UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ

ESCOLA DO MAR, CiÊNCIA E TECNOLOGIA

curso de Engenharia de Computação

miCROCONTROLADORES

RECEPTOR DE RÁDIO FM

por

Fabio Ivo Pereira de Oliveira Junior

Itajaí (SC), Maio de 2024

Universidade do Vale do Itajaí

ESCOLA DO MAR, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Curso de Engenharia de Computação

miCROCONTROLADORES

RECEPTOR DE RÁDIO FM

por

Fabio Ivo Pereira de Oliveira Junior

Relatório apresentado como requisito parcial da disciplina Microcontroladores do Curso de Engenharia de Computação para análise e aprovação.

Professor Responsável: Paulo Roberto O. Valim

Itajaí (SC), Maio de 2024

Sumário

[1 INTRODUÇÃO 4](#_Toc41287034)

[1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA 4](#_Toc41287035)

[1.2 SOLUÇÃO PROPOSTA 5](#_Toc41287036)

[2 projeto 7](#_Toc41287038)

[2.1 VISÃO GERAL 7](#_Toc41287039)

[2.2 ANÁLISE DE REQUISITOS 8](#_Toc41287040)

[2.2.1 Requisitos funcionais 8](#_Toc41287041)

[2.2.2 Requisitos não funcionais 8](#_Toc41287042)

[2.3 ARQUITETURA DE HARDWARE 9](#_Toc41287044)

[2.4 ARQUITETURA DE SOFTWARE 11](#_Toc41287045)

[2.5 PLANEJAMENTO 14](#_Toc41287046)

[2.6 CRONOGRAMA 16](#_Toc41287047)

[2.7 ANÁLISE DE RISCOS 16](#_Toc41287048)

[3 DESENVOLVIMENTO 18](#_Toc41287049)

[3.1 IMPLEMENTAÇÃO 18](#_Toc41287050)

[3.2 VERIFICAÇÃO 18](#_Toc41287051)

[3.3 RESULTADOS 18](#_Toc41287052)

[4 Considerações Finais / CONCLUSÕES 19](#_Toc41287053)

1. INTRODUÇÃO
   1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A rádio FM continua sendo uma fonte popular de entretenimento, notícias e música, apesar do avanço das tecnologias de streaming. No entanto, muitos dispositivos de rádio FM tradicionais apresentam limitações significativas. Eles frequentemente possuem controles de sintonia imprecisos, interfaces de usuário complicadas e não fornecem feedback visual claro sobre a frequência sintonizada. Além disso, a qualidade do áudio amplificado é geralmente inferior, resultando em uma experiência de audição insatisfatória.

Os usuários enfrentam dificuldades ao tentar sintonizar estações de rádio FM de maneira precisa e intuitiva. A necessidade de ajustes manuais frequentes e a falta de um display adequado que mostre a frequência atual são problemas comuns de dispositivos mais simples e baratos. Esses dispositivos tradicionais não atendem às expectativas dos consumidores modernos, que buscam facilidade de uso e alta qualidade de áudio.

Além disso, eventos recentes no Rio Grande do Sul destacaram a importância crítica da rádio FM como meio de comunicação essencial em emergências. Durante as enchentes, muitas comunidades ficaram sem acesso à internet e à energia elétrica, tornando a rádio FM a única fonte viável de informação e comunicação. As dificuldades enfrentadas por essas populações incluíram a falta de dispositivos de rádio confiáveis que fossem fáceis de usar e que proporcionassem uma recepção clara das transmissões de emergência.

Existe uma demanda clara por uma solução que ofereça uma interface de usuário intuitiva, controle preciso de frequência e qualidade de áudio aprimorada. Jovens adultos que utilizam rádio durante o deslocamento, idosos que dependem da rádio como principal fonte de informação e entretenimento, e amantes de música que valorizam a qualidade sonora são exemplos de públicos que sentem essa necessidade. Em emergências, como as enchentes no Rio Grande do Sul, a necessidade de dispositivos de rádio confiáveis e eficientes se torna ainda mais evidente, especialmente para comunidades sem acesso a outros meios de comunicação.

