

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**PEDRO HENRIQUE DE OLIVEIRA COSTA**

**FELIPE MARTINS**

**HERBERT CARDOZO**

**CLASSIFICADORES DOS PERSONAGENS DO SIMPSONS**

**CIDADE**

**ANO**

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1 – Tela de acesso ao Cadastro de Pacientes. . . . .</b>	<b>18</b>
<b>Figura 2 – Sítio: Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos. . . . .</b>	<b>30</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Tabela das configurações do HOG . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>Tabela 2 – Características cromáticas dos Simpsons . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>Tabela 3 – Tabela das configurações do HOG . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>Tabela 4 – Tabela das configurações do HOG . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>Tabela 5 – Orçamento dos materiais n.º 1. . . . .</b>	<b>25</b>
<b>Tabela 6 – Orçamento dos materiais n.º 2. . . . .</b>	<b>25</b>
<b>Tabela 7 – Orçamento dos materiais n.º 3. . . . .</b>	<b>25</b>

## LISTA DE QUADROS

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Extração de Características em Visão Computacional</b>	<b>7</b>
2.1.1	Pré-processamento das imagens	7
2.1.2	Descritor HOG (Histogram of Oriented Gradients)	7
2.1.2.1	<u>Conversão para tons de cinza</u>	8
2.1.2.2	<u>Normalização para [0,1]</u>	8
2.1.2.3	<u>Parâmetros específicos utilizados</u>	8
2.1.2.4	<u>Por que HOG para personagens dos Simpsons</u>	8
2.1.2.5	<u>Dimensionalidade final</u>	8
2.1.3	Histogramas RGB Normalizados	9
2.1.3.1	<u>8 bins por canal e normalização</u>	9
2.1.4	Descritor Híbrido: HOG + RGB	9
2.1.5	Relação entre as Características e os Resultados Obtidos	10
<b>2.2</b>	<b>Classificadores Avaliados</b>	<b>10</b>
2.2.1	Análise Comparativa dos Classificadores	11
2.2.2	Ensemble Learning	11
2.2.3	Otimização de Hiperparâmetros e Validação Cruzada	12
<b>3</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>Materiais</b>	<b>14</b>
<b>4.2</b>	<b>Métodos</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>Escopo do sistema</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>Modelagem do sistema</b>	<b>17</b>
<b>5.3</b>	<b>Apresentação do sistema</b>	<b>17</b>
<b>5.4</b>	<b>Implementação do sistema</b>	<b>17</b>
<b>5.5</b>	<b>Discussões (opcional)</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>20</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>21</b>

APÊNDICE A	TÍTULO DO APÊNDICE A COM UM TEXTO MUITO LONGO QUE PODE OCUPAR MAIS DE UMA LINHA . . .	23
APÊNDICE B	ORÇAMENTOS DOS MATERIAIS PARA MONTAGEM DA BANCADA EXPERIMENTAL . . . . .	25
ANEXO A	DIREITOS AUTORAIS - LEI N.º 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998: DISPOSIÇÕES PRELIMINARES . . . . .	27
ANEXO B	NORMAS PARA ELABORAÇÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS . . . . .	30

## 1 INTRODUÇÃO

A tarefa de classificação de imagens tem adquirido relevância crescente nas últimas décadas, impulsionada pelo aumento do poder computacional e pela disponibilidade de bases de dados. Em particular, a classificação de personagens animados apresenta desafios específicos, como variações estilísticas, presença de ruído visual, iluminação não padronizada e pequenas diferenças morfológicas entre classes.

Este trabalho investiga técnicas clássicas de aprendizado de máquina aplicadas à classificação de cinco personagens da série animada The Simpsons: **Bart, Homer, Lisa, Maggie e Marge**. Para isso, uma base de imagens com estrutura de treino e validação foi organizada manualmente, com uma quantidade limitada de exemplos por classe, aproximando-se de cenários reais de bases pequenas (problema conhecido como *small datasets*).

As imagens passaram por um processo de extração de características combinando **Histogram of Oriented Gradients (HOG)** e **histogramas RGB normalizados**, abordagem que busca equilibrar informações estruturais (textura, bordas) e cromáticas (cor dominante de pele, roupa, cabelo etc.), ambas importantes para distinguir personagens visualmente similares.

O pipeline de classificação inclui:

- **KNN** com tuning de k e pesos
- **SVM** com kernel RDF
- *Arvore de Decisão*
- **Random Forest**
- **MLP** (rede neural clássica)
- **Ensemble Voting** com 20 classificadores heterogêneos

Um texto curto apresentando o capítulo.

A avaliação segue as exigências acadêmicas: **validação cruzada estratificada k=10**, métricas macro e matrizes de confusão, além de um conjunto de validação separada (Valid), garantindo avaliação robusta.

