

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU
MODELOS, MÉTODOS E TÉCNICAS DA ENGENHARIA DE SOFTWARE

Gabriel Almeida Portela - 825233281
Daniel Almeida Portela - 825234443

NETPROBE

São Paulo
2025

Gabriel Almeida Portela - 825233281
Daniel Almeida Portela - 825234443

NETPROBE

Documentação do Produto de Software apresentado à Unidade Curricular de Modelos, métodos e técnicas da engenharia de software da Universidade São Judas Tadeu, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Carlos L. Noriega

São Paulo
2025

RESUMO

Este documento apresenta a documentação do produto de software NetProbe, desenvolvido como parte dos requisitos da disciplina Modelos, Métodos e Técnicas da Engenharia de Software na Universidade São Judas Tadeu. O NetProbe é uma ferramenta projetada para monitorar e analisar o desempenho de redes de computadores, oferecendo insights valiosos para administradores de rede. A documentação abrange desde a concepção inicial até a implementação final, incluindo diagramas UML, especificações técnicas e instruções de uso.

Palavras-chave: Documentação de Software; Engenharia de Software; Monitoramento de Redes; NetProbe.

SUMÁRIO

1.	Introdução	1
1.1.	Tema	1
1.2.	Objetivos	1
1.3.	Escopo Principal	1
1.3.1.	Atores do Sistema	1
1.3.2.	Casos de Uso	1
1.3.2.1.	Cadastrar-se no Sistema	1
1.3.2.2.	Autenticar-se no Sistema (Login)	1
1.3.2.3.	Monitorar Tráfego de Rede em Tempo Real	2
1.3.2.4.	Filtrar Tráfego de Rede	2
1.3.2.5.	Analisar Pacote de Dados	3
1.4.	Fatores de Qualidade	3
1.4.1.	Operação do Produto	3
1.4.1.1.	Correção (Correctness)	3
1.4.1.2.	Confiabilidade (Reliability)	3
1.4.1.3.	Eficiência (Efficiency)	4
1.4.1.4.	Integridade (Integrity)	4
1.4.1.5.	Usabilidade (Usability)	4
1.4.2.	Revisão do Produto	4
1.4.2.1.	Manutenibilidade (Maintainability)	4
1.4.2.2.	Flexibilidade (Flexibility)	4
1.4.2.3.	Testabilidade (Testability)	4
1.4.3.	Transição do Produto	5
1.4.3.1.	Portabilidade (Portability)	5
1.4.3.2.	Reusabilidade (Reusability)	5
1.4.3.3.	Interoperabilidade (Interoperability)	5
2.	Modelo de Qualidade ISO/IEC 25010	5
2.1.	Características e subcaracterísticas	5
2.2.	Aplicação ao NetProbe	6
2.3.	Medição e avaliação	6
3.	Requisitos do Sistema de Software	6
3.1.	Requisitos Funcionais	6
3.1.1.	Autenticação e Gerenciamento de Usuários	6
3.1.2.	Monitoramento de Tráfego	6
3.1.3.	Filtragem de Tráfego	7
3.1.4.	Análise de Pacotes	7
3.2.	Requisitos Não-Funcionais	7
3.2.1.	Desempenho	7
3.2.2.	Segurança	7
3.2.3.	Usabilidade	7

3.2.4. Compatibilidade	7
3.2.5. Confiabilidade	7
3.2.6. Tecnologia	8
4. Protótipo de Interface	8
4.1. Visão geral	8
4.2. Fluxos demonstrados	8
4.3. Evidências visuais	8
4.4. Limitações atuais	10
4.5. Protótipo de Backend (Prova de Conceito)	10
4.6. Relação com requisitos de qualidade	10
5. Plano de gestão de configuração do software	11
5.1. Introdução e Propósito	11
5.2. Escopo do GCS	11
5.3. Identificação dos Itens de Configuração de Software (ICSs)	11
5.4. Controle de Versão e Ferramentas	11
5.5. Processo de Controle de Mudanças	12
5.6. Estabelecimento de Baselines	12
5.7. Auditoria de Configuração	12
5.8. Relatório de Status da Configuração	13
5.9. Papéis e Responsabilidades	13
6. Testes	13
6.1. Estratégia e Plano de Testes	13
6.1.1. Escopo dos Testes:	13
6.1.2. Níveis de Teste:	13
6.1.3. Tipos de Teste:	14
6.1.4. Ambiente de Teste:	14
6.1.5. Critérios de Entrada:	14
6.1.6. Critérios de Saída:	14
6.1.7. Riscos e Mitigação:	14
6.1.8. Automação:	15
6.2. Roteiro de Testes	15
7. Project Charter	15
8. Diagrama de Gantt	17
9. Métricas de Software	17
9.1. Visão Geral	17
9.2. Métricas de Produto	17
9.3. Métricas do Modelo de Requisitos	17
9.4. Métricas de Processo	17
9.5. Métricas de Teste	18
9.6. Métricas de Qualidade (McCall / ISO/IEC 25010)	18

9.7.	KPIs de Desempenho	19
9.8.	Fórmulas (Resumo)	19
9.9.	Coleta & Frequência	19
9.10.	Ações de Melhoria (Gatilhos)	19
9.11.	Observações	19
10.	Referências	20
11.	Anexos	20
11.1.	Anexo A – Roteiro de Testes (planilha)	20
11.2.	Anexo B - Project Charter (documento)	20
11.3.	Anexo C - Diagrama de Gantt (arquivo OpenProj)	20

1. Introdução

1.1. Tema

O software **NetProbe** é uma solução inovadora focada em segurança, eficiência e confiabilidade em redes de computadores, que serve como base para toda solução digital moderna. Este projeto também alinha-se com o objetivo 9 da ONU, que busca construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação.

1.2. Objetivos

O **NetProbe**, como projeto, tem como objetivo desenvolver um analisador de tráfego de rede que seja capaz de monitorar o tráfego de rede em tempo real, e tem como publico-alvo estudantes de ciência/engenharia da computação, entusiastas de redes, e educadores.

1.3. Escopo Principal

1.3.1. Atores do Sistema

- **Usuário:** Entusiasta de redes que irá se registrar, autenticar e utilizar o sistema para monitorar e analisar o tráfego da rede local.

1.3.2. Casos de Uso

1.3.2.1. Cadastrar-se no Sistema

- **Código:** UC01
- **Ator Principal:** Usuário
- **Pré-condições:** O usuário não possui uma conta de acesso ao sistema.
- **Gatilho:** O usuário acessa a página inicial e decide criar uma nova conta para acessar o dashboard.
- **Cenário de Sucesso Principal:** **1.** O usuário acessa a interface web do sistema. **2.** O sistema exibe a página de login e apresenta uma opção para “Cadastro”. **3.** O usuário seleciona a opção de cadastro. **4.** O sistema exibe um formulário solicitando informações como e-mail e senha. **5.** O usuário preenche o formulário com dados válidos e o submete. **6.** O sistema valida os dados, cria a conta de usuário e armazena as informações de forma segura. **7.** O sistema redireciona o usuário para a página de login com uma mensagem de sucesso, indicando que o cadastro foi concluído.
- **Exceções:** **6a.** Se o e-mail fornecido já estiver cadastrado, o sistema exibe uma mensagem de erro informando que o usuário já existe. **6b.** Se os dados fornecidos forem inválidos (ex: formato de e-mail incorreto, senha fora do padrão exigido), o sistema exibe uma mensagem de erro e solicita a correção.

