

# **Aprimoramento de um sistema de avaliação da qualidade de um vídeo**

Proposta para Trabalho de Conclusão do  
Curso de Engenharia de Computação, apre-  
sentado à UTFPR como requisito parcial  
para obtenção do título de Engenheiro de  
Computação.

**Curitiba  
2010**

Evandro Sirichuk de Souza

**Aprimoramento, agrupamento e revisão de  
ferramentas de auxílio à avaliação subjetiva de vídeos**

Proposta para Trabalho de Conclusão do  
Curso de Engenharia de Computação, apre-  
sentado à UTFPR como requisito parcial  
para obtenção do título de Engenheiro de  
Computação.

**Orientador:**

Keiko Veronica Ono Fonseca

keikoveronicaono@gmail.com

---

**Curitiba**

**2010**

## LISTA DE FIGURAS

1	Diagrama da área de cobertura das diferentes tecnologias de rede sem fio.(KIOSKEA, 2010) . . . . .	p. 16
2	Caso de uso: Comparar avaliações. . . . .	p. 22
3	Caso de uso: Inserção de avaliações. . . . .	p. 22
4	Caso de uso: Edição do banco de dados. . . . .	p. 23
5	Caso de uso: Avaliação objetiva. . . . .	p. 24
6	Diagrama de Classes. . . . .	p. 25
7	Diagrama contendo o tempo de execução da rede . . . . .	p. 30
8	Diagrama contendo cedo dos eventos. . . . .	p. 30
9	Diagrama contendo tarde dos eventos. . . . .	p. 30
10	Diagrama contendo as folgas dos eventos. . . . .	p. 31
11	Diagrama contendo o caminho critico. . . . .	p. 31
12	Diagrama de Gantt. . . . .	p. 33
13	Diagrama de blocos simplificado do <i>hardware</i> do sistema . . . . .	p. 35

## LISTA DE TABELAS

1	Cálculo UAW . . . . .	p. 26
2	Cálculo UUCW . . . . .	p. 26
3	Cálculo TCF . . . . .	p. 27
4	Cálculo EF . . . . .	p. 28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LCD	Laboratório de Comunicação de Dados
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> (Ambiente Integrado de Desenvolvimento)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
IP	<i>Internet Protocol</i> (Protocolo da Internet)
IPTV	<i>Internet Protocol Television</i> (Protocolo de Televisão da Internet)
PSNR	<i>Peak Signal to Noise Ratio</i> (Pico de relação sinal/ruído)
RMSE	<i>Root Mean Square of the Error</i> (Raiz média quadrática do erro)
FR	<i>Full Reference</i> (Referência Total)
RR	<i>Reduced Reference</i> (Referência Reduzida)
NR	<i>No Reference</i> (Sem Referência)
ITU	<i>International Telecommunication Union</i> (União de telecomunicação internacional)
VQEG	<i>Video Quality Expert Group</i> (Grupo especialista em qualidade de vídeo)
SDTV	<i>Standart Definition Television</i> (Televisão de definição padrão)
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i> (Rede local sem fio)

## LISTA DE SÍMBOLOS

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	p. 10
1.1	Palavras-Chave . . . . .	p. 11
1.2	Objetivo Geral . . . . .	p. 11
1.3	Objetivos Específicos . . . . .	p. 11
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	p. 12
2.1	Fundamentos . . . . .	p. 12
2.1.1	Fundamentos metodológicos da avaliação, utilizando métricas sub- jetivas e objetivas, da qualidade de imagem/vídeo . . . . .	p. 13
2.1.2	Normas vigentes e literatura atual sobre métricas de avaliação . . .	p. 13
2.1.3	Técnicas e algoritmos de compressão de vídeo . . . . .	p. 14
2.1.4	Vídeo digital e seus artefatos . . . . .	p. 14
2.1.5	Efeitos de distorções/ruídos e impacto visual . . . . .	p. 15
2.1.6	Tecnologias e protocolos de rede sem fio . . . . .	p. 15
2.2	Tecnologias . . . . .	p. 16
<b>3</b>	<b>RECURSOS DE <i>HARDWARE</i> E <i>SOFTWARE</i></b>	p. 17
3.1	Recursos de <i>Hardware</i> . . . . .	p. 17
3.2	Recursos de <i>Software</i> . . . . .	p. 17
3.3	Viabilidade . . . . .	p. 17
<b>4</b>	<b>CONTEXTO</b>	p. 19
<b>5</b>	<b>LEVANTAMENTO DE REQUISITOS</b>	p. 20

5.1	Requisitos funcionais e não-funcionais . . . . .	p. 20
5.1.1	O sistema deverá fornecer uma interface gráfica que exiba informações sobre os resultados do ambiente de avaliação . . . . .	p. 20
5.1.2	O sistema deve capturar e enviar as notas dadas pelos avaliadores durante a avaliação subjetiva através de uma rede sem fio . . . . .	p. 20
5.1.3	O sistema deve armazenar as notas dadas pelos avaliadores durante a avaliação subjetiva em um banco de dados . . . . .	p. 20
5.1.4	O <i>Software</i> principal deve gerar gráficos comparativos a partir dos dados coletados . . . . .	p. 21
5.1.5	O <i>Software</i> principal deve prover uma interface de comunicação com o equipamento de coleta das notas . . . . .	p. 21
5.1.6	O <i>Software</i> principal deve agrupar as bibliotecas de avaliação objetiva em um único pacote . . . . .	p. 21
<b>6</b>	<b>DIAGRAMAS DE CASOS DE USO</b>	p. 22
6.1	Comparar Avaliações . . . . .	p. 22
6.1.1	Pré-condições . . . . .	p. 22
6.2	Inserção de avaliações . . . . .	p. 22
6.2.1	Pré-condições . . . . .	p. 22
6.3	Edição do banco de dados . . . . .	p. 23
6.3.1	Pré-condições . . . . .	p. 23
6.4	Avaliação objetiva . . . . .	p. 23
6.4.1	Pré-condições . . . . .	p. 23
<b>7</b>	<b>DIAGRAMA DE CLASSES</b>	p. 25
<b>8</b>	<b>LEVANTAMENTO DE REQUISITOS</b>	p. 26
8.1	<i>Unadjusted Actor Weight</i> (UAW) . . . . .	p. 26
8.2	<i>Unadjusted Use Case Weight</i> (UUCW) . . . . .	p. 26



8.3	<i>Unadjusted Use Case Point</i> (UUCP) . . . . .	p. 26
8.4	<i>Technical Complexity Factor</i> (TCF) . . . . .	p. 27
8.5	<i>Environmental Factor</i> (EF) . . . . .	p. 27
8.6	<i>Use Case Points</i> (UCP) . . . . .	p. 27
<b>9</b>	<b>DIAGRAMAS</b>	p. 29
9.1	Identificação das etapas . . . . .	p. 29
<b>10</b>	<b>DIAGRAMA DE GANTT</b>	p. 32
<b>11</b>	<b>PROJETO DE <i>HARDWARE</i></b>	p. 34
11.1	Descrição . . . . .	p. 34
<b>12</b>	<b>TESTE E VALIDAÇÃO</b>	p. 36
12.1	Procedimentos . . . . .	p. 36
12.2	Testes de caixa preta . . . . .	p. 36
12.2.1	Caso de uso 1: Comparar Avaliações . . . . .	p. 36
12.2.2	Caso de uso 2: Inserção de Avaliações . . . . .	p. 36
12.2.3	Caso de uso 3: Edição do banco de dados . . . . .	p. 37
12.2.4	Caso de uso 4: Avaliação Objetiva . . . . .	p. 37
<b>13</b>	<b>ANÁLISE DE RISCOS</b>	p. 38
13.1	Problemas com a aquisição do <i>hardware</i> . . . . .	p. 38
13.1.1	Identificação . . . . .	p. 38
13.1.2	Análise . . . . .	p. 38
13.1.3	Planejamento . . . . .	p. 38
13.1.4	Controle . . . . .	p. 38
13.2	Problemas técnicos com a manipulação do <i>hardware</i> . . . . .	p. 39
13.2.1	Identificação . . . . .	p. 39