Os resultados mostram que a combinação de HOG + histogramas RGB, aliada ao ensemble, oferece desempenho superior, especialmente considerando o conjunto reduzido de amostras.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Extração de Características em Visão Computacional

A etapa de extração de características é central em pipelines tradicionais de visão computacional, especialmente quando o conjunto de dados é reduzido e não se pretende empregar redes neurais profundas. No presente trabalho, buscou-se identificar um conjunto de descritores que fosse capaz de capturar simultaneamente:

- informações estruturais, relacionadas à forma, contornos e textura dos personagens;
- informações cromáticas, fundamentais para distinguir personagens com paletas de cores distintas;
- Robustez diante da variação de iluminação, pose e ruídos provenientes das imagens originais.

Com esse objetivo, adotou-se uma abordagem combinando Histogram of Oriented Gradients (HOG) e Histogramas de Cores RGB normalizados, ambos extraídos explicitamente na função `extract_features()` presente no código final do trabalho.

#### 2.1.1 Pré-processamento das imagens

Antes da extração dos descritores, cada imagem passa pelo seguinte processo: **Conversão para RGB**, o uso do formato RGB padroniza os canais cromáticos, uma vez que algumas imagens podem estar em tons de cinza ou paletas indexadas; **Redimensionamento para 96×96 pixels** Definido em `IMG_SIZE = (96, 96)`, esse tamanho reduzido permite a diminuição significativa do custo computacional, normalização da dimensão entre classes, preservação suficiente dos detalhes faciais e do contorno dos personagens, consistência para **HOG**, cujo desempenho é fortemente dependente da escala da imagem; **Conversão para array NumPy** Necessário para cálculos matriciais de HOG e histogramas.

#### 2.1.2 Descritor HOG (Histogram of Oriented Gradients)

O descritor HOG, introduzido por Dalal e Triggs (2005), é amplamente utilizado para capturar gradientes locais, orientações de borda e estruturas de forma — aspectos essenciais para diferenciar personagens como Bart, Homer ou Marge. No código, a extração é implementada da seguinte forma:

$$gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_RGB2GRAY)$$



$$gray_f = gray.astype(np.float32)/255.0$$

$$hog_{vec} = hog(gray_f, * * HOG_{PARAMS})$$

#### 2.1.2.1 Conversão para tons de cinza

A conversão facilita a detecção de bordas, pois gradientes são mais informativos em luminância do que em cor.

#### 2.1.2.2 Normalização para [0,1]

A linha: `gray_f = gray.astype(np.float32)/255.0` melhora a estabilidade numérica da aplicação do **HOG** e evita saturação.

#### 2.1.2.3 Parâmetros específicos utilizados

Na tabela a seguir podemos observar os parâmetro utilizados na configuração do **HOG** e o que eles significam.

**Tabela 1 – Tabela das configurações do HOG**

Parâmetro	valor	Explicação
orientations	9	Divide o espaço angular em 9 bins (0°–180°), suficiente para capturar bordas características dos personagens (cabelo serrilhado de Bart, bigode de Ned Flanders caso existisse, etc.)
pixels_per_cell	(8,8)	Regiões pequenas que capturam gradações locais de textura
block_norm	'L2-Hys'	Normalização robusta que melhora invariância a luz e contraste

#### 2.1.2.4 Por que HOG para personagens dos Simpsons

A série apresenta personagens com traços simplificados porém muito distintivos, como: O cabelo serrilhado e simétrico de Bart; O formato circular da cabeça e barba de Homer; O cabelo pontudo e irregular de Lisa; O laço e a forma diminuta de Maggie; O elevado volume vertical do cabelo de Marge. HOG é especialmente eficaz para esse cenário, pois privilegia orientações dominantes e contornos nítidos.

#### 2.1.2.5 Dimensionalidade final

Para imagens 96×96 com estes parâmetros, o HOG gera mais de 3000 atributos por imagem. Essa alta dimensionalidade é conveniente porque: Aumenta o poder discriminativo, favorece classificadores não lineares (como SVM RBF) e permite melhor separabilidade entre classes visualmente próximas.

### 2.1.3 Histogramas RGB Normalizados

Embora HOG capture forma e textura, ele não retém informações sobre cor, essenciais neste problema. Para contornar isso, o código extrai histogramas RGB:

$$h = cv2.calcHist([img],[c],None,[8],[0,256]).flatten()$$

$$h = h/(h.sum() + 1e - 8)$$

Utilizamos o Histogramas de **RGB** pois os personagens dos Simpsons possuem uma identidade cromática forte:

**Tabela 2 – Características cromáticas dos Simpsons**

Personagem	Características cromáticas
Bart	camiseta vermelha, pele amarela vibrante, cabelo amarelo irregular
Homer	camisa branca, barba azul clara
Marge	cabelo azul alto, vestido verde
Lisa	vestido vermelho, colar branco
Maggie	roupa azul-bebê, laço azul

Essas cores são informação altamente discriminativa, especialmente considerando que as imagens foram redimensionalizadas para uma baixa resolução (96×96).

