

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Kayky Júnio Barbosa Soares
Fellipe Marques Santos Carvalho

**CALC SUBREDES: FERRAMENTA INTERATIVA COM VISUALIZAÇÃO
GRÁFICA PARA O APRENDIZADO DE CÁLCULO DE SUB-REDES IP**

São João Evangelista

2026

KAYKY JÚNIO BARBOSA SOARES
FELLIPE MARQUES SANTOS CARVALHO

**CALC SUBREDES: FERRAMENTA INTERATIVA COM VISUALIZAÇÃO
GRÁFICA PARA O APRENDIZADO DE CÁLCULO DE SUB-REDES IP**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Geovália Oliveira Coelho.

Coorientador: Prof. Rosinei Soares de Figueiredo.

C331c Carvalho, Fellipe Marques Santos.

Calc subredes: ferramenta interativa com visualização gráfica para o aprendizado de cálculo de sub-redes IP/ Fellipe Marques Santos Carvalho, Kayky Júnio Barbosa Soares – 2026.
47f.: il.

Orientador: Dra. Geovália Oliveira Coelho.

Coorientador: Dr. Rosinei Soares de Figueiredo.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2026.

1. Sub-redes IP. 2. Ferramenta educacional. 3. Endereçamento IPv4. 4. Visualização gráfica. 5. Redes de computadores. I. Carvalho, Fellipe Marques Santos. II. Soares, Kayky Júnio Barbosa. III. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. IV. Título.

CDD 005.1

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

Kayky Júnio Barbosa Soares
Fellipe Marques Santos Carvalho

**CALC SUBREDES: FERRAMENTA INTERATIVA COM VISUALIZAÇÃO GRÁFICA
PARA O APRENDIZADO DE CÁLCULO DE SUB-REDES IP**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em: 09/ 02/ 2026 pela banca examinadora:

Prof. Geovália Oliveira Coelho - IFMG (Orientadora)

Prof. Rosinei Soares de Figueiredo - IFMG (Coorientador)

Prof. Dênis Rocha de Carvalho - IFMG

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda nossa família, nossos pais e irmãos, agradecemos por acreditarem em nossa capacidade e pelo incentivo constante na realização deste trabalho.

Agradecemos a nossa orientadora, Geovália Coelho, pela paciência, sabedoria e por guiar este estudo com excelência, ao nosso co-orientador Rosinei Soares e ao professor Dênis Rocha por toda orientação necessária e construtiva, também a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Agradecimentos de Kayky Júnio:

"Agradeço em especial minha mãe, Rosária Barbosa, obrigado por ser meu porto seguro e por todo o apoio nos momentos de cansaço. Sua fé incondicional e inabalável na minha capacidade foi o que me deu forças para transformar cada desafio deste trabalho em aprendizado. Sem seu amor e incentivo, esta conquista não seria possível. Aos meus colegas de classe, que forneceram apoio e compartilharam conosco as incertezas em noites de madrugadas a momentos de glória e felicidade. Agradeço pela troca de conhecimentos, pelo apoio mútuo e por tornarem esta jornada acadêmica mais leve. Evoluímos juntos e esta conquista é de todos nós."

Agradecimentos de Fellipe Marques:

"Expresso minha profunda gratidão à minha família, pelo apoio incondicional e por ser meu maior alicerce. À minha namorada, agradeço a parceria, paciência e suporte emocional durante todo o decorrer da minha formação. Agradeço também aos meus colegas de classe. E por fim, agradeço aos professores da instituição IFMG - Campus São João Evangelista, cujos ensinamentos foram essenciais para o meu crescimento profissional."

“Dividir cada uma das dificuldades em tantas parcelas quantas forem possíveis e necessárias para melhor resolvê-las.”

René Descartes

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do CALC SUBREDES, uma ferramenta educacional web para o aprendizado de cálculo de sub-redes IP. A crescente demanda por conectividade e a escassez de endereços IPv4 tornam essencial o domínio da técnica de sub-redes para otimizar o uso de endereços IP, reduzir o tráfego de broadcast e permitir a segmentação lógica de redes. Embora existam ferramentas online para cálculo de sub-redes, a maioria utiliza a língua inglesa e apresenta foco técnico, sem caráter pedagógico, dificultando a compreensão conceitual por parte de estudantes e iniciantes. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta online em língua portuguesa, com interface intuitiva e representação gráfica das sub-redes, facilitando a compreensão dos conceitos fundamentais. A metodologia adotada consistiu em desenvolvimento tecnológico com fundamentação bibliográfica e apoio em diagnóstico pedagógico exploratório, utilizado para identificar dificuldades recorrentes no conteúdo e orientar o levantamento de requisitos da ferramenta. O sistema foi desenvolvido utilizando HTML, CSS, JavaScript no front-end e Python com Flask no back-end, seguindo o modelo incremental de desenvolvimento. Como resultado, o CALC SUBREDES oferece uma trilha de aprendizagem com quatro níveis de conteúdo, cálculo automatizado de sub-redes e visualização gráfica da topologia de rede, atendendo aos requisitos pedagógicos identificados na pesquisa.

Palavras-chave: Sub-redes IP. Ferramenta educacional. Endereçamento IPv4. Visualização gráfica. Redes de computadores.

ABSTRACT

This work presents the development of CALC SUBREDES, an educational web tool for learning IP subnet calculations. The growing demand for connectivity and the scarcity of IPv4 addresses make mastering the subnetting technique essential to optimize IP address usage, reduce broadcast traffic, and enable logical network segmentation. Although online subnet calculation tools exist, most use English and have a technical focus without pedagogical character, hindering conceptual understanding by students and beginners. The objective of this work was to develop an online tool in Portuguese, with an intuitive interface and graphical representation of subnets, facilitating the understanding of fundamental concepts. The adopted methodology consisted of technological development with bibliographical foundation and support in exploratory pedagogical diagnosis, used to identify recurring difficulties in the content and guide the survey of tool requirements. The system was developed using HTML, CSS, and JavaScript on the front-end and Python with Flask on the back-end, following the incremental development model. As a result, CALC SUBREDES offers a learning path with four content levels, automated subnet calculation, and graphical visualization of network topology, meeting the pedagogical requirements identified in the research.

Keywords: IP subnets. Educational tool. IPv4 addressing. Graphical visualization. Computer networks.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tela de Cálculo do IP <i>Calculator</i>	20
Figura 2 - Tela de Cálculo de IP do <i>SubnetOnline</i>	21
Figura 3 - Tela de Cálculo do <i>MXTtoolbox</i>	22
Figura 4 - Resultado da questão sobre endereços de rede, broadcast e faixa de hosts	28
Figura 5 - Resultado da questão sobre Dificuldades no cálculo de sub-redes	29
Figura 6 - Resultado da questão sobre Aprendizado	30
Figura 7 - Resultado da questão sobre Ferramentas Digitais.....	30
Figura 8 - Resultado da questão sobre Importância da Língua Portuguesa	31
Figura 9 - Resultado da questão sobre Materiais Visuais	32
Figura 10 - Resultado da questão sobre Ferramenta Passo a Passo	32
Figura 11 - Diagrama de Casos de Uso	38
Figura 12 - Tela de cálculo de sub-redes	39
Figura 13 - Barra de busca e Nível 1	39
Figura 14 - Nível 2	40
Figura 15 - Nível 3	40
Figura 16 - Nível 4	41
Figura 17 - Topologia das sub-redes	41
Figura 18 - Tabela de cálculo de sub-rede	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIDR - Roteamento Entre Domínios Sem Classe CSS - Folhas de Estilo em Cascata

DHCP - Protocolo de Configuração Dinâmica de Hosts HTML - Linguagem de Marcação de Hipertexto

IDE - Editor de Código Fonte

IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais IP - Protocolo de Internet

IPv4 - Protocolo de Internet versão 4 IPv6 - Protocolo de Internet versão 6 JS - JavaScript

LAN - Rede de Área Local

MAN - Rede de Área Metropolitana NAT - Tradução de Endereços de Rede PHP - Pré-processador de Hipertexto RF - Requisito Funcional

RNF - Requisito Não Funcional

SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados SQL - Linguagem de Consulta Estruturada

TCP/IP - Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo de Internet WAN - Rede de Longa Distância

CALC - Cálculo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	13
<i>1.1.1 Objetivo geral</i>	<i>13</i>
<i>1.1.2 Objetivos específicos</i>	<i>14</i>
1.2 Justificativa	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Rede de Computadores	16
2.2 Endereçamento IP e IPv4	17
2.3 Sub-Redes	19
2.4 Ferramentas para Cálculo de Sub-Rede	20
<i>2.4.1 IP Calculator</i>	<i>20</i>
<i>2.4.2 SubnetOnline</i>	<i>21</i>
<i>2.4.3 MXToolbox Subnet Calculator</i>	<i>22</i>
2.5 Desenvolvimento de Sistemas Web	23
2.6 Processo de Software	23
2.7 Tecnologias	24
<i>2.7.1 HTML</i>	<i>24</i>
<i>2.7.2 CSS</i>	<i>24</i>
<i>2.7.3 JavaScript</i>	<i>25</i>
<i>2.7.4 Python</i>	<i>25</i>
<i>2.7.5 Flask</i>	<i>25</i>
<i>2.7.6 VsCode</i>	<i>25</i>
3 METODOLOGIA	27
3.1 Caracterização da Pesquisa	27
3.2 Levantamento de Informações Diagnósticas	27
3.3 Métodos e Procedimentos	28
<i>3.3.1 Diagnóstico inicial</i>	<i>28</i>
<i>3.3.2 Arquitetura do sistema</i>	<i>33</i>
<i>3.3.3 Desenvolvimento do software</i>	<i>33</i>
<i>3.3.4 Documentação do Sistema</i>	<i>34</i>
<i>3.3.5 Teste e validação</i>	<i>34</i>
<i>3.3.6 Tecnologias Utilizadas</i>	<i>35</i>

4. RESULTADOS	36
4.1 Levantamento de requisitos	36
4.2 CalcSub-Redes	38
4.3 Análise dos resultados	42
5. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESQUISA UTILIZADO	47

1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia e o aumento exponencial de usuários da internet, tem demonstrado a necessidade de organização eficiente dos endereços IP (Internet Protocol) dentro das redes de computadores. Os endereços IP são números que identificam os dispositivos e a sua localização dentro de uma rede como a Internet, possibilitando assim o estabelecimento de uma rota até esse dispositivo. A demanda por conectividade em ambientes corporativos, residenciais e industriais tem trazido desafios, para garantir desempenho e segurança às redes. Um desses desafios é a escassez de endereços IPv4 (Endereço IP de versão 4). Os endereços IPv4 são representados por 32 bits e com isso é possível obter 4.294.967.296 (quatro bilhões, duzentos e noventa e quatro milhões, novecentos e sessenta e sete mil e duzentos e noventa e seis) endereços, número considerado pequeno pensando no número de dispositivos interligados a Internet atualmente. Outros desafios são o aumento do tráfego de broadcast, onde um dispositivo manda uma mensagem para todos os outros dentro da rede procurando algo específico, o mesmo pode causar sérios problemas à rede, como lentidão na comunicação, perda de pacotes e até mesmo a paralisação total do sistema. Além disso, a necessidade de segmentação lógica se torna cada vez mais evidente, já que, em redes complexas e dispersas, a abordagem tradicional mostra-se amplamente ineficaz (TANENBAUN; WETHERALL, 2011).