A tendência crescente em direção a dispositivos multifuncionais e fáceis de usar reforça a oportunidade de desenvolver uma solução que preencha as lacunas deixadas pelos dispositivos atuais. Portanto, há uma necessidade urgente de um receptor de rádio FM moderno que atenda 5 às expectativas de precisão, usabilidade e qualidade de áudio dos usuários, além de ser uma ferramenta crucial em emergências.

* 1. SOLUÇÃO PROPOSTA

Nesta

A solução proposta é desenvolver um receptor de rádio FM controlado pelo microcontrolador PIC18F4520, utilizando o módulo de rádio TEA5767 para sintonizar diferentes frequências de rádio FM. Um potenciômetro será usado para ajustar a frequência, enquanto um display LCD 16x2 exibirá a frequência atual. O áudio do rádio será amplificado e reproduzido através de um alto-falante. Esta solução visa oferecer uma interface de usuário intuitiva, precisão na sintonia de frequência e alta qualidade de áudio.

A solução proposta se destaca em relação às soluções existentes por integrar controle preciso de frequência, um display claro e informativo, e uma qualidade de áudio superior. Esses elementos são projetados para proporcionar uma experiência de usuário significativamente melhorada, atendendo tanto às necessidades cotidianas quanto às exigências críticas em emergências.

Comparada aos dispositivos tradicionais, a nossa solução proporciona:

• Sintonia Precisa: Utilização de um potenciômetro para controle fino da frequência, permitindo uma sintonia mais precisa e fácil.

• Feedback Visual: Um display LCD 16x2 que exibe claramente a frequência atual, facilitando a navegação e a sintonia das estações de rádio.

• Qualidade e Ajuste de Áudio: Amplificação de áudio de alta qualidade, garantindo uma experiência sonora clara e agradável. E possibilitando o ajuste de volume para ajuste.

• Usabilidade: Interface intuitiva que simplifica o uso, essencial tanto para o público em geral quanto para emergências onde a rapidez e a eficiência são cruciais.

• Possibilidade de uso de fones de ouvido: Possibilitando o uso de fones de ouvido para facilitar e não atrapalhar outras pessoas próximas, sendo algo considerável para se realizar.

Quadro 1 – Comparativo da solução proposta com as soluções existentes

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nome** | **Display** | **Áudio** | **Interface** | **Sintonia** |
| Sony ICF-P26 | Sem Display | Baixa | Pouco Intuitiva | Manual Imprecisa |
| Philips AE1500 | Analógico | Razoável | Moderadamente Intuitiva | Automática Limitada |
| Tecsun PL-380 | Digital Básico | Média | Complexa | Digital Complexa |
| Solução proposta | LCD 16x2 | Média com Amplificação | Altamente Intuitiva | Precisa com Potenciômetro |

1. projeto
   1. VISÃO GERAL

O projeto consiste no desenvolvimento de um receptor de rádio FM controlado pelo microcontrolador PIC18F4520, utilizando o módulo de rádio TEA5767. A figura abaixo ilustra a representação gráfica simplificada do sistema proposto:

Descrição do Funcionamento:

1. Microcontrolador PIC18F4520: Controla todo o sistema, incluindo comunicação com o módulo de rádio, display LCD, leitura do potenciômetro e botões, e controle do áudio.
2. Módulo de Rádio FM TEA5767: Sintoniza estações de rádio FM e fornece saída de áudio analógico. Controlado via interface I2C
3. Display LCD 16x2 I2C Backlight Azul: Exibe informações como a frequência da estação de rádio. Controlado via interface I2C, reduzindo a quantidade de pinos necessários.
4. Alto-falante de 8 Ohms e 0.5 W: Reproduz o áudio recebido pelo módulo de rádio.
5. Potenciômetro: Ajusta a frequência da estação de rádio. Conectado a um pino ADC do microcontrolador.
6. Botões de Controle: Permitem o controle de funções adicionais, como mudar de estação e ajustar o volume.
7. Bateria: Fornece energia ao circuito, permitindo operação sem fonte de alimentação externa. Pode ser recarregável (Li-ion ou Li-Po).
8. Regulador de Tensão (por exemplo, LM7805): Fornece uma tensão estável de 5V para o microcontrolador e outros componentes.
9. Capacitores de Desacoplamento: Filtram ruídos e estabilizam a tensão de alimentação.
10. Resistores: Limitam corrente e definem níveis de tensão em diversos pontos do circuito.
11. Transistor (por exemplo, BC547): Amplifica o sinal de áudio para o alto-falante.
12. Conectores e Jumpers: Facilitam a conexão entre os componentes.
13. Placa de Protótipo (Protoboard) ou PCB: Utilizada para montar e testar o circuito.
    1. ANÁLISE DE REQUISITOS
       1. Requisitos funcionais

Nesta seção, apresente os requisitos funcionais que definem as principais funções a serem realizadas pelo sistema. Cada requisito funcional terá que ser posteriormente conferido por meio da aplicação de um plano de verificação a ser elaborado.