#### 2.1.3.1 8 bins por canal e normalização

Um histograma de 8 bins por canal é um compromisso entre: granularidade suficiente para distinguir tons, dimensionalidade moderada ( $8 \times 3 = 24$  atributos), robustez a ruídos e variação de iluminação.

A normalização:  $h = h/(h.sum() + 1e - 8)$  garante que variações de exposição, iluminação ou brilho não distorçam os histogramas.

### 2.1.4 Descritor Híbrido: HOG + RGB

Essa estratégia híbrida é considerada “best practice” em pipelines clássicos de visão computacional por três motivos:

- complementaridade dos descritores (textura + cor)
- robustez a ruídos, pois erros de forma podem ser compensados por cor e vice-versa
- melhor funcionamento em cenários de poucos dados, onde CNNs profundas tendem a sobreajustar

Na prática, esses dois descritores permitem que modelos simples (como KNN ou Decision Tree) já capturem boa parte das diferenças visuais entre classes, enquanto modelos mais complexos (SVM, MLP e Random Forest) exploram melhor a riqueza estrutural do vetor.

#### 2.1.5 Relação entre as Características e os Resultados Obtidos

Observando os resultados das matrizes de confusão (arquivos enviados), é possível verificar que:

- Classes com padrões de cor muito distintos (ex.: Marge e Maggie) tendem a se beneficiar do histograma RGB.
- Classes com padrões estruturais fortes (ex.: Bart e Lisa) são bem capturadas pelo HOG.
- Personagens visualmente mais próximos (ex.: Homer × Bart ou Lisa × Maggie) apresentaram confusões previsíveis, mitigadas parcialmente pelo ensemble.

Assim, o uso combinado de HOG + histogramas de cor foi fundamental para permitir que os classificadores produzissem resultados consistentes mesmo em uma base pequena e com baixa resolução.

## 2.2 Classificadores Avaliados

Para a etapa de classificação das características extraídas (HOG e Histogramas de Cor), foram selecionados cinco algoritmos distintos, visando explorar diferentes comportamentos estatísticos. Os modelos escolhidos foram:

- **K-Nearest Neighbors (KNN)**: Um classificador baseado em instância que rotula amostras com base na classe majoritária entre os k vizinhos mais próximos.
- **Support Vector Machine (SVM)**: Focado em encontrar o hiperplano ótimo de separação em espaços de alta dimensão.
- **Decision Tree (DT)**: Um modelo baseado em regras de inferência hierárquicas, capaz de capturar relações não lineares simples.
- **Random Forest (RF)**: Um método de bagging que combina múltiplas árvores de decisão para reduzir a variância e o risco de overfitting.
- **Multilayer Perceptron (MLP)**: Uma rede neural artificial feedforward que utiliza retropropagação para aprender mapeamentos complexos entre as características visuais e as classes dos personagens.

### 2.2.1 Análise Comparativa dos Classificadores

Os experimentos demonstraram que a tarefa de classificação dos personagens apresenta desafios significativos, principalmente devido à natureza das características extraídas e ao possível desequilíbrio entre as classes.

Observa-se que, embora o SVM e o Random Forest tenham alcançado acurácias razoáveis (acima de 47%), seus valores de F1-Score Macro foram baixos (0,395 e 0,266, respectivamente). Isso indica um viés dos modelos em favor das classes majoritárias. A análise das matrizes de confusão confirma esse comportamento:

- O Random Forest classificou corretamente 33 das 35 amostras da classe majoritária (Classe 0), mas falhou completamente em identificar qualquer amostra das Classes 2, 3 e 4 (Recall = 0 para estas classes).
- O SVM apresentou comportamento similar, com alta precisão global, mas baixa capacidade de recuperação (Recall) para as classes minoritárias.

Por outro lado, o MLP e o KNN demonstraram um equilíbrio maior entre precisão e revocação, sacrificando um pouco da acurácia global para manter a capacidade de detectar as classes menos representadas, resultando em F1-Scores superiores aos métodos baseados em árvores.

Além dos classificadores individuais, foi implementada uma estratégia de Ensemble Learning utilizando um Soft Voting Classifier. Este ensemble combina as probabilidades preditas por 20 estimadores base (variações dos algoritmos citados acima com diferentes hiperparâmetros) para computar a classe final, buscando maior robustez e generalização.

Modelo final combinado:

- 5 KNNs
- 5 SVMs
- 4 Random Forests
- 3 Decision Trees
- 3 MLPs

Em votação **soft**, utilizando probabilidades médias.

