

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DE CURITIBA
CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA ÊNFASE AUTOMAÇÃO

ANDRÉ GUILHERME GEMBAROWSKI
MAURIZIO LOFFREDO
RENAN DE SOUZA

**PROJETO E ANÁLISE DE SOLUÇÃO PARA
VIDEOMONITORAMENTO PÚBLICO INTEGRADO COM
INTERCOMUNICAÇÃO E ALARMES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2013

ANDRÉ GUILHERME GEMBAROWSKI
MAURIZIO LOFFREDO
RENAN DE SOUZA

**PROJETO E ANÁLISE DE SOLUÇÃO PARA
VIDEOMONITORAMENTO PÚBLICO INTEGRADO COM
INTERCOMUNICAÇÃO E ALARMES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase em Automação do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Carlos Henrique Mariano, Me.

CURITIBA
2013

ANDRÉ GUILHERME GEMBAROWSKI
MAURIZIO LOFFREDO
RENAN DE SOUZA

PROJETO E ANÁLISE DE SOLUÇÃO PARA VIDEOMONITORAMENTO PÚBLICO INTEGRADO COM INTERCOMUNICAÇÃO E ALARMES

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase em Automação do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 09 de abril de 2013.

Prof. Paulo Sérgio Walenia, Esp.
Coordenador do Curso de
Engenharia de Controle e Automação

Prof. Amauri Amorin Assef, Me.
Coordenador dos Trabalhos de Conclusão de Curso
de Engenharia de Controle e Automação do DAELT

ORIENTAÇÃO

Prof. Carlos Henrique Mariano, Me.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Henrique Mariano, Me.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Carlos Eduardo Ferrante do Amaral, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Roberto Cesar Betini, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus.

Aos pais que nos educaram e nos criaram.

Aos nossos avós que nos deram carinho e exemplo.

Aos professores e mestres da UTFPR pela competência e dedicação ao ensino durante o curso.

Aos funcionários e servidores da UTFPR que trabalham para manter a universidade em bom funcionamento.

Aos amigos por nos proporcionar momentos de alegria e descontração.

Aos nossos colegas de curso, que lutaram assim como nós na busca de ser um bom Engenheiro.

A banca examinadora, por ceder seu tempo para analisar, dar sugestões, criticar e avaliar nosso projeto.

E por fim, ao professor Mestre Carlos Henrique Mariano, pelo apoio e auxílio para que alcançássemos o objetivo proposto no início deste trabalho.

RESUMO

GEMBAROWSKI, André G.; LOFFREDO, Maurizio; SOUZA, Renan de. **Projeto e análise de solução para videomonitoramento público integrado com intercomunicação e alarmes**. 2013. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Industrial Elétrica Ênfase em Automação –. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

Uma das maiores discussões entre políticos e autoridades do mundo todo é o combate à violência seja ela de qualquer tipo. No Brasil, muitas ações vêm sendo tomadas no intuito de conter a criminalidade e a falta de segurança pública, principalmente nas grandes cidades onde os índices de violência apontam uma grande preocupação quanto ao bem-estar da população em geral. A partir da análise dos motivos de um crime, é nítido que grande parte dos atos criminosos continua ocorrendo nas cidades pela sensação de impunidade dos infratores, pois não há repressão suficiente aos crimes ou ainda pela existência de vulnerabilidades que possibilitam a ocorrência de infrações. Dentro desse contexto, as câmeras de segurança são importantes ferramentas no combate à violência por facilitar a identificação de alguma ocorrência, aumentar a eficiência do combate aos crimes e registrar os atos infratores. Este trabalho propõe uma solução inovadora para a segurança das cidades através de um projeto de videomonitoramento público integrado com um sistema de intercomunicação e alarmes. Como resultado espera-se facilitar a troca de informações entre os vigilantes e a população, na tentativa de maximizar o atendimento às ocorrências e aumentar a repressão aos infratores.

Palavras chave: Segurança pública. Câmeras IP. Transmissão de dados. Videomonitoramento. Proteção elétrica.

