



Trabalho de Graduação

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DE LINHAS DE
PRODUÇÃO E SERVIÇOS ATRAVÉS DA TRANSMISSÃO
DE VÍDEO VIA INTERNET**

Eduardo Lima de Oliveira

Curso de Ciência da Computação

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DE LINHAS DE
PRODUÇÃO E SERVIÇOS ATRAVÉS DA TRANSMISSÃO
DE VÍDEO VIA INTERNET**

por

Eduardo Lima de Oliveira

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Ciência da
Computação – Bacharelado, da Universidade Federal de Santa
Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do
grau de

Bacharel em Ciência da Computação.

Curso de Ciência da Computação

Trabalho de Graduação nº. 184

Santa Maria, RS, Brasil

2004

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Curso de Ciência da Computação

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho
de Graduação

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DE LINHAS DE
PRODUÇÃO E SERVIÇOS ATRAVÉS DE TRANSMISSÃO DE
VÍDEO VIA INTERNET**

elaborado por

Eduardo Lima de Oliveira

Como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em
Ciência da Computação.

Comissão Examinadora:

Oni Reasilvia Sichonany
(Orientador)

Antônio Marcos de Oliveira Cândia

Roseclea Duarte Medina

Santa Maria, 17 de dezembro de 2004.

**Projetistas fazem canais,
arqueiros atiram flechas,
artífices modelam a madeira e o barro,
o homem sábio modela-se a si mesmo.**

(Buda Gautama Sakayamuni)

Agradecimentos

Agradeço à minha professora orientadora, Oni Reasilvia Sichonany, pela disponibilidade e boa vontade em todos os momentos por mim requisitados, sanando dúvidas e dando sugestões que contribuíram muito para a realização desse trabalho.

À minha família, por todo o esforço, dedicação e apoio às minhas escolhas.

À minha namorada Alice, pelo incentivo durante a escrita do relatório final.

Ao Sandro, dono da Oficina PR, em Montenegro, RS, pela idealização do sistema que deu origem a este trabalho.

Ao professor Brutti, gerente da Incubadora Tecnológica, pelo apoio dado a mim e a minha empresa durante a realização deste projeto.

Aos meus colegas de trabalho, Alexandre Borba de Oliveira, Fabio Machado Monteiro e Luzandro Candido Tietbohl, pelo interesse, apoio e pelas brincadeiras em nosso local de trabalho.

A todos que colaboraram para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Sumário

1. Introdução	1
2. Referenciais Teóricos	4
2.1. Linguagens e Softwares de Apoio	4
2.1.1. Servidor Apache	4
2.1.2. Linguagem de Programação PHP	5
2.1.3. Banco de Dados MySQL	6
2.1.4. Java Scripts	6
2.1.5. Java Applets	7
2.2. Transmissão de Vídeo Via Internet	7
2.2.1. Qualidade de Imagem.....	7
2.2.2. Custo	9
2.2.3. Qualidade do Serviço.....	9
2.3. Linhas de Transmissão	10
2.3.1. Dial-UP	11
2.3.2. Cable Modem	11
2.3.3. ADSL	11
2.3.4. Rádio Frequência	12
2.4. Equipamentos	12
2.4.1. Placas de Captura	13
2.4.2. Webcams	13
2.4.3. InternetCams	14
2.4.4. Câmeras de Segurança	15
3. Análise de Soluções já Existentes	18
3.1. Softwares para Webcams	18
3.2. Softwares para Câmeras de Vigilância	20
4. Testes e Avaliações Preliminares	21
4.1. Transmissão através de Webcams USB via FTP	21
4.2. Transmissão através de InternetCams.....	22
4.3. Transmissão através de Câmeras de Segurança	23
5. Modelagem da Solução	25
5.1. Módulos Principais e Funcionamento Geral do Sistema	25
5.2. Objetos e Modelo Entidade-Relacionamento	26
5.3. Especificações dos Equipamentos Utilizados	29
5.4. Projeto de Estrutura Física	30
6. Projeto e Implementação I	32
6.1. Funcionamento Específico	32
6.2. Funcionalidades do Módulo de Exibição	32
6.3. Características da Implementação	33
6.4. Definição da Interface.....	34

7. Projeto e Implementação II.....	37
7.1. Funcionamento Específico	37
7.2. Funcionalidades do Módulo de Controle	37
7.3. Características da Implementação	38
7.4. Definição da Interface.....	41
8. Testes e Avaliação dos Resultados	46
8.1. Metodologia de Testes	46
8.2. Avaliação dos Resultados	46
9. Otimizações.....	48
9.1. Ajustes Necessários	48
9.2. Reavaliação dos Resultados	48
10. Conclusão.....	50
10.1. Próximos Passos.....	51
Bibliografia	52

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparação Entre Equipamentos de Captura	17
Tabela 2 – Comparação Entre as Possíveis Soluções	24
Tabela 3 – Comparação Entre Testes	49

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Placa de Captura	13
Figura 2.2 – Webcam.....	14
Figura 2.3 – InternetCam	15
Figura 2.4 – Câmera de Segurança.....	16
Figura 3.1 – Janela do Software Active Webcam 4	19
Figura 5.1 – Modelo Entidade-Relacionamento.....	27
Figura 6.1 – Etapas Para Acesso a Um Objeto	34
Figura 6.2 – Tela de Login	35
Figura 6.3 – Tela de Escolha do Objeto.....	35
Figura 6.4 – Tela de Visualização do Objeto	36
Figura 7.1 – Etapas para Administração do Sistema	41
Figura 7.2 – Tela de Atualização de Câmera.....	42
Figura 7.3 – Tela de Exclusão de Objetos	43
Figura 7.4 – Tela de Remoção de Direitos do Usuário	44
Figura 7.5 – Tela de Alteração de Horários	45

RESUMO

Trabalho de Graduação
Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Maria

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO E SERVIÇOS ATRAVÉS DE TRANSMISSÃO DE VÍDEO VIA INTERNET

Autor: Eduardo Lima de Oliveira

Orientador: Oni Reasilvia Sichonany

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 17 de dezembro de 2004

O presente trabalho de graduação visa avaliar as opções atualmente disponíveis para transmissão de vídeo via internet, a fim de elaborar uma solução para que empresas possam aumentar o valor agregado de seus produtos e serviços. Através da implantação desse sistema, é possível à empresa disponibilizar a seus clientes o acompanhamento em tempo real de sua linha de produção e serviços. Uma oficina mecânica pode fornecer a seu cliente imagens ao vivo do serviço que está sendo executado em seu automóvel, demonstrando credibilidade e transparência. Essas imagens podem ser acessadas de qualquer computador no mundo, com acesso a Internet. Uma creche pode disponibilizar imagens dos filhos de seus clientes ao vivo, demonstrando qualidade e segurança. Um sistema de atualizações permite que um operador altere a localização dos objetos, através da vinculação de câmeras a áreas ou etapas do processo produtivo. Isso permite que, mesmo que um automóvel passe por várias áreas de uma oficina, seu proprietário tenha acesso a suas imagens em qualquer instante do processo.

A implementação da solução compreende também a viabilidade técnica e financeira do sistema. Foram analisadas várias opções de

implementação, da escolha das câmeras e equipamentos de captura, até as linhas de transmissão. O objetivo é produzir um sistema funcional, de bom desempenho, com baixo custo de implementação e de fácil implantação.

1. Introdução

Há 20 anos atrás a transmissão de imagens e vídeos entre computadores poderia ser encarada como algo futurista. Os computadores surgiram com um propósito muito mais matemático: entrada de dados, processamento e saída dos resultados. O surgimento da Internet tornou a computação mais interativa e acessível ao usuário comum, que buscava também o entretenimento. Hoje, qualquer usuário consegue interagir com as soluções multimídia de sua máquina, efetuando download de músicas, montando uma rádio online em seu computador pessoal, executando vídeos, etc.

A Internet colaborou com o surgimento e popularização de novos dispositivos multimídia, tais como placas de som e vídeo, câmeras digitais e Webcams. Porém, esses dispositivos exigem vários requisitos para serem usados em rede, principalmente largura de banda e qualidade de transmissão. A transmissão de voz e vídeo sobre IP tem se restringido nos últimos anos a aplicações profissionais, devido aos altos custos de manutenção de uma rede compatível. Porém, essa realidade está mudando. A disponibilidade de linhas ADSL (Linha Digital Assimétrica para Assinantes) a um custo relativamente baixo tem tornado possível a usuários domésticos o acesso e uso de seus dispositivos multimídia em rede.

“A demanda por aplicações profissionais de voz e vídeo em redes é antiga, e a tecnologia já está madura. Não se trata mais de questionar a implementação do serviço, mas como implementar” [9].

Soluções para a transmissão de vídeo via Internet já existem. Atualmente, muitos canais de televisão disponibilizam aos internautas, acesso a sua programação através da Web. Existem também TVs virtuais, transmitindo conteúdo 24 horas por dia exclusivamente pela Internet. O surgimento das Webcams acabou popularizando a

transmissão de vídeo via Internet entre usuários domésticos. Novos algoritmos de compactação tornaram possível a transmissão de vídeos com qualidade aceitável exigindo pouca largura de banda.

Muitas das facilidades propiciadas pela Internet até hoje são pouco exploradas. É o caso da transmissão de vídeo via Web. Mesmo que grandes provedores, emissoras de TV e até usuários domésticos já utilizem essa tecnologia, as empresas em geral embarcaram na transmissão de vídeo via Internet apenas através da disponibilidade de cursos virtuais ou teleconferências. Essas iniciativas visam primeiramente o corte de gastos com viagens e hospedagem de pessoal, não o aumento de lucro nas vendas de um produto ou serviço através do oferecimento de vantagens adicionais a seus clientes.

Sistemas de vigilância através da Internet, com o intuito de aumentar a segurança de domicílios, estabelecimentos comerciais e instituições, também têm se popularizado devido à facilidade do armazenamento de vídeos em meio digital. Trechos de vídeos são provas de alto valor em discussões judiciais, na identificação de suspeitos de roubos, homicídios, etc.