Nesse cenário, a técnica de sub-redes (subdivisão da rede) surge como uma solução essencial para otimizar o uso de endereços IP, reduzir o tráfego desnecessário de broadcast e permitir o isolamento de setores dentro de uma mesma rede. Ao dividir uma rede maior em sub-redes menores e mais gerenciáveis, é possível melhorar o desempenho da comunicação, visto que reduz o tráfego desnecessário e as colisões de dados, permitindo a aplicação de políticas de segurança específicas, como a limitação do acesso a diferentes setores e bloqueio de serviços não autorizados. Cabe destacar também que essa técnica facilita a expansão da rede de uma vez que torna mais simples adicionar novos dispositivos, serviços e setores sem afetar toda a estrutura existente. Como destacam Jim Kurose e Keith Ross (2021), redes amplas e não segmentadas tendem a sofrer com degradação de desempenho e maior vulnerabilidade, pois todo o tráfego circula no mesmo espaço, aumentando a chance de colisões de dados, congestionamento e lentidão entre os dispositivos.

Nesse sentido, diversas ferramentas online foram desenvolvidas para auxiliar no processo de cálculo de sub-redes, como o IP Calculator (WIJNAND MODDERMAN-LENSTRA, 2002), o MXToolbox (MXTOOLBOX LLC, 2004) e o SubnetOnline

(SUBNETONLINE.COM, 2000).

Essas plataformas automatizam os cálculos com base em parâmetros fornecidos pelo usuário, exibindo dados como número de hosts (dispositivos), intervalo de IPs válidos e endereço de rede e endereço de broadcast. No entanto, embora tecnicamente funcionais, a maioria dessas ferramentas utilizam a língua inglesa como idioma, possuem foco essencialmente técnico e não se mostram didáticas do ponto de vista pedagógico, uma vez que oculta as etapas fundamentais do raciocínio necessário para compreender os conceitos de sub-rede. Tais ferramentas fornecem resultados prontos, sem apresentar explicações intermediárias ou mostrar visualmente as sub-redes e por isso, limitam a compreensão conceitual por parte dos estudantes, professores e iniciantes de redes de computadores, que possuam o Português como idioma nativo.

Diante disso, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma ferramenta educacional online, em Língua Portuguesa, que apoie o aprendizado de sub-redes por meio de explicações e representações gráficas do processo de subdivisão. A ferramenta permitirá que o usuário compreenda os conceitos fundamentais, como o número de sub-redes de uma rede ampla, números de hosts por sub-rede, endereços de rede e de broadcast e segmentação lógica. De acordo com Valente, Freire e Arantes (2018) "a tecnologia educacional deve ser vista como meio de favorecer a construção do conhecimento e não apenas como suporte para transmissão de informações".

Além disso, o uso da Língua Portuguesa proporcionará acessibilidade para os interessados em redes de computadores.

1.1 Objetivos

Esta seção detalha os objetivos geral e específicos que guiaram o desenvolvimento do presente trabalho, buscando preencher a lacuna educacional identificada no aprendizado de sub-redes IP.

1.1.1 *Objetivo geral*

O objetivo geral é desenvolver uma ferramenta educacional online para o auxílio da aprendizagem dos conceitos de sub-redes.

1.1.2 *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Estudar os conceitos teóricos relacionados às sub-redes incluindo classes de IP, máscaras de sub-redes, CIDR, endereços de redes, *broadcast* e intervalo de *host* válidos.
- Analisar ferramentas existentes a fim de identificar limitações de usabilidade ou funcionalidades que possam ser aprimoradas no sistema proposto.
- Criar uma interface gráfica intuitiva, que permita ao usuário inserir um endereço IP e máscara (ou número de sub-redes desejadas).
- Automatizar os cálculos relacionados à divisão de redes, como número de sub-redes, faixas de IPs válidos, número de *host* e endereços de rede e *broadcast*.
- Apresentar os resultados de forma estruturada e compreensível ao usuário.
- Testar a aplicação com diferentes cenários e faixas de IP.

1.2 **Justificativa**

A expansão contínua da Internet e a multiplicação de dispositivos conectados geram uma demanda crescente por redes de computadores mais organizadas, seguras e eficientes. Nesse cenário, a aplicação de técnicas para a divisão de redes, como a criação de sub-redes, é fundamental para a otimização do espaço de endereçamento IP e para a segmentação lógica dos sistemas. A complexidade crescente das redes exige ferramentas e conhecimentos aprofundados para sua administração eficaz (TANENBAUN; WETHERALL, 2011). No entanto, um obstáculo significativo para a aprendizagem e aplicação desses conceitos reside na complexidade do conteúdo de sub-redes e nas ferramentas existentes, que possuem interfaces complexas ou insuficientes para o aprendizado do conteúdo. Além disso essas ferramentas utilizam o inglês técnico como padrão, criando uma dupla barreira — técnica e linguística — para estudantes e novos profissionais de tecnologia no contexto brasileiro.

A dificuldade na compreensão de sub-redes, muitas vezes não reside apenas na capacidade de realizar cálculos. As ferramentas existentes, ao apresentarem apenas resultados numéricos e textuais, falham em ilustrar como a segmentação de rede ocorre, ou como as sub-redes se relacionam dentro do bloco IP original. Essa ausência de exemplos gráficos e interativos impede que o usuário construa uma representação mental sólida dos conceitos,

transformando o aprendizado em um exercício de memorização de fórmulas e comandos, em vez de uma compreensão mais profunda. Como dito por Kurose, a pedagogia eficaz em redes de computadores, especialmente em tópicos como o endereçamento IP, beneficia-se grandemente de representações que ajudem a visualizar a estrutura e o fluxo de dados, facilitando a internalização dos conceitos (KUROSE; ROSS, 2017).

Nesse sentido, este trabalho justifica-se pela necessidade de superar tais barreiras através do desenvolvimento de uma ferramenta computacional com um propósito essencialmente didático. A solução proposta irá além da simples execução de cálculos, oferecendo uma interface gráfica intuitiva e com abordagem pedagógica totalmente em Língua Portuguesa. O objetivo é traduzir a complexidade do gerenciamento de sub-redes em um processo visual e interativo, permitindo que o usuário não apenas obtenha um resultado, mas compreenda os fundamentos por trás de cada etapa. Dessa forma, o projeto visa preencher uma lacuna educacional, fornecendo um recurso acessível que fortalece a autonomia e a capacitação de futuros profissionais de redes no Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os conceitos relacionados as afirmações que são abordadas no desenvolvimento do estudo. Sendo apresentados certos autores que proveram sustentação e fonte teórica, contribuindo para o desenvolvimento do projeto.

2.1 Rede de Computadores

Uma rede de computadores pode ser definida como um conjunto de dispositivos ligados entre si que são capazes de compartilhar recursos e trocar informações entre os mesmos (TANENBAUN; WETHERALL, 2011). Essa ligação permite que computadores, servidores, impressoras, *smartphones* e outros dispositivos se comuniquem independentemente de sua localização (TANENBAUN; WETHERALL, 2011). Os principais objetivos de uma rede são: facilitar a comunicação de usuários e o compartilhamento de dados e recursos.

Os principais componentes de rede são:

- **Dispositivos finais:** são os equipamentos que geram ou consomem dados na rede, como computadores, servidores, laptops *smartphones*, *tablets*, impressoras e câmeras IP (FOROUZAN, 2010).
- **Dispositivos de Interconexão:** são os equipamentos que conectam os dispositivos finais e permitem o curso dos dados, como *hubs* e *switches* (que interligam dispositivos de uma rede local) e roteadores (que encaminham dados entre diferentes redes) (FOROUZAN, 2010).
- **Protocolo de rede:** é um conjunto de regras e padrões que regem a troca de informações entre dispositivos em uma rede (FOROUZAN, 2010). Ele define o formato dos dados, a sequência das mensagens, a detecção e correção de erros, e a forma como os dispositivos iniciam, mantêm e encerram a comunicação (FOROUZAN, 2010). Atualmente o protocolo de rede mais utilizado é o TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) em função de sua utilização pela Internet (rede mundial de computadores) (FOROUZAN, 2010).
- **Meios de transmissão:** são os canais com ou sem fio pelos os quais os dados viajam. Incluem cabos de redes (Ethernet, fibra óptica) e tecnologias sem fio (FOROUZAN, 2010).

- **Recursos:** são informações e/ou *hardwares* que podem ser compartilhados na rede como uma impressora. As redes de computadores podem ser classificadas de acordo com sua cobertura ou seu alcance e topologia física. Em relação ao alcance, as redes são classificadas em:
 - **LAN** (*Local Area Network*): são redes locais que cobrem uma pequena área, como uma casa, escritório, prédio ou campus universitário (KUROSE; ROSS, 2017).
 - **MAN** (*Metropolitan Area Network*): são redes de área metropolitanas que abrange uma área maior que a LAN, tipicamente uma cidade ou uma grande região. Geralmente conecta várias LANs (KUROSE; ROSS, 2017).
 - **WAN** (*Wide Area Network*): são redes de longa distância que cobrem uma vasta área, conectando cidades, países ou até continentes, a Internet é um exemplo de uma rede WAN (KUROSE; ROSS, 2017). Em relação à topologia, as redes podem ser classificadas de acordo com a topologia física e a topologia lógica (também denominada de tipo de redes). A topologia física representa como os dispositivos de uma rede estão conectados fisicamente, isto é, o layout de rede. E a topologia lógica, por sua vez, descreve como os dados fluem e como os dispositivos comunicam entre si (TANENBAUN; WETHERALL, 2011). As topologias físicas incluem: barramento, anel, estrela e malha.
 - **Barramento:** todos os dispositivos finais compartilham um único cabo principal, tornando a rede vulnerável a falhas no mesmo (TANENBAUN; WETHERALL, 2011).
 - **Anel:** todos os dispositivos finais são conectados em círculo, em um loop (laço) fechado, com os dados viajando em apenas uma direção, sendo vulnerável também as falhas (TANENBAUN; WETHERALL, 2011).
 - **Estrela:** todos os dispositivos finais se conectam a um ponto central (geralmente um *hub* ou *switch*) de forma independente. Essa topologia é a mais utilizada atualmente, oferecendo fácil gerenciamento e isolamento de falhas (TANENBAUN; WETHERALL, 2011).
 - **Malha:** demonstra que cada dispositivo está conectado diretamente a dois ou mais dispositivos de rede (TANENBAUN; WETHERALL, 2011). Com relação à arquitetura de rede, as redes podem ser classificadas em rede ponto a ponto e rede cliente/servidor. Na rede ponto a ponto, todos os dispositivos podem enviar ou receber dados, permitindo que todos os usuários possuam os mesmos privilégios e benefícios, pois cada dispositivo atua como cliente e servidor simultaneamente,

compartilhando recursos diretamente com outros dispositivos (FOROUZAN, 2010). Já a rede cliente/servidor é composta por computadores clientes e servidores. Os clientes (dispositivos finais) solicitam serviços para os servidores (máquinas com grande poder de processamento e armazenamento), que são responsáveis pelo fornecimento dos mesmos (FOROUZAN, 2010).

2.2 Endereçamento IP e IPv4

O endereço IP (*Internet Protocol* - Protocolo de Internet) é um identificador numérico único atribuído a cada dispositivo, como computador, *laptop*, *tablet*, *smartphone* e entre outros, conectado em uma rede de computadores que utiliza o TCP/IP como protocolo de rede (TANENBAUN; WETHERALL, 2011). O TCP/IP se tornou um padrão mundial em função de sua utilização na rede Internet. O mesmo endereço IP funciona como uma "matrícula" para o dispositivo final (também chamado de *host*), possibilitando sua localização e conexão com os demais dispositivos da rede com o intuito de troca dados. Isso porque o endereço IP é dividido em duas partes: uma que identifica a rede e outra que identifica o dispositivo (*host*). Essa identificação é fundamental para que os pacotes de dados possam ser navegados corretamente do remetente ao destinatário, seja em uma rede local ou na vasta escala da Internet (TANENBAUN; WETHE- RALL, 2011).