1.3.2.2. Autenticar-se no Sistema (Login)

- **Código:** UC02
- **Ator Principal:** Usuário

- **Pré-condições:** O usuário deve ter uma conta previamente cadastrada no sistema.
- **Gatilho:** O usuário deseja acessar o dashboard de monitoramento de rede.
- **Cenário de Sucesso Principal:** **1.** O usuário acessa a página de login do sistema. **2.** O usuário insere suas credenciais (e-mail e senha) nos campos correspondentes. **3.** O usuário submete o formulário de login. **4.** O sistema valida as credenciais. **5.** Após a autenticação bem-sucedida, o sistema concede acesso e exibe o dashboard principal de monitoramento de rede.
- **Exceções:** **4a.** Se as credenciais estiverem incorretas, o sistema exibe uma mensagem de “Usuário ou senha inválidos” e permite que o usuário tente novamente.

1.3.2.3. Monitorar Tráfego de Rede em Tempo Real

- **Código:** UC03
- **Ator Principal:** Usuário
- **Pré-condições:** O usuário está autenticado e na página do dashboard web. O backend em C++ está ativo e capturando pacotes da rede local.
- **Gatilho:** O usuário acessa o dashboard para visualizar a atividade da rede.
- **Cenário de Sucesso Principal:** **1.** Após o login, o usuário visualiza o dashboard principal. **2.** O backend em C++, integrado ao frontend via WebAssembly, captura os pacotes da rede. **3.** O dashboard exibe uma tabela ou lista que é atualizada em tempo real com os pacotes capturados. **4.** Para cada pacote, o sistema exibe informações essenciais como: endereço IP de origem, endereço IP de destino, porta de origem, porta de destino, protocolo (TCP, UDP, ICMP, etc.) e o volume de dados (tamanho do pacote).
- **Exceções:** **3a.** Caso o backend em C++ não consiga capturar o tráfego (ex: falta de permissões), o dashboard exibe uma mensagem de erro informando sobre a falha na captura de pacotes.

1.3.2.4. Filtrar Tráfego de Rede

- **Código:** UC04
- **Ator Principal:** Usuário
- **Pré-condições:** O usuário está autenticado e visualizando o tráfego em tempo real no dashboard.
- **Gatilho:** O usuário deseja isolar e visualizar pacotes específicos para uma análise mais focada.
- **Cenário de Sucesso Principal:** **1.** No dashboard, o usuário localiza os campos ou a seção de filtros. **2.** O usuário preenche um ou mais critérios de filtro, como: protocolo (ex: “HTTP”), endereço IP específico (origem ou destino) ou número de porta. **3.** O usuário aplica o filtro. **4.** O sistema processa a regra de filtro e atualiza a exibição do tráfego, mostrando apenas os pacotes que correspondem aos critérios definidos. **5.** O usuário tem a opção de modificar ou limpar os filtros para retornar à visualização completa.

- **Exceções: 4a.** Se o usuário inserir um valor de filtro inválido (ex: um endereço IP mal formatado), o sistema exibe uma notificação de erro e não aplica o filtro até que seja corrigido.

1.3.2.5. Analisar Pacote de Dados

- **Código:** UC05
- **Ator Principal:** Usuário
- **Pré-condições:** O usuário está autenticado e visualizando a lista de pacotes no dashboard.
- **Gatilho:** O usuário identifica um pacote de interesse e deseja inspecionar seus detalhes técnicos.
- **Cenário de Sucesso Principal:** **1.** O usuário seleciona (clica em) um pacote específico na lista de tráfego. **2.** O sistema exibe uma visualização detalhada do pacote selecionado em uma janela modal ou em um painel lateral. **3.** Esta visualização apresenta o conteúdo decodificado do pacote, dividido por camadas, como o cabeçalho Ethernet, cabeçalho IP, cabeçalho do protocolo de transporte (TCP/UDP) e a carga útil (payload) dos dados. **4.** O usuário analisa as informações detalhadas para entender a natureza da comunicação. **5.** O usuário fecha a visualização de detalhes para retornar à lista principal de tráfego.
- **Exceções: 3a.** Se o conteúdo do pacote estiver criptografado ou em um formato que não possa ser decodificado, o sistema exibirá as informações que conseguir interpretar (como os cabeçalhos) e indicará que a carga útil não é legível.

1.4. Fatores de Qualidade

Os fatores de qualidade de McCall é um modelo que fornece uma estrutura para inspecionar e garantir a qualidade de um produto de software. O modelo separa qualidade em 3 categorias — Operação, Revisão e Transição do produto — essas categorias são divididas em 11 fatores de qualidades. Essa seção aplica o modelo de qualidade de McCall para o software NetProbe.

1.4.1. Operação do Produto

1.4.1.1. Correção (Correctness)

- O sistema exibe corretamente os IPs de origem e destino, portas e protocolos de cada pacote?
- A função de cadastro e login operam exatamente como especificado nos requisitos (RF001 a RF004)?
- Os filtros aplicados pelo usuário retornam com precisão apenas os pacotes que correspondem aos critérios (filtros)?
- A análise de pacotes decodifica e exibe corretamente os dados dos cabeçalhos do respectivo pacote?

1.4.1.2. Confiabilidade (Reliability)

- O backend em C++ consegue capturar pacotes continuamente por longos períodos (horas ou dias) sem falhar?

- O sistema tem um jeito “gracioso” de lidar com erros, como a perda de acesso à interface de rede, informando o usuário sem travar?
- A conexão via WebAssembly entre o frontend e o backend é estável?

1.4.1.3. Eficiência (Efficiency)

- O backend em C++ tem baixo consumo de CPU e memória para não impactar o desempenho da máquina onde está rodando? (Fundamental para uma ferramenta de monitoramento).
- A atualização em tempo real do dashboard é otimizada para consumir poucos recursos do navegador?
- A aplicação de filtros é processada rapidamente, mesmo com um grande volume de pacotes sendo exibido?

1.4.1.4. Integridade (Integrity)

- O sistema impede que usuários não autenticados acessem o dashboard?
- As senhas dos usuários são armazenadas de forma segura (criptografadas)?
- O sistema garante que a captura de tráfego não abre brechas de segurança no sistema hospedeiro (*host machine*)?

1.4.1.5. Usabilidade (Usability)

- A interface do dashboard é clara e intuitiva para um “entusiasta de redes”?
- É fácil para o usuário encontrar e aplicar os filtros desejados?
- A visualização dos dados de um pacote é detalhada, organizada e fácil de ler?