Este trabalho propõe a criação de um sistema de monitoramento através de câmeras que permita às empresas oferecer imagens de sua linha de produção e serviços através da Web. Mesmo que para isso sejam utilizadas câmeras de segurança, o propósito é um pouco diferente: Permitir que os clientes tenham uma forma de acompanhar o cotidiano interno da empresa, enquanto um serviço de seu interesse é executado, tornando a relação cliente-empresa mais íntima. Mesmo assim, o sistema prevê uma forma de armazenagem dos vídeos em meio digital, respondendo de forma mais ampla às necessidades da empresa e melhor utilizando a infra-estrutura a ser montada. O sistema não se encarrega de armazenar os vídeos. Porém, foi estruturado de forma a possibilitar a execução dessa tarefa com o uso de outros softwares ou sistemas complementares.

Uma solução que envolva tanto a escolha e montagem dos equipamentos, quanto a criação de um sistema de controle atualizável, é de grande valor para qualquer empresa. Através desta solução ela é capaz de fornecer a seus clientes, imagens de seu processo produtivo, aumentando a credibilidade em seus serviços e conseqüentemente o valor agregado de seus produtos.

Através da elaboração e implementação deste projeto, buscou-se obter um produto final de custo acessível, capaz de oferecer um alto retorno do investimento às empresas.

Como exemplo, uma oficina mecânica pode fornecer a seu cliente imagens ao vivo do serviço que está sendo executado em seu automóvel, demonstrando credibilidade e transparência. Essas imagens podem ser acessadas de qualquer computador no mundo com acesso a Internet. Uma creche pode disponibilizar imagens dos filhos de seus clientes ao vivo, demonstrando qualidade e segurança.

As empresas podem ainda utilizar-se da estrutura montada, para implantação de seus sistemas internos de segurança, podendo armazenar os vídeos em meio digital.

No capítulo 2, serão apresentados os referenciais teóricos pesquisados para a implementação deste trabalho. O capítulo 3 faz a análise de algumas soluções para transmissão de vídeo, já existentes. O capítulo 4 avalia as possíveis soluções para o problema, equipamentos, servidores, etc. No capítulo 5 é apresentada a modelagem do sistema através de um modelo entidade-relacionamento, bem como explicado seu funcionamento geral, módulos principais, equipamentos utilizados e estrutura física montada. Os capítulos 6 e 7 trazem detalhes sobre a implementação dos módulos principais do sistema. Nos capítulos 8 e 9 são avaliados os resultados obtidos através do acesso ao sistema por meios de transmissão variados. Por fim, no capítulo 10 são expostas as conclusões a cerca deste trabalho, bem como os próximos passos que serão tomados.

2. Referenciais Teóricos

Este capítulo é dedicado à apresentação dos referenciais teóricos necessários para o entendimento e desenvolvimento do Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet.

A seção 2.1 aborda conceitos e características das linguagens utilizadas para a implementação do sistema, bem como noções gerais acerca dos softwares que serviram como apoio. Em seguida, na seção 2.2 são demonstrados alguns conceitos importantes relativos à transmissão de vídeo via Internet. A seção 2.3 trata das possíveis linhas de transmissão utilizadas na difusão das imagens pela Web. Ao final, na seção 2.4, são apresentadas as características técnicas dos equipamentos avaliados durante a implementação do projeto.

2.1. Linguagens e Softwares de Apoio

Para o desenvolvimento do trabalho, foram escolhidas várias linguagens e ferramentas de apoio.

2.1.1. Servidor Apache

O Projeto do Servidor Apache é um esforço da “Apache Software Foundation” para desenvolver e manter um servidor HTTP (“*HyperText Transfer Protocol*”) *open-source*, para sistemas operacionais modernos, como Linux e Windows. O objetivo é prover um sistema seguro, eficiente e versátil para serviços HTTP, de acordo com as normas vigentes [10].

O Apache é o servidor http mais utilizado, desde 1996. Em outubro de 2003, 64% dos Websites na Internet usavam Apache, mais do que todos os outros servidores combinados [10].

A versão mais atual do Servidor Apache, 2.0.52, possui suporte a multiprocessamento, multiprotocolos, melhor compatibilidade com

sistemas não Unix, suporte a IPv6 (*“Internet Protocol”* Versão 6), respostas a erros em várias linguagens, configuração simplificada e compatibilidade com uma infinidade de novos módulos [10].

O servidor Apache é o responsável por disponibilizar na Internet as páginas do sistema.

2.1.2. Linguagem de Programação PHP

PHP (*“PHP HyperText Preprocessor”*) é uma linguagem de script *open-source*, independente de servidor, usada para criar páginas Web dinâmicas [11].

A linguagem PHP é bastante similar à linguagem C. Um script PHP fica encapsulado dentro de um documento HTML (*“Hypertext Markup Language”*) com o uso de *tags* especiais. O uso de *tags* permite que o autor alterne trechos de código em PHP e HTML, facilitando sua programação. As páginas PHP são pré-processadas no servidor. A partir de uma página PHP, é gerado um documento HTML que então é enviado ao cliente. Este visualiza apenas o resultado do pré-processamento, não tendo acesso ao código PHP que o gerou [12].

O PHP permite o uso de muitos dos recursos das linguagens normais de programação orientada a objetos, tais como laços de repetição, testes, criação e extensão de classes, instâncias de objetos, atributos e métodos, etc.

PHP também tem suporte a vários protocolos utilizados em rede, tais como IMAP (*“Internet Message Access Protocol”*), SNMP (*“Simple Network Management Protocol”*), NNTP (*“Network News Transfer Protocol”*), POP3 (*“Post Office Protocol”* Versão 3) e o próprio HTTP [11].

Inicialmente criado por Rasmus Lerdorf, em 1994, passou a ter o apoio de vários colaboradores a partir da metade de 1997. Dois deles, Zeev Suraski e Andi Gutmans, reescreveram parte da linguagem para criar o PHP versão 3. Mesmo com o recente lançamento da quarta versão, com melhor suporte à orientação a objetos e integração com

banco de dados, o PHP3 ainda é a linguagem de script mais utilizada na Web [12].

A linguagem PHP foi utilizada como linguagem principal durante a programação do sistema.

2.1.3. Banco de Dados MySQL

O MySQL é o banco de dados *open-source* mais utilizado no mundo. É uma alternativa muito atrativa aos bancos de dados mais complexos e de alto custo [13].

O servidor de banco de dados MySQL inclui todas as funções básicas de um sistema de banco de dados e algumas inovações:

- Múltiplos sistemas de armazenagem, incluindo suporte total a transações, com *commit*, *rollback*, *locking* e *crash recovery*;
- Suporte a multiprocessamento e clusterização;
- Sistema robusto de segurança, com permissões avançadas e suporte a camadas de transporte SSL ("*Secure Sockets Layer*").
- Buscas com rankings de relevância, termo exato e operadores booleanos.

O MySQL é um banco de dados relacional que utiliza um subconjunto da linguagem ANSI SQL ("*Structured Query Language*"). A versão atual do MySQL é a 4.0.1 [14].

O MySQL é responsável por guardar as tabelas e informações necessárias à configuração e ao funcionamento geral do sistema.

2.1.4. Java Scripts

Java Scripts são pequenos scripts em uma linguagem não compilada, utilizados em páginas HTML para modificar seu conteúdo em tempo real, conforme ações do usuário. Diferente dos scripts PHP, os

Java Scripts não são processados pelo servidor e sim, pelo navegador do cliente.

Foram utilizadas funções Java Scripts para facilitar a validação dos formulários de controle do sistema.

2.1.5. Java Applets

Java Applets são pequenos programas escritos em Java, integrados a uma página Web e rodando em um navegador. Por questões de segurança, a máquina virtual Java permite que um Applet acesse apenas alguns recursos do computador local. Arquivos e dispositivos seriais como modems e impressoras geralmente não são acessíveis, assim como a comunicação com outros computadores através da rede [16].

Os Java Applets são muito úteis na construção de pequenas aplicações, como por exemplo, tocadores de vídeo para a Internet.

Através de um Java Applet, as imagens são disponibilizadas aos usuários do sistema, diretamente em seus navegadores.

2.2. Transmissão de Vídeo Via Internet

A transmissão de vídeo via Internet depende de vários fatores. Dentre eles, destacam-se a qualidade de imagem, custo e qualidade do serviço.

2.2.1. Qualidade de Imagem

As sessões de videoconferência realizadas com o uso de Webcams por meio da Internet são inviáveis para ser utilizadas, por exemplo, como meio de diagnóstico ou suporte para uma cirurgia à distância devido à baixa qualidade das imagens geradas por esses equipamentos, porém, já existem no mercado equipamentos especiais acopláveis aos instrumentos cirúrgicos, que cumprem muito bem essa tarefa [9].

Cada usuário tem seu tipo de necessidade, e cada necessidade demandará maior ou menor qualidade de áudio e vídeo. Os fatores que determinam a qualidade de uma transmissão de vídeo via Internet são [4]:

- **Quantidade de cores:** Determina o número de bits utilizados para representar as diversas combinações de cores obtidas a partir da imagem original. O olho humano é capaz de reconhecer aproximadamente 1 milhão de cores;
- **Resolução:** Determina o tamanho da janela de vídeo, ou seja, a quantidade de colunas e linhas de pixels;
- **Taxa de quadros por segundo:** Define a qualidade da animação do vídeo. O olho humano é capaz de reter uma imagem, em média, por 40 milissegundos, o que significa que uma animação em "*full motion*" requer no mínimo 25 quadros por segundo. Quando exibida em televisores que montam a imagem por processo de varredura sem entrelaçamento esta taxa deve ser de 30 quadros por segundo.