Atualmente, existem duas versões principais do IP: o IPv4 (*Internet Protocol version 4*) e o IPv6 *Internet Protocol version 6*. No entanto, o IPv4 ainda é predominante em muitas infraestruturas de rede. Ele utiliza endereços de 32 bits, representados em decimal com quatro blocos, separados por pontos, como no exemplo 192.168.1.1 (KUROSE; ROSS, 2017). Com essa estrutura, o IPv4 pode endereçar um total de 4.294.967.296 (aproximadamente 4,3 bilhões) de endereços exclusivos (KUROSE; ROSS, 2017). Embora esse número pareça significativo, o aumento exponencial dos usuários da Internet aliado ao crescimento de dispositivos conectados têm levado a escassez de endereços IPv4 (KUROSE; ROSS, 2017). Técnicas como NAT (*Network Address Translation* - tradução de endereços de rede) e o uso de endereços privados foram adotadas para prolongar a vida útil do IPv4. Ainda assim, ele continua sendo indispensável na identificação dos dispositivos e gerenciamento de redes.

No entanto, um volume excessivo de tráfego de *broadcast* pode trazer sérios problemas à rede. Em ambientes onde a rede não é distribuída adequadamente, cada pacote de *broadcast* precisa passar por todos os dispositivos no mesmo domínio para processamento. Isso leva a um aumento na capacidade de transmissão (largura de banda), causando lentidão na

comunicação, congestionamento e até mesmo perda de pacotes, impactando diretamente o desempenho geral da rede. Em casos extremos, um alto tráfego de *broadcast* pode sobrecarregar os dispositivos e, conseqüentemente, levar à paralização total do sistema (CISCO, 2016).

A distribuição da rede, portanto, se torna crucial para conter o tráfego de *broadcast* e aliviar esses impactos negativos, garantindo a eficiência e a estabilidade das operações de rede.

2.3 Sub-Redes

Sub-redes (*subnetting*) é uma técnica que consiste em dividir uma rede IP maior em redes menores e mais gerenciáveis, chamadas de sub-redes. Essa técnica é utilizada para melhorar o desempenho, a segurança e a organização das redes de computadores, garantindo o roteamento mais eficiente (KUROSE; ROSS, 2017). Ao dividir a rede em sub-redes é possível isolar grupos de dispositivos, controlar o tráfego de dados e melhorar o uso do espaço de endereçamento IP disponível (KUROSE; ROSS, 2017).

Cada sub-rede é caracterizada por um endereço de rede (o menor endereço do bloco), um endereço de broadcast (o maior endereço do bloco) e uma faixa de endereços utilizáveis para hosts, que corresponde aos endereços entre rede e broadcast. Os endereços de rede e de broadcast são reservados e não devem ser atribuídos a hosts.

A divisão em sub-redes é definida por uma máscara de sub-rede (ou prefixo CIDR), que indica quantos bits do IPv4 pertencem ao prefixo de rede. Na notação CIDR, o valor após a barra representa o tamanho desse prefixo. Por exemplo, em 192.168.10.0/26, os primeiros 26 bits identificam o prefixo de rede, e os (32 - 26) 6 bits restantes identificam hosts dentro da sub-rede (CISCO, 2016).

Para calcular a quantidade de sub-redes possíveis de uma rede, utiliza-se a fórmula:

Sub-redes: 2^n

Em que n é a quantidade de 1s do octeto quebrado da máscara (octeto composto por bits 1s e 0s). Por exemplo, a máscara /26 é representada em binário com 26 bits 1s:

11111111.11111111.11111111.11000000 e o octeto quebrado é o último.

Para calcular a quantidade de hosts de uma sub-rede, utiliza-se a fórmula:

Hosts: $2^h - 2$

Em que h é o número de 0s da máscara.

Dessa forma, a *subnetting* permite estruturar redes em blocos menores e mais coerentes com a necessidade de cada segmento, favorecendo desempenho, segurança e

expansão controlada.

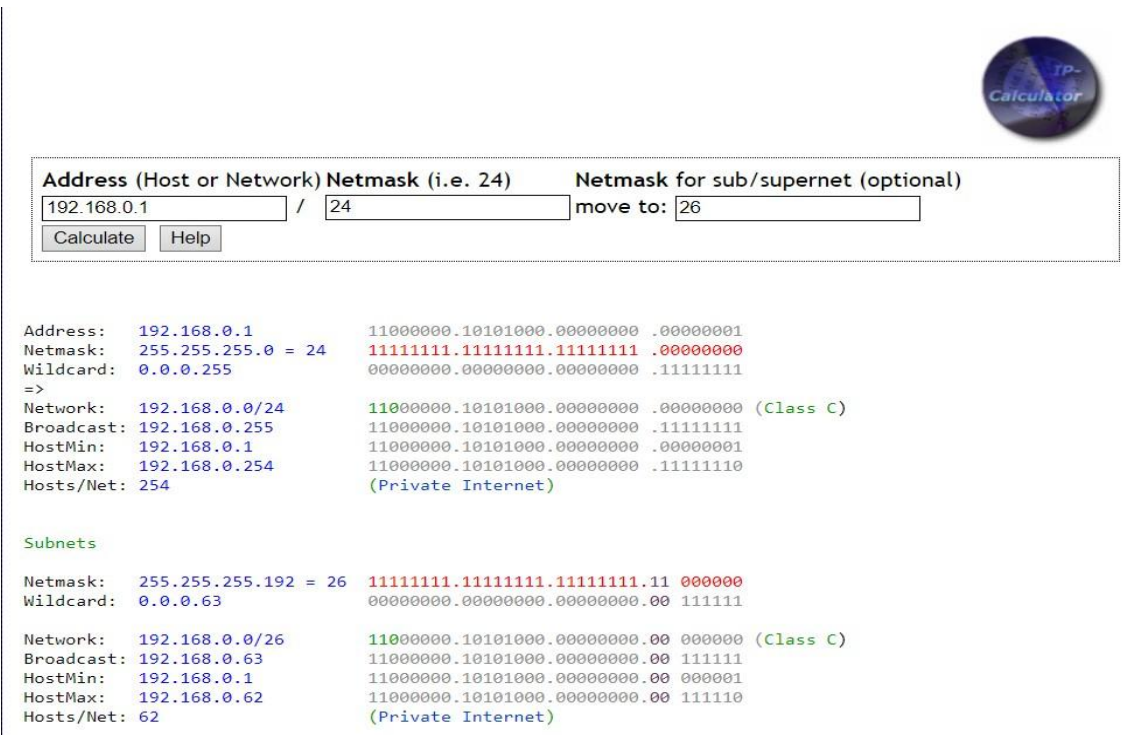
2.3 Ferramentas para Cálculo de Sub-Rede

Para justificar a proposta de desenvolvimento de uma nova ferramenta educacional para o cálculo de sub-redes IP, é essencial analisar as funcionalidades e limitações das soluções já disponíveis no mercado. Essa análise nos permite identificar lacunas e validar os diferenciais que a ferramenta deste trabalho busca oferecer.

2.3.1 IP Calculator

O *IP Calculator* é uma ferramenta web para cálculo de sub-redes, sua interface é simples e direta, focada na funcionalidade de processar endereços IP e máscaras de sub-rede. Ao inserir os dados, a ferramenta exibe as informações, como o endereço de rede, o endereço de *broadcast*, a faixa de *hosts* válidos e a quantidade máxima de *hosts* para aquela sub-rede. Além disso, o *IP Calculator* apresenta as informações em diferentes formatos (decimal, binário, hexadecimal) e demonstra as sub-redes, conforme apresentado na Figura 1 (JODIES, 2000).

Figura 1 - Tela de Cálculo do *IP Calculator*



The screenshot shows the IP Calculator interface. At the top right is a logo for 'IP- Calculator'. The main input area contains three fields: 'Address (Host or Network)' with '192.168.0.1', 'Netmask (i.e. 24)' with '24', and 'Netmask for sub/supernet (optional)' with 'move to: 26'. Below these are 'Calculate' and 'Help' buttons. The output area displays the following information:

```

Address: 192.168.0.1          11000000.10101000.00000000 .00000001
Netmask: 255.255.255.0 = 24  11111111.11111111.11111111 .00000000
Wildcard: 0.0.0.255         00000000.00000000.00000000 .11111111
=>
Network: 192.168.0.0/24     11000000.10101000.00000000 .00000000 (Class C)
Broadcast: 192.168.0.255   11000000.10101000.00000000 .11111111
HostMin: 192.168.0.1      11000000.10101000.00000000 .00000001
HostMax: 192.168.0.254    11000000.10101000.00000000 .11111110
Hosts/Net: 254            (Private Internet)

Subnets

Netmask: 255.255.255.192 = 26 11111111.11111111.11111111.11 000000
Wildcard: 0.0.0.63          00000000.00000000.00000000.00 111111
Network: 192.168.0.0/26     11000000.10101000.00000000.00 000000 (Class C)
Broadcast: 192.168.0.63    11000000.10101000.00000000.00 111111
HostMin: 192.168.0.1      11000000.10101000.00000000.00 000001
HostMax: 192.168.0.62     11000000.10101000.00000000.00 111110
Hosts/Net: 62              (Private Internet)

```

Fonte: JODIES, 2000.

A ferramenta *IP Calculator*, apesar de funcional, apresenta limitações significativas que justificam a necessidade de uma nova abordagem, junto aos objetivos deste trabalho. Primeiramente, a interface é exclusivamente em inglês, o que representa uma barreira de acessibilidade para usuários e estudantes cujo idioma nativo é o Português. Além disso, a ferramenta possui um foco excessivamente técnico e carece de caráter pedagógico.

2.3.1 *SubnetOnline*

O *SubnetOnline* é outra ferramenta *web* utilizada para o cálculo de sub-redes IP. Sua interface é objetiva, permitindo que o usuário insira um endereço IP e uma máscara de sub-rede (em formato decimal ou CIDR) Os resultados apresentados são informações padronizadas como o endereço de rede, o endereço de *broadcast*, a máscara de sub-rede (em diferentes formatos), o número de *hosts* utilizáveis, a faixa de IPs para *hosts*, entre outros detalhes técnicos. Assim como o IP Calculator, O SubnetOnline possui como vantagem a eficiência e precisão na entrega dos resultados. Contudo, essas informações servem para os usuários que dominam os conceitos envolvidos no conteúdo de sub-redes, (Figura 2) (SUBNETONLINE.COM, 2000).

Figura 2 - Tela de Cálculo de IP do *SubnetOnline*.

IP SUBNET CALCULATOR

This is a more straightforward and faster IP subnet calculator, giving you a complete list of information concerning an IP address and Subnet Mask, including the Network and Host address size.

Credits: Andy Povey.
Thanks to Andy Povey for developing and providing the source code for this IP subnet calculator.

Enter IP Address and Subnet Mask

IP Address
Subnet Mask

Additional Information

Programming and design by Andy Povey.
Email: andypovey@excite.com

Results

Start Host Address
End Host Address
Max No. of Hosts

Network Address

Broadcast Address

Network Class

Network Address Size Bits

Host Address Size Bits

Fonte: *SUBNETONLINE.COM*, 2000.

O *SubnetOnline* compartilha das mesmas deficiências pedagógicas e de acessibilidade do exemplo anterior. A plataforma é totalmente em inglês, seu *design* é puramente técnico-funcional, focando apenas na apresentação dos resultados numéricos e textuais.