1.4.2. Revisão do Produto

1.4.2.1. Manutenibilidade (Maintainability)

- O código-fonte é bem estruturado, comentado e segue padrões de programação?
- É fácil para um novo desenvolvedor entender a lógica de captura e processamento de pacotes no backend?
- Se um bug for encontrado na renderização do dashboard, quão rápido ele pode ser identificado e resolvido?

1.4.2.2. Flexibilidade (Flexibility)

- Qual seria a dificuldade para adicionar um novo critério de filtro (e.g. por tamanho do pacote)?
- Se no futuro for decidido adicionar a funcionalidade de “Gerar Relatórios” (que foi explicitamente excluída), a arquitetura atual facilita essa adição?
- Quão fácil é modificar a interface para suportar um novo tipo de gráfico ou visualização?

1.4.2.3. Testabilidade (Testability)

- O backend em C++ pode ser testado de forma automatizada, talvez usando arquivos de captura (.pcap) como entrada?
- Os componentes do frontend são isolados, permitindo a criação de testes unitários para a interface?

- Existem procedimentos claros para realizar testes de ponta a ponta (end-to-end), simulando o login, a aplicação de um filtro e a análise de um pacote?

1.4.3. Transição do Produto

1.4.3.1. Portabilidade (Portability)

- O backend em C++ pode ser compilado e executado em diferentes sistemas operacionais com pouca ou nenhuma modificação?
- O frontend web, por sua natureza, já é altamente portátil, mas ele funciona corretamente em todos os navegadores modernos?

1.4.3.2. Reusabilidade (Reusability)

- O módulo de autenticação de usuários poderia ser reutilizado em outro sistema web?
- A biblioteca C++ de captura de pacotes foi projetada de forma que possa ser usada como base para outra ferramenta de rede?

1.4.3.3. Interoperabilidade (Interoperability)

- O sistema poderia, futuramente, exportar os dados capturados em um formato padrão (como CSV ou JSON) para que possam ser importados por outras ferramentas de análise?
- Seria possível integrar o sistema com uma API externa para, por exemplo, verificar se um IP de origem está em uma lista de ameaças conhecidas (blacklist)?

2. Modelo de Qualidade ISO/IEC 25010

A ISO/IEC 25010:2011 define o modelo de qualidade de produto de software com oito características e suas subcaracterísticas, servindo de base para especificação, avaliação e melhoria da qualidade.

2.1. Características e subcaracterísticas

- Adequação Funcional (Functional suitability)
 - Completude funcional; Correção funcional; Adequação/pertinência funcional.
- Eficiência de Desempenho (Performance efficiency)
 - Comportamento temporal; Utilização de recursos; Capacidade.
- Compatibilidade (Compatibility)
 - Coexistência; Interoperabilidade.
- Usabilidade (Usability)
 - Reconhecibilidade de adequação; Aprendibilidade; Operacionalidade; Proteção ao erro do usuário; Estética da interface; Acessibilidade.
- Confiabilidade (Reliability)
 - Maturidade; Disponibilidade; Tolerância a falhas; Recuperabilidade.
- Segurança (Security)
 - Confidencialidade; Integridade; Não repúdio; Responsabilização; Autenticidade.
- Manutenibilidade (Maintainability)
 - Modularidade; Reusabilidade; Analisabilidade; Modificabilidade; Testabilidade.

- Portabilidade (Portability)
 - Adaptabilidade; Instalabilidade; Substituibilidade.

2.2. Aplicação ao NetProbe

- Adequação funcional: cobertura dos RF005–RF012 (captura, filtro, análise de pacotes).
- Desempenho: latência baixa no pipeline C++ → WebAssembly → UI (RNF001–RNF003).
- Compatibilidade: interoperar via formatos abertos (CSV/JSON) e APIs.
- Usabilidade: UI clara para entusiastas de redes; proteção a erros de entrada.
- Confiabilidade: execução contínua e recuperação de falhas de captura.
- Segurança: autenticação, criptografia de senhas e controle de acesso (RNF004–RNF006).
- Manutenibilidade: modularização do backend e componentes de UI testáveis.
- Portabilidade: build C++ multiplataforma; suporte a navegadores modernos.

2.3. Medição e avaliação

- Use ISO/IEC 25023 para indicadores (ex.: tempo de resposta, uso de CPU/RAM, taxa de falhas, cobertura de requisitos).
- Planeje a avaliação conforme ISO/IEC 25040 (processo de avaliação), definindo métricas, critérios e evidências (testes, logs, inspeções).

3. Requisitos do Sistema de Software

3.1. Requisitos Funcionais

3.1.1. Autenticação e Gerenciamento de Usuários

- **RF001:** O sistema deve permitir que novos usuários se cadastrem fornecendo um e-mail e uma senha.
- **RF002:** O sistema deve permitir que usuários cadastrados sejam autenticados utilizando seu e-mail e senha.
- **RF003:** O sistema deve permitir que um usuário autenticado encerre sua sessão de forma segura.
- **RF004:** O sistema deve garantir que apenas usuários autenticados possam acessar as páginas do dashboard de visualização de dados.

3.1.2. Monitoramento de Tráfego

- **RF005:** O backend em C++ deve capturar pacotes da rede local em tempo real.
- **RF006:** O sistema deve processar os pacotes capturados para extrair informações relevantes.
- **RF007:** O backend deve enviar os dados processados para o frontend para visualização.
- **RF008:** O dashboard web deve exibir os dados de tráfego de rede recebidos do backend de forma dinâmica.
- **RF009:** Os dados na interface devem ser apresentados de maneira clara e organizada.

3.1.3. Filtragem de Tráfego

- **RF010:** O sistema deve fornecer ao usuário a capacidade de filtrar os dados de tráfego exibidos no dashboard.

3.1.4. Análise de Pacotes

- **RF011:** O sistema deve permitir que o usuário inspecione os detalhes de um pacote específico.
- **RF012:** O sistema deve detectar e informar ao usuário sobre erros que impeçam a captura de dados.

3.2. Requisitos Não-Funcionais

3.2.1. Desempenho

- **RNF001:** O backend em C++ deve capturar e processar pacotes com baixa latência com o intuito de garantir a visualização dos dados em tempo real.
- **RNF002:** A *UI* (Interface do Usuário) do dashboard web deve ser responsiva a atualizar os dados de tráfego de forma fluida, ou seja, sem travamentos.
- **RNF003:** A filtragem de dados exibidos pelo dashboard web deve produzir resultados de forma ideal—rápido, e suave ou harmonizada.

3.2.2. Segurança

- **RNF004:** As senhas dos usuários cadastrados devem ser guardadas de forma segura no banco de dados, utilizando técnicas e algoritmos avançados de criptografia.
- **RNF005:** A comunicação entre o frontend e o backend deve ser segura, especialmente durante o processo de autenticação.
- **RNF006:** O acesso ao dashboard web para visualização de dados deve ser estritamente controlado por sessão de usuário autenticada.