A importância em compreender a necessidade do usuário se deve a dois fatores que impactam diretamente no projeto de rede ou de sua expansão para este novo serviço [4]:

- São as configurações de qualidade da aplicação que determinam a quantidade de informação necessária para armazenar em formato digital o vídeo que será transmitido na rede, ou seja, a largura de banda necessária;
- Os dispositivos multimídia (câmeras, compactadores) devem atender aos requisitos de desempenho para gerar a imagem com as configurações desejadas.

2.2.2. Custo

Em se tratando de aplicações profissionais, a relação custo/benefício da solução é fator preponderante. Exceto em casos particulares, os recursos para a implementação de um serviço de rede somente serão obtidos caso resultem em algum benefício direto (economia financeira ou maior qualidade para atendimento ao cliente, por exemplo) [2].

A primeira preocupação é a realização de uma análise de retorno de investimento. Em segundo lugar, deve-se considerar o custo dos equipamentos de captura e transmissão de vídeo. Compactadores em hardware são mais caros, mas imagens de melhor qualidade (*"full motion"*) atualmente são obtidas apenas com o uso destes dispositivos. A alternativa é o uso de soluções baseadas em software para computador, geralmente gratuitas, combinadas com dispositivos de captura de baixo custo (Webcams, por exemplo).

2.2.3. Qualidade do Serviço

As aplicações multimídia têm como característica a interatividade. O tráfego multimídia deve ser transmitido em tempo real [3]. Para suportar aplicações multimídia, a rede deve oferecer capacidades de QoS, ou seja, deve garantir o atendimento a critérios de performance previamente estabelecidos [1].

Para o tráfego multimídia, são importantes:

- **Largura de banda:** Após a compactação, vídeos coloridos com configuração de tela cheia e *"full motion"* demandam no mínimo 384 Kbps. Com 128 Kbps é possível realizar uma sessão de videoconferência com taxa de 15 quadros por segundo, e qualidade de áudio semelhante à de uma conversa telefônica.

Em teoria, é possível realizar sessões de videoconferência a partir de 64 Kbps, mas na prática a qualidade de áudio e vídeo fica bastante comprometida. Para a obtenção de taxas menores é necessário diminuir o tamanho da janela (técnica de compressão por manipulação de captura);

- **Atraso:** É a soma da latência (o atraso de transmissão inserido pela rede) e do atraso do CODEC (algoritmo de codificação e compactação). O atraso prejudica a interatividade, e será sentido em maior ou menor grau dependendo da utilização do usuário. Idealmente, deve ser o menor possível. Quanto menor o esforço de compactação, menor o atraso de CODEC;
- **Variação do atraso:** Pequenos atrasos até podem ser tolerados, mas o tráfego multimídia não tolera a variação do atraso – também conhecido como *jitter*. As conseqüências do *jitter* são a perda de sincronia e falhas ("buracos") na transmissão. A eliminação do *jitter* é obtida com a priorização do tráfego, uso de *buffers* e técnica de *time-stamping*;
- **Taxa máxima de perdas:** Pequenas perdas de informação são toleradas por aplicações multimídia, pois não comprometem o entendimento do usuário. Entretanto, após ultrapassar um limite máximo aceitável, pode introduzir os mesmos efeitos do *jitter* (falhas na comunicação) [3].

2.3. Linhas de Transmissão

Linhas de transmissão são os meios físicos por onde trafegam as informações em uma rede. Existem várias opções para a troca de dados via Internet. Dentre elas, destacam-se as linhas Dial-UP, Cable Modem, ADSL e Rádio Freqüência, por terem um custo acessível e uma boa disponibilidade.

2.3.1. Dial-UP

As linhas Dial-UP ou linhas discadas atuais conseguem taxas de transmissão nominais de até 56 Kbps. Os atuais modems padrão V.92 conseguem transmitir à taxa máxima tanto em upload quanto em download. Mesmo assim, o uso de linhas discadas para a transmissão de vídeo fica muito comprometido pela falta de largura de banda e pela instabilidade dessas linhas. A tarifação, cobrada por tempo de acesso, também inviabiliza a construção de uma solução multimídia através de Dial-UP.

A estrutura Dial-UP ainda é utilizada pela maior parte dos usuários de Internet, obrigando qualquer aplicação que disponibilize vídeos via Internet a ter compatibilidade com essa tecnologia. Isso pode ser alcançado parcialmente, reduzindo-se a qualidade dos vídeos, tamanho e taxa de atualização [4].

2.3.2. Cable Modem

Sistema que realiza um acesso bidirecional à Internet, em alta velocidade, utilizando a mesma rede de cabos das TVs por assinatura. Possui uma boa largura de banda, em média 256 Kbps [9]. Disponibiliza uma conexão 24 horas por dia que pode ser tarifada de maneira única ou por tráfego utilizado. Pode ser considerado um meio razoável para transmissão de vídeo via Internet, porém, exige a contratação dos serviços de TV a Cabo, o que encarece bastante a solução. Ideal para servir como cliente de aplicações multimídia.

2.3.3. ADSL

Linha Digital Assimétrica para Assinantes. A ADSL é uma tecnologia que permite transferência digital de dados em alta velocidade por meio de uma linha telefônica de cobre comum, com pares trançados.

Esta tecnologia atinge de 256 Kbps até 9 Mbps para “*downloads*” e até 1 Mbps para “*uploads*” [9].

O sistema divide a linha em duas, uma para telefone, e outra para dados [9]. Graças ao preço acessível, o uso de linhas ADSL entre pequenas empresas e usuários domésticos vem crescendo bastante. É uma ótima alternativa, tanto para clientes de aplicações multimídia, quanto para o envio de vídeos via Web. O ADSL é assimétrico, ou seja, a largura de banda em um sentido é diferente da largura de banda disponível no sentido contrário. Para suportar videoconferência, a menor das taxas deverá ser suficiente para acomodar o tráfego gerado pelo CODEC, uma vez que este último é simétrico [8].

2.3.4. Rádio Frequência

A Internet via Rádio é um sistema de acesso rápido, sem fio, utilizado principalmente entre prédios que apresentam linha de visada e estão localizados a até 16 km de distância. Permite ligação contínua, em várias velocidades, atingindo 11 Mbps. Possui grandes vantagens no envio de vídeos via Internet já que o link é simétrico, podendo atingir taxas muito altas de upload [9]. Da mesma forma, é uma ótima alternativa para clientes de aplicações multimídia. O acesso à Internet via Rádio é relativamente barato para moradores de grandes condomínios, já que é necessária a instalação de apenas uma antena e todos compartilham a mesma banda. Para empresas, o custo pode ser um pouco mais elevado. Fatores climáticos como chuvas fortes, podem influenciar nas taxas de transmissão.

2.4. Equipamentos

Alguns equipamentos são essenciais para a implementação e implantação do sistema. Dentre eles, destacam-se placas de captura e câmeras, dos mais variados tipos.

2.4.1. Placas de Captura

São placas que permitem a ligação de dispositivos de imagens tais como câmeras de vídeo, a um PC. Elas realizam todo o processo de decodificação das imagens e permitem a ligação de vários dispositivos simultaneamente [8].



Figura 2.1: Placa de Captura

2.4.2. Webcams

As Webcams são os equipamentos mais tradicionais e baratos para a captura e envio de imagens a um computador. Graças a elas, a utilização de vídeos via Internet se popularizou [6]. A facilidade de instalação e uso faz das Webcams uma ótima opção para usuários domésticos. Essas câmeras não requerem placas de capturas instaladas no micro. O processo de decodificação das imagens é realizado pelo próprio processador, através de software [5]. O uso profissional dessas câmeras fica bastante comprometido, principalmente pela baixa qualidade do vídeo gerado (não mais que 30 quadros por segundo) e pela degradação do sistema já que o processo de decodificação é lento [8]. Além disso, a resolução das imagens geradas pelas Webcams

tradicionais é bastante limitada, restringindo seu uso a aplicações domésticas.

Geralmente são conectadas ao computador através de cabos USB (Universal Serial Bus) não apresentando possibilidade de filmagens noturnas ou transmissão de vídeo sem fio. Recursos como ajuste de imagem, zoom e movimentação também não são disponibilizados como padrão.

Não necessitam de fontes externas de energia já que na maioria das vezes são alimentadas pelo próprio cabo USB utilizado para troca de dados com o PC.

Estão amplamente disponíveis no mercado, com várias opções de marcas, modelos e preços.



Figura 2.2: Webcam

2.4.3. InternetCams

As InternetCams são Webcams adaptadas para o acesso direto através da rede. Elas funcionam ligadas diretamente na rede da empresa e podem ser acessadas de qualquer micro, através de um endereço IP [5]. Possuem uma espécie de servidor Web interno, não necessitando de um microcomputador para funcionar. Possuem como vantagem a versatilidade, facilidade de configuração e uso. Muitas InternetCams utilizam comunicação sem fio, oferecendo como vantagem extra um fácil

reposicionamento. Como inconveniente, as InternetCams possuem um custo muito mais elevado em comparação às câmeras tradicionais [7].

A qualidade das imagens geradas pelas InternetCams é bastante satisfatória, chegando a taxas superiores a 30 quadros por segundo e resolução de 640 x 480 pixels, o que possibilita exibição de vídeo em tela cheia e uso em aplicações profissionais.

Geralmente são conectadas a um servidor através de cabos de rede. A utilização de um Hub possibilita a ligação de várias câmeras em um mesmo computador, porém, são necessários endereços IP individuais para garantir o acesso externo a cada câmera. Existem modelos equipados com lentes infravermelhas capazes de capturar imagens noturnas. A transmissão de vídeo sem fio também é possível graças à compatibilidade com tecnologias wireless.

Necessitam de fontes externas de energia e sua disponibilidade é bastante restrita no mercado brasileiro, com poucas opções de marcas e modelos.



Figura 2.3: InternetCam

2.4.4. Câmeras de Segurança

São câmeras normais de segurança concebidas inicialmente para geração de imagens em meios físicos como fitas magnéticas. Conectadas

diretamente a um microcomputador através de uma placa de captura de vídeo, podem gerar imagens em formato digital.