13.2.2	Análise . . . . .	p. 39
13.2.3	Planejamento . . . . .	p. 39
13.2.4	Controle . . . . .	p. 39
13.3	Má distribuição do tempo no planejamento . . . . .	p. 39
13.3.1	Identificação . . . . .	p. 39
13.3.2	Análise . . . . .	p. 40
13.3.3	Planejamento . . . . .	p. 40
13.3.4	Controle . . . . .	p. 40
13.4	Problemas na integração do módulo de rede sem fio com o microcontrolador	p. 40
13.4.1	Identificação . . . . .	p. 40
13.4.2	Análise . . . . .	p. 40
13.4.3	Planejamento . . . . .	p. 41
13.4.4	Controle . . . . .	p. 41
<b>14</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	p. 42
	<b>Referências</b>	p. 43

# 1 INTRODUÇÃO

Vídeos e imagens digitais estão sujeitos a uma grande variedade de distorções e ruídos durante a aquisição, processamento, compressão, armazenamento, transmissão e a reprodução. Qualquer um destes processos pode resultar em degradações da qualidade visual do vídeo ou de imagens digitais, as quais são geralmente caracterizadas por artefatos visíveis no dispositivo de monitoração (SILVA, 2009).

Envolvendo a tecnologia da televisão digital, comunicação de dados, microprocessadores e gestão de projetos, a proposta envolve a avaliação de vídeos através de métricas objetiva e subjetiva, essa com dados provenientes de um equipamento sem fio. Mais detalhadamente, a idéia envolve o aprimoramento de um conjunto de ferramentas de auxílio à avaliação subjetiva, atualmente com fio, para um sem fio, incluindo também a especificação, projeto e implementação de um sistema de comunicação e de um sistema de tratamento dos dados de avaliação subjetiva coletados, análise e agrupamento de algoritmos e bibliotecas de métricas objetivas e por fim, a avaliação ou validação, dos resultados através dos algoritmos de métricas objetivas.

O ambiente de avaliação subjetiva é composto por: ferramenta de *hardware*, ambiente físico, gerador de artefatos artificiais e do *software* de compilação e análise dos dados.

Voltada para projeto e otimização de sistemas, a idéia é inovadora porque não é de conhecimento público a existência de sistemas automatizados de auxílio à avaliação subjetiva de vídeo com equipamentos sem fio. E tem utilidade prática porque é ferramenta fundamental para projeto e otimização de qualquer sistema de vídeo (inclusive para avaliação de conteúdos de vídeo).

Segundo (DARONCO, 2009), os constantes avanços nas áreas de transmissão e processamento de dados multimídia ao longo dos últimos anos permitiram uma migração do sistema analógico para o sistema digital e a criação de aplicações e serviços baseados nesses dados multimídia, como *streaming*<sup>1</sup> de vídeo, vídeo-conferências, aulas remotas e

---

<sup>1</sup>*Streaming* ou fluxo é uma forma de distribuir informação multimídia numa rede através de pacotes.

IPTV<sup>2</sup>. Além disso, avanços nas demais áreas da computação e engenharias, possibilitaram a construção de uma enorme diversidade de dispositivos de acesso a esses serviços, desde computadores pessoais até celulares. Muitas dessas aplicações e dispositivos estão amplamente difundidos hoje em dia, e , ao mesmo tempo em que a tecnologia avança, os usuários tornam-se mais exigentes, buscando sempre a melhor qualidade nos serviços que utilizam.

A avaliação da qualidade da imagem (ou vídeo) requer o estabelecimento ou adoção de métricas para capturar informações de interesse específico, por exemplo, em projeto de sistemas de monitoramento, de transmissão, de codificação/decodificação, de produção do vídeo etc. Neste sentido, métricas de avaliação de qualidade de imagem/vídeo são importantes para uma larga gama de aplicações, como, por exemplo, para monitorar e ajustar a qualidade da imagem de um sistema de provisão de vídeo digital para a Internet (SILVA, 2009).

## 1.1 Palavras-Chave

Qualidade de vídeo. Vídeo digital. Avaliação subjetiva da qualidade de vídeo.

## 1.2 Objetivo Geral

Aprimorar ferramentas de avaliação subjetiva para avaliação, teste e validação de métricas objetivas de qualidade de um vídeo digital.

## 1.3 Objetivos Específicos

- Aprimorar um ambiente para avaliação subjetiva de vídeo digital.
- Projetar um sistema sem fio para a realização dos testes subjetivos.
- Desenvolver um equipamento para a recepção de dados dos avaliadores.
- Especificar e implementar um aplicativo que reúna as bibliotecas necessárias para a realização das métricas objetivas.
- Gerar gráficos das avaliações subjetivas e comparações com métricas objetivas.

---

<sup>2</sup>O IPTV ou TVIP é um método de transmissão de sinais televisivos utilizando o protocolo IP.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Fundamentos

O trabalho descrito nesta proposta tem como base três grandes áreas de pesquisa: codificação de vídeo, transmissão de dados, e avaliação de qualidade de um vídeo. Este capítulo enuncia quais são os conceitos preliminares relevantes para compreender o funcionamento e os efeitos dos diferentes métodos e ferramentas empregados na avaliação da qualidade de um vídeo, como realizar uma avaliação tecnicamente válida, e também como transmitir dados de avaliação via rede sem fio.

Sequência de passos:

- Fundamentos metodológicos da avaliação, utilizando métricas subjetivas e objetivas, da qualidade de imagem/vídeo.
- Normas vigentes e literatura atual sobre métricas de avaliação.
- Técnicas e algoritmos de compressão de vídeo.
- Vídeo digital e seus artefatos.
- Efeitos de distorções/ruídos e impacto visual (blocagem, borramento, escada, vibrante, mosaico, *Edge Bussiness* <sup>1</sup>).
- Tecnologias e protocolos de rede sem fio.
- Experimentos e resultados.

---

<sup>1</sup>Distorção de borda

### 2.1.1 Fundamentos metodológicos da avaliação, utilizando métricas subjetivas e objetivas, da qualidade de imagem/vídeo

Segundo (SILVA, 2009), na avaliação subjetiva, dentre os vários métodos psicométricos, três tipos têm sido utilizados em televisão: método de comparação, onde a magnitude de um tipo de degradação é variada até provocar o mesmo efeito de outra degradação mantida fixa, tomada como referência; método discriminatório, que procura estabelecer a magnitude na qual a degradação se torna visível ou determina a sequência de pequenas variações de degradações que produzem as menores diferenças perceptíveis; método do escalonamento de opiniões, onde diferentes magnitudes de uma degradação são aplicadas a uma imagem em ordem aleatória. Em seguida, observadores classificam cada uma das imagens/vídeos a partir de uma escala de categorias. Cada um desses métodos tem seu campo de aplicação e muitas variações possíveis no que diz respeito às técnicas experimentais e à forma de análise e apresentação dos resultados.