### 2.2.2 Ensemble Learning

A estratégia de Ensemble Learning (Voting Classifier) provou ser a abordagem mais eficaz para este problema, superando todos os modelos individuais em todas as métricas avaliadas.

**Tabela 3 – Tabela das configurações do HOG**

<b>Modelo</b>	<b>Acurácia (Val)</b>	<b>F1-Score Macro (Val)</b>
Decision Tree	38,95%	0,355
Random Forest	47,37%	0,266
KNN	45,26%	0,405
SVM (RBF)	53,68%	0,395
MLP	51,58%	0,419
Ensemble (voting)	61,05%	0,510

O Ensemble atingiu uma acurácia de **61,05%**, um bom aumento em relação ao melhor modelo individual (SVM com **53,68%**). Ênfase também no F1-Score que subiu para 0,510, evidenciando que o comitê conseguiu generalizar melhor para as classes minoritárias onde os modelos individuais falharam.

A matriz de confusão do Ensemble revela que ele manteve a alta taxa de acerto nas classes dominantes (**31/35** na Classe 0), mas, diferentemente do Random Forest, conseguiu recuperar amostras das classes difíceis (4 acertos na Classe 2 e 4 acertos na Classe 3). Isso valida a hipótese de que a combinação de classificadores com diferentes vieses (KNN, SVM, Árvores e Redes Neurais) cria uma fronteira de decisão mais robusta e menos sujeita a overfitting em características específicas.

### 2.2.3 Otimização de Hiperparâmetros e Validação Cruzada

Para garantir que os resultados não fossem enviesados por uma única divisão de dados ou por configurações arbitrárias, adotou-se um protocolo rigoroso de validação.

O processo de treino e validação seguiu a técnica de Validação Cruzada Estratificada (Stratified K-Fold) com **k=10**. Esta técnica garante que a proporção de classes em cada dobra seja preservada, o que é crucial dado o possível desbalanceamento entre as classes dos personagens.

Para cada algoritmo individual, foi executada uma busca exaustiva de hiperparâmetros (Grid Search), otimizando a métrica **F1-Score Macro**. As grades de busca definidas foram:

**Tabela 4 – Tabela das configurações do HOG**

<b>Modelo</b>	<b>Hiperparâmetros Avaliados</b>
Decision Tree	k=3, 5, 7, 9 Pesos: 'uniform' e 'distance'
Random Forest	C=1, 10, 100 Gamma: 'scale', 1 <sup>-3</sup> e 1 <sup>-4</sup> Kernel: 'rbf'
KNN	45,26%
SVM (RBF)	53,68%
MLP	51,58%



## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

A ênfase deste capítulo está em reportar o que e como será feito para alcançar o objetivo do trabalho. Este capítulo pode ser subdividido, inicialmente, em duas seções, sendo uma para os materiais e outra para os métodos.

### **4.1 Materiais**

Materiais são as ferramentas, as tecnologias, os ambientes de desenvolvimento e outros que são utilizados para realizar as atividades desde a definição dos requisitos à implantação do sistema. Exemplos de materiais: linguagens de programação e de modelagem, banco de dados e seus gerenciadores, editores para análise e modelagem, ambiente e plataforma de desenvolvimento.

Cada um dos materiais pode ter uma subseção própria ou serem descritos em uma mesma seção. De qualquer forma, essa seção não precisa ser muito extensa, deve abranger apenas um conhecimento básico sobre cada um dos materiais e o que é mais relevante ou utilizado para o trabalho proposto. De maneira geral, não há necessidade de incluir informações históricas sobre os materiais. Centrar-se nos conceitos e particularidades mais relevantes para o trabalho. Exceto se necessário para o entendimento do objeto do trabalho ou considerado relevante para o tipo de pesquisa.

### **4.2 Métodos**

Os métodos definem, de certa maneira, um plano geral do trabalho, com as principais atividades realizadas durante seu processo de desenvolvimento. São apenas as atividades, o que será feito e o que se espera obter com as mesmas. O que é obtido com a realização dessas atividades está no Capítulo 5.

Os métodos são, basicamente, uma sequência de atividades realizadas para definir o sistema, modelar o problema e a solução, implementar a solução, testar e implantar essa solução. Essas atividades devem enfatizar a forma de uso dos materiais de acordo com o referencial teórico e como foi procedido no sentido de alcançar os objetivos do trabalho. Os métodos incluem os procedimentos utilizados para se alcançar o objetivo do trabalho. Assim, ele abrange o ciclo de vida do sistema, da identificação do problema à implantação da solução. A identificação pode incluir a definição dos requisitos por parte do usuário e/ou cliente definindo a proposta do sistema. A implantação pode incluir a forma de gerar os instaladores, os recursos e forma de instalação do sistema, a forma de manutenção e de descontinuidade do sistema.