2.3.2 *MXToolbox Subnet Calculator*

O *MXToolbox Subnet Calculator* é uma ferramenta web específica para o cálculo de sub-redes IP, sendo parte do conjunto de utilitários da plataforma *MXToolbox*. Ao inserir um endereço IP e o prefixo CIDR ou máscara de sub-rede, a ferramenta fornece informações técnicas detalhadas. Essas informações incluem o endereço de rede, o endereço de broadcast, a máscara de sub-rede em diferentes formatos, o número de hosts válidos e a faixa de IPs para hosts. A ferramenta também pode apresentar uma lista de sub-redes adjacentes, oferecendo uma visão técnica para o profissional de redes (Figura 3) (MXTOOLBOX LLC, 2004).

Figura 3 - Tela de Cálculo do *MXToolbox*

The screenshot displays the MXToolbox Subnet Calculator interface. At the top, the MXTOOLBOX logo and 'SUPERTOOL' are visible. A navigation bar contains links for SuperTool, MX Lookup, Blacklists, DMARC, Diagnostics, Email Health, DNS Lookup, and Analyze Headers. The main heading is 'Subnet Calculator'. The input field contains '192.168.1.6' and a dropdown menu shows '/32'. A green 'Calculate' button is present. Below the input, a table displays the calculated results:

Input	Input IP	Input Long	Input Hex
192.168.1.6/32	192.168.1.6	3232235782	C0.A8.01.06
CIDR	CIDR IP Range	CIDR Long Range	CIDR Hex Range
192.168.1.6/32	192.168.1.6 - 192.168.1.6	3232235782 - 3232235782	C0.A8.01.06 - C0.A8.01.06
IPs in Range	Mask Bits	Subnet Mask	Hex Subnet Mask
1	32	255.255.255.255	FF.FF.FF.FF

Below the table, a section titled 'IP is contained in the following CIDR Blocks' lists adjacent subnets:

128.0.0.0/1	192.0.0.0/2	192.0.0.0/3	192.0.0.0/4
192.0.0.0/5	192.0.0.0/6	192.0.0.0/7	192.0.0.0/8
192.128.0.0/9	192.128.0.0/10	192.160.0.0/11	192.160.0.0/12
192.168.0.0/13	192.168.0.0/14	192.168.0.0/15	192.168.0.0/16
192.168.0.0/17	192.168.0.0/18	192.168.0.0/19	192.168.0.0/20
192.168.0.0/21	192.168.0.0/22	192.168.0.0/23	192.168.1.0/24
192.168.1.0/25	192.168.1.0/26	192.168.1.0/27	192.168.1.0/28

Fonte: *MXTOOLBOX* LLC, 2004.

Apesar de ser uma ferramenta de cálculo de sub-rede, o *MXToolbox Subnet Calculator* possui desvantagens, o uso da língua inglesa e a falta de recursos visuais ou gráficos para auxiliar na compreensão da lógica de sub-redes.

2.4 Desenvolvimento de Sistemas Web

Com a expansão da internet e o avanço das tecnologias de rede, os softwares *web* surgiram como uma categoria elevada de softwares aplicativos. Diferentemente das aplicações *desktop* tradicionais, os sistemas *web* são acessados através de um navegador *web*, dispensando a instalação direta no dispositivo do usuário e permitindo acesso global a partir de qualquer local com a conexão à internet (PRESSMAN; LOWE, 2009).

Essa característica oferece grande flexibilidade e acessibilidade, sendo ideal para ferramentas educacionais que visam atingir um público grande. A arquitetura de um *software web* geralmente envolve uma interação entre o lado do cliente (*front-end*, executado no navegador) e o lado do servidor (*back-end*, responsável pelo processamento e armazenamento de dados), assegurando que seja ágil e possa crescer facilmente.

Nesse cenário, a ferramenta proposta será desenvolvida com arquitetura *web*, visto que a ferramenta possuirá interação entre cliente (*front-end*) e servidor (*back-end*). O *front-end* será responsável pela interface gráfica e por toda a interação com os usuários. Já o *back-end* será responsável pelo processamento de dados e envio de resultados para os clientes. Essa arquitetura garante a escalabilidade do sistema, a segurança dos dados e a capacidade de servir múltiplos usuários simultaneamente, tornando-a ideal para ferramentas online educacionais.

2.5 Processo de Software

O desenvolvimento de software, requer a adoção de um processo de software para garantir eficiência e qualidade de desenvolvimento. Este processo pode ser definido como um conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações estabelecidas para desenvolver e manter um software (PRESSMAN, 2011). O software estabelece uma estrutura organizada que guia as etapas desde a ideia inicial até a entrega do sistema, garantindo previsibilidade, rastreabilidade e controle sobre o ciclo de vida do projeto, que engloba todas as fases, desde a concepção e planejamento, passando pela execução e monitoramento, até o encerramento da entrega do produto final.

Entre os diversos modelos de processo de software, o modelo incremental destaca-se

por possuir uma abordagem progressiva, em que o desenvolvimento do sistema é dividido em partes menores chamadas de "incrementos" ou versões. Cada incremento é uma versão operacional do sistema, trazendo novas funcionalidades ao longo do tempo, esses incrementos são construídos através de um ciclo completo que contém as fases de especificação, desenvolvimento e validação (PRESSMAN, 2011). Novas funcionalidades são adicionadas e entregues ao cliente para avaliação, permitindo *feedback* e adaptação do projeto às necessidades em evolução. A abordagem incremental reduz o risco de falha do projeto, facilita a detecção precoce de erros e proporciona entregas mais rápidas de partes funcionais do sistema.

2.6 Tecnologias

Para o desenvolvimento do sistema proposto neste trabalho serão utilizadas as seguintes tecnologias:

2.5.1 HTML

O HTML *HyperText Markup Language*, é a linguagem de marcação de texto utilizada na construção de páginas *web*. Ela define a estrutura e o conteúdo semântico de um documento (MOZILLA, 2024). A linguagem HTML será utilizada para o desenvolvimento da ferramenta proposta em função de ter a capacidade de organizar de forma estruturada todo o conteúdo da interface da ferramenta.

2.5.2 CSS

O CSS, *Cascading Style Sheets* É uma linguagem de folhas de estilo que permite separar o conteúdo da página de estilização, possibilitando a definição das cores, fontes, tamanhos, espaçamentos, posicionamento de elementos e a responsividade da interface (MOZILLA, 2024). O CSS será utilizado nesse trabalho, em função da capacidade de criar uma experiência de usuário agradável e didática, fundamental para uma ferramenta educacional.

2.5.3 *JavaScript*

O JavaScript (JS), é uma linguagem de programação amplamente utilizada para a interação do usuário com páginas *web*, manipulando o conteúdo HTML e CSS, para responder a eventos de usuário (clique, digitação) e realizar operações complexas (MOZILLA, 2024). O JS será utilizado no desenvolvimento da ferramenta proposta em função de sua versatilidade e poder de processamento no *front-end* (lado do usuário), sendo essencial para a interatividade e a visualização dos cálculos em tempo real, além da interatividade a topologia gerada pelo sistema.

2.5.4 *Python*

O Python, uma linguagem de programação de alto nível e código aberto, permite a criação e gerenciamento de bancos de dados, além da interação direta com sistemas de arquivos. O Python pode interagir com o servidor e, eventualmente, gerenciar dados fornecido pelos usuários ou configurações de aplicação (PYTHON SOFTWARE FOUNDATION, 2024). A utilização do Python se justifica pela sua versatilidade, sintaxe clara e eficiência no processamento de operações e cálculos relacionados a sub-redes.

2.5.5 *Flask*

O Flask é um micro-framework escrito em *Python* que permite o desenvolvimento de aplicações web de forma ágil e escalável. Diferente de frameworks mais robustos, ele oferece uma estrutura minimalista que facilita a integração com diversas bibliotecas e o gerenciamento de rotas de forma eficiente (PROJECTS, 2024). Sua escolha se justifica pela sua flexibilidade e extensibilidade, permitindo a construção de uma arquitetura robusta para o *back-end* que se integra perfeitamente a tecnologias de *front-end*, sendo ideal para ferramentas online que exigem alto desempenho e personalização.

2.5.6 *VsCode*

O Visual Studio Code (VsCode) é uma IDE (editor de código fonte) que oferece um ambiente de desenvolvimento leve e adequado. O VsCode permite otimizar o fluxo de trabalho de codificação, além de um vasto ecossistema de extensões que suportam várias linguagens de

programação. O VsCode foi selecionado por sua capacidade de proporcionar alta produtividade e flexibilidade, sendo ideal para o desenvolvimento de aplicações web.

3 METODOLOGIA

Esta seção demonstra a metodologia adotada para a realização deste trabalho. A metodologia científica pode ser compreendida como um conjunto de abordagens, técnicas e processos que orientam a investigação de um problema e a construção de uma solução (MARCONI; LA- KATOS, 2003). Foram detalhados o tipo e a abordagem do trabalho, técnicas para levantamento de informações, fases de desenvolvimento e as tecnologias empregadas.

3.1 Caracterização da Pesquisa

O presente trabalho caracteriza-se como um projeto de desenvolvimento tecnológico com fundamentação teórica e apoio em diagnóstico pedagógico exploratório.

O objetivo central consiste na concepção e implementação de uma ferramenta educacional web voltada ao apoio do ensino do conteúdo de sub-redes IP.

O diagnóstico realizado teve caráter exclusivamente pedagógico e exploratório, sendo utilizado apenas como subsídio para identificação de necessidades didáticas e levantamento de requisitos da ferramenta proposta.

Não houve intenção de realizar investigação científica sobre perfil discente, comportamento ou desempenho individual, mas sim identificar, de forma agregada, dificuldades recorrentes relacionadas ao conteúdo abordado.

3.2 Levantamento de Informações Diagnósticas

Para compreender as principais dificuldades enfrentadas no conteúdo de sub-redes, foi aplicado um questionário diagnóstico anônimo em contexto de sala de aula, logo após a conclusão do conteúdo programático.

O instrumento teve caráter exclusivamente pedagógico e exploratório, não sendo utilizado para avaliação individual ou identificação dos respondentes. Não foram coletadas informações pessoais ou dados sensíveis, sendo as respostas analisadas apenas de forma agregada para identificação de padrões gerais de dificuldade.

3.3 Métodos e Procedimentos

Para o desenvolvimento deste trabalho será utilizado as seguintes etapas:

3.3.1 *Diagnóstico inicial*

Consistiu na aplicação de um instrumento diagnóstico anônimo em contexto de sala de aula, com finalidade exclusivamente pedagógica, visando identificar dificuldades recorrentes no conteúdo de sub-redes. O instrumento foi aplicado logo após a conclusão do conteúdo, permitindo captar percepções recentes dos sujeitos acerca das principais barreiras de aprendizagem.