Em (FONSECA, 2008), observa-se que a avaliação objetiva de sinais de vídeo pode ser classificada em três categorias: completamente referenciada, conhecida como FR ou "*Full Reference*", quando ambos os sinais, original e processado, estão disponíveis para avaliação; parcialmente referenciada, conhecida como RR ou "*Reduced Reference*", quando apenas algumas amostras ou certas características do sinal original estão disponíveis; e não referenciada, também conhecida como NR ou "*No Reference*", quando apenas o sinal processado está disponível.

### 2.1.2 Normas vigentes e literatura atual sobre métricas de avaliação

Em (FONSECA, 2008), vemos que em 1997, um grupo de especialistas da União Internacional de Telecomunicações (ITU) se reuniu em Turin, na Itália, e formou o VQEG (Grupo de Especialistas em Qualidade de Vídeo). O VQEG possui projetos para aplicações em televisão e multimídia nas três categorias de avaliação objetiva anteriormente citadas. Na avaliação FR para aplicação em televisão com definição padrão (SDTV) o VQEG realizou dois trabalhos, sendo um concluído em 2000 e outro em 2003, disponibilizando os relatórios em (VIDEO QUALITY EXPERTS GROUP, 2003) e (VIDEO QUALITY EXPERTS GROUP, 2007), respectivamente. Estes relatórios resultaram em uma recomendação da ITU específica para avaliação de sinais de televisão em definição padrão, a recomendação ITU-R BT.1683, de 2004, na qual foram descritos quatro modelos aprovados para implementação (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2004). O VQEG

também disponibilizou, em 2000, todo o conjunto dos dados utilizados em sua primeira avaliação, incluindo as cenas de vídeo originais e processadas, bem como os resultados dos experimentos subjetivos realizados com estas cenas, permitindo que outros pesquisadores pudessem desenvolver e testar estas metodologias alternativas e abordagens inovadoras para este tipo de avaliação, como no caso dos trabalhos realizados por (GUNAWAN; GHANBARI, 2008), (ONG, 2007), (SHEIKH; BOVIK, 2006), (SESHADRINATHAN; BOVIK, 2007) e (GUO; DYKE-LEWIS; MYLER, 2004).

As normas de avaliação subjetiva tratam dos aspectos relativos às condições de observação, seleção e preparação do material, número e tipos dos avaliadores e enfatizam, principalmente, a seleção da metodologia adequada ao problema, com relação à seleção da forma de apresentação e ao tipo de escalas de notas. A quantidade de dados que precisa ser coletada depende de fatores intercorrelacionados tais como: intervalo de confiança, desvio padrão e amplitude relativa do efeito que se deseja medir (SILVA, 2009). Ou seja, independente de qual ou quais métodos de avaliação subjetiva serão utilizados, deve-se garantir que todos os aspectos referentes às condições de visualização sejam cuidadosamente analisados e controlados.

### 2.1.3 Técnicas e algoritmos de compressão de vídeo

A codificação de vídeo é o processo de representação digital de um vídeo, que tem como principal objetivo a compressão dos dados para viabilizar seu armazenamento e transmissão. O maior problema da codificação pode ser visto como uma troca entre a compressão alcançada e o nível de fidelidade obtido após este processo. Ou seja, normalmente procura-se obter a maior fidelidade possível para determinada taxa de *bits* máxima estipulada, ou manter a menor taxa de *bits* possível para determinada fidelidade (DARONCO, 2009).

### 2.1.4 Vídeo digital e seus artefatos

Segundo (ALBINI, 2009) e (SILVA, 2009), quando uma imagem ou vídeo é degradado, várias características peculiares podem ser encontradas na área de observação e que são chamadas de artefatos. Os artefatos diferem-se para cada sistema, tanto para o digital quanto para o analógico. Os artefatos podem ser introduzidos através da filtragem, conversão, transformação, quantização e/ou transmissão. Alguns exemplos de artefatos são: o ruído branco gaussiano e o ruído sal e pimenta, que se apresentam como um "chuvisco".

Há também o borramento da imagem, a blocagem, escada, vibrante, mosaico, distorção de borda, entre outros.

### 2.1.5 Efeitos de distorções/ruídos e impacto visual

Para usuários de um sistema multimídia, a qualidade dos dados é um dos fatores fundamentais para definição de sua satisfação em relação a este sistema.

Segundo (DARONCO, 2009) a qualidade de um vídeo é influenciada por diversos fatores. Medidas tradicionais como PSNR<sup>2</sup> e RMSE<sup>3</sup> fornecem uma estimativa da qualidade de cada imagem do vídeo usando apenas a diferença da luminância dos *pixels* em relação ao vídeo original. Porém, diversos outros fatores também influenciam a qualidade, como por exemplo, a taxa de quadros por segundo, a resolução espacial e erros na transmissão, que podem levar à geração de artefatos, perda de quadros entre outros. Diversos estudos já esturadam a validade dessas técnicas para verificação de qualidade de imagens e vídeos.

### 2.1.6 Tecnologias e protocolos de rede sem fio

As redes locais sem fio (WLANs) constituem-se como uma alternativa às redes convencionais com fio, fornecendo as mesmas funcionalidades, mas de forma flexível, de fácil configuração e com boa conectividade em áreas prediais ou de campus. Dependendo da tecnologia utilizada, rádio frequência ou infravermelho, e do receptor, as rede WLANs podem atingir algumas dezenas de metros. Distinguem-se habitualmente várias categorias de redes sem fio, de acordo com o perímetro geográfico que oferece uma ligação (chamado zona de cobertura).

Uma tecnologia *wireless* deve ser escolhida de acordo com a finalidade de sua aplicação, por exemplo, para pequenas distâncias onde a velocidade é um item relevante é recomendável utilizar uma rede com padrão *Wi-Fi*<sup>®</sup> (WI-FI ALLIANCE, 2010), porém se o custo de implementação for um item crucial e a velocidade de comunicação for um item secundário, pode-se utilizar a tecnologia *BlueTooth*<sup>®</sup> (BLUETOOTH, 2010) ou *ZigBee*<sup>®</sup> (ZIGBEE ALLIANCE, 2010).

---

<sup>2</sup>Peak Signal to Noise Ratio

<sup>3</sup>Root Mean Square of the Error



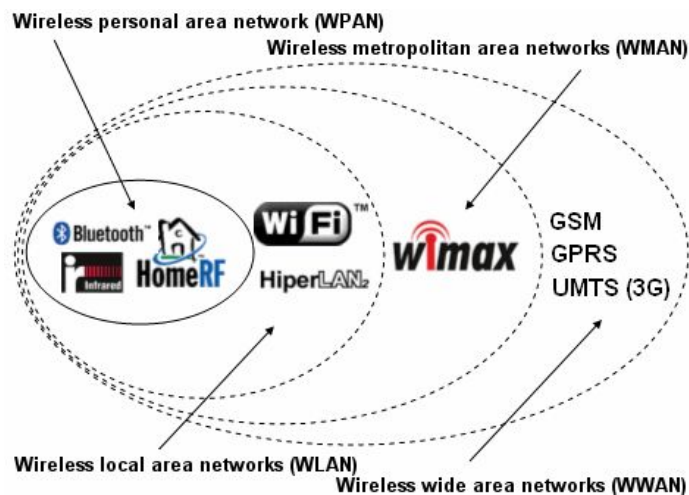


Figura 1: Diagrama da área de cobertura das diferentes tecnologias de rede sem fio. (KIOSKEA, 2010)

## 2.2 Tecnologias

Utilizando-se dos ambientes Eclipse IDE (ECLIPSE ORGANIZATION, 2010), Netbeans IDE (ORACLE, 2010b) o *software* principal deverá ser construído sobre a linguagem Java. Para a comunicação de rede sem fio será utilizado uma plataforma ZigBee® (ZIGBEE ALLIANCE, 2010) acoplada a um microcontrolador.