A definição das atividades, passos, ou procedimentos que compõem os métodos podem (ou mesmo deve) estarem baseados em autores. Esses autores, normalmente, estão relacionados à engenharia de software.

O tempo verbal a ser utilizado na descrição dos métodos é o passado, considerando que trata-se de métodos que foram aplicados para a obtenção dos resultados a serem apresentados.



## 5 RESULTADOS

Este capítulo apresenta o que foi obtido como resultado do trabalho, que, em princípio, é o sistema desenvolvido. Se não for um sistema, como, por exemplo, uma solução na área de redes, neste capítulo é reportada a solução proposta. Neste caso, a divisão do capítulo em seções é realizada, se necessária, de acordo com o trabalho.

O capítulo pode conter seções de acordo com o tipo de sistema e a necessidade de documentação mais extensa de determinados aspectos. Caso o trabalho se refira à comparação entre tecnologias ou dados obtidos como resultados do uso do sistema, além da descrição do sistema, há os dados obtidos com os testes e a discussão desses dados. Nesse caso haverá uma seção para os dados obtidos desses testes e as discussões.

### 5.1 Escopo do sistema

Apresenta o escopo do sistema (contendo entre dois ou cinco parágrafos) de forma bastante sucinta, considerando aspectos técnicos e conceituais. O escopo define o que é o sistema, consistindo das funcionalidades e características que o sistema deve conter. É importante apresentar também o escopo negativo, ou seja, as funcionalidades e características que o sistema não irá conter. Exemplo:

O sistema XYZ deve gerenciar todos os processos de uma livraria virtual, desde a aquisição até a venda dos livros para o consumidor final. O acesso dos compradores e gerentes deve ser feito por meio de um site WEB, incluindo a possibilidade de acesso por outras tecnologias (ex. celular, tablet). Os clientes poderão fazer as compras pagando com cartão de crédito ou depósito bancário. Existem promoções eventuais pelas quais os livros podem ser comprados com desconto.

De início, a livraria vai trabalhar apenas com livros novos a serem adquiridos de editoras que tenham sistema automatizado de aquisição. Desta forma, o sistema a ser desenvolvido deve conectar-se aos sistemas das editoras para efetuar as compras.

O sistema deve calcular o custo de entrega baseado no peso dos livros e na distância do ponto de entrega. Eventualmente podem haver promoções do tipo “entrega gratuita” para determinadas localidades.

O sistema deve permitir a um gerente emitir relatórios de livros mais vendidos, e compradores mais assíduos, bem como sugerir compras para compradores baseadas em seus interesses anteriores.

## **5.2 Modelagem do sistema**

A modelagem do sistema inclui os diagramas e as descrições textuais para representar o problema e a solução.

Sendo assim, primeiramente esse item deve apresentar diagramas utilizados para a modelagem de negócios (ex. diagramas de atividade e estado), se esses tenham sido necessários. Em seguida esse item deve conter a descrição dos requisitos obtidos do usuário, contendo sua respectiva classificação (funcionais e não funcionais). Sugere-se o uso de um modelo formal sugerido por autores (ex. Wazlawick, Bezerra) para a apresentação dessa classificação.

Se utilizada orientação a objetos e a UML, nesta seção ainda são apresentados, por exemplo, os diagramas de casos de uso, com suas descrições suplementares, os diagramas de classe de análise (ou modelo conceitual), de sequência e/ou comunicação, diagrama de classes de projeto.

Nesta seção também estão os diagramas da modelagem de banco de dados, como entidade-relacionamento. Nesse item pode ser apresentada a descrição de cada uma das classes do modelo de classes apresentado acima, assim como a descrição das tabelas do banco de dados. Também podem estar documentados modelos e padronizações utilizados para a interface, diagramas de navegação, a representação da arquitetura do sistema e dos padrões de projeto utilizados.

## **5.3 Apresentação do sistema**

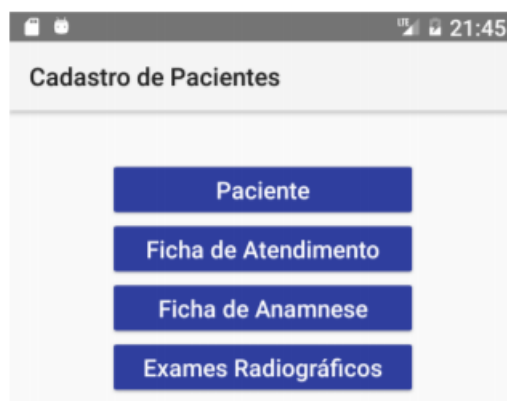
Apresenta as funcionalidades e o uso de recursos tecnológicos do sistema por meio de suas telas, enfatizando a interação com o sistema. A apresentação do sistema é feita sob a forma de texto, com telas e definição de padrões que forem relevantes ao contexto do trabalho. As telas são tratadas como figuras, cópias (print screen) de relatórios ou consultas também são figuras.