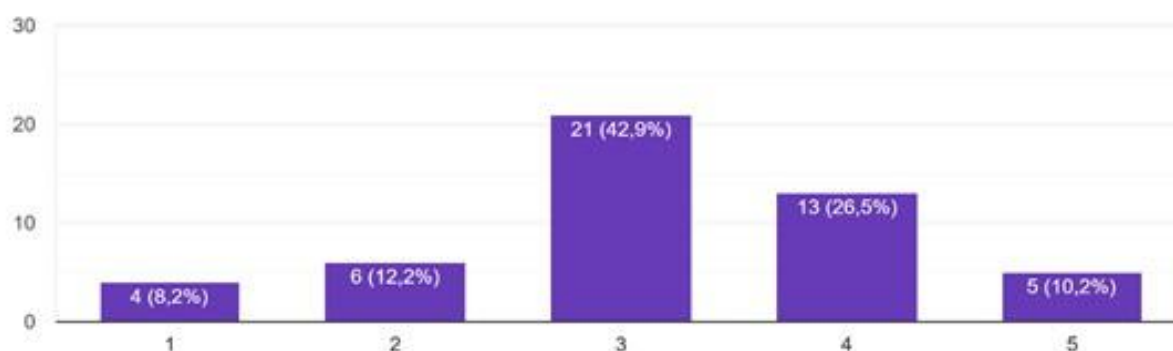
Para identificar padrões gerais de dificuldade, utilizou-se um questionário diagnóstico anônimo (Apêndice A), cujas respostas foram analisadas de forma agregada, sem identificação individual dos respondentes, logo após as aulas do conteúdo de sub-redes. Essa decisão foi proposital, para garantir que as respostas apresentassem as dificuldades reais que eles enfrentaram, já que o conteúdo ainda estava recente na memória deles.

Inicialmente, nota-se que uma das principais dificuldades dos alunos é o domínio do conteúdo de endereços de rede e broadcast e número de hosts. Assim, os resultados mostram que cerca de 36,7% dos sujeitos não possuem dificuldade no conteúdo (Figura 4). Esse cenário reforça a importância de uma ferramenta que simplifique esses conceitos, já que a falta de clareza sobre essas divisões é onde surgem as principais dificuldades no aprendizado de sub-redes.

Figura 4 - Resultado da questão sobre endereços de rede, broadcast e faixa de hosts

Em que medida você compreende endereços de rede, broadcast e faixas de hosts?

49 respostas



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

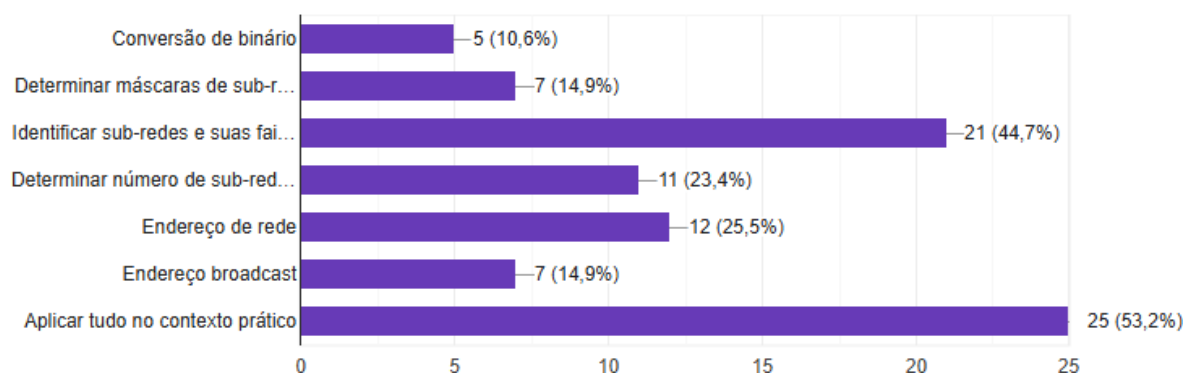
Em seguida, foi levantado sobre as principais dificuldades dos respondentes no conteúdo de sub-redes (Figura 5). Na Figura é possível notar que os respondentes tem maior dificuldade em aplicar os conceitos no dia-a-dia e também de identificar as sub-redes e sua faixas. Isso reforça a necessidade de um software com conteúdo didático para que os respondentes consigam compreender todos os conceitos para terem mais confiança em sua aplicação (Figura 5).

Figura 5 - Resultado da questão sobre Dificuldades no cálculo de sub-redes

Quais destas partes você considera mais difícil no cálculo de sub-redes?

(Selecione até 3)

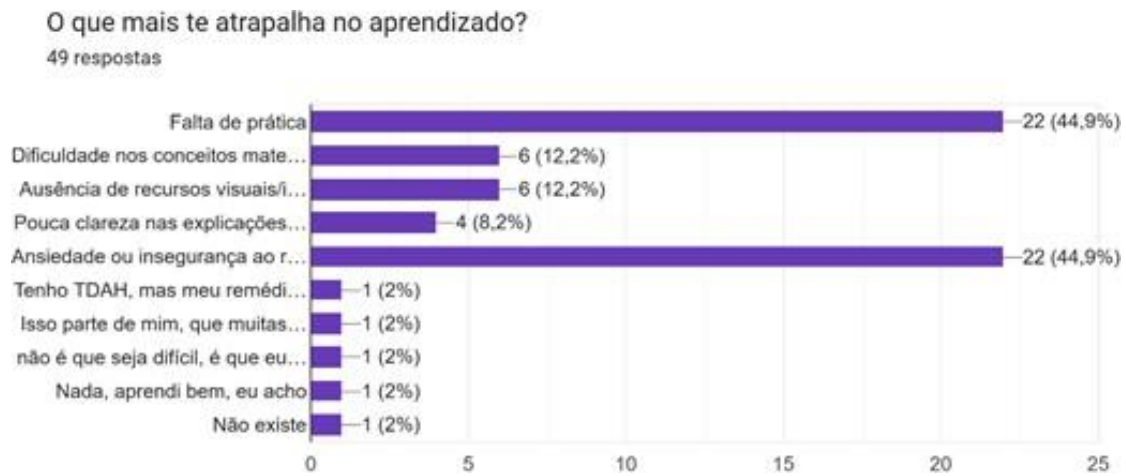
47 respostas



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Ao aprofundarmos no assunto “fatores que atrapalham o aprendizado” (Figura 6), foi possível identificar que 89,8% dos sujeitos disseram que a falta de prática e a ansiedade são os maiores problemas. No entanto, 12,2% de sujeitos disseram que a ausência de recursos visuais e interativos é um fator crítico que pode influenciar nessa dificuldade dos respondentes. Isso reforça que uma ferramenta didática visual pode tornar o aprendizado mais simples para quem se sente inseguro (Figura 6).

Figura 6 - Resultado da questão sobre Aprendizado



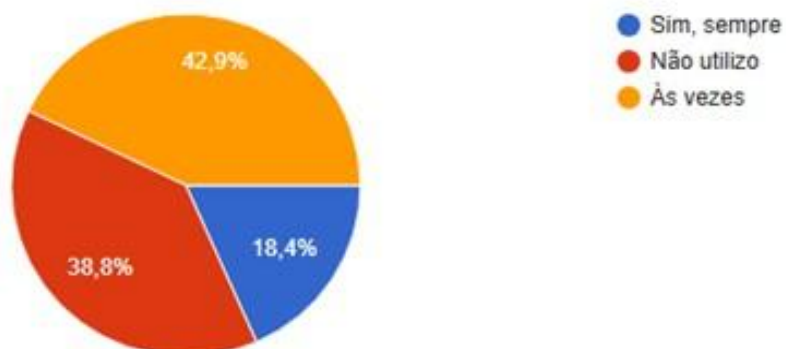
Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Sobre a utilização de tecnologias pelos sujeitos para auxiliar nos estudos (Figura 7) é possível observar que cerca de 18,4% dos sujeitos sempre utilizam ferramentas digitais e 42,9% utilizam às vezes, totalizando 61,3% dos alunos que utilizam ferramentas digitais para auxiliar nos estudos, enquanto apenas 38,8% não utilizam.

Figura 7 - Resultado da questão sobre Ferramentas Digitais

Você utiliza ferramentas digitais para aprender sub-redes?

49 respostas



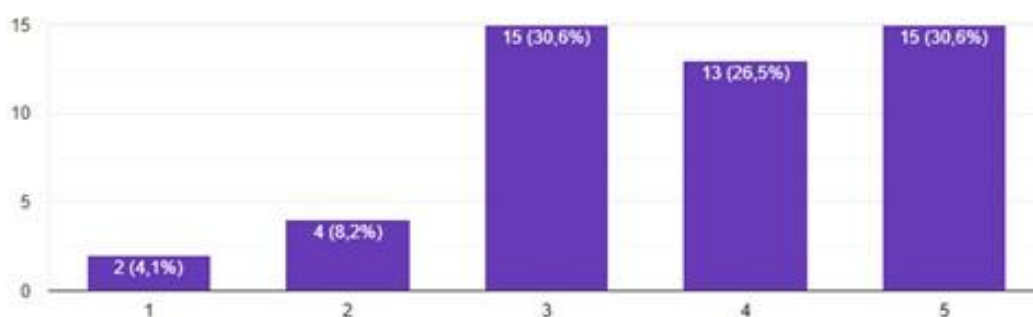
Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Sobre a importância de uma ferramenta ser totalmente em Língua Portuguesa, os resultados (Figura 8) mostram que existe uma grande demanda pelo idioma nativo (Português), pois 57,1% dos alunos consideram esse fator muito importante (soma das respostas 4 e 5 da escala). Se considerarmos também a nota média (3), esse número sobe para 87,7% dos entrevistados que valorizam o idioma Português na ferramenta.

Figura 8 - Resultado da questão sobre Importância da Língua Portuguesa

Qual o grau de importância de uma ferramenta educacional para Sub-redes ser totalmente em Língua Portuguesa?

49 respostas



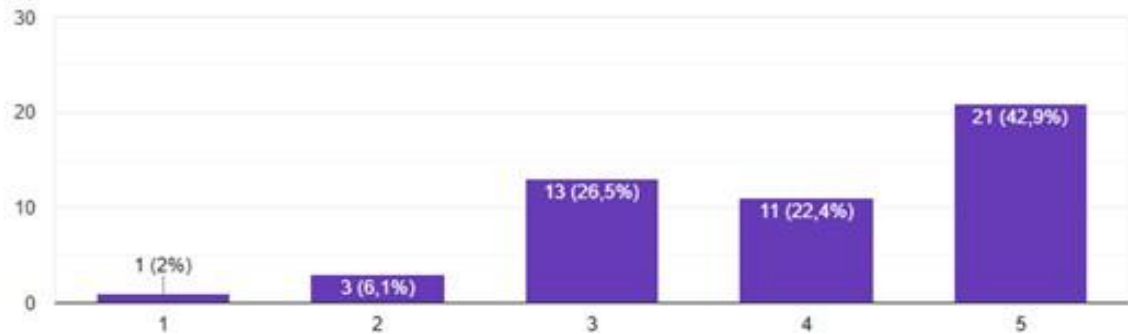
Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

A (Figura 9) mostra os resultados dos alunos quanto à crença que materiais visuais (gráficos e desenhos) poderiam auxiliar no entendimento da divisão de rede. Nessa figura, é possível perceber que a maioria dos sujeitos, cerca de 42,9% acreditam que os materiais visuais podem ajudar no entendimento do conteúdo (nota 5) e 22,4%, deram nota 4. Isso mostra que o conteúdo de sub-redes pode ser facilitado através da visualização gráfica.

Figura 9 - Resultado da questão sobre Materiais Visuais

Você acredita que matérias visuais (gráficos) ajudariam a entender melhor como uma rede é dividida?