## 3 RECURSOS DE *HARDWARE* E *SOFTWARE*

### 3.1 Recursos de *Hardware*

O projeto será composto de um sistema de *hardware* composto por componentes eletrônicos (microcontrolador, placa de rede sem fio, LCD e dispositivos de entrada) conectados a uma cadeira em frente a uma televisão de alta definição onde os vídeos serão exibidos para os telespectadores. Os dispositivos de entrada serão botões enumerados com valores de notas para avaliação. Um computador de mesa receberá as notas dos avaliadores dadas aos vídeos e alimentará um sistema de banco de dados. As notas dadas poderão ser visualizadas via LCD no kit do microcontrolador.

### 3.2 Recursos de *Software*

Para construir o *Software* integrador de bibliotecas de métricas objetivas e processador dos dados da avaliação subjetiva, serão utilizadas as seguintes ferramentas: Modelagem (UML) provida pelo *Software* Astah\* Community (ASTAH\*, 2010) e programação orientada a objetos (Java) para o front-end; linguagem de programação C++ para o firmware; ambientes integrados de *software* livre Eclipse e NetBeans; banco de dados relacional open source MySQL (ORACLE, 2010a) e GNUPlot (GNUPLOT..., 2010) para a geração dos gráficos da aplicação.

### 3.3 Viabilidade

O projeto será realizado em um laboratório específico de comunicação de dados (LCD) com recursos de *hardware* financiados pela verba CAPES (CAPES, 2010) da orientadora, já que os recursos de *software* são gratuitos. Os principais encargos com equipamentos ficarão por conta da aquisição de uma placa mãe, um microcontrolador e um módulo de rede sem fio. Os três equipamentos são encontrados no exterior por um custo total de

aproximadamente 500 reais.

## 4 CONTEXTO

Este projeto é uma continuidade do projeto defendido na dissertação de mestrado de (SILVA, 2009), apresentada ao programa de pós-graduação em engenharia elétrica e informática industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e poderá ser utilizado por aqueles que desejam usufruir de um conjunto de ferramentas confiável de avaliação objetiva ou subjetiva de um vídeo, seja para fins de aprimoramento de qualidade ou para comparação para obter o melhor custo benefício entre diferentes tecnologias de compressão e distribuição do sinal de vídeo.

## 5 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

### 5.1 Requisitos funcionais e não-funcionais

#### 5.1.1 O sistema deverá fornecer uma interface gráfica que exiba informações sobre os resultados do ambiente de avaliação

Para que os dados sejam interpretados e analisados de uma forma clara e sucinta o *Software* principal contará com um GUI (*Graphic User Interface*), contendo informações sobre a avaliação atual, estado de conexão com o *hardware* capturador de notas, informações sobre o vídeo exibido, informações e gráficos comparativos dos dados de avaliações passadas e processos de avaliação objetiva.

#### 5.1.2 O sistema deve capturar e enviar as notas dadas pelos avaliadores durante a avaliação subjetiva através de uma rede sem fio

Utilizando-se de uma tecnologia pertencente ao grupo WPAN (*wireless personal area network*), entre elas *BlueTooth* e *ZigBee*, o sistema de *hardware* será composto de uma placa de rede sem fio acoplada a um microcontrolador. Assim esse conjunto será responsável por efetuar a captura e transmissão de dados via rede sem fio.

#### 5.1.3 O sistema deve armazenar as notas dadas pelos avaliadores durante a avaliação subjetiva em um banco de dados

Após receber os dados via rede sem-fio, o *Software* principal utilizará um banco de dados construído sobre o SGBD<sup>1</sup> MySQL para a persistência dos mesmos.

---

<sup>1</sup>Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

#### **5.1.4 O *Software* principal deve gerar gráficos comparativos a partir dos dados coletados**

Os gráficos comparativos entre os métodos objetivo e subjetivo serão gerados a partir da biblioteca gráfica de código aberto para a plataforma Java JFreeChart(OBJECT REFINERY LIMITED, 2010).

#### **5.1.5 O *Software* principal deve prover uma interface de comunicação com o equipamento de coleta das notas**

Para realizar a comunicação sem-fio, o *Software* principal utilizará o protocolo TCP/IP implementado por uma biblioteca nativa da plataforma Java.

#### **5.1.6 O *Software* principal deve agrupar as bibliotecas de avaliação objetiva em um único pacote**

A fim de facilitar a implementação de futuros trabalhos envolvendo análise de vídeos, o projeto deverá agrupar diversas ferramentas de avaliação em classes de um pacote java.

## 6 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

### 6.1 Comparar Avaliações

Ação de comparação de avaliações do mesmo tipo ou entre tipos diferentes.

#### 6.1.1 Pré-condições

Existência de dados de avaliações anteriores para comparação.



Figura 2: Caso de uso: Comparar avaliações.

### 6.2 Inserção de avaliações

Ação de persistência de uma avaliação realizada no banco de dados.

#### 6.2.1 Pré-condições

Existência de uma avaliação capturada pelo *hardware* de avaliação subjetiva e armazenada em uma memória volátil a ser persistida.



Figura 3: Caso de uso: Inserção de avaliações.

## 6.3 Edição do banco de dados

Conjunto de operações relacionadas ao banco de dados.

### 6.3.1 Pré-condições

Conexão com o banco de dados.

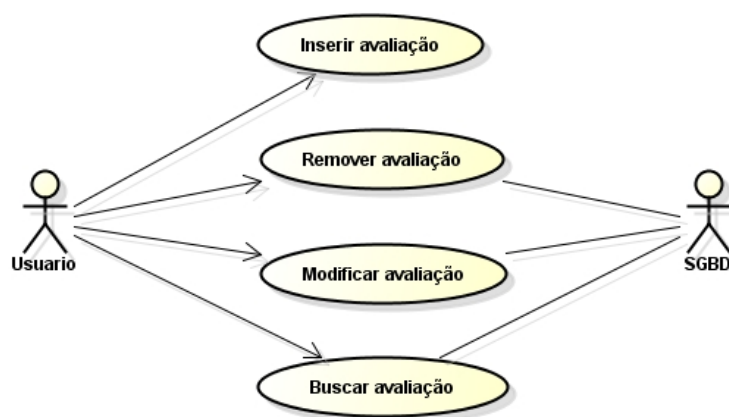


Figura 4: Caso de uso: Edição do banco de dados.

## 6.4 Avaliação objetiva

Operação que tem como produto uma avaliação que utiliza parâmetros computacionais para mensurar a qualidade de um vídeo.

### 6.4.1 Pré-condições

Vídeo a ser avaliado e parâmetros de avaliação.



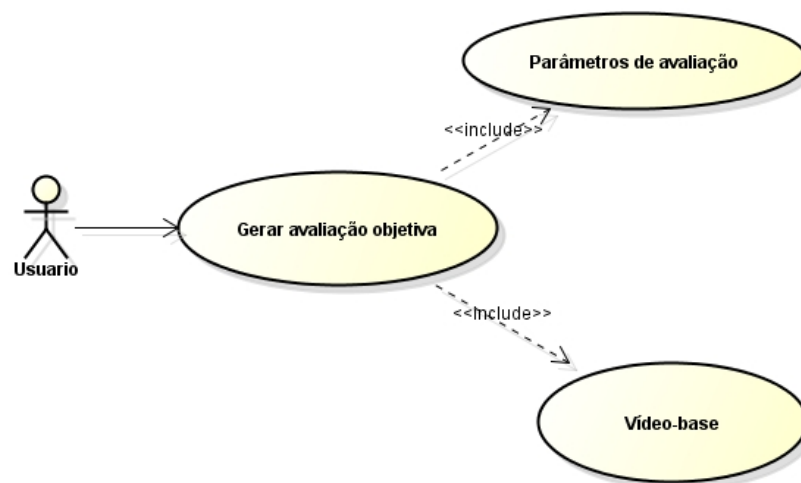


Figura 5: Caso de uso: Avaliação objetiva.