A Figura 1 exhibe a tela de acesso ao Cadastro de Pacientes.

## **5.4 Implementação do sistema**

Nesta seção é documentada a implementação do sistema com partes relevantes ou exemplos de código, rotinas, funções. Inclui, ainda, a descrição técnica do uso de recursos (componentes, bibliotecas, etc.) da linguagem. Ressalta-se que cada orientador avaliará juntamente com seu orientado o que poderá ser descrito nesta seção. Isso sem que sejam revelados detalhes do sistema que possam comprometer seu uso comercial ou científico ou que a descrição fique muito sucinta ou superficial.

**Figura 1 – Tela de acesso ao Cadastro de Pacientes.**



**Fonte: Autoria própria (2025).**

Em materiais e método estão quais os recursos utilizados, neste capítulo é reportado como esses recursos foram utilizados para resolver o problema.

Sugere-se colocar listagens curtas de código, enfatizando aspectos específicos das tecnologias utilizadas ou da implementação. Sugere-se, ainda, que o código não seja apresentado sob a forma de print screen, e sim copiado e colado no texto, mantendo, se possível, a formatação. Todas as listagens de código devem ser devidamente explicadas. A explicação deve ser técnica, fundamentada em aspectos conceituais e boas práticas de programação.

Enfatizar os diferenciais do sistema: procedimentos armazenados, consultas SQL, uso de componentes, uso de padrões de projeto, a forma de uso dos recursos da linguagem. Esses diferenciais são no sentido de explicitar as vantagens, desvantagens, dificuldades e facilidades que esses recursos impetraram no desenvolvimento do sistema em termos técnicos. Esses diferenciais servirão para avaliar pela utilização ou não desses recursos, pelo menos para sistemas iguais ou semelhantes ao reportado no trabalho.

Reportar a forma como o sistema foi verificado e validado. No sentido de verificar se os requisitos definidos para o mesmo foram atendidos. Os testes podem ser realizados pelo professor orientador, pelos professores que compõem a banca, por pessoas que serviram de base para as informações para o sistema e etc. Os testes podem ser realizados com base em um plano de testes elaborado juntamente com a análise e projeto do sistema. Para validar a implementação podem ser desenvolvidas rotinas de teste unitário.

Se houver implantação do sistema, mesmo que seja para teste, reportar a forma como isso foi feito, a geração de instaladores, os problemas com ambiente e sistema operacional, incluindo banco de dados e outros. Deixar explícito o procedimento para instalar e usar o sistema.

Quando for necessário, citar no texto do trabalho nomes de campos, tabelas ou rotinas específicas utilizadas na implementação de um software, utilizar a fonte courier new para destacar esses nomes.

Um exemplo de listagem de código fonte pode ser observado na Listagem 1, que representa a classe Aluno.

**Listagem 1 – Classe Aluno**

```
1 @Entity
2 public class Foo {
3
4     @Id
5     @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
6     private Long id;
7
8     private String nome;
9
10    private Integer ra;
11
12    // constructor, getters and setters
13 }
```

**Fonte: Autoria própria (2025).**

**5.5 Discussões (opcional)**

O trabalho contém esta seção quando considerado que há resultados (em termos de dados) e discussões relevantes ou suficientes para justificar uma seção. Se existentes e não justificarem uma seção, eles podem estar na seção que relata a implementação do sistema.

Nesta seção estão os resultados obtidos da realização de testes quantitativos e qualitativos, independentemente da quantidade, tipo e volume de testes realizados. Os resultados dos testes são discutidos tendo como base o referencial teórico e os objetivos pretendidos com o trabalho. Esses testes podem resultar de implantação e testes de uso do sistema.

## 6 CONCLUSÃO

Inicia com um resumo do trabalho, retomando o(s) objetivo(s), o referencial teórico e o uso das ferramentas e das tecnologias utilizadas no trabalho.

A conclusão contém a opinião do autor em relação às vantagens, desvantagens, facilidades e limitações das tecnologias e/ou do método utilizados, as dificuldades encontradas e como foram superadas.

Também devem ser apresentadas as vantagens, desvantagens e limitações do trabalho desenvolvido, sempre tendo em vista a sua contribuição para a comunidade acadêmica e profissional e para a sociedade como um todo.

É a opinião técnica do autor do trabalho em relação ao assunto sob a forma de uma espécie de avaliação em relação ao trabalho desenvolvido e as tecnologias utilizadas.

Finaliza verificando se o objetivo foi alcançado e com a opinião do autor sobre o assunto, de acordo com o referencial teórico e com os resultados obtidos.

As perspectivas futuras são opcionais, devem ser apresentadas somente caso o acadêmico pretenda dar continuidade ao trabalho, ou mesmo se ele julgar relevante que outras pessoas dêem continuidade ao seu trabalho.