49 respostas



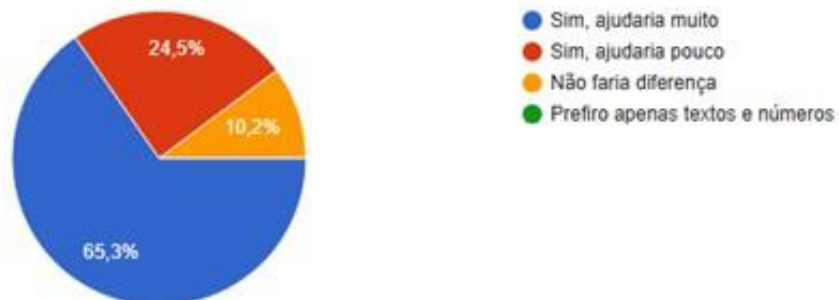
Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Por fim, a (Figura 10) apresenta a expectativa dos sujeitos sobre o uso de uma ferramenta que ensine o passo a passo do conteúdo de sub-redes. O resultado mostra que 65,3% dos respondentes afirmam que a ferramenta com passo a passo "ajudaria muito" e 24,5% dizendo que "ajudaria pouco", o que corresponde, quase 90% dos sujeitos acreditam que uma abordagem guiada facilitaria o aprendizado, diferente de apenas 10,2% que preferem só textos e números ou acham que não faria diferença.

Figura 10 - Resultado da questão sobre Ferramenta Passo a Passo

Você acredita que uma ferramenta passo a passo poderia facilitar seu aprendizado em sub-redes?

49 respostas



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

3.3.2 *Arquitetura do sistema*

Essa etapa tem por objetivo especificar a arquitetura do sistema. A arquitetura de *software* adotada para o desenvolvimento do CALCSUB-REDES segue o padrão de aplicações *Web* modernas, dividida em duas camadas principais: *Front-end* (lado do cliente) e *Back-end* (lado do servidor). Essa estrutura foi escolhida para garantir a escalabilidade da aplicação e a separação clara entre a interface visual e a lógica de cálculo do sistema.

- *Front-end* (Interface): É nesta camada que ocorre a renderização da topologia da rede e a exibição das tabelas de resultados. Essa camada foi desenvolvida utilizando HTML5 para a estrutura semântica, CSS3 para a estilização visual e JavaScript para interatividade.
- *Back-end* (Servidor e Lógica): Implementado em Python com o uso do *framework Flask*. O Python foi escolhido devido à sua robustez para operações matemáticas e manipulação de endereços IP. O *Flask* atua recebendo as requisições do usuário (IP e número de sub-redes), processando os cálculos de divisão de rede no servidor e retornando os dados estruturados para o navegador.

A comunicação entre essas camadas ocorre de forma assíncrona, garantindo que o usuário tenha uma resposta rápida ao clicar no botão "Calcular", sem a necessidade de recarregar toda a página.

3.3.3 *Desenvolvimento do software*

Essa etapa que o projeto de *software* se torna concreto, com o objetivo de "traduzir o projeto em uma forma que possa ser executada por um computador" PRESSMAN 2011, descreve o processo de *software*. O sistema proposto será desenvolvido através do modelo incremental, em que intercala as atividades de especificação, desenvolvimento e validação (SOMMERVILLE, 2011). O trabalho propõe uma interface para a entrada de dados, na qual o usuário insere uma rede desejada. A partir desses dados serão feitos os cálculos de rede e sub-rede e será desenvolvida uma interface gráfica para uma melhor compreensão por parte do usuário.

3.3.4 Documentação do Sistema

A documentação é fundamental para garantir uma boa "identidade" do *software*, trazendo informações de suas funcionalidades e orientações de uso, e também é uma forma de demonstrar como o *software* é desenvolvido para uma melhor manutenção, compreensão e evolução futura do próprio. Segundo PRESSMAN 2011, “a documentação do *software* é uma parte integrante do processo de engenharia de *software*, pois fornece uma base para a comunicação entre todos os envolvidos no desenvolvimento e uso do sistema”.

3.3.5 Teste e validação

Esta etapa prevê a realização de testes com o objetivo detectar erros, identificar bugs, falhas ou problemas de desempenho, garantindo o bom funcionamento do sistema. Os testes realizados foram:

- Testes unitários: O foco foi verificação independente das funções matemáticas e a lógica *back-end* (desenvolvido em Python). Antes da integração completa com a interface gráfica (*Front-end*), os módulos de cálculo como as funções responsáveis por determinar o endereço de rede, a máscara adaptada e o broadcast foram isolados e submetidos a testes manuais com valores de entrada pré-calculados. O objetivo foi testar que cada "unidade" de código entregava o resultado esperado para que seja um *software* sólido e livre de erros estruturais;
- Testes de interface e usabilidade: Avaliação prática da fluidez da navegação para validar se a interface apresentava uma experiência amigável e funcional aos usuários. Foram checados exhaustivamente o comportamento do menu lateral, o funcionamento da busca de palavras-chave, a responsividade das abas expansíveis na trilha de aprendizado e a transição fluida entre os modos claro e escuro;
- Testes de validação de dados: Consistiram na inserção de múltiplas entradas no sistema, abrangendo desde endereços IP válidos de diferentes classes (A, B e C) até dados propositalmente incorretos (como letras, formatos incompletos ou octetos com valores acima de 255). O intuito foi homologar o tratamento de exceções do sistema e certificar que o motor de cálculo assegurasse a correta validação dos dados inseridos;

3.3.6 *Tecnologias Utilizadas*

A ferramenta é uma aplicação online, que inicialmente foi desenvolvida com tecnologias como: HTML, CSS, Python, Flask, JavaScript, VsCode e uma ferramenta de hospedagem. Para o desenvolvimento da ferramenta, foram utilizadas as tecnologias citadas em Tecnologias (Seção 2.7).

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados alcançados durante todo o trabalho, bem como uma discussão e comparação com os resultados encontrados na literatura, destacando a importância desta pesquisa no contexto acadêmico.

4.1 Levantamento de requisitos

Consiste em levantar e especificar as principais funcionalidades do sistema para atender as necessidades dos sujeitos e professores. O levantamento inclui a especificação de requisitos funcionais (definem o que um sistema deve fazer) e não funcionais (que especificam os critérios de qualidade que o sistema deve atender).

Os requisitos funcionais descrevem as funcionalidades específicas implementadas no CALCSUB-REDES para auxiliar o aprendizado de sub-redes:

- (RF01): Entrada de Dados Simplificada: O sistema deve permitir que o usuário informe um endereço IP e a quantidade de sub-redes desejada;
- (RF02): Validação de Endereço IP: O sistema deve validar se o número inserido pelo usuário no sistema é um endereço IP e se o mesmo está no formato correto;
- (RF03): Visualização da classe da rede: O sistema deve informar a classe da rede (A, B, C) a partir do endereço IP informado pelo usuário;
- (RF04): Criação de Sub-redes: O sistema deve processar os dados de entrada (endereço IP e número de sub-redes) e informar automaticamente: endereço de rede, primeiro host válido, último host válido, endereço de broadcast e máscara de sub-rede;
- (RF05): Explicação do cálculo de máscara de sub-rede: O sistema deve demonstrar como é calculado a máscara de sub-rede a partir do endereço IP e número de sub-redes informados pelo usuário;
- (RF06): Visualização do cálculo de número de hosts: O sistema deve demonstrar como é calculado o número de hosts a partir da máscara de sub-rede gerada pelo sistema (RF05);
- (RF07): Explicação do cálculo de endereço de rede: O sistema deve apresentar como é calculado o endereço de rede a partir do endereço IP informado pelo

usuário e da máscara de sub-rede gerada pelo sistema (RF05);

- (RF08): Explicação do cálculo de endereço de *broadcast*: O sistema deve informar como é calculado o endereço de *broadcast* a partir do endereço de rede e da máscara de sub-rede gerados pelo sistema;
- (RF09): Representação visual das sub-redes: O sistema deve gerar uma representação visual das sub-redes a partir do número informado pelo usuário compreendido em 2 e 8 para não dificultar a visualização, exibir ícones distintos para switches, computadores e laptops para facilitar a distinção visual e também será possível interagir com a representação visual;
- (RF10): Trilha de Ensino Progressiva: O sistema deve disponibilizar um módulo educacional organizado em níveis hierárquicos de dificuldade, garantindo que a assimilação dos conceitos teóricos ocorra de forma sequencial e estruturada;
- (RF11): Navegação por Menu Lateral: O sistema deve possuir um menu lateral fixo que permita a navegação entre as telas da ferramenta;
- (RF12): Busca de Conteúdo: O sistema deve oferecer uma funcionalidade de pesquisa por palavras-chave dentro da trilha de aprendizado;
- (RF13): Alternância de Tema (Dark/Light Mode): O sistema deve permitir que o usuário alterne manualmente entre os temas claro e escuro através de um interruptor na interface;

Os requisitos não funcionais definem as características técnicas e de usabilidade do *software*:

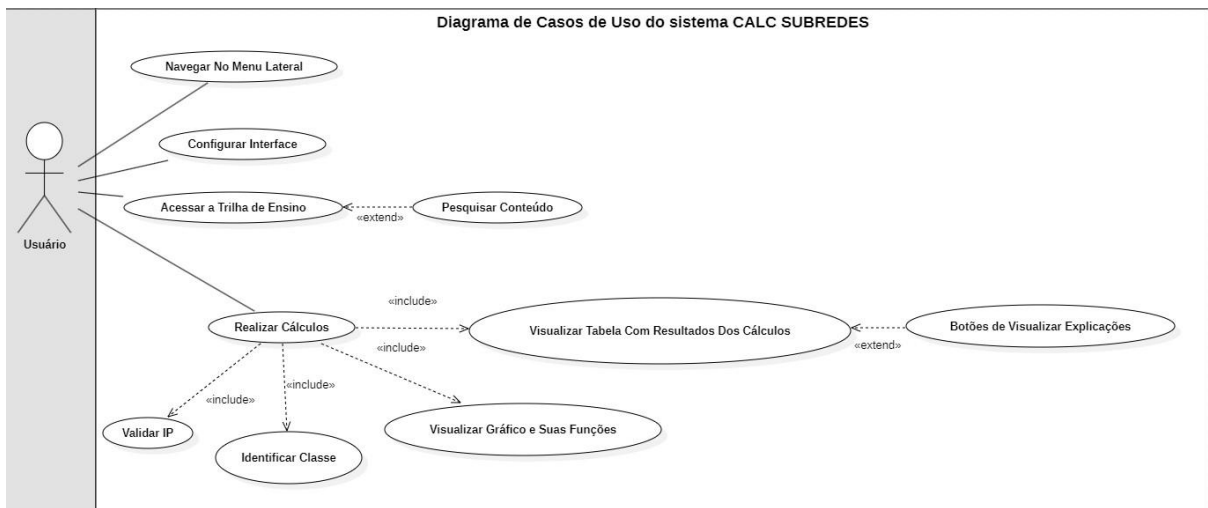
- (RNF01) Acessibilidade Linguística: Todas as informações apresentadas no sistema devem estar em Língua Portuguesa;
- (RNF02) Sistema *Web*: O sistema deve ser *Web*, sem necessidade de instalação local no computador do usuário;
- (RNF03) Usabilidade e *Design*: A interface deve ser intuitiva, com poucos elementos e oferecer a opção de *Dark Mode* (modo escuro) para conforto visual;
- (RNF04) Tecnologia de *Backend*: O processamento lógico deve ser desenvolvido em linguagem Python para ser compatível com os servidores de hospedagem do IFMG-SJE;

4.2 CalcSub-Redes

O CalcSub-redes é uma aplicação *web* educacional com a finalidade de facilitar a compreensão e o cálculo de sub-redes. O sistema conta com uma trilha de conhecimento sobre sub-redes e com a criação de sub-redes a partir do número especificado pelo usuário do sistema. Além disso, o sistema demonstra como é realizado o cálculo de número de *hosts*, IPs válidos e máscara de sub-rede, além de apresentar graficamente como fica a rede ao ser dividida em sub-redes. O CalcSub-redes possui interface gráfica simples e fácil de usar para uma melhor experiência do usuário. O sistema tem como público-alvo: estudantes da área de tecnologia, professores que buscam recursos didáticos de apoio e profissionais iniciantes em infraestrutura de redes.