ABSTRACT

GEMBAROWSKI, André G.; LOFFREDO, Maurizio; SOUZA, Renan de. **Project and analysis of solution for public video surveillance integrated with intercom and alarm.** 2013. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Industrial Elétrica Ênfase em Automação – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

One of the greatest debates among politicians and authorities around the world is the combat of any kind of violence. In Brazil, many initiatives have been taken in order to minimize crime and the lack of security, especially in large cities, where violence rates indicate a great concern for the population welfare. From the crime motivations analysis, it is clear that most of the criminal acts in the cities continue because the offenders impunity feeling, due the fact that there isn't enough repression and also because of the existence of vulnerabilities that allow the violations. Within this context, security cameras are important tools to fight against violence by facilitating the identification of occurrences, increasing the efficiency of police control and recording offenders' acts. This work proposes an innovative solution for the cities safety through a project of public video surveillance integrated with an intercom system and alarms. As result one expects to facilitate the exchange of information between vigilants and the population in an attempt to maximize attendance at occurrences and increase the repression of offenders.

Keywords: Public security. IP Cameras. Data transfer. Video surveillance. Electrical protection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de referência ISO/OSI	15
Figura 2 – A referência do modelo OSI versus o modelo TCP/IP	16
Figura 3 – Antenas de radiofrequência	17
Figura 4 – Cabo UTP	19
Figura 5 – Cabo STP	20
Figura 6 – Cabo ScTP	20
Figura 7 – Camadas elementares de um cabo de fibra óptica	21
Figura 8 – Esquema do funcionamento de um cabo de fibra óptica multimodo	22
Figura 9 – Esquema de funcionamento de um cabo de fibra óptica monomodo	23
Figura 10 – Localização genérica dos elementos de uma câmera IP	23
Figura 11 – Tipos de lentes esféricas.....	25
Figura 12 – Lente convergente de bordas finas	26
Figura 13 – Lente convergente de bordas espessas.....	26
Figura 14 – Raio luminoso incidindo no centro da lente	27
Figura 15 – Raio luminoso incidindo paralelamente ao eixo principal da lente	27
Figura 16 – Raio luminoso incidindo em um dos focos da lente.....	27
Figura 17 – Imagem em uma lente grande-angular tipo fisheye	29
Figura 18 – Esquema de uma lente teleobjetiva moderna	30
Figura 19 – Comparação de imagens de uma região em uma lente zoom	31
Figura 20 – Íris de uma câmera.....	32
Figura 21 – Comparação nos níveis de abertura da íris.....	32
Figura 22 – Imagem resultante com uma íris com a abertura grande	33
Figura 23 – Imagem resultante com uma íris com a abertura pequena	33
Figura 24 – Comparação de imagens captadas com diferentes intervalos no obturador	34
Figura 25 – Estrutura Física de um CCD	35
Figura 26 – Esquema de uma lente de um CCD.....	36
Figura 27 – Câmera IP Móvel.....	36
Figura 28 – Layout de um software de gerenciamento de câmeras.....	39
Figura 29 – Aterramento de poste de concreto	41
Figura 30 – Nobreak.....	42
Figura 31 – Diagrama de Ligação do DPS	45

Figura 32 – Representação básica de um ponto de monitoramento	46
Figura 33 – Topologia entre os PV's 11 ao 16	48
Figura 34 – Topologia entre os PV's 12 ao 02	49
Figura 35 – Topologia entre os PV's 04 ao 01	50
Figura 36 – Topologia de comunicação da solução	50
Figura 37 – Componentes do cabo de fibra óptica.....	53
Figura 38 – Máquina de emenda por fusão.....	53
Figura 39 – Emenda após a fusão	54
Figura 40 – Distribuidor interno óptico do projeto.....	55
Figura 41 – Exemplo de <i>patch cord</i>	55
Figura 42 – Esquema de ligação de um rádio transmissor/receptor	56
Figura 43 – Esquema de ligação dos equipamentos no interior do rack	58
Figura 44 – Circuito de ligação do DPS monofásico com a rede elétrica.....	61
Figura 45 – Modo de fixação do DPS.....	62
Figura 46 – Captor Franklin.....	65
Figura 47 – Esquema elétrico dos equipamentos	68
Figura 48 – Ponto de videomonitoramento implantado	69
Figura 49 – Esquema de um ponto do projeto	70
Figura 50 – Câmera SD8362E	72
Figura 51 – Esquema representando o chicote da câmera SD8362E.....	73
Figura 52 – Câmera IP8352	73
Figura 53 – Esquema representando os terminais da câmera IP8352.....	74
Figura 54 – Diagrama de funcionamento dos algoritmos	75
Figura 55 – Estrutura do intercomunicador	77
Figura 56 – Diagrama de entrada e saída digitais.....	78
Figura 57 – Sirene fixada em um Ponto de Videomonitoramento	79
Figura 58 – Sinalização rotativa instalada em um Ponto de Videomonitoramento....	79
Figura 59 – Mapa sinóptico	80
Figura 60 – Dispositivos do intercomunicador e dos alarmes	82
Figura 61 – Interior da Central de Controle de Operações.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sequência de cores do padrão 568-A	51
Tabela 2 – Especificação dos Disjuntores.....	65
Tabela 3 – Métodos de Instalação de Condutores.....	67