## 7 DIAGRAMA DE CLASSES

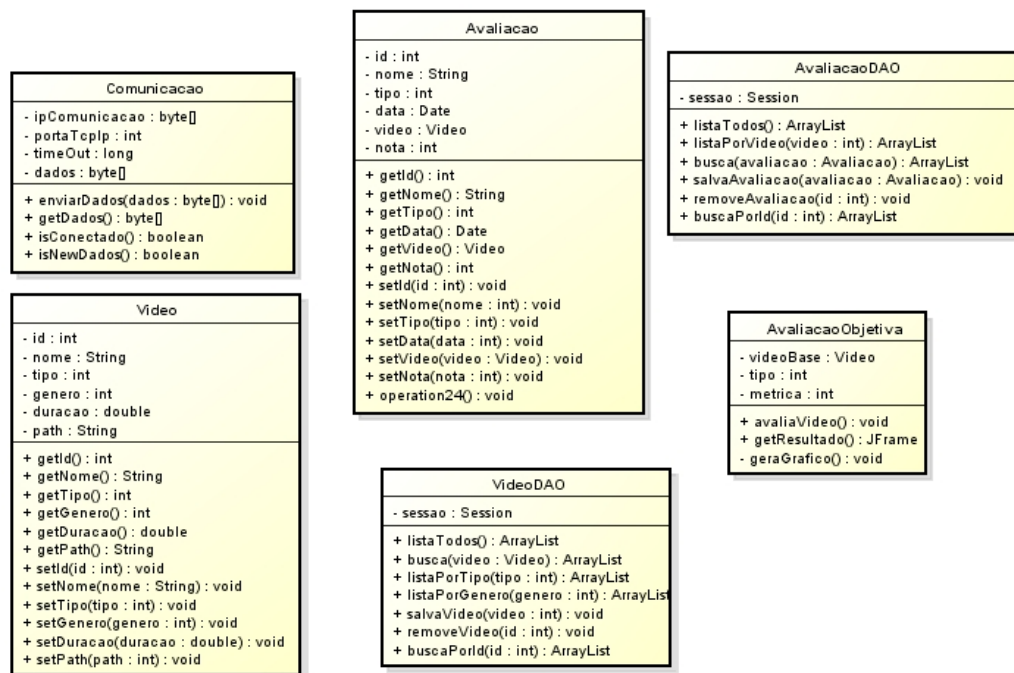


Figura 6: Diagrama de Classes.

## 8 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

### 8.1 *Unadjusted Actor Wheight(UAW)*

Tabela 1: Cálculo UAW

Tipo de Ator	Peso	Nº de Atores	Resultado
Ator Simples	1	2	2
Ator Médio	2	0	0
Ator Complexo	3	4	12
Total de UAW			14

### 8.2 *Unadjusted Use Case Wheigth(UUCW)*

Tabela 2: Cálculo UUCW

Tipo de Caso	Peso	Nº de Casos	Resultado
Caso de uso Simples	5	2	10
Caso de uso Médio	10	1	10
Caso de uso Complexo	15	1	15
Total de UUCW			35

### 8.3 *Unadjusted Use Case Point(UUCP)*

*Unadjusted Use Case Point(UUCP) = Unadjusted Actor Wheight(UAW) + Unadjusted Use Case Wheigth(UUCW);*

$$\text{UUCP} = 14 + 35$$

$$\text{UUCP} = 49$$

## 8.4 *Technical Complexity Factor(TCF)*

Tabela 3: Cálculo TCF

Fator	Fatores que contribuem para a complexidade	Peso	Valor	Total
F1	Sistemas distribuidos	2	0	0
F2	Tempo de resposta	1	5	5
F3	Eficiência para o usuário final (online)	1	5	5
F4	Processamento interno complexo	1	4	4
F5	Código reusável	1	5	5
F6	Facilidade de instalação	0.5	5	2.5
F7	Facilidade de uso (facilidade operacional)	0.5	5	2.5
F8	Portabilidade	2	3	6
F9	Facilidade de mudança	1	5	5
F10	Concorrência (acesso simultâneo à aplicação)	1	0	0
F11	Recursos de segurança	1	1	1
F12	Fornece acesso direto para terceiros	1	0	0
F13	Requer treinamento especial para o usuário	1	2	2
Total de TCF			38	

$$TCF = 0.6 + (0.01 \times TFactor) \quad TCF = 0.98$$

## 8.5 *Environmental Factor(EF)*

$$EF = 1.4 + (-0.03 \times EFactor) \quad EF = 0.71$$

## 8.6 *Use Case Points(UCP)*

$$UCP = UUCP \times TCF \times EF \quad UCP = 34.09$$

Tabela 4: Cálculo EF

Fator	Fatores que contribuem para a complexidade	Peso	Valor	Total
F1	Familiaridade da equipe com o processo formal de desenvolvimento adotado	1.5	4	6
F2	Colaboradores de meio período	-1	0	0
F3	Capacidade do líder do projeto em análise de requisitos e modelagem	0.5	5	2.5
F4	Experiência da equipe em desenvolvimento de aplicações do gênero em questão	0.5	1	0.5
F5	Experiência em orientação a objetos	1	5	5
F6	Motivação da equipe	1	5	5
F7	Dificuldades com a linguagem de programação	-1	0	0
F8	Requisitos estáveis	2	2	4
Total de EF			23	

## 9 DIAGRAMAS

### 9.1 Identificação das etapas

- 1. Análise e especificação.
- 2. Revisão requisitos.
- 3. Projeto de *hardware*.
- 4. Construção do sistema de *hardware*.
- 5. Projeto de *Software*.
- 6. Planejamento de testes.
- 7. Procedimento de testes.
- 8. Revisão dos procedimentos de testes.
- 9. Teste de integração.
- 10. Teste de validação.
- 11. Análise técnica dos resultados obtidos.
- 12. Produção da monografia.
- 13. Defesa da monografia.