A qualidade das imagens geradas pelas Câmeras de Segurança varia bastante conforme o modelo do equipamento. A taxa de transferência pode chegar a valores superiores a 30 quadros por segundo e resoluções em torno de 320 x 240 pixels, possibilitando seu uso profissional.

São conectadas à placa de captura de vídeo através de cabos especiais relativamente baratos, resistentes e altamente flexíveis, o que facilita sua instalação. A utilização de várias placas de captura de vídeo possibilita a ligação de até 16 câmeras em uma mesma máquina, porém, existe a necessidade de utilização de softwares para o acesso às imagens. Existem modelos equipados com lentes infravermelhas, capazes de capturar imagens noturnas. A transmissão de vídeo sem fio também é possível graças ao uso de transmissores e receptores de vídeo via rádio frequência.

Necessitam de fontes externas de energia e sua disponibilidade é bastante ampla no mercado brasileiro. Recursos como ajuste de imagens, zoom, integração com sensores de movimento e transmissão de áudio são disponibilizados.

Possuem como vantagem o preço acessível, e boa qualidade das imagens, porém, requerem uma placa de captura instalada no PC [7].



Figura 2.4: Câmera de Segurança

A tabela abaixo relaciona algumas das características padrão dos equipamentos analisados.

Tabela 1 – Comparação Entre Equipamentos de Captura

	Webcams	InternetCams	Câmeras de Segurança
Preço	Barato	Muito Caro	Acessível
Ligação ao PC	- Cabos USB.	- Cabos de Rede; - Conexões Wireless.	- Placas de Captura; - Cabos RCA; - Transmissores RF.
Imagens	- Baixa Qualidade; - Baixa Resolução; - Baixa Taxa.	- Boa Qualidade; - Ótima Resolução; - Ótima Taxa.	- Boa Qualidade; - Boa Resolução; - Boa Taxa.
Alimentação	Fonte Externa, através do Cabo USB.	Fonte Externa.	Fonte Externa.
Ajustes	Nenhum Disponível.	Alguns Disponíveis.	Vários Disponíveis.
Infravermelho	Não Disponível.	Disponível.	Disponível.
Zoom	Não Disponível.	Não Disponível.	Disponível.
Movimentação	Não Disponível.	Não Disponível.	Disponível.
Sensores	Não Disponível.	Não Disponível.	Disponível.
Escalabilidade	- Possível com um Hub USB.	- Possível com um Hub.	- Até 16 câmeras, com várias placas de captura.
Disponibilidade	- Amplamente Disponível.	- Pouco Disponível.	- Amplamente Disponível.

3. Análise de Soluções já Existentes

Este capítulo é dedicado à análise das soluções para transmissão de vídeo via Internet, já existentes. A seção 3.1 trata de softwares para Webcams comuns. Em seguida, na seção 3.2 são tratados os softwares disponíveis para Câmeras de Vigilância.

3.1. Softwares para Webcams

As Webcams são câmeras de captura de baixo custo, utilizadas para gravação de pequenos vídeos ou transmissão de vídeo via Internet em baixa qualidade. Geralmente são acompanhadas por softwares que automatizam a tarefa da captura das imagens e envio até um servidor remoto, onde ficam disponíveis a outros usuários da rede. Dentre estes programas destaca-se o Active Webcam 4.7. Para análise, foi utilizada uma versão demo do software que praticamente não contém restrições de uso.

O Active Webcam pode trabalhar com um número ilimitado de câmeras simultaneamente, capturando imagens de até 30 frames por segundo de qualquer dispositivo de vídeo, como as câmeras USB (*Universal Serial Bus*), popularmente chamadas de Webcams [15].



Figura 3.1: Janela do Software Active Webcam 4

O software permite o broadcast de vídeo através de três opções:

- **Acesso Remoto:** Através de um servidor nativo de imagens, o software permite que outros usuários se conectem às câmeras através de uma estrutura cliente-servidor. Para tal, é preciso que o cliente também possua uma cópia do Active Webcam. Através deste método, é possível o envio de imagens e sons, que podem ser criptografados e protegidos com senha.
- **Upload via FTP:** O software pode enviar as imagens a um servidor FTP (*"File Transfer Protocol"*) remoto. Para isso, uma conexão FTP constante é aberta e imagens estáticas são enviadas em alta velocidade (caso a conexão permita). Junto ao servidor remoto, é hospedada uma página criada pelo próprio Active Webcam, contendo um Java Applet que monta as imagens sobrepondo-as de forma a criar o vídeo na tela do navegador cliente. Nenhum *"plugin"* ou *"download"* especial é necessário. A qualidade das imagens e a taxa de transmissão são limitadas conforme a velocidade da conexão entre o servidor FTP e o servidor de imagens.
- **Servidor HTTP Local:** O Active Webcam permite que seja montado um servidor HTTP local, para que sejam hospedadas as

páginas contendo as imagens capturadas. Essa alternativa elimina a necessidade de um servidor FTP remoto, ficando a qualidade das imagens e a taxa de transmissão, limitadas apenas pela velocidade da conexão entre o cliente e o servidor de imagens.

Por suas características, o Active Webcam 4 foi escolhido para controlar a captura das imagens das câmeras de segurança, gerando as páginas que serão visualizadas pelos usuários do sistema.

3.2. Softwares para Câmeras de Vigilância

As câmeras de Vigilância passaram a agregar várias funções, graças a softwares especializados para captura, processamento e tratamento das imagens. Uma dessas novas funcionalidades é a possibilidade de envio das imagens através da rede, em um sistema cliente-servidor. Dentre as alternativas analisadas, nenhum software possuía a capacidade de envio das imagens a um servidor Web, característica essencial para a implementação do Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet. Outras características interessantes desses softwares são, a capacidade de armazenamento dos vídeos em disco, análise do movimento das imagens para detecção de intrusos, acionamento automático de alarmes, integração com sensores de calor e movimento, etc.

4. Testes e Avaliações Preliminares

Este capítulo é dedicado aos testes e avaliações preliminares. Foram criadas e analisadas três alternativas para a implementação do sistema. A seção 4.1 trata da transmissão de vídeo através de Webcams USB via FTP. Em seguida, na seção 4.2 é tratada a transmissão de vídeo através de InternetCams. Por fim, a seção 4.3 trata da transmissão de vídeo através de Câmeras de Segurança.

4.1. Transmissão através de Webcams USB via FTP

Essa solução compreende o uso de Webcams comuns, conectadas a um microcomputador servidor através de cabos USB, transmitindo as imagens capturadas a um servidor FTP para que possam ser acessadas pelos clientes.

Para a implementação, são necessários investimentos pequenos, já que o custo de Webcams é relativamente baixo. As imagens são capturadas pelos dispositivos e enviadas ao servidor FTP por meio de uso de um software como o Active Webcam. No servidor remoto, a aplicação precisa controlar apenas o acesso remoto às câmeras e a interface a ser apresentada ao cliente.

Após alguns testes, essa solução mostrou-se inviável pelos seguintes motivos:

- **Baixa Qualidade das Imagens:** As Webcams USB padrão, geram imagens de baixa resolução. Como a decodificação das imagens é realizada por software, o processo exige um grande poder de processamento ao ser utilizado em várias câmeras simultaneamente.

- **Baixa Taxa de Amostragem:** Mesmo com o uso de uma linha ADSL com capacidade de 1 Mbps de upload, a taxa de amostragem das imagens mostrou-se insuficiente (em torno de 1 frame por segundo). Isso se deve ao tempo perdido no envio de cada imagem estática separadamente ao servidor FTP.
- **Comprimento Limitado dos Cabos USB:** O comprimento máximo de um cabo USB, segundo especificações, é de 5 metros. Cabos com comprimento maior podem apresentar problemas de comunicação. Esse problema pode ser resolvido com o uso de amplificadores de sinal, porém, esses equipamentos tornariam a solução financeiramente inviável.

Os testes foram realizados na empresa Rádio Central Difusora de Notícias utilizando-se os seguintes equipamentos cedidos pela mesma:

- 2 Webcams Creative Go!;
- 1 Computador Pentium III com 256 MB de RAM e 32 MB de Vídeo;
- 1 Link ADSL Turbo BrasilTelecom com taxas de 1 Mbps para download e 512 Kbps para upload.

4.2. Transmissão através de InternetCams

Essa solução compreende o uso de InternetCams, conectadas a um microcomputador servidor através de cabos de rede e Hubs ou diretamente a um Hub *Wireless*. Essas câmeras possuem um servidor Web integrado, sendo possível seu acesso direto via IP (*"Internet Protocol"*) desde que estejam conectadas à Internet.

Para a implementação, são necessários investimentos em cabos, Hubs e nas próprias câmeras. No servidor a aplicação precisa controlar apenas o acesso remoto às câmeras e a interface a ser apresentada ao cliente.

Apesar de ser a solução de mais fácil implementação, o alto custo das InternetCams inviabilizaria sua implantação. A análise foi realizada através de dados estatísticos disponibilizados pelos fabricantes.

4.3. Transmissão através de Câmeras de Segurança

Essa solução compreende o uso de Câmeras de Segurança, conectadas a um microcomputador servidor através de cabos de vídeo e placas de captura. Essas câmeras possuem boas vantagens como boa resolução e ótima qualidade das imagens, possibilidade de filmagens noturnas através de infravermelho além de um custo acessível.

Para a implementação, são necessários investimentos em cabos, placas de captura e nas próprias câmeras. Para a implementação do sistema, é necessária a construção de um módulo que torne possível a publicação das imagens no navegador do cliente, já que os softwares que realizam a captura das imagens das Câmeras de Segurança permitem apenas gravação em disco. No servidor, a aplicação precisa controlar o acesso remoto às câmeras e a interface a ser apresentada ao cliente.