O sistema tem apenas um perfil: o Usuário (Figura 11). Ele é responsável por fornecer o endereço IP e o número de sub-redes, enquanto que o sistema fornece a imagem das sub-redes, a tabela com os resultados dos cálculos e também, o material didático (trilha de conhecimento).

Figura 11 - Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

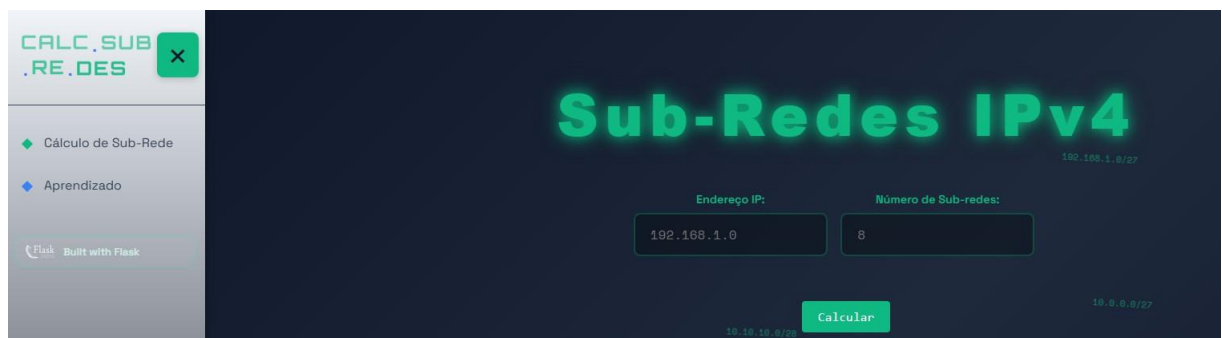
Ao acessar o sistema, o Usuário possui duas opções de navegação: Aprendizado e Cálculo de Sub-redes (Figura 12). Ao clicar no ‘Aprendizado’, o usuário tem acesso a uma trilha de aprendizagem com material didático e interativo. O conteúdo é dividido em 4 níveis:

- Nível 1: Fundamentos de Redes: em que apresenta conceitos básicos de redes, como a definição e componentes de rede (Figura 13).
- Nível 2: Endereçamento IP: em que conceitua sobre Endereço IP, Versões do

IP, classes de IPs, IPs privados, IPs reservados e máscara de rede padrão (Figura 14).

- Nível 3: Sub-redes: em que apresenta os conteúdos sub-redes, máscara de sub-redes, notação CIDR, bloco, como calcular a máscara de sub-rede, o número de sub-redes, o número de hosts, o endereço de rede e o endereço de broadcast (Figura 15).
- Nível 4: Curiosidades e extras: em que aborda como escolher a máscara correta da sub-rede, como o DHCP funciona e a definição de gateway (Figura 16).

Figura 12 - Tela de cálculo de sub-redes



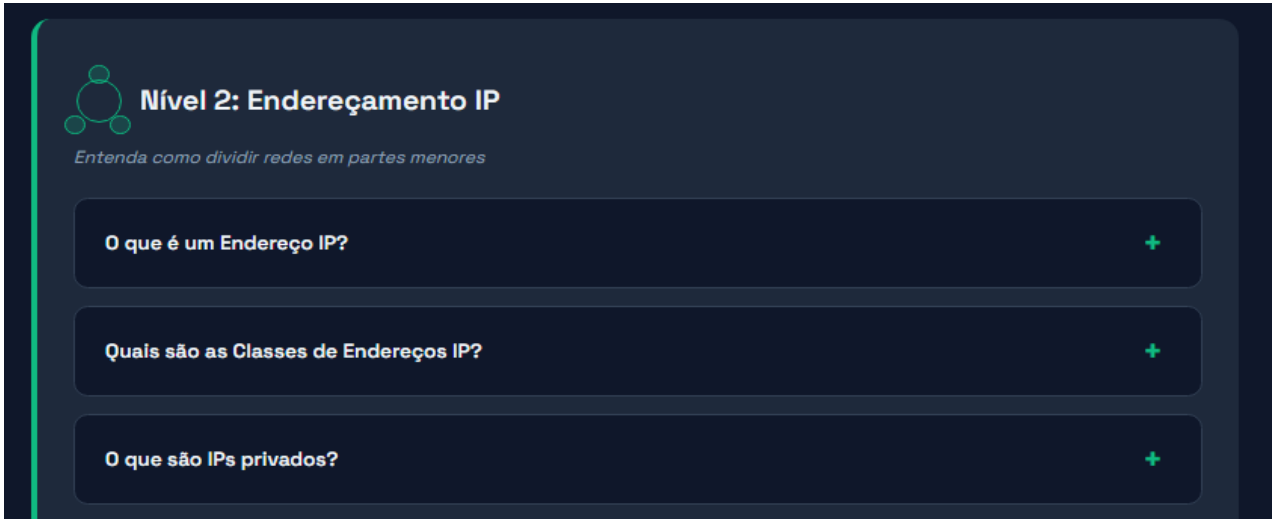
Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Figura 13 - Barra de busca e Nível 1



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Figura 14 – Nível 2



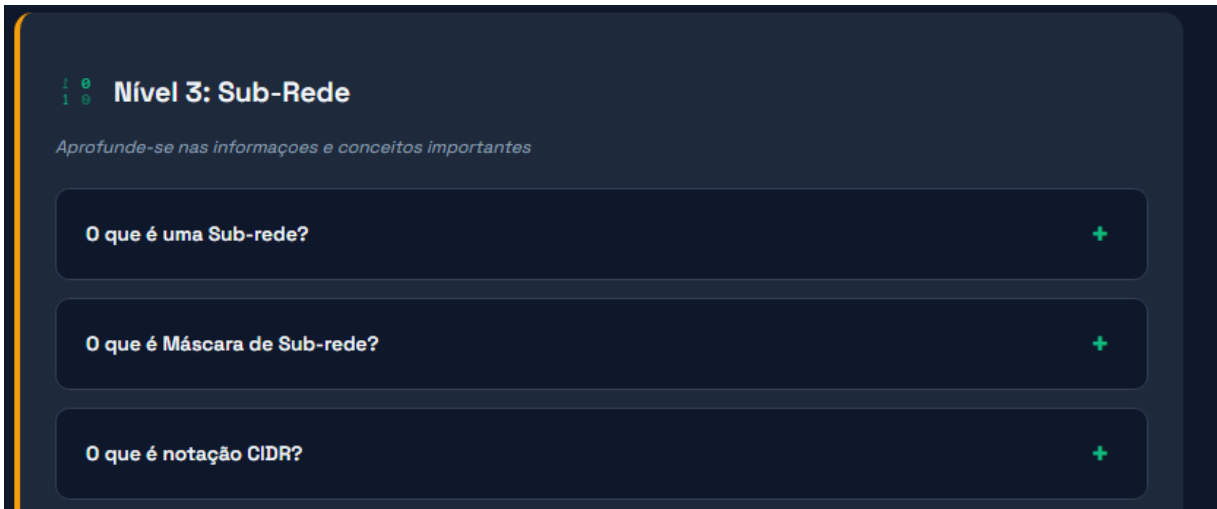
The screenshot shows a dark-themed interface for 'Nível 2: Endereçamento IP'. At the top left, there is a logo consisting of three green circles. The title 'Nível 2: Endereçamento IP' is displayed in white, followed by the subtitle 'Entenda como dividir redes em partes menores' in a smaller, lighter font. Below this, there are three expandable question cards, each with a green plus sign on the right side. The questions are: 'O que é um Endereço IP?', 'Quais são as Classes de Endereços IP?', and 'O que são IPs privados?'.

Nível 2: Endereçamento IP
Entenda como dividir redes em partes menores

- O que é um Endereço IP? +
- Quais são as Classes de Endereços IP? +
- O que são IPs privados? +

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Figura 15 - Nível 3



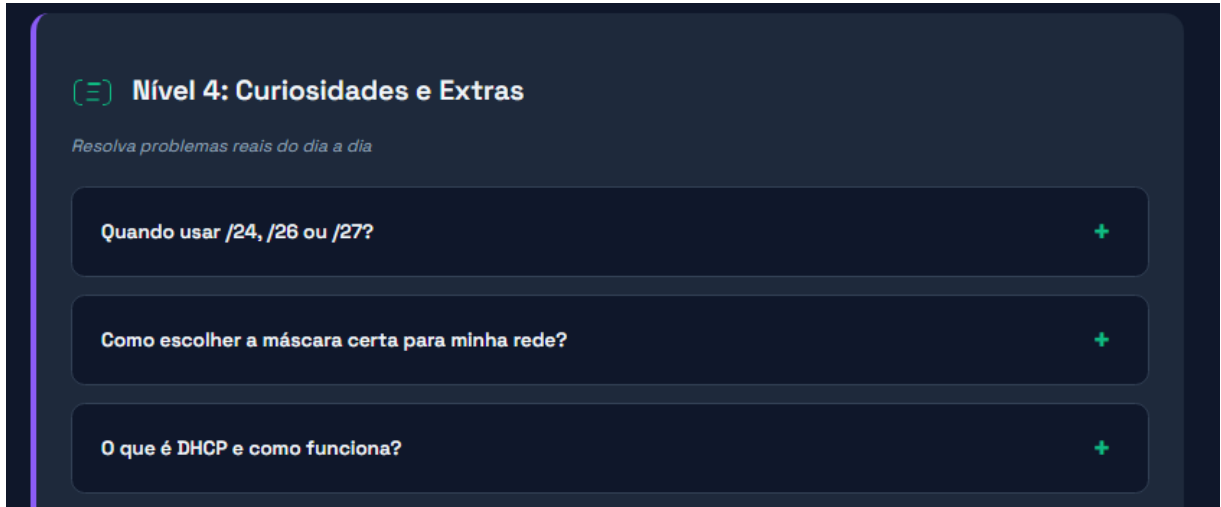
The screenshot shows a dark-themed interface for 'Nível 3: Sub-Rede'. At the top left, there is a logo consisting of three green circles. The title 'Nível 3: Sub-Rede' is displayed in white, followed by the subtitle 'Aprofunde-se nas informações e conceitos importantes' in a smaller, lighter font. Below this, there are three expandable question cards, each with a green plus sign on the right side. The questions are: 'O que é uma Sub-rede?', 'O que é Máscara de Sub-rede?', and 'O que é notação CIDR?'.