## REFERÊNCIAS

UTFPR. **Orientação para a entrega de trabalhos acadêmicos**. 1a. ed. Curitiba, 2021.  
Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/biblioteca/trabalhos-academicos/discentes>. Acesso em:  
08 nov. 2021.

**APÊNDICE A – Título do Apêndice A com um Texto Muito Longo que  
Pode Ocupar Mais de uma Linha**

Quando houver necessidade pode-se apresentar como apêndice documento(s) auxiliar(es) e/ou complementar(es) como: legislação, estatutos, gráficos, tabelas, etc. Os apêndices são enumerados com letras maiúsculas: Apêndice A, Apêndice B, etc.

No  $\text{\LaTeX}$  apêndices são editados como capítulos. O comando `\appendix` faz com que todos os capítulos seguintes sejam considerados apêndices.

Apêndices complementam o texto principal da tese com informações para leitores com especial interesse no tema, devendo ser considerados leitura opcional, ou seja, o entendimento do texto principal da tese não deve exigir a leitura atenta dos apêndices.

Apêndices usualmente contemplam provas de teoremas, deduções de fórmulas matemáticas, diagramas esquemáticos, gráficos e trechos de código. Quanto a este último, código extenso não deve fazer parte da tese, mesmo como apêndice. O ideal é disponibilizar o código na Internet para os interessados em examiná-lo ou utilizá-lo.



**APÊNDICE B – Orçamentos dos Materiais para Montagem da Bancada  
Experimental**

**Tabela 5 – Orçamento dos materiais n.º 1.**

Material	Valor (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Bomba centrífuga	2500,00	01	2500,00
Compressor rotativo	3000,00	01	3000,00
Manômetro diferencial	450,00	02	900,00
Termopar	370,00	02	740,00
Válvula de esfera	43,00	02	86,00
Tubulação de PVC	10,00	05	50,00
Conexão de PVC	5,00	10	50,00
Total (R\$)			7326,00

**Fonte: Autoria própria (2025).****Tabela 6 – Orçamento dos materiais n.º 2.**

Material	Valor (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Bomba centrífuga	2700,00	01	2700,00
Compressor rotativo	2950,00	01	2950,00
Manômetro diferencial	515,00	02	1030,00
Termopar	350,00	02	700,00
Válvula de esfera	40,00	02	80,00
Tubulação de PVC	8,00	05	40,00
Conexão de PVC	6,00	10	60,00
Total (R\$)			7560,00

**Fonte: Autoria própria (2025).****Tabela 7 – Orçamento dos materiais n.º 3.**

Material	Valor (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Bomba centrífuga	2600,00	01	2600,00
Compressor rotativo	3100,00	01	3100,00
Manômetro diferencial	500,00	02	1000,00
Termopar	400,00	02	800,00
Válvula de esfera	45,00	02	90,00
Tubulação de PVC	12,00	05	60,00
Conexão de PVC	5,00	10	50,00
Total (R\$)			7700,00

**Fonte: Autoria própria (2025).**

**ANEXO A – Direitos Autorais - Lei N.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998:**

**Disposições Preliminares**



**Presidência da República**  
**Casa Civil**  
**Subchefia para Assuntos Jurídicos**

**LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998.**

[Mensagem de veto](#)

Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

[Vide Lei nº 12.853, de 2013](#) [\(Vigência\)](#)

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Título I

Disposições Preliminares

Art. 1º Esta Lei regula os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos.

Art. 2º Os estrangeiros domiciliados no exterior gozarão da proteção assegurada nos acordos, convenções e tratados em vigor no Brasil.

Parágrafo único. Aplica-se o disposto nesta Lei aos nacionais ou pessoas domiciliadas em país que assegure aos brasileiros ou pessoas domiciliadas no Brasil a reciprocidade na proteção aos direitos autorais ou equivalentes.

Art. 3º Os direitos autorais reputam-se, para os efeitos legais, bens móveis.

Art. 4º Interpretam-se restritivamente os negócios jurídicos sobre os direitos autorais.

Art. 5º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - publicação - o oferecimento de obra literária, artística ou científica ao conhecimento do público, com o consentimento do autor, ou de qualquer outro titular de direito de autor, por qualquer forma ou processo;

II - transmissão ou emissão - a difusão de sons ou de sons e imagens, por meio de ondas radioelétricas; sinais de satélite; fio, cabo ou outro condutor; meios óticos ou qualquer outro processo eletromagnético;

III - retransmissão - a emissão simultânea da transmissão de uma empresa por outra;

IV - distribuição - a colocação à disposição do público do original ou cópia de obras literárias, artísticas ou científicas, interpretações ou execuções fixadas e fonogramas, mediante a venda, locação ou qualquer outra forma de transferência de propriedade ou posse;