LISTA DE SIGLAS

ARPANet	Advanced Research Projects Agency Network
CA	Collision Avoidance
CCD	Charge-Coupled Device
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor
CSMA	Carrier Sense Multiple Access
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DIO	Distribuidor Interno Óptico
DNS	Domain Name System
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
FTP	File Transfer Protocol
FTP	Foil Twisted Pair
HD	High Definition
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IP	Internet Protocol
IR	Infrared
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ONVIF	Open Network Video Interface Forum
PV	Ponto de Videomonitoramento
RGB	Red, Green and Blue
SCR	Silicon Controlled Rectifier
ScTP	Screened Twisted Pair
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
STP	Shielded Twisted Pair
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTP	Unshielded Twisted Pair
WEP	Wired Equivalent Privacy
WLAN	Wireless Local Area Network
WPA	Wi-Fi Protected Access
WPA2	Wi-Fi Protected Access II

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 TEMA.....	8
1.1.1 Delimitação do Tema	8
1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS	9
1.3 OBJETIVOS	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 JUSTIFICATIVA	11
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	12
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 COMUNICAÇÃO DE REDES	14
2.1.1 Modelo de referência ISO/OSI	14
2.1.2 TCP/IP	15
2.1.3 Wireless.....	17
2.1.4 Cabos de Pares Trançados.....	18
2.1.5 Fibra Óptica	21
2.2 CÂMERAS.....	23
2.1.1 Estrutura de uma Câmera	23
2.2.1 Câmeras IP	36
2.3 GERENCIAMENTO DE VÍDEO	38
2.4 SISTEMA DE PROTEÇÃO ELÉTRICA	39
2.4.1 Aterramento.....	39
2.4.2 Nobreaks	41
2.4.3 Sobretensões	43
2.5 FUNCIONAMENTO BÁSICO DA SOLUÇÃO.....	45
3 LEVANTAMENTO TÉCNICO DA SOLUÇÃO	47
4 TÉCNICAS DE CONEXÃO UTILIZADAS.....	51
4.1 CABO PAR TRANÇADO.....	51
4.2 FIBRA ÓPTICA.....	52
4.2.1 Fusão da Fibra Óptica.....	52
4.2.2 Distribuidor Interno Óptico.....	54
4.3 RÁDIO	56
5 SISTEMA DE PROTEÇÃO ELÉTRICA	59
5.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	59
5.1.1 Nobreak NHS Mini III 600.....	59
5.1.2 DPS VCL SLIM.....	61
5.1.3 Cabo Sintenax	63
5.1.4 Cabo Pirastic	63
5.1.5 Luz Rotativa e Flash – Giroflex	63
5.1.6 Sirene Piezoelétrica	64
5.1.7 Para-raio.....	64
5.3 ALIMENTAÇÃO E PROTEÇÃO ELÉTRICA.....	67
6 ESPECIFICAÇÃO DAS CÂMERAS	71
6.1 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO.....	71

6.1.1 Câmera Móvel	72
6.1.2 Câmera Fixa	73
7 AUTOMAÇÃO DO SISTEMA	75
7.1 DESENVOLVIMENTO DOS ALGORITMOS	75
7.2 INTERCOMUNICADOR	76
7.3 ALARMES	77
7.4 SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DO MONITORAMENTO	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS.....	86
ANEXO A – INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE O SISTEMA DE VIDEOMONITORAMENTO DE CURITIBA.....	90

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

A segurança pública é um conjunto de fatores que interagem entre si resultando na tranquilidade e no bem-estar da população através de instrumentos de combate à violência ou de direitos que procuram assegurar uma comunidade com uma qualidade de vida adequada.

Em uma comunidade, as autoridades públicas são responsáveis pela manutenção da justiça dos cidadãos através de recursos de prevenção e/ou repressão a atos considerados infratores. Em busca de uma melhor eficiência no combate ao crime, surgiu a necessidade da utilização de diferentes tecnologias em prol do trabalho das autoridades de segurança.