• RF01: O sistema deve permitir a sintonia precisa de frequências de rádio FM através do potenciômetro.

• RF02: O display LCD 16x2 deve exibir a frequência atual sintonizada em tempo real.

• RF03: O sistema deve amplificar o sinal de áudio recebido pelo módulo de rádio FM.

• RF04: O usuário deve ser capaz de controlar o sistema através de botões adicionais para funções específicas, como mudança de modo. 7

• RF05: O sistema deve armazenar a última frequência sintonizada quando desligado e retornar a ela ao ser ligado novamente.

• RF06: O sistema deve fornecer informações de status e operação através do display LCD.

• RF07: O sistema deve possibilitar o uso de fones de ouvido.

* + 1. Requisitos não funcionais

Nesta seção, apresente os requisitos não-funcionais que definem as principais restrições de implementação e características do sistema a ser desenvolvido. Estas características terão que ser posteriormente conferidas por meio da aplicação do plano de verificação. A seguir, são apresentados requisitos não-funcionais que devem ser obrigatoriamente identificados. Outros requisitos podem ser adicionados a estes.

• RNF01: o sistema será prototipado no microcontrolador PIC18F4520;

• RNF02: o sistema será prototipado no kit de desenvolvimento que inclui o PIC18F4520 e periféricos necessários;

• RNF03: o código da aplicação será escrito em linguagem C;

• RNF04: será utilizado o ambiente de desenvolvimento MPLAB X IDE.

• RNF05: o protótipo deverá custar no máximo R$100,00;

• RNF06: o protótipo deverá consumir no máximo X Ampéres/Volts;

• RNF07: o protótipo deverá ter no máximo 500 gramas;

• RNF08: o protótipo deverá ter no máximo mm, somadas as suas três dimensões físicas (largura, altura e profundidade);

• RNF09: o protótipo deverá apresentar um tempo de resposta máximo de 2 segundos;

• RNF10: O protótipo deverá ter uma vazão de pelo menos 1 ajuste/segundo.

* 1. ARQUITETURA DE HARDWARE

Nesta seção, apresentaremos a arquitetura de hardware do sistema de rádio FM utilizando o microcontrolador PIC18F4520, o módulo de rádio FM TEA5767, um display LCD 16x2 com interface I2C, um alto-falante de 8 Ohms e 0.5 W, um potenciômetro para controle de frequência, botões de controle e uma bateria para alimentação. A seguir, detalharemos o diagrama de blocos do sistema, os diagramas esquemáticos dos circuitos a serem implementados e a lista de componentes.

Lista de Componentes:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **COMPONENTE** | **QUANTIDADE** | **DESCRIÇÃO** |
| PIC18F4520 | 1 | Microcontrolador de 8 bits |
| Módulo TEA5767 | 1 | Módulo de rádio FM |
| Display LCD 16x2 I2C | 1 | Display de cristal líquido com interface I2C |
| Alto-falante 8 Ohms 0.5 W | 1 | Alto-falante pequeno |
| Potenciômetro | 1 | Potenciômetro linear ou rotativo |
| Botões de Controle | 2 a 3 | Botões momentâneos (push buttons) |
| Bateria | 1 | Bateria recarregável (Li-ion) |
| Regulador de Tensão (LM7805) | 1 | Regulador de tensão linear |
| Transistor (BC547) | 1 | Transistor NPN |
| Capacitores | Vários | Capacitores cerâmicos e eletrolíticos |
| Resistores | Vários | Resistores de diversos valores |
| Conectores e Jumpers | Vários | Conectores de pinos e jumpers |
| Protoboard ou PCB | 1 | Placa de prototipagem |

Diagrama de Blocos do Sistema de Hardware:

Tabela

Descrição gerada automaticamente

* 1. ARQUITETURA DE SOFTWARE

Nesta seção, apresentaremos a arquitetura de software do sistema de rádio FM utilizando o microcontrolador PIC18F4520. A arquitetura de software será detalhada através de diagramas de caso de uso, diagramas de classe, diagramas de sequência, máquina de estados e fluxogramas. Esses diagramas ajudarão a entender a interface com o usuário e a operação do sistema, facilitando a implementação do projeto.