3.2.3. Usabilidade

- **RNF007:** A *UI* do dashboard web deve ser intuitiva e de fácil compreensão para usuários com conhecimento em redes.
- **RNF008:** Os dados de tráfego da rede devem ser apresentados de forma clara e organizada para fácil visualização.
- **RNF009:** A filtragem de dados e a inspeção de pacotes devem ser de fácil acesso e utilização.

3.2.4. Compatibilidade

- **RNF010:** O dashboard web deve ser compatível com as versões mais recentes dos navegadores mais utilizados no mercado (e.g. Google Chrome, Mozilla Firefox, Brave).
- **RNF011:** O backend em C++ deve ser multiplataforma, ou seja, compilável para o Kernel dos sistemas operacionais mais utilizados (e.g. Unix-based, Windows).

3.2.5. Confiabilidade

- **RNF012:** O sistema de captura de dados (backend) deve operar de forma estável e contínua, sem interrupções inesperadas.

- **RNF013:** O sistema deve apresentar *Exception handling*—i.e. lidar de forma adequada com possíveis erros de captura de dados da rede (e.g. falta de permissão na interface de rede), informando o usuário sobre o problema.

3.2.6. Tecnologia

- **RNF014:** O backend do sistema deve ser desenvolvido em C++ para garantir alto desempenho na manipulação de pacotes.
- **RNF015:** A integração e comunicação entre o frontend e o backend em C++ deve ser realizada utilizando WebAssembly.

4. Protótipo de Interface

4.1. Visão geral

- Frontend: Next.js + Supabase (autenticação).
- URL de demonstração: `netprobe.vercel.app`
- Objetivo do protótipo: demonstrar autenticação, visualização em tempo real e inspeção básica de pacotes.

4.2. Fluxos demonstrados

- Login e cadastro de usuário.
- Monitoramento em tempo real: listagem/tabela de pacotes.
 - Observe que o protótipo usa dados simulados (mock) para demonstração.
- Filtragem por protocolo, IP, porta.
- Inspeção de pacote (detalhes de cabeçalhos).

4.3. Evidências visuais

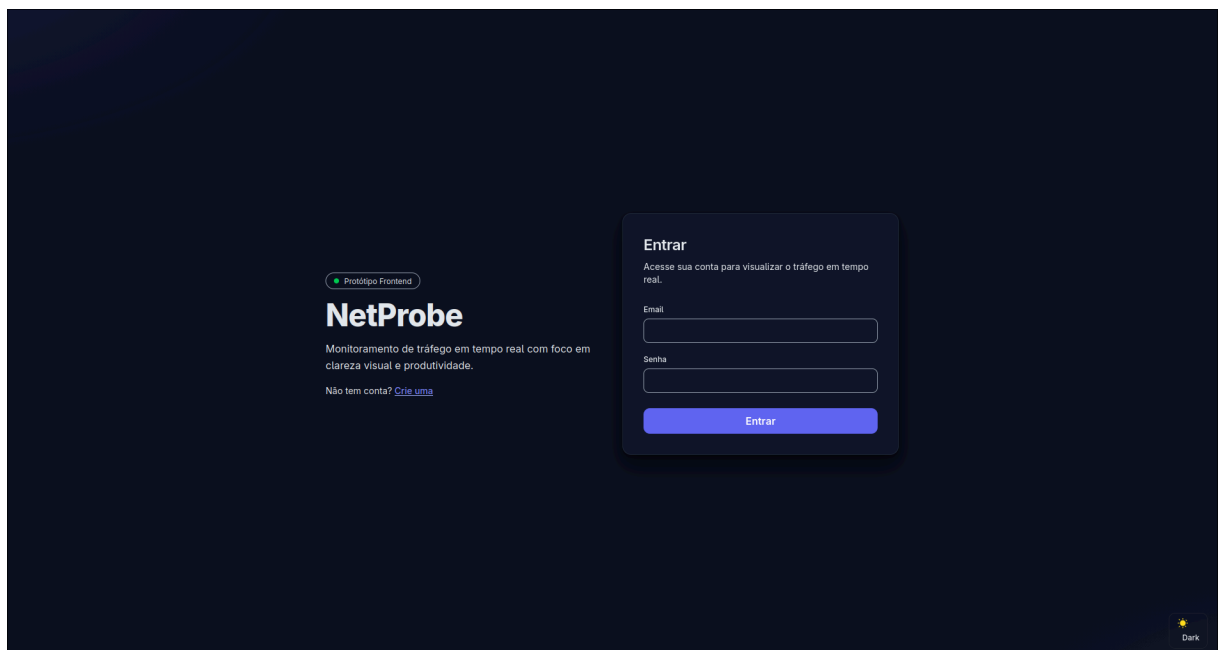


Figura 1: Tela de login. Fonte: Autor.

NetProbe

Monitoramento em tempo real

Conexão ativa

Logout

IP Origem

ex: 192.168.0.10

IP Destino

ex: 8.8.8.8

Protocolo

Todos

Limpar

Aplicar

Timestamp	IP Origem	IP Destino	Protocolo	Tamanho
2:06:45 PM	146.13.241.243-33415	95.101.181.223-8879	UDP	1197 B
2:06:44 PM	190.246.10.31-	107.171.162.159--	TCP	42 B
2:06:44 PM	189.165.206.113--	78.64.86.146-37409	TCP	1305 B
2:06:43 PM	218.244.229.123--	64.243.78.49-6986	ICMP	811 B
2:06:42 PM	25.151.170.36-37123	116.174.166.211-	OTHER	1086 B
2:06:41 PM	104.26.198.157--	177.214.106.135-5109	UDP	747 B
2:06:40 PM	49.106.136.117-60526	62.56.169.236-63304	UDP	351 B
2:06:40 PM	190.204.19.113--	176.59.183.234--	UDP	1244 B
2:06:39 PM	203.221.244.251-21474	130.210.70.84-37276	OTHER	259 B
2:06:38 PM	64.147.30.62-34845	151.162.97.155-10346	TCP	777 B
2:06:37 PM	196.210.182.215-11025	29.31.118.99-28352	OTHER	435 B
2:06:36 PM	36.169.214.97-14922	87.212.115.145-23181	UDP	161 B
2:06:36 PM	96.8.161.74-22452	165.143.221.5-7216	UDP	443 B
2:06:35 PM	78.202.15.43-62871	104.225.34.102-59113	TCP	1264 B
2:06:34 PM	74.113.183.106-39038	147.20.65.105--	OTHER	630 B
2:06:33 PM	69.176.21.215-	163.165.105.90-35905	TCP	814 B
2:06:32 PM	189.143.204.181-35165	20.135.153.9-44138	ICMP	208 B
2:06:32 PM	215.39.114.142--	208.225.176.228-22035	TCP	189 B
2:06:31 PM	184.212.204.2--	67.253.70.48-3321	TCP	1113 B
2:06:30 PM	138.43.229.80--	90.86.236.181-46833	UDP	923 B
2:06:29 PM	165.239.221.5-25387	136.158.213.177-47509	UDP	84 B
2:06:28 PM	6.178.161.125-85	79.184.181.167-65285	UDP	1173 B

Dark

Figura 2: Dashboard em tempo real. Fonte: Autor.