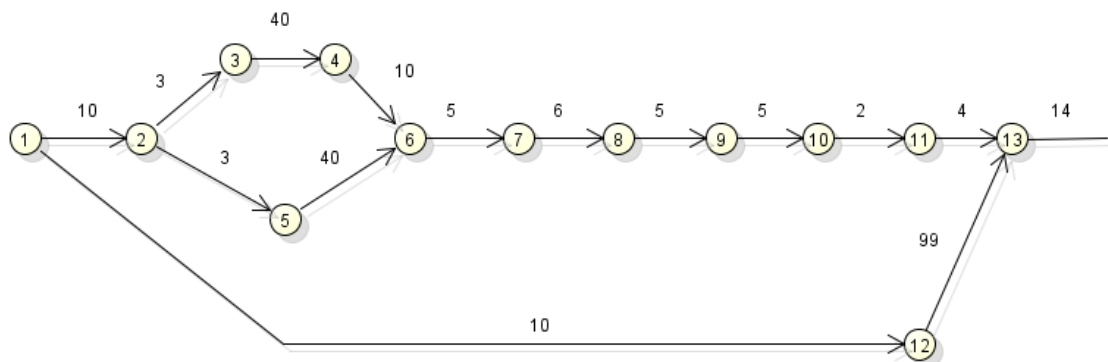


Figura 7: Diagrama contendo o tempo de execução da rede

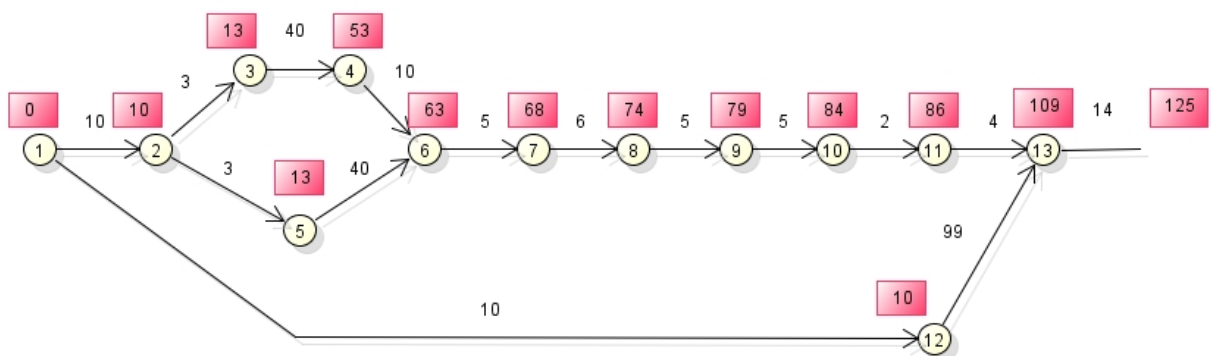


Figura 8: Diagrama contendo cedo dos eventos.

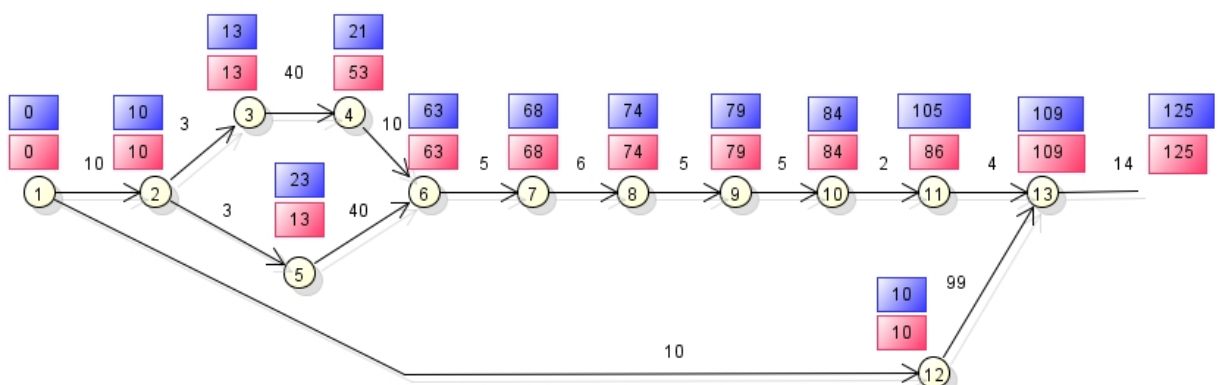


Figura 9: Diagrama contendo tarde dos eventos.

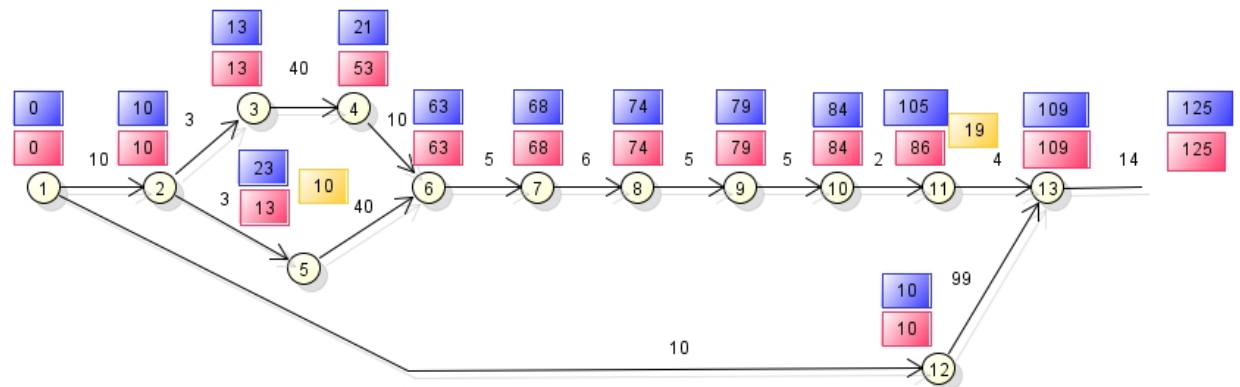


Figura 10: Diagrama contendo as folgas dos eventos.

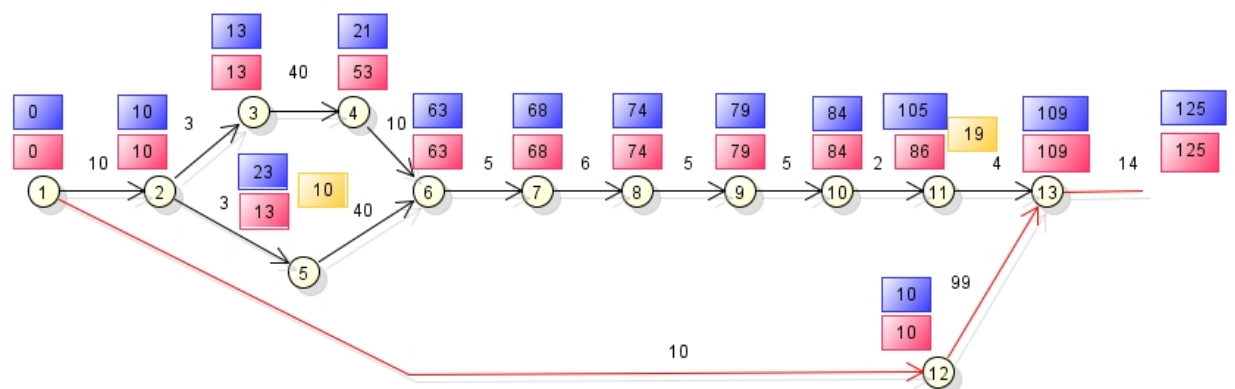


Figura 11: Diagrama contendo o caminho crítico.



## 10 DIAGRAMA DE GANTT

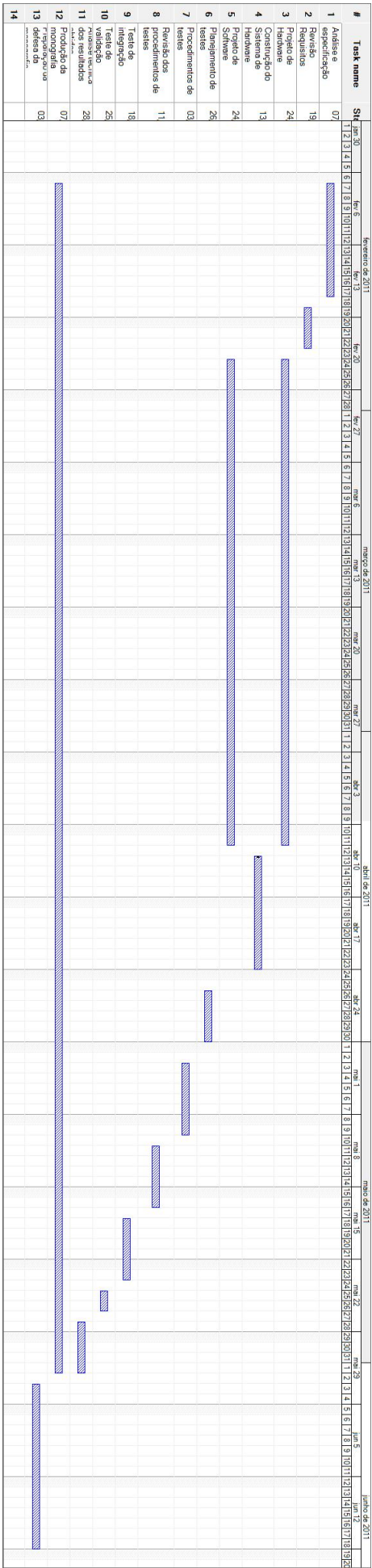


Figura 12: Diagrama de Gantt.