Após a análise, mesmo sendo esta a solução de implementação mais complexa, acaba sendo a mais viável, principalmente pela qualidade, facilidade de implantação e acessibilidade.

Os testes foram realizados na empresa Quantum Computadores, utilizando-se os seguintes equipamentos cedidos pela mesma:

- 4 Câmeras de Segurança CMOS;
- 1 Computador Pentium IV com 256 MB de RAM e 64 MB de Vídeo;
- 1 Link ADSL Turbo BrasilTelecom com taxas de 600 Kbps para download e 300 Kbps para upload.

A tabela abaixo ilustra algumas das características avaliadas em cada equipamento bem como as vantagens, desvantagens e conclusões tomadas a cerca destes.

Tabela 2 – Comparação Entre as Possíveis Soluções

	Webcams e FTP	InternetCams e Rede	Câmeras de Segurança
Custo	Barato.	Muito Caro.	Acessível.
Desempenho	Ruim (em torno de 50 quadros por minuto e baixa resolução).	Ótimo (mais de 30 quadros por segundo e alta resolução).	Bom (mais de 20 quadros por segundo e média resolução).
Montagem da Estrutura Física	Inviável devido ao comprimento limitado dos cabos USB (5 metros).	Fácil, exigindo apenas Hubs e cabos de rede.	Dificuldade média, exigindo instalação de placas de captura de vídeo e uso de cabos especiais.
Montagem do Sistema	Fácil, exigindo a configuração dos softwares de controle das Webcams e criação do sistema de monitoramento.	Muito fácil, exigindo apenas a criação do sistema de monitoramento.	Dificuldade média, exigindo a configuração dos softwares de controle das câmeras e criação do sistema de monitoramento.
Vantagens	- Baixo custo.	- Melhor desempenho; - Facilidade de montagem da estrutura física; - Facilidade de montagem do sistema de monitoramento; - Possibilidade de transmissões wireless; - Alta escalabilidade.	- Disponibilidade de recursos avançados de captura; - Facilidade de armazenamento dos vídeos em disco. - Possibilidade de transmissões via radiofrequência.
Desvantagens	- Sobrecarga do Servidor; - Baixa Velocidade do FTP.	- Custo muito elevado.	- Maior dificuldade na montagem do sistema.
Conclusão	Inviável devido à impossibilidade da montagem da estrutura física.	Inviável devido ao custo elevado dos equipamentos.	Viável.

5. Modelagem da Solução

Este capítulo é dedicado à modelagem da solução escolhida no capítulo anterior. A seção 5.1 trata das características gerais do sistema, descrevendo algumas funcionalidades dos módulos principais. Em seguida, na seção 5.2, são descritos os objetos e é apresentado o modelo entidade-relacionamento da aplicação. A seção 5.3 apresenta os detalhes de especificação dos equipamentos utilizados para implementação do sistema. Por fim, na seção 5.4 é apresentado o projeto de estrutura física do sistema, com informações sobre o local escolhido, objetos a serem monitorados, etc.

5.1. Módulos Principais e Funcionamento Geral do Sistema

O Sistema de Monitoramento foi projetado para oferecer uma maneira prática para que empresas possam mostrar imagens de sua linha de produção e de serviços a seus clientes.

De maneira geral, o sistema funciona através do controle do monitoramento de objetos. Um objeto pode ser um livro, um automóvel ou uma etapa de um processo produtivo, por exemplo, e pode ou não ser visualizado por um usuário específico. Para isso, cada usuário previamente cadastrado no sistema possui uma tabela de permissões, indicando quais objetos podem ser acessados naquele instante. As permissões de acesso são administradas pelo operador do sistema, podendo ser atualizadas a qualquer momento.

Como um objeto dentro de uma empresa pode sofrer constantes mudanças em sua localização (um automóvel pode passar de uma área da oficina para outra), o sistema permite atualizações em sua posição, bastando que o operador indique qual câmera é responsável pelo monitoramento do objeto naquele determinado instante. O usuário final não precisa, portanto, saber qual dispositivo está monitorando o objeto de

seu interesse. Sempre que acessar o sistema, caso esse esteja devidamente atualizado, terá disponível imagens de seu objeto, em qualquer lugar do espaço produtivo monitorado.

De forma a facilitar a concepção do sistema, e melhorar seu entendimento, foram criados dois módulos principais:

- **Módulo de Exibição:** O módulo de exibição é responsável por oferecer as páginas com as imagens captadas pelas câmeras de monitoramento aos usuários da empresa, na Internet. Este módulo utiliza-se das várias tabelas de configuração do sistema para permitir ou não que um usuário acesse determinado objeto naquele instante.
- **Módulo de Controle:** O módulo de controle é responsável por oferecer as páginas de cadastro de usuários, configuração e manutenção dos objetos e das câmeras ao operador do sistema. Através deste módulo as tabelas de controle de acesso e localização dos objetos são atualizadas para que o sistema mantenha-se coerente.

5.2. Objetos e Modelo Entidade-Relacionamento

Para projetar o sistema, foi utilizada uma modelagem orientada a objetos. O modelo entidade-relacionamento descrito abaixo, na Figura 5.1, mostra todos os objetos do sistema com seus respectivos relacionamentos:

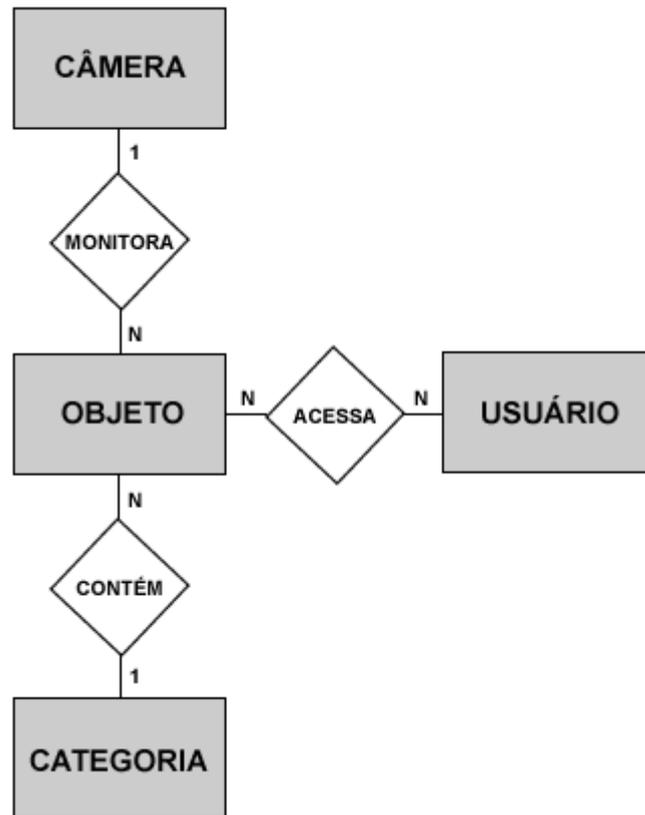


Figura 5.1: Modelo Entidade-Relacionamento

- **Câmera:** Este objeto identifica uma câmera dentro do sistema. Cada câmera possui um número de identificação único, uma descrição e informações sobre sua localização.
- **Objeto:** Identifica os objetos monitorados. Cada objeto possui um código de identificação único, uma descrição, uma relação com a câmera que é atualmente responsável por seu monitoramento e outra relação com uma categoria.
- **Categoria:** Melhora a organização e facilita a busca por objetos monitorados pelo sistema. Cada categoria possui um código de identificação único, um nome e uma descrição.
- **Usuário:** Identifica um usuário no sistema. Cada usuário possui um código de identificação único, um nome, login e senha. Através de seus relacionamentos, é possível montar a tabela de

direitos de acesso de um usuário sobre um objeto monitorado pelo sistema.

Para implementar a modelagem escolhida, foram geradas as seguintes tabelas no banco de dados:

Tabela Camera

Id_camera	(chave primária, inteiro auto-incrementado)
descricao	(string)
localizacao	(string)

Tabela Categoria

Id_categoria	(chave primária, inteiro auto-incrementado)
nome	(string)
descricao	(string)

Tabela Objeto

Id_objeto	(chave primária, inteiro auto-incrementado)
descricao	(string)
camera	(chave estrangeira, id_camera da tabela Camera)
categoria	(chave estrangeira, id_categoria da tabela Categoria)

Tabela Usuario

Id_usuario	(chave primária, inteiro auto-incrementado)
nome	(string)
login	(string única)
senha	(string)

Tabela Acesso

Id_acesso	(chave primária, inteiro auto-incrementado)
usuario	(chave estrangeira, id_usuario da tabela Usuario)
camera	(chave estrangeira, id_camera da tabela Camera)

Para manter os dados de configuração do sistema, foi necessária a criação de mais uma tabela:

Tabela Configuracao

Id_configuracao	(chave primária, inteiro)
login_admin	(string)
senha_admin	(string)
cameras_ativas	(boolean)
hora_liga	(inteiro)
minuto_liga	(inteiro)
hora_desliga	(inteiro)
minuto_desliga	(inteiro)

5.3. Especificações dos Equipamentos Utilizados

Abaixo estão discriminados os equipamentos utilizados para a implementação do sistema.

- **Microcomputador:** Como servidor da aplicação, foi utilizado um PC Pentium III 700 MHZ, com 384 MB de RAM, placa de vídeo RIVA TNT2 de 32 MB, HD de 30 GB, 7200 RPM e Sistema Operacional Windows 98 Second Edition.

- **Câmera:** Para captura das imagens, foi utilizada uma mini câmera colorida CMOS com resolução de 330 linhas de TV, ângulo de visão de 56°, que permite uma visão nítida até 15 metros de distância. A câmera é equipada com lente de 3,6 mm infravermelha, capaz de gerar imagens com pelo menos 2 lux de iluminação e microfone embutido para captura de som ambiente.
- **Placa de Captura:** Foi utilizada uma placa de captura marca PICO, modelo 2000, para até 4 câmeras simultâneas com frequência máxima de 30 frames por segundo.
- **Fontes de Energia:** Para alimentação da câmera, foi utilizada uma fonte padrão de 12 V e 500 Ma.
- **Caixas de Proteção:** Para fixação e proteção da mini câmera, foi utilizada uma caixa especial de proteção em metal inodado.
- **Cabo:** Foi utilizado um cabo padrão RCA, de 20 metros.