NetProbe

Monitoramento em tempo real

Conexão ativa

Logout

IP Origem

ex: 192.168.0.10

IP Destino

ex: 8.8.8.8

Protocolo

TCP

Limpar

Aplicar

Timestamp	IP Origem	IP Destino	Protocolo	Tamanho
2:10:41 PM	152.32.5.161-53296	38.14.138.100-61213	TCP	994 B
2:10:37 PM	150.27.177.54--	155.108.44.225-52250	TCP	228 B
2:10:34 PM	26.148.47.237--	105.67.98.179-48044	TCP	1322 B
2:10:29 PM	10.150.238.148-344	178.246.81.253-18772	TCP	433 B
2:10:28 PM	17.84.171.157-2205	202.167.16.25-11497	TCP	62 B
2:10:22 PM	121.214.167.70--	119.87.215.183-29114	TCP	1096 B
2:10:21 PM	146.39.166.138-36649	223.13.157.252--	TCP	1331 B
2:10:16 PM	147.143.133.192-20496	97.92.19.2-38981	TCP	670 B
2:10:15 PM	128.81.252.215-29963	62.253.154.60-37173	TCP	540 B
2:10:12 PM	153.248.215.134-62038	2.252.72.20-26589	TCP	1018 B

Mostrando 10 pacotes (últimos 40 recebidos)

Dark

Figura 3: Filtro aplicado. Fonte: Autor.

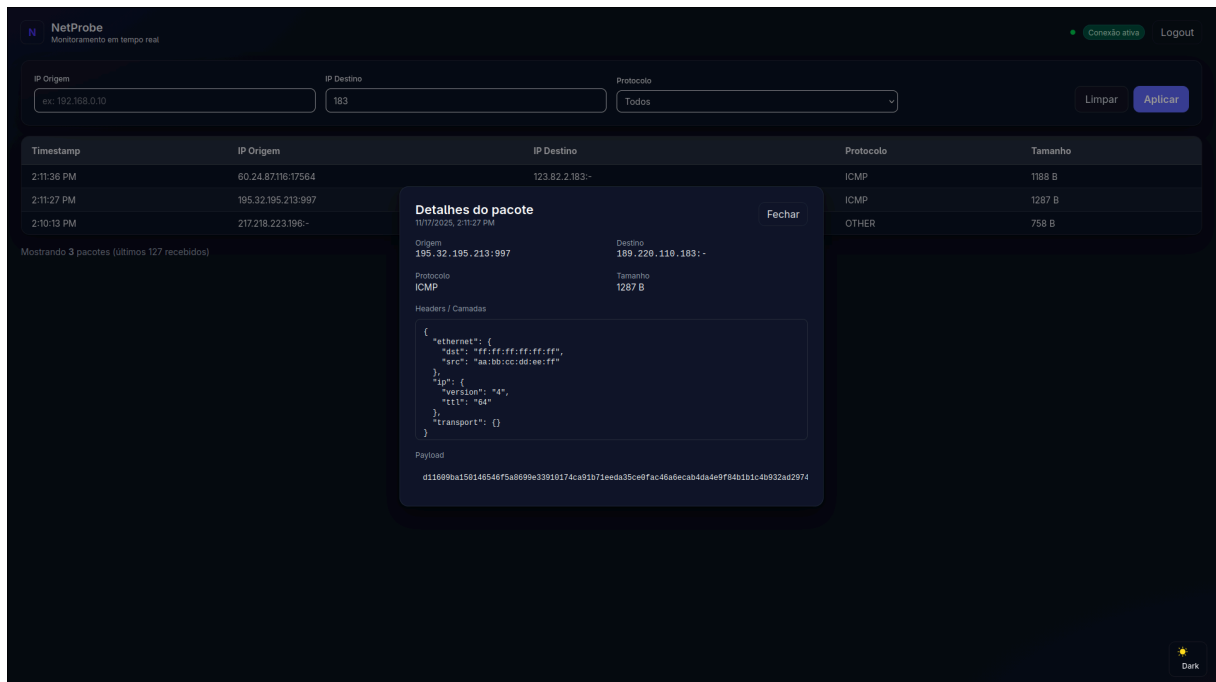


Figura 4: Detalhes do pacote. Fonte: Autor.

4.4. Limitações atuais

- Protótipo sem paginação/otimizações de UI para grandes volumes.
- Cobertura parcial de protocolos na visualização de detalhes.

4.5. Protótipo de Backend (Prova de Conceito)

- Escopo: captura de pacotes em ambiente local, fornecendo metadados (IP origem/destino, portas, protocolo, tamanho, e payload).
- Ambiente: Arch Linux x86_64, interface enp3s0, permissões via sudo.
- Resultado: captura de pacotes bem-sucedida.
- Evidências: amostras de registros de captura e contadores (pacotes/s, latência média).
- Limitações: suporte parcial a protocolos; ausência de persistência/armazenamento histórico.
- Próximos passos: métricas RNF (latência, CPU/RAM), robustez (reconexão e tratamento de erros), testes com .pcap.
- Source: github.com/lneskk/netprobe-cpp

4.6. Relação com requisitos de qualidade

- Desempenho (RNF001–RNF003): registrar tempos de atualização e uso de recursos.
- Usabilidade (RNF007–RNF009): validar clareza da UI nos fluxos acima.
- Compatibilidade (RNF010–RNF011): testes em navegadores e SOs alvo.
- Confiabilidade (RNF012–RNF013): execução contínua e tratamento de falhas.

5. Plano de gestão de configuração do software

5.1. Introdução e Propósito

Esta seção descreve o plano e os procedimentos para o Gerenciamento de Configuração de Software (GCS) do projeto NetProbe. O propósito deste plano é garantir que a integridade de todos os artefatos do projeto seja mantida ao longo de todo o seu ciclo de vida. Ele estabelece os processos para controle de versão, controle de mudanças, auditoria e relatório de status, prevenindo a introdução de erros e garantindo que todas as partes interessadas trabalhem com versões consistentes e aprovadas dos artefatos.

5.2. Escopo do GCS

Este plano se aplica a todos os artefatos produzidos durante o projeto, desde a sua concepção até a entrega final. Isso inclui, mas não se limita a, documentação, código-fonte, scripts de build, casos de teste e executáveis. O GCS será aplicado durante todas as fases do projeto definidas no Diagrama de Gantt.

5.3. Identificação dos Itens de Configuração de Software (ICSs)

Os seguintes artefatos são definidos como Itens de Configuração de Software (ICSs) e estarão sob controle de configuração. Qualquer mudança nestes itens deve seguir o processo de controle de mudanças descrito na seção 5.5(“Processo de Controle de Mudanças”).