## 11 PROJETO DE *HARDWARE*

### 11.1 Descrição

O projeto é constituído basicamente por três blocos principais, MCU, televisor e computador receptor (Desktop), sendo o microcontrolador(MCU) o ítem de maior complexidade, pois será o controlador dos módulos I/O do sistema.

Composto por um processador, memória e periféricos de entrada/saída, o microcontrolador é um conjunto de hardware que podem ser programados para cumprirem funções específicas, em contraste com outros microprocessadores de propósito geral (como os utilizados nos Desktops). Assim, de forma oposta aos microprocessadores, onde se superdimensiona ao máximo tendo como limite o preço que o usuário deseja investir, a escolha do microcontrolador é cuidadosamente feita pelo projetista do sistema para que o projeto não acabe por superdimensionar este ítem, utilizando um microcontrolador muito mais capaz do que a carga que o projeto exige, elevando o custo total dos equipamentos.

Complementando, de forma diferente da programação para microprocessadores, que em geral contam com um sistema operacional e um BIOS, o programador ou projetista que desenvolve sistemas com microcontroladores tem que lidar com uma gama muito grande de desafios, fazendo muitas vezes todo o processo construtivo do aparelho: BIOS, firmware e circuitos.

Anexo ao MCU, temos dois blocos de I/O que serão utilizados na captura e propagação dos dados. O módulo wireless, utilizando uma tecnologia de rede de curto alcance (bluetooth ou zigbee), fará o interfaceamento com o Desktop, responsável pela execução do *Software* de mais alto nível do projeto, que necessitará dos dados provenientes do teclado anexado ao microcontrolador. O módulo de teclado será composto por um potenciômetro giratório acoplado a um botão de plástico com escala de um a dez.

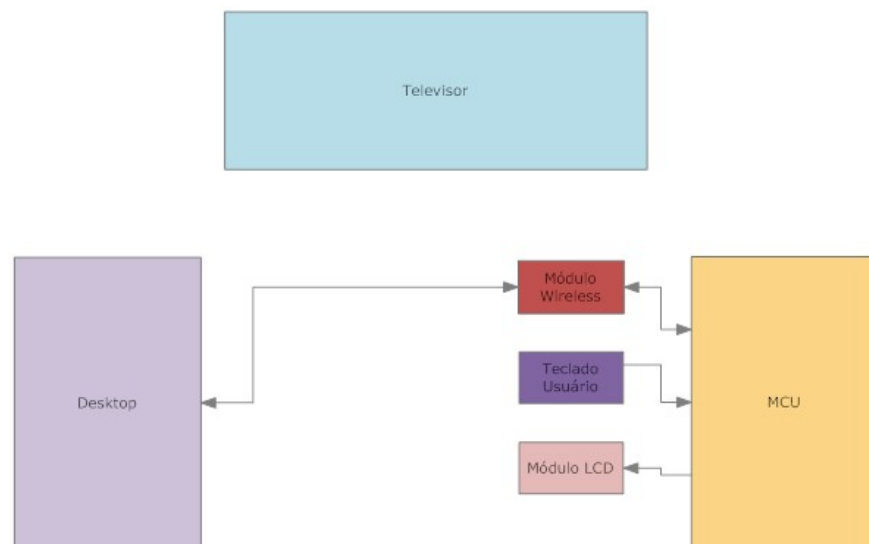


Figura 13: Diagrama de blocos simplificado do *hardware* do sistema

## 12 TESTE E VALIDAÇÃO

### 12.1 Procedimentos

Os procedimentos de teste devem abordar a garantia que *Software* deve apresentar em receber os dados corretamente do microcontrolador e persisti-los de forma consistente em um banco, validando os valores de entrada e rejeitando os inconsistentes.

### 12.2 Testes de caixa preta

#### 12.2.1 Caso de uso 1: Comparar Avaliações

- Dados de entrada: Dois números inteiros positivos correspondendo aos id's das avaliações.
- Validação: Comparação entre as duas avaliações correspondentes aos id's.
- Dados de entrada: Dois números inteiros negativos correspondendo aos id's das avaliações.
- Validação: Comparação entre as duas avaliações correspondentes aos id's ou erro de pilha, seguido de alerta ao usuário caso contrário.

#### 12.2.2 Caso de uso 2: Inserção de Avaliações

- Dados de entrada: Avaliação com dados possuindo valores de borda.
- Validação: Confirmação de inserção, verificação da existência da avaliação no banco caso os dados estejam dentro dos limites ou caso contrário, erro do SGBD, seguido de alerta ao usuário.

- Dados de entrada: Sequência de avaliações com campos obrigatórios aleatórios em branco.
- Validação: Nenhuma avaliação inserida. Erro do SGBD, seguido de alerta ao usuário.

### 12.2.3 Caso de uso 3: Edição do banco de dados

- Dados de entrada: Remoção de uma avaliação não existente.
- Validação: Operação não concluída. Erro do SGBD, seguido de alerta ao usuário.
- Dados de entrada: Edição de uma avaliação utilizando valores de borda.
- Validação: Dados da avaliação consistentes quando dentro dos limites ou caso contrário, erro do SGBD, seguido de alerta ao usuário.

### 12.2.4 Caso de uso 4: Avaliação Objetiva

- Dados de entrada: Vídeos randômicos com parâmetros de avaliação fixos.
- Validação: Avaliações objetivas com dados de avaliação consistentes.
- Dados de entrada: Vídeo fixo com parâmetros de avaliação randômicos.
- Validação: Avaliações objetivas com dados de avaliação consistentes.

## 13 ANÁLISE DE RISCOS

### 13.1 Problemas com a aquisição do *hardware*

#### 13.1.1 Identificação

Como envolve a compra e importação de *hardware* no exterior, o projeto corre o risco de não receber as peças em tempo hábil, seja por indisponibilidade ou por processos burocráticos.

#### 13.1.2 Análise

Chances de ocorrência : 5%.

Com pequenas chances de ocorrência, porém com alto impacto sobre o projeto, este tipo de risco atrasaria consideravelmente o tempo de execução total do projeto e também limitaria o desenvolvimento da etapa que envolveria o *hardware* ausente.

#### 13.1.3 Planejamento

O tempo necessário para o despacho das peças deve ser incluído no diagrama de tempo do planejamento do projeto, e deve ser a primeira atividade a ser efetuada para que o projeto siga paralelamente e a probabilidade de futuros atrasos seja minimizada. Meios alternativos de obtenção dos mesmos também devem ser estudados.

#### 13.1.4 Controle

Execução e acompanhamento constante do processo burocrático de aquisição das peças de *hardware*.