5.4. Projeto de Estrutura Física

A estrutura física para implementação do sistema foi montada na sala 15 da Incubadora Tecnológica de Santa Maria, situada no interior da Universidade Federal de Santa Maria, nas instalações da empresa SemLimites.net. A sala possui dimensões de 3,5 metros de largura por 5 metros de comprimento, boa iluminação e locais adequados para a instalação dos aparelhos. O projeto de montagem da estrutura física foi estruturado de maneira a minimizar a mão de obra e reduzir os gastos com equipamentos.

A figura abaixo, Figura 5.2, ilustra a disposição final dos equipamentos no local de instalação. A câmera e o servidor estão indicados respectivamente pelas letras C e S.

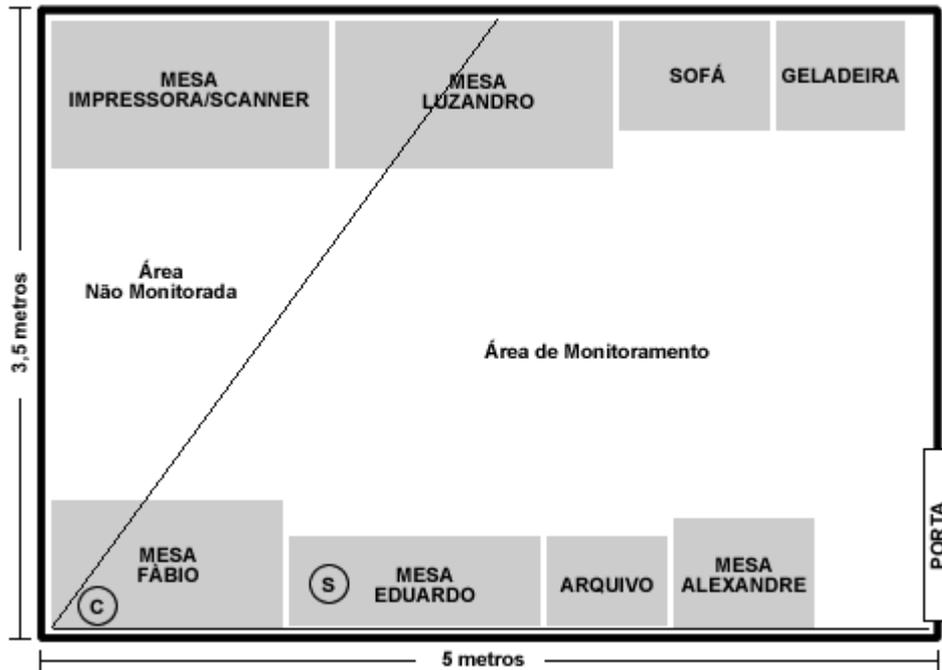


Figura 5.2: Estrutura Física

6. Projeto e Implementação I

Este capítulo é dedicado à implementação da primeira parte da modelagem da solução escolhida no capítulo 5, referente ao módulo de exibição. O módulo de exibição é responsável pelo controle de acesso e pela interface com o usuário final.

6.1. Funcionamento Específico

Conforme citado no capítulo 5, o módulo de exibição é responsável por oferecer as páginas com as imagens captadas pelas câmeras de monitoramento aos usuários da empresa na Internet. Para realizar tal tarefa é preciso oferecer primeiramente aos usuários uma interface de identificação através de login e senha. Após a identificação, o usuário tem acesso à lista dos objetos aos quais possui direito de visualizar. Escolhendo um desses objetos o internauta é levado à página de visualização das imagens da câmera responsável por seu monitoramento caso essa esteja ativa no momento. Essas páginas são geradas e atualizadas pelo software Active Webcam 4, citado nos capítulos anteriores, e seu acesso é controlado pelo sistema. As imagens são finalmente mostradas na janela do navegador do visitante.

6.2. Funcionalidades do Módulo de Exibição

O módulo de exibição é responsável por oferecer as seguintes funcionalidades:

- **Validação de Usuário:** Cada usuário é validado através de login e senha. Esse procedimento é realizado através de uma página de identificação do usuário.

- **Verificação de Objetos:** De posse do número de identificação do usuário, o sistema verifica quais objetos podem ser acessados por um determinado usuário e mostra-os na tela do navegador.
- **Visualização das Imagens:** Através do número de identificação do objeto requerido, é localizada a câmera responsável por seu monitoramento e as imagens são mostradas para o usuário.
- **Verificação de Direito de Acesso:** Cada página de visualização de imagens é validada de forma a garantir que o usuário identificou-se previamente, possui direito de acesso sobre o objeto requerido, as câmeras estão ativas e o horário é válido.

6.3. Características da Implementação

- **Validação de Usuário:** Através de uma página de identificação, os dados de login e senha são captados e enviados ao servidor. O servidor valida as informações através da tabela Usuario, pesquisando o login informado e comparando a senha recebida com a senha contida nessa tabela. Quando a comparação é correta, o servidor cria uma variável global (“*session*”), com o número de identificação do usuário e seu nome, caso contrário, retorna uma mensagem de erro de login e senha.
- **Verificação de Objetos:** Após a validação, o usuário é direcionado a uma página de verificação de objetos. Uma pesquisa é feita na tabela Acesso, através do número de identificação contido na variável global. O servidor retorna então os objetos aos quais o usuário possui direito de visualização. A página faz então uma nova busca na tabela Categoria, para criar as referências na tela do navegador de maneira organizada.

- **Visualização das Imagens:** Após a escolha de um objeto pelo usuário, esse é redirecionado à página de visualização das imagens. O servidor realiza uma busca na tabela Objeto a fim de descobrir qual câmera deve ser mostrada na tela. As imagens são então disponibilizadas ao internauta.
- **Verificação de Direito de Acesso:** A página de visualização das imagens realiza inicialmente uma nova busca na tabela Acesso, para garantir que o usuário realmente pode visualizar as imagens e impedir o acesso direto sem identificação. Após isso, as variáveis `cameras_ativas`, `hora_liga`, `minuto_liga`, `hora_desliga` e `minuto_desliga` são pesquisadas na tabela `Configuracao`. O acesso só é liberado se as câmeras estiverem ativas e a hora atual do servidor estiver entre a hora inicial e a hora final informadas na tabela.

6.4. Definição da Interface

A interface foi projetada de maneira a facilitar o acesso dos usuários, tornando o processo auto-explicativo e intuitivo. A figura abaixo, Figura 6.1, demonstra as etapas para o acesso às imagens de um determinado objeto:

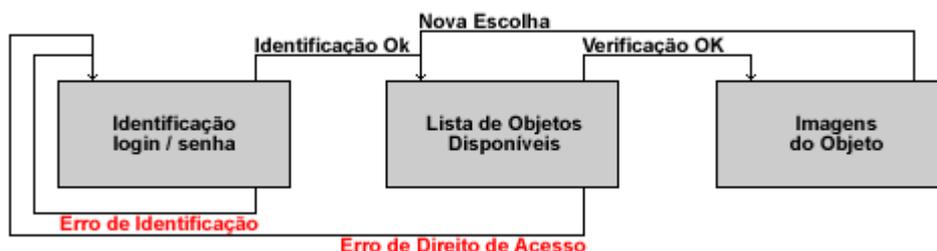


Figura 6.1: Etapas Para Acesso a Um Objeto

Cada retângulo na imagem anterior corresponde a uma página do sistema, que pode ser visualizada através das Figuras 6.2, 6.3 e 6.4:

Sistema de Monitoramento

Identificação:

Login:

Senha:

Login ou senha inválidos!



Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet

Figura 6.2: Tela de Login

Sistema de Monitoramento

Bom dia **Maria!**

Escolha abaixo, a categoria e o objeto solicitado:

- Oficina
- Estacionamento
 - [Automóvel Corsa](#)
- Pintura



Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet

Figura 6.3: Tela de Escolha do Objeto

Bom dia **Maria!**

Essas são as imagens do **Automóvel Corsa:**



[voltar](#)



Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet

Figura 6.4: Tela de Visualização do Objeto

7. Projeto e Implementação II

Este capítulo é dedicado à implementação da segunda parte da modelagem da solução escolhida no capítulo 5, referente ao módulo de controle. O módulo de controle é responsável pela alimentação e manutenção das tabelas de dados do sistema, utilizadas pelo módulo I.

7.1. Funcionamento Específico

Conforme citado no capítulo 5, o módulo de exibição é responsável por oferecer as páginas de cadastro de usuários, configuração e manutenção dos objetos e das câmeras, ao operador do sistema. Para realizar tal tarefa, é preciso oferecer inicialmente uma tela de identificação, validando o login e senha do operador, que dará acesso à tela de administração do sistema. A partir daí, é possível inserir e remover câmeras, objetos, usuários e alterar as configurações básicas do sistema.

7.2. Funcionalidades do Módulo de Controle

O módulo de controle é responsável por oferecer as seguintes funcionalidades:

- **Manutenção de Câmeras:** Cada câmera possui um número de identificação, uma descrição e informações sobre sua localização. O sistema permite que esses dados sejam alterados, câmeras sejam excluídas e novas câmeras sejam cadastradas.
- **Manutenção de Objetos:** O sistema permite uma busca pelos objetos cadastrados no banco de dados, inserção, remoção e alteração das informações desses. Permite também a manipulação dos objetos, atribuindo uma nova câmera responsável por seu monitoramento.