* Diagrama de Caso de Uso:

O diagrama de caso de uso descreve as interações entre o usuário e o sistema. No nosso projeto, os principais casos de uso são: ajustar a frequência, buscar estações, ajustar o volume e ligar/desligar o sistema:

Diagrama, Esquemático

Descrição gerada automaticamente

O diagrama de caso de uso descreve as interações entre o usuário e o sistema. No nosso projeto, os principais casos de uso

* Diagrama de Classe

O diagrama de classe mostra a estrutura do software em termos de classes e seus relacionamentos. No nosso projeto, as principais classes são: RadioController, DisplayController, AudioController e UserInterface:

Diagrama

Descrição gerada automaticamente

* Detalhamento da Arquitetura de Software

1. Inicialização do Sistema

Descrição: Inicializa todos os componentes do sistema, incluindo o microcontrolador, display LCD, módulo de rádio e configurações iniciais.

Fluxo:

* Inicializar o microcontrolador.
* Configurar os pinos de entrada e saída.
* Inicializar a comunicação I2C.
* Inicializar o display LCD.
* Inicializar o módulo de rádio TEA5767.
* Exibir mensagem de boas-vindas no display.

2. Ajuste de Frequência

Descrição: Permite ao usuário ajustar a frequência da estação de rádio utilizando o potenciômetro.

Fluxo:

* Ler o valor do potenciômetro.
* Calcular a frequência correspondente.
* Atualizar a frequência no display LCD.
* Ajustar a frequência no módulo TEA5767.

3. Busca de Estações

Descrição: Permite ao usuário buscar automaticamente por estações de rádio disponíveis.

Fluxo:

* Detectar o pressionamento do botão de busca.
* Iniciar a busca de estações no módulo TEA5767.
* Atualizar o display LCD com a frequência da estação encontrada.
* Reproduzir o áudio da estação encontrada.

4. Ajuste de Volume

Descrição: Permite ao usuário ajustar o volume do áudio utilizando botões de controle.

Fluxo:

* Detectar o pressionamento dos botões de volume.
* Ajustar o volume no módulo TEA5767.
* Atualizar o display LCD com o nível de volume.

5. Ligar/Desligar o Sistema

Descrição: Permite ao usuário ligar ou desligar o sistema de rádio.

Fluxo:

* Detectar o pressionamento do botão de ligar/desligar.
* Alternar o estado do sistema entre ligado e desligado.
* Atualizar o display LCD com o estado atual do sistema.
* Interface com o Usuário

A interface com o usuário será composta por:

* Display LCD 16x2 I2C: Exibe informações como a frequência da estação de rádio, nível de volume e mensagens de status.
* Potenciômetro: Permite ao usuário ajustar a frequência da estação de rádio.
* Botões de Controle: Permitem ao usuário buscar estações, ajustar o volume e ligar/desligar o sistema.
* Operação do Sistema

O sistema de rádio FM será operado pelo usuário através do potenciômetro e dos botões de controle. O display LCD fornecerá feedback visual sobre a frequência da estação, o nível de volume e o estado do sistema. O microcontrolador PIC18F4520 gerenciará todas as operações, incluindo a comunicação com o módulo de rádio TEA5767 e o display LCD, e o controle do áudio.

* 1. PLANEJAMENTO

Nesta seção, apresentaremos o planejamento de como o sistema será implementado (prototipado) e verificado. Definiremos como será conferido o atendimento aos requisitos do sistema por meio de testes unitários e de integração. Além disso, identificaremos as métricas a serem utilizadas para avaliação do protótipo.

* Plano de Verificação

O plano de verificação consiste em uma tabela que descreve os requisitos funcionais e não funcionais, os procedimentos de verificação/teste e os resultados esperados.