- **Documentação do Projeto:** Todos os documentos relacionados ao projeto, incluindo requisitos, especificações, planos de teste e manuais do usuário.
- **Código-Fonte:** Todo o código-fonte do software, incluindo bibliotecas e módulos.
- **Scripts de Build:** Scripts utilizados para compilar e construir o software.
- **Casos de Teste:** Documentação dos casos de teste, incluindo scripts automatizados.
- **Executáveis:** Versões compiladas do software prontas para distribuição.

5.4. Controle de Versão e Ferramentas

- **Ferramenta:** O controle de versão será realizado utilizando o Git.
- **Repositório Central:** Um repositório central será hospedado no GitHub. O projeto terá dois repositórios privados separados: um para o backend e outro para o frontend.
- **Estratégia de Ramificação (*Branching Strategy*):** A estratégia de ramificação seguirá o modelo Git Flow, com ramificações principais para desenvolvimento, testes e produção.
 - ▶ **master:** Contém o código de produção estável (baselines). Ninguém deve fazer commits diretamente nesta ramificação.
 - ▶ **dev:** Ramificação principal para desenvolvimento. Todos os desenvolvedores farão commits nesta ramificação.
 - ▶ **feature/*:** Ramificações para desenvolvimento de novas funcionalidades. Criadas a partir da ramificação dev e mescladas de volta após a conclusão.
 - ▶ **release/*:** Ramificações para preparação de lançamentos. Criadas a partir da ramificação dev e mescladas em master e dev após a conclusão.

- **Política de Commits:** Mensagens de commit devem ser claras e descritivas, seguindo o padrão “tipo: descrição breve”. Ex: feat: adicionar filtro por protocolo.

5.5. Processo de Controle de Mudanças

Dado o tamanho da equipe (2 pessoas), um processo ágil e simplificado será adotado.

1. Solicitação da Mudança: Qualquer necessidade de mudança (nova funcionalidade, correção de bug, refatoração) deve ser registrada como uma Issue no repositório do GitHub correspondente.

2. Análise de Impacto: A equipe (ambos os desenvolvedores) se reúne brevemente para analisar a Issue. Eles avaliam o impacto no cronograma, na arquitetura e em outros componentes do software. A decisão de prosseguir é registrada na própria Issue.

3. Implementação: O desenvolvedor designado cria uma feature branch a partir da dev e implementa a mudança.

4. Validação e Revisão: Ao concluir a implementação, o desenvolvedor abre um Pull Request (PR) para mesclar sua feature branch na dev. O outro desenvolvedor é responsável por revisar o código (Code Review), garantindo que ele atende aos requisitos e não introduz problemas.

5. Integração: Após a aprovação do PR, a mudança é mesclada na branch dev. A feature branch é então deletada.

Nenhuma mudança será integrada à branch dev sem passar por um Pull Request e uma revisão.

5.6. Estabelecimento de Baselines

Uma baseline representa uma versão estável e formalmente revisada de um ou mais ICSs. As baselines serão criadas nos marcos principais do projeto e materializadas através de tags no Git na branch main.

Baseline 1: “MVP Integrado” (v0.9.0) - Prevista para 07/11/2025. Representa a primeira versão com todas as funcionalidades integradas e funcionando.

Baseline 2: “Projeto Concluído e Entregue” (v1.0.0) - Prevista para 28/11/2025. Representa a versão final e estável a ser entregue. Para criar uma baseline, a branch dev será mesclada na master e uma tag será criada (ex: git tag -a v1.0.0 -m “Versão 1.0.0 - Entrega Final”).

5.7. Auditoria de Configuração

A auditoria visa garantir que o processo de GCS está sendo seguido e que as baselines são consistentes.

Auditoria Contínua: O processo de Pull Request e Code Review serve como uma micro-auditoria constante.

Auditoria de Baseline: Antes de criar uma baseline (ex: v1.0.0), uma verificação formal será realizada para garantir que todos os PRs aprovados e relacionados àquele marco foram mesclados e que a build está funcionando corretamente.

5.8. Relatório de Status da Configuração

O status do projeto e das mudanças será comunicado através das ferramentas existentes:

Quadro de Projetos (Kanban) do GitHub: Para visualizar o status de todas as Issues (A Fazer, Em Andamento, Em Revisão, Concluído).

Histórico de Commits e Pull Requests: Fornece um log detalhado de todas as mudanças implementadas.

Notas de Lançamento (Release Notes): A cada baseline criada na branch master, notas de lançamento serão geradas (possivelmente de forma automatizada a partir das mensagens de commit) para resumir as mudanças.

5.9. Papéis e Responsabilidades

Desenvolvedor A (Full-stack): Atua como o Gerente de Configuração. É responsável por manter a saúde dos repositórios, gerenciar os merges para a branch master e criar as tags de baseline.

Ambos os Desenvolvedores: São responsáveis por seguir o plano, criar Issues detalhadas, desenvolver em branches separadas, realizar code reviews e manter a qualidade do código.

6. Testes

6.1. Estratégia e Plano de Testes

Objetivo: Verificar e validar todos os requisitos funcionais (RF001–RF012) e não-funcionais (RNF001–RNF015) do NetProbe, garantindo qualidade, desempenho, segurança, confiabilidade, usabilidade e portabilidade.

6.1.1. Escopo dos Testes:

- Incluído: autenticação (cadastro, login, logout, acesso controlado), captura em tempo real, processamento e exibição de pacotes, filtragem, análise detalhada, detecção de erros.
- Incluído (RNF): desempenho (latência, uso de recursos), segurança (hash de senha, sessão), usabilidade (clareza da UI), compatibilidade (SO + navegadores), confiabilidade (execução contínua), integração WebAssembly.
- Fora de Escopo inicial: geração de relatórios históricos, persistência prolongada de tráfego, análises avançadas de ameaças.

6.1.2. Níveis de Teste:

- **Testes de Unidade:** Funções/métodos C++ (captura, parser de cabeçalhos, formatação de saída), componentes React/Next.js (renderização de tabela, componente de filtro, modal de detalhes). Ferramentas: GoogleTest (backend), Jest + React Testing Library (frontend).

- **Testes de Integração:** Integração backend C++ → WebAssembly → frontend; integração com Supabase (fluxo de autenticação); encadeamento captura → processamento → envio → atualização de UI.
- **Testes de Sistema (End-to-End):** Fluxos completos do usuário (cadastro → login → monitorar → filtrar → analisar pacote → logout) usando Playwright.
- **Testes de Aceitação:** Execução do roteiro principal de casos contra RF/RNF com validação pelos desenvolvedores (stakeholders internos) antes das baselines.