V - comunicação ao público - ato mediante o qual a obra é colocada ao alcance do público, por qualquer meio ou procedimento e que não consista na distribuição de exemplares;

VI - reprodução - a cópia de um ou vários exemplares de uma obra literária, artística ou científica ou de um fonograma, de qualquer forma tangível, incluindo qualquer armazenamento permanente ou temporário por meios eletrônicos ou qualquer outro meio de fixação que venha a ser desenvolvido;

VII - contrafação - a reprodução não autorizada;

VIII - obra:

a) em co-autoria - quando é criada em comum, por dois ou mais autores;

b) anônima - quando não se indica o nome do autor, por sua vontade ou por ser desconhecido;

c) pseudônima - quando o autor se oculta sob nome suposto;

d) inédita - a que não haja sido objeto de publicação;

e) póstuma - a que se publique após a morte do autor;

f) originária - a criação primígena;

g) derivada - a que, constituindo criação intelectual nova, resulta da transformação de obra originária;

h) coletiva - a criada por iniciativa, organização e responsabilidade de uma pessoa física ou jurídica, que a publica sob seu nome ou marca e que é constituída pela participação de diferentes autores, cujas contribuições se fundem numa criação autônoma;

i) audiovisual - a que resulta da fixação de imagens com ou sem som, que tenha a finalidade de criar, por meio de sua reprodução, a impressão de movimento, independentemente dos processos de sua captação, do suporte usado inicial ou posteriormente para fixá-lo, bem como dos meios utilizados para sua veiculação;

IX - fonograma - toda fixação de sons de uma execução ou interpretação ou de outros sons, ou de uma representação de sons que não seja uma fixação incluída em uma obra audiovisual;

X - editor - a pessoa física ou jurídica à qual se atribui o direito exclusivo de reprodução da obra e o dever de divulgá-la, nos limites previstos no contrato de edição;

XI - produtor - a pessoa física ou jurídica que toma a iniciativa e tem a responsabilidade econômica da primeira fixação do fonograma ou da obra audiovisual, qualquer que seja a natureza do suporte utilizado;

XII - radiodifusão - a transmissão sem fio, inclusive por satélites, de sons ou imagens e sons ou das representações desses, para recepção ao público e a transmissão de sinais codificados, quando os meios de decodificação sejam oferecidos ao público pelo organismo de radiodifusão ou com seu consentimento;

XIII - artistas intérpretes ou executantes - todos os atores, cantores, músicos, bailarinos ou outras pessoas que representem um papel, cantem, recitem, declamem, interpretem ou executem em qualquer forma obras literárias ou artísticas ou expressões do folclore.

XIV - titular originário - o autor de obra intelectual, o intérprete, o executante, o produtor fonográfico e as empresas de radiodifusão. [\(Incluído pela Lei nº 12.853, de 2013\)](#)

Art. 6º Não serão de domínio da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios as obras por eles simplesmente subvencionadas.

## **ANEXO B – Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos**

As normas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) podem ser acessadas em: <http://portal.utfpr.edu.br/biblioteca/trabalhos-academicos/discentes/orientacao-para-trabalhos-academicos>. Ver Figura 2.

**Figura 2 – Sítio: Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos.**

**Orientação para a entrega de trabalhos acadêmicos**

publicado 18/09/2017 11h42, última modificação 30/08/2021 19h22

Instrução voltada a discentes de Graduação, Especialização, Mestrado, Doutorado e Formação Pedagógica

**Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**

Os trabalhos devem estar de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), disponíveis na base de dados [GedWeb](#).

NBR 6023/2018 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - REFERÊNCIAS  
 NBR 6024/2012 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - NUMERAÇÃO PROGRESSIVA DAS SEÇÕES DE UM DOCUMENTO - APRESENTAÇÃO  
 NBR 6027/2012 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - SUMÁRIO - APRESENTAÇÃO  
 NBR 6028/2003 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - RESUMO - APRESENTAÇÃO  
 NBR 6034/2004 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - ÍNDICE - APRESENTAÇÃO  
 NBR 10520/2002 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - CITAÇÕES EM DOCUMENTOS - APRESENTAÇÃO  
 NBR 14724/2011 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - TRABALHOS ACADÊMICOS - APRESENTAÇÃO  
 NBR 15287/2011 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO — PROJETO DE PESQUISA — APRESENTAÇÃO

**Elementos obrigatórios no Trabalho Acadêmico**

Antes de entregar o trabalho ao seu orientador, certifique-se que todos os **elementos obrigatórios** foram adequadamente incluídos:

- Capa
- Folha de rosto
- Folha de aprovação (A folha de aprovação não deve conter nenhuma assinatura)
- Resumo
- Abstract
- Sumário
- Corpo do trabalho - introdução, desenvolvimento, conclusão
- Referências

**Fonte: (UTFPR, 2021).**