Quadro 2 – Plano de verificação

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Requisito** | **Procedimento de verificação/teste** | **Resultado esperado** |
| RF01 | Ajustar o potenciômetro e medir a frequência sintonizada. | A frequência sintonizada deve corresponder ao valor ajustado pelo potenciômetro. |
| RF02 | Observar o display LCD enquanto ajusta o potenciômetro. | O display LCD deve exibir a frequência atual sintonizada em tempo real. |
| RF03 | Conectar um alto-falante e sintonizar uma estação de rádio. | O sinal de áudio deve ser amplificado e audível através do alto-falante. |
| RF04 | Pressionar os botões de controle para mudar de modo. | O sistema deve responder às funções específicas dos botões, como mudança de modo. |
| RF05 | Sintonizar uma frequência, desligar e ligar o sistema novamente. | O sistema deve retornar à última frequência sintonizada ao ser ligado novamente. |
| RF06 | Observar o display LCD durante a operação do sistema. | O display LCD deve fornecer informações de status e operação. |
| RF07 | Conectar fones de ouvido ao sistema e sintonizar uma estação de rádio. | O áudio deve ser audível através dos fones de ouvido. |
| RNF01 | Verificar o microcontrolador utilizado no protótipo. | O sistema deve ser prototipado no microcontrolador PIC18F4520. |
| RNF02 | Verificar o kit de desenvolvimento utilizado. | O sistema deve ser prototipado no kit de desenvolvimento que inclui o PIC18F4520 e periféricos necessários. |
| RNF03 | Revisar o código-fonte da aplicação. | O código da aplicação deve ser escrito em linguagem C. |
| RNF04 | Verificar o ambiente de desenvolvimento utilizado. | O ambiente de desenvolvimento deve ser o MPLAB X IDE. |
| RNF05 | Calcular o custo total dos componentes do protótipo. | O custo do protótipo deve ser no máximo R$100,00. |
| RNF06 | Medir o consumo de corrente e tensão do protótipo. | O protótipo deve consumir no máximo X Ampéres/Volts. |
| RNF07 | Pesar o protótipo completo. | O protótipo deve ter no máximo 500 gramas. |
| RNF08 | Medir as dimensões físicas do protótipo. | O protótipo deve ter no máximo mm, somadas as suas três dimensões físicas (largura, altura e profundidade). |
| RNF09 | Medir o tempo de resposta do sistema às entradas do usuário. | O tempo de resposta máximo deve ser de 2 segundos. |
| RNF10 | Medir a frequência de ajustes por segundo. | O protótipo deve ter uma vazão de pelo menos 1 ajuste/segundo. |

* Plano de Avaliação

O plano de avaliação consiste em uma tabela que descreve as métricas a serem utilizadas para avaliação do protótipo, os procedimentos de avaliação e os resultados esperados.

Quadro 3 – Plano de avaliação

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **MÉTRICA** | **PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO** | **RESULTADO ESPERADO** |
| Corrente | Medir a corrente consumida pelo protótipo. | Corrente máxima de X Ampéres |
| Potência | Calcular a potência dissipada pelo protótipo. | Potência máxima de Y Watts |
| Energia | Medir a energia consumida durante a operação. | Energia máxima de Z Joules |
| Tempo de resposta | Medir o tempo de resposta do sistema às entradas do usuário. | Tempo de resposta máximo de 2 segundos |
| Vazão | Medir a frequência de ajustes por segundo. | Pelo menos 1 ajuste/segundo |
| Peso | Pesar o protótipo completo. | Peso máximo de 500 gramas |
| Altura | Medir a altura do protótipo. | Altura máxima de A mm |
| Largura | Medir a largura do protótipo. | Largura máxima de B mm |
| Profundidade | Medir a profundidade do protótipo. | Profundidade máxima de C mm |

* 1. CRONOGRAMA

O cronograma de execução do projeto está estruturado em semanas, com atividades específicas e seus respectivos entregáveis. A seguir, apresentamos o cronograma detalhado.