6.1.3. Tipos de Teste:

- **Funcionais:** Verificação direta de cada RF.
- **Desempenho:** Medir latência média entre captura e exibição (< 500 ms alvo); atualizar UI com < 16 ms por frame sob carga moderada; CPU backend < 15% em cenário padrão; memória estável.
- **Segurança:** Verificar hashing (ex: bcrypt/argon2) de senhas; impedir acesso não autenticado; revisar transporte seguro; testes de tentativas de login inválidas (rate limit simulado).
- **Usabilidade:** Heurísticas básicas (clareza de labels, consistência de feedback); tempo de descoberta de filtros (< 10 s em teste exploratório); avaliação por checklist.
- **Compatibilidade:** Backend compilado em Linux e teste de build em Windows; frontend em Chrome, Firefox, Brave.
- **Confiabilidade:** Execução contínua de captura por $\geq 2h$ sem falha; simulação de perda de permissão na interface de rede; recuperação (mensagem de erro visível).
- **Manutenibilidade/Testabilidade:** Cobertura de unidade meta $\geq 70\%$ backend (lógica crítica) e $\geq 60\%$ frontend; execução automatizada em pipeline CI.

6.1.4. Ambiente de Teste:

- **SO:** Arch Linux x86_64 (principal).
- **Navegadores:** Versões atuais (último release estável) de Chrome, Firefox, Brave.
- **Hardware mínimo:** CPU dual-core, 4 GB RAM.
- **Dados de teste:** contas fictícias; arquivos .pcap (tráfego HTTP, DNS, ICMP). Sanitizar qualquer dado sensível.

6.1.5. Critérios de Entrada:

- Código compilável sem erros.
- Ambiente configurado (dependências instaladas).
- Requisitos e casos definidos.

6.1.6. Critérios de Saída:

- 100% dos casos críticos (RF001–RF012) aprovados.
- Nenhum defeito aberto de severidade alta.
- Métricas de desempenho dentro dos limites acordados.

6.1.7. Riscos e Mitigação:

- Dependência WebAssembly (instabilidade): criar teste de fallback de reconexão.

- Permissões de rede: script pré-teste verifica privilégios; caso contrário aborta.
- Volume alto de pacotes causando UI lenta: introduzir batch e debouncing.

6.1.8. Automação:

- Pipeline CI: build C++ + execução GoogleTest; build frontend + Jest; Playwright (parcial noturno); relatório consolidado.

6.2. Roteiro de Testes

O roteiro de testes detalha os casos de teste específicos para cada requisito funcional e não-funcional do sistema NetProbe. Cada caso de teste inclui o identificador, descrição, pré-condições, passos para execução, dados de entrada esperados, resultados esperados e critérios de aceitação.

Para acessar o roteiro completo de testes, consulte a Seção 11.1.

7. Project Charter

O Project Charter do NetProbe define a visão, objetivos, escopo, cronograma e recursos necessários para o desenvolvimento do software. Ele serve como um guia para a equipe de projeto e partes interessadas, garantindo alinhamento e clareza sobre o que o projeto pretende alcançar.

Abaixo está uma visualização de uma página do Project Charter. Para acessar o documento completo, consulte a Seção 11.2.

06/10/2025 Termo de Abertura do Projeto

Nome do Projeto: NetProbe

Gerente do Projeto: Gabriel Almeida Portela

Preparado por: Gabriel Almeida Portela

OBJETIVO DO DOCUMENTO

Este documento tem como objetivo autorizar formalmente o início de um projeto e contém informações necessárias para o entendimento do projeto, fornecendo uma visão macro do produto a ser desenvolvido.

Justificativa

Entusiastas de segurança e administradores de redes domésticas/pequenos escritórios carecem de ferramentas modernas, acessíveis e de fácil visualização para monitorar o tráfego de suas redes locais em tempo real. Ferramentas profissionais existentes são, muitas vezes, excessivamente complexas ou de alto custo, enquanto soluções mais simples podem não oferecer a profundidade de análise necessária. Este projeto visa preencher essa lacuna, desenvolvendo um sistema com backend de alto desempenho (C++) e uma interface web moderna e intuitiva, permitindo que os usuários visualizem, filtrem e inspecionem pacotes de rede para entender melhor a atividade em sua rede e identificar potenciais anomalias ou ameaças de segurança de forma proativa.

Objetivos SMART

S (Específico): Desenvolver um sistema web funcional que capture pacotes da rede local e exiba informações em tempo real. O sistema incluirá funcionalidades de autenticação de usuário, monitoramento, filtragem por IP/protocolo/porta e inspeção detalhada de pacotes individuais.

M (Mensurável): A conclusão do projeto será medida pela entrega de todas as funcionalidades descritas, validadas através de um roteiro de testes. O sistema deverá ser

Figura 5: Project Charter do NetProbe. Fonte: Autor.

8. Diagrama de Gantt

O Diagrama de Gantt do NetProbe ilustra o cronograma do projeto, destacando as principais fases, tarefas, marcos e dependências ao longo do tempo. Ele é uma ferramenta essencial para o planejamento e monitoramento do progresso do projeto.

Para acessar o diagrama completo, consulte a Seção 11.3.

9. Métricas de Software

9.1. Visão Geral

Esta seção define métricas quantitativas para acompanhar produto, requisitos, processo, testes, qualidade (McCall/ISO/IEC 25010) e desempenho (KPIs). Cada métrica tem fórmula, baseline (MVP Integrado v0.9.0) e alvo (Entrega v1.0.0). Coleta automatizada via scripts (CI), logs do backend, ferramentas de teste (GoogleTest, Jest, Playwright) e monitoramento.

9.2. Métricas de Produto

- Cobertura de Requisitos (Funcionais): implementados / RF totais. Baseline: $10/12 = 83\%$. Alvo: $12/12 = 100\%$.
- Cobertura de Requisitos (Não-Funcionais): atendidos / RNF totais. Baseline: $9/15 = 60\%$. Alvo: $\geq 90\%$.
- Densidade de Defeitos: defeitos abertos (sev. alta) / KLOC. Baseline: $3/6 = 0.5$. Alvo: < 0.3 .
- Complexidade Ciclômática Média (backend núcleo captura/parsing): Σ complexidade / nº funções núcleo. Baseline: $98/12 = 8.2$. Alvo: ≤ 7.5 .
- Duplicação de Código (backend, % linhas duplicadas): Baseline: 7% . Alvo: $< 5\%$.
- Tamanho do Código: backend 6 KLOC (C++), frontend 4.5 KLOC (TS/JS). Monitorar crescimento controlado ($< +25\%$ até v1.0.0).

9.3. Métricas do Modelo de Requisitos

- Ambiguidade: requisitos com termos vagos / total. Baseline: $5/27 = 18\%$. Alvo: $< 5\%$.
- Rastreabilidade (req \leftrightarrow teste \leftrightarrow código): requisitos com links completos / total. Baseline: $15/27 = 55\%$. Alvo: $\geq 90\%$.
- Volatilidade: mudanças aprovadas em requisitos / total por iteração. Baseline: $4/27 = 14\%$. Alvo: $< 10\%$.
- Cobertura de Testes por Requisito: requisitos com ≥ 1 caso de teste / total. Baseline: $20/27 = 74\%$. Alvo: $\geq 100\%$.
- Consistência (sem conflitos): conflitos detectados / total. Baseline: 2 (processo de refinamento). Alvo: 0.