Nível 3: Sub-Rede
Aprofunde-se nas informações e conceitos importantes

- O que é uma Sub-rede? +
- O que é Máscara de Sub-rede? +
- O que é notação CIDR? +

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Figura 16 – Nível 4

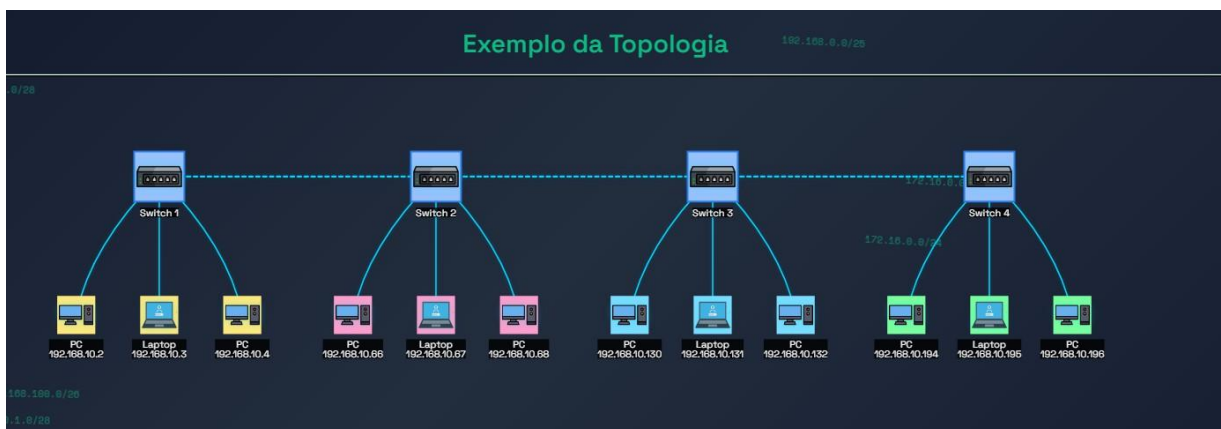


Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

A interface utiliza o padrão de listas expansíveis, permitindo que o aluno foque em uma dúvida por vez, sem ser sobrecarregado por excesso de texto. Além disso, possui uma barra de pesquisa que facilita a localização rápida de palavras-chave, como exemplo: 'broadcast' ou 'CIDR' (Figura 13). Ao clicar no 'Cálculo de sub-redes', o Usuário se depara com a tela de cálculo de sub-redes (Figura 12). Nela, ele tem acesso à troca de temas (claro e escuro) e à opção de calcular a partir do endereço IP e número de sub-redes.

Após inserir os dados, o sistema apresenta a topologia das sub-redes (Figura 17) e a tabela de cálculo com as informações das sub-redes criadas (Figura 18).

Figura 17 - Topologia das sub-redes



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Figura 18 - Tabela de cálculo de sub-rede

Sub-Rede	IP da Rede ?	Primeiro Host	Último Host	Broadcast ?
1	192.168.10.1	192.168.10.2	192.168.10.63	192.168.10.64
2	192.168.10.65	192.168.10.66	192.168.10.127	192.168.10.128
3	192.168.10.129	192.168.10.130	192.168.10.191	192.168.10.192
4	192.168.10.193	192.168.10.194	192.168.10.255	192.168.11.0

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

4.3 Análise dos resultados

A etapa final deste capítulo consiste em validar se a ferramenta CALC SUBREDES atendeu aos requisitos especificados na Seção 4.1 e se as soluções implementadas respondem de forma eficaz às dificuldades pedagógicas identificadas no diagnóstico inicial.

A correlação entre o problema levantado, os requisitos estabelecidos e o software desenvolvido comprova a utilidade prática e educacional da aplicação.

Validação dos Requisitos Não Funcionais (Usabilidade e Acessibilidade):

- Acessibilidade Linguística (RNF01): O desenvolvimento de toda a interface e do material didático exclusivamente em Língua Portuguesa atendeu a uma demanda expressiva do público-alvo, visto que 87,7% dos respondentes consideraram esse fator importante ou muito importante para o aprendizado.
- Arquitetura e Design (RNF02 e RNF03): A escolha por uma arquitetura *web* responsiva eliminou as barreiras de instalação local. Somado a isso, a interface minimalista com a opção de *Dark Mode* reduziu a carga visual, mitigando fatores como a ansiedade e a insegurança, que foram apontados por 44,9% dos respondentes como grandes obstáculos no aprendizado.

Validação dos Requisitos Funcionais (Cálculo e Didática):

- Cálculo Automatizado e Estruturado (RF01 a RF08): A automação dos cálculos e a exibição detalhada das faixas de IP e broadcast atacam diretamente a principal dificuldade técnica dos estudantes. Segundo a pesquisa exploratória, 44,7% dos respondentes relataram dificuldades em identificar sub-redes e suas respectivas faixas. O

sistema resolve essa lacuna ao não apenas fornecer o resultado, mas detalhar o processo matemático por trás dele.

- **Visualização Gráfica Interativa (RF09):** A geração da topologia de rede validou a hipótese de que recursos visuais facilitam a abstração técnica. No diagnóstico, 65,3% dos respondentes (soma das notas 4 e 5) confirmaram que materiais gráficos ajudariam a entender a divisão de redes. O sistema atende a essa demanda transformando dados numéricos em diagramas de equipamentos reais.
- **Trilha de Ensino Progressiva (RF10):** A divisão do conteúdo teórico em quatro níveis guiados foi a resposta técnica à necessidade de um passo a passo. Os dados apontaram que quase 90% dos respondentes acreditavam que uma ferramenta com abordagem passo a passo facilitaria substancialmente o aprendizado.
- **Navegação por Menu Lateral (RF11):** A implementação de um menu lateral e intuitivo valida a necessidade de uma interface organizada para o aprendizado técnico. Durante o diagnóstico, foi identificado que ferramentas complexas e com excesso de informações dispersas dificultam a construção de uma representação mental sólida dos conceitos. O menu lateral resolve esse problema ao permitir que o estudante transite rapidamente entre os quatro níveis da trilha de ensino e as ferramentas de cálculo sem perder o contexto da sua progressão.
- **Busca de Conteúdo (RF12):** Este requisito valida a necessidade de agilidade na consulta a termos técnicos específicos. Considerando que o conteúdo de endereçamento IP envolve uma vasta gama de conceitos (como máscaras, CIDR e tipos de endereços), a funcionalidade de busca permite que o estudante localize rapidamente a explicação teórica necessária para sanar uma dúvida pontual. Isso otimiza o tempo de estudo e reduz a sobrecarga cognitiva, permitindo uma navegação direta e assertiva dentro da plataforma.
- **Alternância de Tema (Dark/Light Mode) (RF13):** A possibilidade de alternar entre os temas claro e escuro valida a preocupação com a ergonomia visual e a acessibilidade da ferramenta. Sabendo que o perfil dos estudantes de tecnologia muitas vezes envolve longos períodos de exposição a telas, inclusive em ambientes com baixa luminosidade, o RF13 garante maior conforto visual e reduz a fadiga ocular. Além disso, essa funcionalidade reforça a modernidade da interface, adequando-se às preferências de personalização comuns entre os usuários de sistemas computacionais contemporâneos.

Dessa forma, conclui-se que o CALC SUBREDES não apenas cumpriu integralmente os requisitos funcionais e não funcionais de engenharia de software estipulados, mas também se provou uma solução tecnológica alinhada às demandas reais e dificuldades pedagógicas mapeadas no início do estudo.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta que busca auxiliar no ensino do conteúdo de sub-redes.

O *software* desenvolvido “Calc Sub-redes” atendeu as necessidades identificadas durante a pesquisa, como: a falta de uma ferramenta no idioma nativo, falta de recursos visuais para apresentação das sub-redes e conteúdos sobre redes, endereçamento IP e sobre sub-redes de forma didática para a melhor compreensão do assunto. Isso ajudou a transformar a matemática abstrata em algo visual e concreto, fazendo que facilite a compreensão dos usuários do *software*. Além disso, foi feito testes para garantir que os cálculos sejam precisos e que o sistema funcione bem na *web*, sem a necessidade da instalação local do *software*.

Para comprovar a confiabilidade do *software*, foram realizados testes que validaram e aprovaram as funções da ferramenta. Essa validação garantiu que os algoritmos são precisos e que por ser uma ferramenta *web*, a democratização da instalação local não existe.

Portanto, conclui-se que o sistema cumpre seu papel pedagógico, apresentando-se como uma alternativa didática mais eficaz e completa do que as calculadoras convencionais, servindo como um material de apoio confiável para estudantes, professores e profissionais da área.

Embora o software atenda aos requisitos funcionais propostos, a versão atual apresenta algumas limitações. Dentre elas, destacam-se a restrição de exibição para no máximo oito sub-redes e a compatibilidade exclusiva com o protocolo de endereçamento IPv4.

Por fim, visando a continuidade desta pesquisa e a evolução da ferramenta, sugere-se uma futura implementação do suporte ao protocolo IPv6 e a demonstração de como calcular a máscara de sub-rede, endereço *broadcast*, tipo de classe e *hosts* válidos após o usuário inserir o endereço IP e a quantidade de sub-redes na qual ele deseja calcular.

REFERÊNCIAS

- CISCO. Relatório Anual de Segurança, **Relatório Anual de Segurança da Cisco de 2016**. San Jose, CA: [s.n.], 2016.
- FOROUZAN. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2010.
- JODIES, K. **IP Calculator**. 2000. Acessado em 14 de junho de 2025. Disponível em: <https://jodies.de/ipcalc>. Acesso em: 08 nov. 2025.
- KUROSE, J.; ROSS, K. **Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-down**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2021.
- KUROSE; ROSS. **Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-down**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2017.
- MARCONI; LAKATOS. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MOZILLA. Relatório Anual, **State of Mozilla 2024**. Montreal, CA: [s.n.], 2024.
- MXTOOLBOX LLC. **Subnet Calculator | MXToolbox**. 2004. Disponível em: <https://mxtoolbox.com/subnetcalculator.aspx>. Acesso em: 22 jul. 2025.
- PRESSMAN. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2011.
- PRESSMAN; LOWE. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- PROJECTS. **Flask Documentation (3.0.x)**. 2024. Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/>. Acesso em: 6 dez. 2025.
- PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. **Python Language Reference, version 3.12**. 2024. Disponível em: <https://www.python.org/>. Acesso em: 5 dez. 2025.
- SOMMERVILLE. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- SUBNETONLINE.COM. **Subnetonline.COM**. 2000. Disponível em: <https://subnetonline.com/>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- TANENBAUN; WETHERALL. **Redes de Computadores**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- VALENTE; FREIRE; ARANTES. **Tecnologia e Educação: passado, presente e o que está por vir**. Campinas/SP: NIED/UNICAMP, 2018.
- WIJNAND MODDERMAN-LENSTRA. **IPcalc**. 2002. Disponível em: <https://pypi.org/project/ipcalc/>. Acesso em: 01 jul. 2025.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESQUISA UTILIZADO

Este apêndice apresenta o questionário estruturado elaborado e aplicado como instrumento de diagnóstico pedagógico exploratório. Seu objetivo consistiu em identificar, de forma agregada, as dificuldades recorrentes no aprendizado de sub-redes IP, servindo exclusivamente como subsídio para o levantamento de requisitos e a identificação das necessidades didáticas que guiaram a concepção da ferramenta educacional *web* proposta neste trabalho.

1. Você já cursou alguma disciplina de redes de computadores antes?
2. Como você avalia seu interesse em redes de computadores?
3. Com que frequência você pratica exercícios de cálculo de sub-redes?
4. Qual nível de dificuldade com conversão binária para decimal e vice-versa?
5. Qual o seu nível de dificuldade em identificar classes de IP?
6. Qual o seu nível de dificuldade em calcular máscara de sub-rede?
7. Você sente dificuldade em determinar o número de sub-redes e hosts em um bloco?
8. Em que medida você compreende endereços de rede, broadcast e faixas de hosts?
9. Você entende bem o conceito de bloco (faixa de IPs) nas sub-redes?
10. Quais destas partes você considera mais difícil no cálculo de sub-redes? (Selecione até 3)
11. O que mais te atrapalha no aprendizado?
12. Você utiliza ferramentas digitais para aprender sub-redes?
13. Caso sua resposta da questão anterior seja sim, quais você utiliza?
14. Como você avalia a utilidade dessas ferramentas no seu aprendizado?
15. Você acredita que materiais visuais (gráficos) ajudariam a entender melhor como uma rede é dividida?
16. Qual o grau de importância de uma ferramenta educacional para Sub-redes ser totalmente em Língua Portuguesa?
17. Você acredita que uma ferramenta passo a passo poderia facilitar seu aprendizado em sub-redes?