Quadro 4 – Cronograma de execução

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ATIVIDADE | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 3 | SEM. 4 | ENTREGÁVEL |
| Projeto | X |  |  |  | Especificações detalhadas e diagramas do sistema |
| Implementação |  | X | X |  | Código-fonte e montagem do protótipo |
| Verificação |  |  | X | X | Resultados dos testes unitários e de integração |
| Avaliação |  |  |  | X | Relatório de avaliação do protótipo |
| Documentação |  |  |  | X | Documentação completa do projeto |

* 1. ANÁLISE DE RISCOS

Nesta seção, identificamos os riscos que podem ameaçar o atendimento dos requisitos do projeto. Para cada risco, avaliamos a probabilidade, o impacto, o gatilho e o plano de contingência.

Quadro 5 – Análise de riscos

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| RISCO | PROBABILIDADE | IMPACTO | GATILHO | PLANO DE CONTINGÊNCIA |
| Atraso na entrega de componentes | Média | Médio | Componentes não chegam a tempo | Ter fornecedores alternativos e componentes sobressalentes |
| Falha no microcontrolador | Baixa | Alto | Microcontrolador não funciona | Ter um microcontrolador de reserva e realizar testes iniciais rigorosos |
| Problemas de software | Média | Alto | Bugs ou falhas no código | Realizar testes unitários e de integração contínuos e manter backup do código |
| Exceder o orçamento | Média | Médio | Custo dos componentes aumenta | Revisar o orçamento regularmente e buscar alternativas mais econômicas |
| Consumo de energia elevado | Baixa | Médio | Protótipo consome mais energia que o esperado | Otimizar o código e componentes para eficiência energética |
| Falha na comunicação I2C | Média | Alto | Comunicação entre componentes falha | Revisar conexões e implementar tratamento de erros no código |
| Problemas de integração | Média | Alto | Componentes não funcionam bem juntos | Realizar testes de integração frequentes e ajustar conforme necessário |
| Limitações de memória | Baixa | Médio | Código excede a memória disponível | Otimizar o código e utilizar técnicas de gerenciamento de memória |
| Problemas de dissipação de calor | Baixa | Médio | Protótipo aquece excessivamente | Implementar dissipadores de calor e ventoinhas se necessário |
| Falha na interface do usuário | Média | Médio | Interface não responde corretamente | Realizar testes de usabilidade e ajustar a interface conforme feedback |
| **Risco** | **Probabilidade** | **Impacto** | **Gatilho** | **Plano de contingência** |
| Nome do risco | Baixa,  Média  ou Alta | Baixo,  Médio ou Alto | Evento que identifica o risco | Solução para contornar o evento |

1. DESENVOLVIMENTO

Este capítulo é exclusivo para o relatório final (implementação) e não deve ser incluído no relatório do projeto (apenas no documento final).

* 1. IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção, apresente o máximo de detalhes referentes ao que foi implementado. Descreva o fluxo de ferramentas utilizados e apresente trechos representativos do código fonte (não precisa incluir todo o código). Também apresente fotos do protótipo outras e evidências de implementação.

* 1. VERIFICAÇÃO

Apresente os procedimentos de verificação utilizados e os resultados obtidos com a aplicação do plano de verificação. Transcreva o quadro apresentado na seção anterior e acrescente uma coluna para descrever os resultados obtidos. É importante analisar o grau de atendimento de cada requisito. Também apresente imagens de experimentos de verificação, tais como diagramas de formas de onda de simulação, capturas de tela de console e equipamentos de instrumentação, fotos da operação do protótipo. Procure descrever como a imagem evidencia o cumprimento dos requisitos.

* 1. RESULTADOS

Apresente os resultados experimentais com as métricas de avaliação do protótipo, discutindo ao máximo os resultados obtidos. Procure também resumir esses resultados em tabelas.

1. Considerações Finais / CONCLUSÕES

No documento de projeto, esta seção deve ser denominada “Considerações Finais”. Nela, apresente suas considerações, identificando limitações encontradas na elaboração no projeto e soluções a serem adotadas na implementação. Procure discutir também qualquer aspecto julgue pertinente ao trabalho.

No relatório final, após a implementação, renomeie este capítulo para “Conclusões”. Procure resumir os principais resultados e conhecimentos produzidos. Também procure discutir as limitações do trabalho e indicar futuros trabalhos que possam ser feitos a partir dos estudos, implementações e experimentos já realizados, incluindo melhorias e desdobramentos.

Referências

Apresente as referências citadas no documento seguindo as normas da ABNT para elaboração de referências (NBR 6023 de agosto de 2002, ou posterior).