- **Manutenção de Usuários:** Os dados dos usuários cadastrados no banco de dados podem sofrer atualizações. Além disso, novos usuários podem ser inseridos e cadastros podem ser excluídos do sistema. A manutenção de usuários compreende também a atribuição de direitos de acesso a objetos do sistema para um determinado usuário.
- **Configurações Básicas:** O sistema permite que o acesso às câmeras seja desabilitado por tempo indeterminado, até que seja habilitado novamente. Permite também a atribuição de uma hora inicial e final para o funcionamento das câmeras. Qualquer acesso fora do horário estipulado será negado.

7.3. Características da Implementação

- **Manutenção de Câmeras:** Inicialmente, através de um menu, o operador escolhe a opção desejada: inserção, exclusão ou atualização de câmeras. Para inserção de uma nova câmera, é gerada uma página de cadastro com os campos Descrição e Localização. Após finalizado o preenchimento dos dados, esses são enviados ao servidor que os insere em uma nova entrada da tabela Camera. O número de identificação da câmera é gerado automaticamente pelo banco de dados. Para exclusão de câmeras, é mostrada ao operador uma listagem dos equipamentos cadastrados, bastando que ele clique sobre o cadastro desejado para excluí-lo do sistema. Em cada exclusão, todos os objetos do sistema são verificados. Caso um deles tenha como referência a câmera escolhida, sua variável camera é colocada como -1 e o sistema o interpreta como um objeto não monitorado. Na atualização de câmeras, novamente a listagem dos equipamentos é mostrada. Ao escolher o cadastro que deseja atualizar o operador é levado a uma página com um formulário previamente preenchido pelos dados atuais da

câmera. Após atualizá-los, os dados são enviados ao banco de dados.

- **Manutenção de Objetos:** O processo de manutenção de objetos é bastante semelhante ao descrito anteriormente para a manutenção de câmeras, com as mesmas opções para o operador. Na inserção, um formulário em branco é gerado. Um dos campos desse formulário é a câmera que atualmente é responsável pelo monitoramento do objeto. Esse campo é gerado em tempo real, com todas as câmeras disponíveis no banco de dados. Após seu preenchimento, as informações são enviadas ao sistema. Para a exclusão, uma listagem com os objetos cadastrados é mostrada bastando um clique do operador para apagar o registro. A tabela Acesso é então verificada. Todos os registros que continham referência ao objeto excluído são também apagados, para que o sistema não fique incoerente. A atualização ocorre de maneira análoga à inserção exceto pelo fato de que o operador recebe na tela um formulário com os dados do objeto previamente preenchidos e selecionados.
- **Manutenção de Usuários:** Todo o processo de manutenção dos usuários é controlado pelo operador, que pode inserir usuários, visualizar e alterar seus dados, excluí-los do sistema e alterar seus direitos de acesso a objetos. Inserção e atualização ocorrem de maneira idêntica a descrita anteriormente para manutenção de câmeras e objetos. A exclusão de um usuário ocorre de maneira semelhante: Ao operador é oferecida uma listagem com o nome de cada usuário cadastrado no sistema bastando um clique sobre seu registro para excluí-lo. Durante o processo de exclusão de um usuário, além da remoção do registro na tabela Usuario, todos os registros da tabela Acesso que contém referência ao usuário em questão são também

removidos de forma a manter a integridade das tabelas. O sistema provê também, manutenção dos direitos de acesso a objetos para cada usuário através do menu atualização. Após escolher o registro desejado, o operador visualiza uma nova lista com os objetos aos quais aquele usuário possui direitos. Clicando na descrição de um dos objetos, o registro referente ao direito de acesso é removido da tabela Acesso. Novos objetos podem ser atribuídos a um usuário, através de uma nova página de inserção de direitos. O operador escolhe então o novo objeto e ao clicar sobre sua descrição, atribui o acesso. Um novo registro é então criado na tabela Acesso, com o número identificador do usuário e o código de identificação do objeto escolhido.

- **Configurações Básicas:** Ao escolher a opção configurações básicas, o operador pode alterar as variáveis relativas ao intervalo e à disponibilidade de visualização das câmeras. Ao clicar na opção “Desativar Câmeras”, a variável *cameras_ativas* da tabela Configuracao é colocada como “*false*”. Ao clicar novamente, agora na opção “Ativar Câmeras”, a mesma variável é atualizada para “*true*”. O módulo de exibição verifica o estado dessas variáveis sempre que uma requisição a um objeto é realizada, dando controle total ao operador. Através da opção atualizar horários, é possível modificar a hora inicial e final da disponibilidade das imagens pelo sistema. Os horários são atualizados na tabela Configuracao que é também verificada a cada acesso pelo módulo de exibição. A opção alterar dados de identificação permite que o login e a senha do operador sejam trocados.

7.4. Definição da Interface

A interface foi projetada de maneira a facilitar sua utilização pelo operador. A figura abaixo demonstra as etapas para administração do sistema.

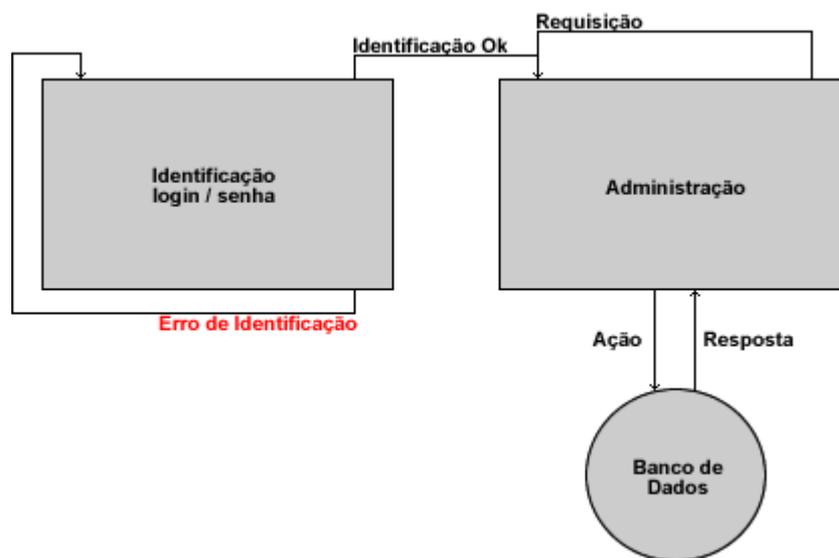


Figura 7.1: Etapas para Administração do Sistema

As imagens abaixo ilustram algumas telas do sistema de administração:

Sistema de Monitoramento - Área Administrativa

Câmeras	Câmeras - Atualização
Inserir	Número de Identificação: 1
Excluir	Descrição:
Atualizar	Primeira câmera...
Objetos	Localização:
Inserir	Estacionamento da oficina...
Excluir	<input type="button" value="Enviar"/> <input type="button" value="Limpar"/>
Atualizar	
Usuários	
Inserir	
Excluir	
Atualizar	
Configurações	
Desativar Câmeras	
Atualizar Horários	
Alterar Dados	
Logoff	



Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet

Figura 7.2: Tela de Atualização de Câmera

Sistema de Monitoramento - Área Administrativa

Câmeras	Objetos - Excluir												
Inserir	Objetos: <table border="1"><thead><tr><th>ID</th><th>Descrição</th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Automóvel Corsa</td><td>excluir</td></tr><tr><td>2</td><td>Automóvel Gol</td><td>excluir</td></tr><tr><td>3</td><td>Automóvel Ka</td><td>excluir</td></tr></tbody></table>	ID	Descrição		1	Automóvel Corsa	excluir	2	Automóvel Gol	excluir	3	Automóvel Ka	excluir
ID		Descrição											
1		Automóvel Corsa	excluir										
2		Automóvel Gol	excluir										
3		Automóvel Ka	excluir										
Excluir													
Atualizar													
Objetos													
Inserir													
Excluir													
Atualizar													
Usuários													
Inserir													
Excluir													
Atualizar													
Configurações													
Desativar Câmeras													
Atualizar Horários													
Alterar Dados													
Logoff													



Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet

Figura 7.3: Tela de Exclusão de Objetos

Sistema de Monitoramento - Área Administrativa

Câmeras	Usuários - Atualização
Inserir	Usuário: Maria
Excluir	Direitos:
Atualizar	
Objetos	
Inserir	
Excluir	
Atualizar	
Usuários	
Inserir	
Excluir	
Atualizar	
Configurações	
Desativar Câmeras	
Atualizar Horários	
Alterar Dados	
Logoff	

ID	Descrição	
1	Automóvel Corsa	excluir

[Clique aqui para inserir um novo objeto...](#)



Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet

Figura 7.4: Tela de Remoção de Direitos do Usuário

Sistema de Monitoramento - Área Administrativa

Câmeras	Configurações - Atualizar Horários
Inserir	<p>Horário de Início da Visualização:</p> <p><input type="text" value="08"/> horas e <input type="text" value="00"/> minutos</p> <p>Horário de Interrupção da Visualização:</p> <p><input type="text" value="18"/> horas e <input type="text" value="00"/> minutos</p> <p><input type="button" value="Enviar"/></p>
Excluir	
Atualizar	
Objetos	
Inserir	
Excluir	
Atualizar	
Usuários	
Inserir	
Excluir	
Atualizar	
Configurações	
Desativar Câmeras	
Atualizar Horários	
Alterar Dados	
Logoff	



Sistema de Monitoramento de Linhas de Produção e Serviços Através de Transmissão de Vídeo Via Internet

Figura 7.5: Tela de Alteração de Horários

8. Testes e Avaliação dos Resultados

Este capítulo é dedicado aos testes iniciais, realizados após o término da implementação do sistema. Na seção 8.1, é descrita a metodologia utilizada durante esta primeira fase de testes. A seção 8.2 avalia os resultados obtidos.

8.1. Metodologia de Testes

Foram realizados 6 testes, divididos em 3 categorias distintas. Todos os testes ocorreram no local e com os equipamentos descritos no capítulo 5, utilizando o link da Universidade Federal de Santa Maria. A resolução escolhida para as imagens foi de 450 x 394 pixels.