9.4. Métricas de Processo

- Lead Time (Issue criação \rightarrow merge PR): média em horas. Baseline: 72h. Alvo: $\leq 48h$.
- Cycle Time (abertura PR \rightarrow merge): Baseline: 30h. Alvo: $\leq 24h$.
- Taxa de Retrabalho: PR rejeitados ou refeitos / PR total. Baseline: $5/32 = 15\%$. Alvo: $< 10\%$.

- Frequência de Commits: média commits/dia (ativos). Baseline: 8. Alvo: 10 (menores, focados).
- Taxa de Automação CI (pipelines verdes): execuções bem-sucedidas / total. Baseline: 41/50 = 82%. Alvo: $\geq 95\%$.
- Aderência a Branching (sem commits direto em master): Baseline: 1 violação. Alvo: 0.

9.5. Métricas de Teste

- Cobertura de Código Backend (linha): Baseline: 62%. Alvo: $\geq 70\%$.
- Cobertura Frontend: Baseline: 48%. Alvo: $\geq 60\%$.
- Cobertura Interface WebAssembly (funções expostas críticas): Baseline: 55%. Alvo: $\geq 80\%$.
- Pass Rate Regressão: casos passados / executados. Baseline: 88/95 = 92.6%. Alvo: $\geq 95\%$.
- Defeitos Detectados em Unidade / defeitos totais (Detecção Precoce): Baseline: 12/30 = 40%. Alvo: $\geq 55\%$.
- Taxa de Fuga de Defeitos (pós-baseline): Baseline: 6/30 = 20%. Alvo: $< 15\%$.
- MTTR Defeitos (tempo médio correção severidade alta): Baseline: 10h. Alvo: $< 8h$.
- Tempo Execução Suite CI (min): Baseline: 14m. Alvo: $\leq 10m$.

9.6. Métricas de Qualidade (McCall / ISO/IEC 25010)

Operação:

- Disponibilidade Captura (uptime sessão contínua 8h): Baseline: 97.5%. Alvo: $\geq 99\%$.
- Correção Pacotes (campos extraídos corretos / verificados): Baseline: 91%. Alvo: $\geq 97\%$.
- Latência Captura \rightarrow UI (p95 ms): Baseline: 450 ms. Alvo: ≤ 300 ms.
- Uso Médio CPU Backend (%): Baseline: 18%. Alvo: $\leq 15\%$.
- Uso Memória Backend (MB): Baseline: 280 MB. Alvo: ≤ 250 MB.

Revisão:

- Complexidade Média Módulos UI (ciclomática): Baseline: 5.2. Alvo: ≤ 5 .
- Tempo Onboarding Dev (h para ambiente + build): Baseline: 6h. Alvo: 3h.

Transição:

- Portabilidade Build (SO suportados / alvo 3: Linux, Windows, macOS): Baseline: 2/3. Alvo: 3/3.
- Reusabilidade Módulos (módulos com dependências externas < 3): Baseline: 60%. Alvo: 80%.

Segurança:

- Senhas com Argon2id (%): Baseline: 100%. Alvo: manter 100%.
- Tentativas de Login Inválidas Bloqueadas (% simuladas): Baseline: 90%. Alvo: $\geq 95\%$.

Usabilidade:

- SUS (System Usability Scale) média teste interno: Baseline: 72. Alvo: ≥ 75 .
- Tempo Descoberta Filtro (teste exploratório, s): Baseline: 14s. Alvo: $\leq 10s$.
- Erros de Interação (ações inválidas por sessão): Baseline: 1.8. Alvo: < 1 .

9.7. KPIs de Desempenho

- Throughput de Pacotes Processados (pps): Baseline: 1000 pps. Alvo: 2000 pps (rede de teste sintética).
- Latência p95 Captura → Renderização (ms): Baseline: 450 ms. Alvo: ≤ 300 ms.
- Queda de Frames UI (% frames > 16 ms): Baseline: 5%. Alvo: < 2%.
- Tempo Autenticação (ms até dashboard): Baseline: 800 ms. Alvo: ≤ 400 ms.
- Tempo Exibição Detalhes do Pacote (ms): Baseline: 600 ms. Alvo: ≤ 350 ms.
- Erros Críticos Semanais (sev. alta): Baseline: 5. Alvo: ≤ 1 .
- Sessão Estável (erros de desconexão em 8h): Baseline: 2. Alvo: 0.
- Tempo Build Backend (s full / incremental): Baseline: 45 / 18. Alvo: 30 / 12.
- Taxa de Logs Estruturados (eventos com JSON válido / total eventos): Baseline: 70%. Alvo: $\geq 95\%$.

9.8. Fórmulas (Resumo)

- Cobertura = itens atendidos / itens totais.
- Densidade Defeitos = defeitos severidade alta / KLOC.
- Volatilidade = alterações requisitos / requisitos totais (intervalo).
- Cycle Time = merge_time – pr_open_time.
- MTTR = Σ tempo correção / nº defeitos severidade alta.
- Latência p95 = valor de latência no percentil 95 (histograma).
- Throughput = pacotes processados / segundo (janela de 60s).

9.9. Coleta & Frequência

- Diária: throughput, latência, uso CPU/memória, erros críticos.
- Por PR: complexidade, duplicação, cobertura de testes.
- Semanal: SUS (quando aplicável), disponibilidade captura, volatilidade requisitos.
- Em baseline: densidade de defeitos, rastreabilidade, portabilidade.

9.10. Ações de Melhoria (Gatilhos)

- Latência p95 > alvo por 2 medições: revisar buffer WebAssembly e batch de envio.
- Cobertura backend < 65%: adicionar testes para parser de protocolos menos cobertos.
- Retrabalho > 12% em semana: revisar critérios de definição pronta (Definition of Ready).
- Duplicação > 6%: iniciar refatoração módulos utilitários.

9.11. Observações

Valores baseline são estimativas realistas do estado atual (MVP em evolução). Ajustes serão registrados nas Notas de Lançamento junto às tags de baseline (v0.9.0, v1.0.0).

10. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023:2023 Informação e documentação - Referências - Elaboração*. Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724:2011 Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação*. Rio de Janeiro, 2011.
- ISO/IEC. *ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*. Geneva: International Organization for Standardization, 2011.
- ISO/IEC. *ISO/IEC 25023:2016 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality*. Geneva: International Organization for Standardization, 2016.
- ISO/IEC. *ISO/IEC 25040:2011 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Evaluation process*. Geneva: International Organization for Standardization, 2011.
- PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 9. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020.

11. Anexos

11.1. Anexo A – Roteiro de Testes (planilha)

Este anexo referencia a planilha completa do roteiro de testes:

Microsoft Spreadsheets

11.2. Anexo B - Project Charter (documento)

Este anexo referencia o documento completo do Project Charter:

Google Drive

11.3. Anexo C - Diagrama de Gantt (arquivo OpenProj)

Este anexo referencia o arquivo completo do Diagrama de Gantt:

Google Drive