## 13.2 Problemas técnicos com a manipulação do *hardware*

### 13.2.1 Identificação

Todo projeto que envolve a manipulação de *hardware* está sujeito a danificação ou mal-funcionamento dos componentes devido a erros técnicos de planejamento durante o processo de construção ou de testes do sistema.

### 13.2.2 Análise

Chances de ocorrência : 20%.

Com médias chances de ocorrência, este tipo de risco deve ser tratado cuidadosamente, pois, assim como o atraso dos componentes, a inutilização dos mesmos impacta com grande intensidade o desenvolvimento do projeto, limitando e atrasando diversas etapas a serem cumpridas.

### 13.2.3 Planejamento

Etapas de testes e revisões em pontos cruciais do planejamento devem ser incluídas e respeitadas.

### 13.2.4 Controle

Para acompanhar a evolução deste tipo de risco será necessário o acompanhamento de um professor ou profissional que possa auxiliar nas dúvidas e conselhos referentes aos diagramas de *hardware* quando necessário.

## 13.3 Má distribuição do tempo no planejamento

### 13.3.1 Identificação

Devido a complexidade da previsão exata da execução de muitas tarefas de diferentes níveis e propósitos, o planejamento da distribuição de tempo está sujeito a distorções que podem prejudicar o andamento das etapas e a data limite de conclusão do projeto.



### **13.3.2 Análise**

Chances de ocorrência : 50%.

Com grandes chances de ocorrência, o atraso geral das atividades dificilmente pode ser evitado, porém pode ser facilmente minimizado com métodos que reduzem o seu impacto sobre a data limite.

### **13.3.3 Planejamento**

O atraso geral das atividades pode ser contornado utilizando horas extras ao fim de cada etapa com o propósito de acomodação do calendário. Se estas não forem necessárias, a próxima etapa deve ser iniciada imediatamente para que seja acumulado um tempo maior para a execução de atividades posteriores.

### **13.3.4 Controle**

Toda vez que uma etapa for concluída, observar se a mesma foi efetuada dentro do limite de tempo estipulado.

## **13.4 Problemas na integração do módulo de rede sem fio com o microcontrolador**

### **13.4.1 Identificação**

Um dos maiores desafios deste projeto será construir um firmware que seja responsável pelo relacionamento de uma interface de rede sem fio com um microcontrolador. Infelizmente nem todos os fabricantes de módulos de rede sem-fio e microcontroladores possuem uma documentação completa ou que cubra todas as dúvidas e peculiaridades de funcionamento desses de modo satisfatório.

### **13.4.2 Análise**

Chances de ocorrência : 30%.

Com médias chances de ocorrência, o problema da falta de documentação pode ter seu impacto considerado mediano, pois limita o desenvolvimento do projeto, porém não

muito, uma vez que meios alternativos podem ser considerados.

### 13.4.3 Planejamento

A falta de documentação de *hardware* pode ser minimizada encontrando-se fontes alternativas de documentação, como fóruns e grupos de discussão especializados no assunto.

### 13.4.4 Controle

Reservar e utilizar horas extras para as etapas que envolvam *hardware*.

## 14 CONCLUSÕES

Multidisciplinar, este projeto envolverá a aplicação de diversos conhecimentos de *software* e *hardware* adquiridos durante o curso, que aliados a importantes áreas de pesquisa da computação, como a codificação, transmissão e avaliação de vídeos e imagens, produzirão resultados que poderão auxiliar o desenvolvimento da área de qualidade visual a fim de proporcionar maior usabilidade dos sistemas de avaliação atuais.

Complementando, segundo (SILVA, 2009), a avaliação subjetiva de qualidade de imagem/vídeo é atualmente a forma mais efetiva de se avaliar de forma confiável a qualidade de um vídeo. Diversos estudos, principalmente na área de mestrado, foram desenvolvidos e publicados buscando explorar este conceito, porém, é visível que aplicações voltadas a este nicho são ainda pouco exploradas no Brasil, vide a predominância massiva do sinal analógico no sistema de televisão aberta e a recém chegada do sistema de transmissão e recepção da televisão digital.

## REFERÊNCIAS

ALBINI, F. L. P. *Geração e avaliação de artefatos em vídeo digital*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Março 2009.

ASTAH\*. *Astah\* Community*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://astah.change-vision.com/en/product/astah-community.html>>.

BLUETOOTH. *The Official BlueTooth site*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.bluetooth.com/>>.

CAPES. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/index.php>>.

DARONCO, L. C. *Avaliação Subjetiva de Qualidade Aplicada à Codificação de Vídeo Escalável*. Dissertação (Mestrado) — Universidade federal do Rio Grande do Sul, 2009.

ECLIPSE ORGANIZATION. *Eclipse Home*. Setembro 2010. Disponível em: <[www.eclipse.org](http://www.eclipse.org)>.

FONSECA, R. N. da. *Algoritmos para avaliação da qualidade de vídeo em sistemas de televisão digital*. Dissertação (Mestrado) — Escola politécnica da universidade de São Paulo, 2008.

GNUPLOT homepage. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.gnuplot.info/>>.

GUNAWAN, I. P.; GHANBARI, M. Recoded-reference video quality assessment using discriminative local harmonic strength with motion consideration. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, v. 18, n. 1, p. 71–83, Janeiro 2008.

GUO, J.; DYKE-LEWIS, M. V.; MYLER, H. R. Gabor difference analysis of digital video quality. *IEEE Transactions on Broadcasting*, v. 50, n. 3, Setembro 2004.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. *Recomendation ITU-R BT1683: Objective perceptual vqm techniques for digital broadcast television in the presence of a full reference*. Geneva, 2004.

KIOSKEA. *Redes sem fio - Wireless Networks*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://pt.kioskea.net/contents/wireless/wlintro.php3>>.

OBJECT REFINERY LIMITED. *JFreeChart*. Novembro 2010. Disponível em: <<http://www.jfree.org/jfreechart/>>.

ONG, E. P. Video quality metrics - an analysis for low bit rate videos. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - ICASSP*, v. 1, p. I-889–I-892, Abril. 2007.

ORACLE. *MySQL :: The world's most popular open source database*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.mysql.com/>>.

ORACLE. *NetBeans*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://netbeans.org/>>.

SESHADRINATHAN, K.; BOVIK, A. C. A structural similarity metric for video based on motion models. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - ICASSP*, v. 1, n. 1, p. 869–872, 2007.

SHEIKH, H.; BOVIK, A. Image information and visual quality. *IEEE Transactions on Image Processing*, v. 15, n. 2, p. 430–444, 2006.

SILVA, E. S. R. da. *Especificação, Projeto e Desenvolvimento de Ferramentas de Auxílio à Avaliação Subjetiva de Vídeo*. Dissertação (Mestrado) — Universidade tecnológica federal do Paraná, Outubro 2009.

VIDEO QUALITY EXPERTS GROUP. *Final Report from the Video Quality Experts Group on the Validation of Objective Models of Video Quality Assessment*. Março 2003. Disponível em: <<ftp://vqeg.its.bldrdoc.gov/>>.

VIDEO QUALITY EXPERTS GROUP. *Final Report from the Video Quality Experts Group on the Validation of Objective Models of Video Quality Assessment Phase II*. Dezembro 2007. Disponível em: <<ftp://vqeg.its.bldrdoc.gov/>>.

WI-FI ALLIANCE. *Wi-Fi Alliance Home*. Setembro 2010. [Http://www.wi-fi.org/](http://www.wi-fi.org/).

ZIGBEE ALLIANCE. *ZigBee Alliance*. Setembro 2010. Disponível em: <[www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)>.