- **Rede Local:** Foram realizados 2 testes, um em uma quarta-feira em horário comercial e outro em um sábado, acessando-se o sistema de uma máquina da rede local.
- **ADSL Turbo 600:** Foram realizados 2 testes, um em uma quarta-feira em horário comercial e outro em um sábado, acessando-se o sistema remotamente através de um link ADSL residencial Turbo 600 da BrasilTelecom.
- **Linha Discada:** Foram realizados 2 testes, um em uma quarta-feira em horário comercial e outro em um sábado, acessando-se o sistema remotamente através de linha discada, conectado a velocidade de 48000 bps.

8.2. Avaliação dos Resultados

- **Rede Local:** Ambos os testes apresentaram os mesmos resultados, com taxas oscilando entre 15 e 20 frames por segundo, o que foi considerado satisfatório e utilizado como valor ótimo para referência aos demais testes.

- **ADSL Turbo 600:** O primeiro teste, realizado em horário de utilização máxima da rede, apresentou um baixo resultado com taxas oscilando entre 3 e 4 frames por segundo e poucas interrupções. O segundo teste, realizado com a rede ociosa, demonstrou bons resultados com taxas entre 10 e 15 frames por segundo. Percebe-se que a utilização da rede possui um impacto bastante grande sobre o sistema devido ao fato desse depender de uma boa banda disponível de upload para operar corretamente.
- **Linha Discada:** O primeiro teste apresentou um resultado muito ruim, com taxas menores que 1 frame por segundo e interrupções constantes. O segundo teste alcançou resultados regulares, com taxas em torno de 4 frames por segundo. O impacto da baixa largura de banda pôde ser observado devido à baixa taxa alcançada quando a rede em que se localiza o servidor estava ociosa.

A importância da disponibilidade de uma boa taxa de upload ficou evidente após os testes iniciais. De modo geral o sistema comportou-se bem, com desempenho considerado regular. Instabilidades ocorreram devido à alternância entre sobrecarga e ociosidade da rede em determinados momentos. Em média os resultados ficaram próximos aos esperados. Algumas melhorias e correções foram necessárias.

9. Otimizações

Este capítulo é dedicado às otimizações realizadas após a primeira fase de testes descrita no capítulo anterior. A seção 9.1 descreve os ajustes realizados enquanto a seção 9.2 faz uma avaliação dos novos resultados alcançados.

9.1. Ajustes Necessários

Os testes descritos no capítulo 8 foram repetidos, porém, com uma redução na resolução das imagens geradas pelo sistema: 352 x 308 pixels.

9.2. Reavaliação dos Resultados

- **Rede Local:** Ambos os testes apresentaram os mesmos resultados já obtidos anteriormente como se esperava. Taxas oscilando entre 15 e 20 frames por segundo. Comprovou-se que esse é o desempenho máximo suportado com os equipamentos utilizados.
- **ADSL Turbo 600:** O primeiro teste apresentou um resultado razoável, com taxas em torno de 4 frames por segundo, sem interrupções. O segundo teste demonstrou taxas próximas às obtidas anteriormente, entre 11 e 15 frames por segundo. Conclui-se que o impacto da redução da resolução nesse tipo de acesso é pequeno ou praticamente nulo quando a rede está ociosa.
- **Linha Discada:** O primeiro teste ainda apresentou resultados ruins, com taxas entre 1 e 2 frames por segundo. O segundo teste alcançou bons resultados, com taxas em torno de 8 frames por segundo. A melhora foi bastante significativa havendo largura de banda disponível no servidor.

Comprovou-se a importância da disponibilidade de banda para upload no servidor, acima de outras variáveis como a resolução da imagem. Os ganhos significativos em relação à utilização de linha discada para visualização das imagens tornaram essa a configuração escolhida como padrão, já que a maior parte dos acessos à Internet no Brasil ainda utilizam esse meio.

A tabela abaixo faz uma comparação entre os resultados obtidos antes e depois da redução na resolução das imagens.

Tabela 3 – Comparação Entre Testes

	Antes	Após
Rede Local	1) Entre 15 e 20 fps. 2) Entre 15 e 20 fps.	1) Entre 15 e 20 fps. 2) Entre 15 e 20 fps.
ADSL Turbo 600	1) Entre 3 e 4 fps. 2) Entre 10 e 15 fps.	1) Em torno de 4 fps. 2) Entre 11 e 15 fps.
Linha Discada	1) Menos de 1 fps. 2) Em torno de 4 fps.	1) Entre 1 e 2 fps. 2) Em torno de 8 fps.

10. Conclusão

Este trabalho teve por objetivo a criação de um sistema que torne possível a empresas de pequeno e médio porte, disponibilizar a seus clientes o acompanhamento de sua linha de produção e serviços.

Após a avaliação dos resultados, o sistema mostrou-se capaz de oferecer uma solução viável financeiramente e capaz de suprir as necessidades da empresa, desde que essa possua uma rede com boa largura de banda disponível. Todas as etapas foram cumpridas corretamente conforme o planejamento, o que possibilitou a criação de um sistema estável e funcional.

A utilização de câmeras de vigilância para captura das imagens tornou possível o desenvolvimento de um sistema acessível e capaz de absorver facilmente mudanças na topologia da rede. A possibilidade de instalação de até 16 câmeras sem a necessidade de um novo servidor possibilita uma fácil expansão no número de áreas monitoradas, bastando para isso apenas a reconfiguração do software controlador de captura e pequenos ajustes no sistema, o que pode ser feito dentro da própria empresa em questão de horas.

A utilização da linguagem PHP permite uma ampla integração com vários modelos de banco de dados. Graças a isso, o sistema pode ser facilmente modificado para integrar-se com outros sistemas que já existam dentro da empresa como controle de produção e cadastro de clientes. Assim, a empresa não é obrigada a manter e alimentar duas bases de dados diferentes.

O estudo das tecnologias utilizadas para programação Web, bancos de dados e transmissão de vídeo via Internet, além dos equipamentos envolvidos, consolidou os ensinamentos aprendidos durante o Curso de Ciência da Computação e possibilitou uma grande

aquisição de novos conhecimentos na área, sendo fundamental para futuros projetos relacionados a esse tema.

10.1. Próximos Passos

Existem alguns pontos não abordados durante o desenvolvimento desse projeto. Essas novas implementações serão objeto de trabalhos futuros:

- **Elaboração de Material Informativo:** Serão desenvolvidos manuais explicativos para que as empresas possam oferecer um treinamento a seus operadores sobre como utilizar, manter e resolver dúvidas dos usuários do sistema.
- **Integração com Novos Equipamentos:** Possibilidade de utilização de mais de um tipo de equipamento (câmeras de vigilância e InternetCams), sem a necessidade de implantação de um novo sistema.
- **Integração com Novas Plataformas:** Ainda que a linguagem, o servidor da aplicação e o servidor de banco de dados sejam softwares livres, o sistema depende de softwares de terceiros que rodam sobre a plataforma Windows. O objetivo é desenvolver uma solução livre de plataforma ou múltiplas soluções para múltiplas plataformas.
- **Criação de Pacotes:** A criação de pacotes que contenham além do sistema, todos os equipamentos necessários para sua implantação, como câmeras, cabos, placas de captura, servidor, instalação e treinamento, possibilitará uma redução de custos ainda maior.

Bibliografia

- [1] **TANENBAUM, Andrew.** *Redes de Computadores*, 3^a. Edição, São Paulo, Ed. Campus, 1998.
- [2] **Cisco Systems.** *Designing Networks for Multimedia*, <http://www.cisco.com> (Acesso em julho de 2004).
- [3] **MARTINS, Joberto.** *Qualidade de Serviço (QoS) em Redes IP: Princípios Básicos, Parâmetros e Mecanismos*, Dr., UNIFACS, São Paulo, 2000.
- [4] **StarLight.** *Effect of Video on LAN Data Traffic*, <http://www.starlight.com> (Acesso em julho de 2004).
- [5] **MOLINARO, Luis Fernando Ramos.** *Projeto e Implementação de um Ambiente de Videoconferência Multiuso na Universidade de Brasília*, UNB, Brasília, 2002.
- [6] **PUTTINI, Ricardo Staciari.** *Projeto e Estruturação de Aplicações Multimídia em Redes IP*, UNB, Brasília, 2003.
- [7] **D-LINK.** *D-Link Latin America, AUDIO – VIDEO Devices*, <http://www.dlinklatinamerica.com/productos/familia.asp?fam=11> (Acesso em julho de 2004).
- [8] **BORDIGNON, Márcio Rodrigo.** *Implementando Aplicações de Videoconferência em Redes de Computadores*, UNB, Brasília 2003.
- [9] **ABUSAR.ORG.** *Associação Brasileira dos Usuários de Acesso Rápido*, <http://www.abusar.org.br> (Acesso em julho de 2004).
- [10] **APACHE.ORG.** *The Apache HTTP Server Project*, <http://www.apache.org> (Acesso em julho de 2004).
- [11] **CONVERSE, Tim; PARK, Joyce.** *PHP: a Bíblia*, 2^a. Edição, São Paulo, Ed. Campus, 2003.
- [12] **RUSTYBRICK.COM.** *Web Definitions and Glossary at Rustybrick*, <http://www.rustybrick.com/definitions.php> (Acesso em setembro de 2004).

- [13] **MySQL.COM.** *The World's Most Popular Open Source Database*, [http:// http://www.mysql.com/](http://www.mysql.com/) (Acesso em setembro de 2004).
- [14] **PRATES, Rubens.** *MySQL: Guia de Consulta Rápida*, 1ª. Edição, São Paulo, Ed. Novatec, 2000.
- [15] **PYSOFT.COM.** *All Useful Utilities by PY Soft, Inc.*, <http://www.pysoft.com/> (Acesso em setembro de 2004).
- [16] **New To Linux.** *Java Glossary*, <http://www.newtolinux.org.uk/> (Acesso em setembro de 2004).