Dentre as ferramentas utilizadas para aprimorar a segurança pública, destacam-se os sistemas de videomonitoramento por apresentarem uma forma efetiva de identificação de atos reprováveis pela sociedade, reprimindo a sensação de impunidade dos infratores ao cometerem delitos, além de registrar as imagens das ocorrências.

1.1.1 Delimitação do Tema

Os sistemas de videomonitoramento vêm sendo implantados em larga escala nas cidades brasileiras, principalmente na última década, como uma maneira de prevenir diversas formas de violência, tais como assaltos e depredações, permitindo a identificação das pessoas infratoras.

As câmeras de vigilância utilizadas nos sistemas de videomonitoramento têm como finalidade capturar as imagens e as transmitir para uma central de monitoramento, onde as imagens podem ser visualizadas por um operador no exato momento dos acontecimentos. GUIMARÃES (2007) defende que as câmeras de vigilância instaladas em locais públicos devem atender a duas funções primordiais:

- Visualizar, registrar e guardar a imagem de um fato ocorrido, no intuito de tirar o anonimato da autoria (considerado um fator facilitador e estimulador do crime) e produzir provas para a investigação policial;
- Vigilância em tempo real, que possibilite identificar as condições já no início de uma ocorrência, criando a possibilidade de reação imediata.

As câmeras IP (*Internet Protocol*) possuem recursos para transmissão de vídeo para um computador ou diretamente para a *Internet*. Com o auxílio de *softwares*, estes equipamentos podem ter suas funções ampliadas, possibilitando que desenvolvedores criem algoritmos e estratégias para um melhor monitoramento.

Este trabalho destaca a importância do videomonitoramento na segurança das cidades, não só para as autoridades como para a população. Em Curitiba os sistemas de videomonitoramento foram implantados conforme ANEXO A, o qual foi solicitado especialmente para este trabalho.

1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

Câmeras de monitoramento são utilizadas largamente para contribuir com a segurança da sociedade seja ela em estabelecimentos comerciais, residências e/ou vias públicas. Com a ampliação da utilização das câmeras houve a necessidade de se desenvolver novas tecnologias para facilitar o monitoramento como *softwares* de gerenciamento, aumento da resolução de imagens e maior capacidade de *zoom*.

Uma das principais tecnologias que surgiu com esse avanço tecnológico foi a criação das câmeras de vídeo IP, que além de melhor qualidade de imagem em relação as câmeras analógicas, apresentam total compatibilidade entre si através da especificação ONVIF (Open Network Video Interface Forum), a qual padroniza os protocolos de comunicação nos equipamentos com tecnologia IP (GUIA DO CFTV, 2012).

O projeto que se pretende desenvolver possui uma solução integrada de videomonitoramento com intercomunicação e alarmes, composta por câmeras com tecnologia IP, dispostas em diversos pontos estratégicos em vias públicas, conectadas através de rede de fibra óptica e/ou via rádio à central de

monitoramento, onde em cada ponto existirão dispositivos de alarmes sonoro e visual, uma botoeira de chamada e um aparelho intercomunicador conectados ao sistema.

A solução proposta possui equipamentos de diversos fabricantes que não foram desenvolvidos para atender um sistema de videomonitoramento com integração de um intercomunicador e sistema de alarme que possibilite interação entre usuário-operador via o próprio equipamento. O projeto do sistema exige um estudo técnico prévio bem aprofundado para aliar todas as tecnologias a serem utilizadas em sua implantação.

Outro problema a ser resolvido é a construção de um algoritmo de automação e seu respectivo sistema eletrônico, pois quando um cidadão acionar a botoeira do comunicador, o sistema irá automaticamente identificar a localização da ocorrência e direcionar a câmera para o local, para que o vigilante tenha a imagem da pessoa que irá se comunicar, inibindo a ação de pessoas mal intencionadas. Além disso, se necessário, o operador acionará remotamente o alarme.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de videomonitoramento inteligente que permita associar imagem e áudio simultaneamente.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar os equipamentos compatíveis e adequados para a solução do projeto;
- Estruturar uma revisão teórica das referencias sobre o funcionamento dos equipamentos necessários para implantação do sistema;
- Elaborar algoritmos que atenda os objetivos do projeto;

- Projetar os circuitos de automação do intercomunicador e alarmes (sirene e *giroflex*), em que as pessoas possam interagir com uma central de controle de operações capaz de acionar sinais de alerta visando à eficiência no atendimento da comunidade, agilidade na solução das ocorrências e uma maior segurança da sociedade;
- Escolher um *software* apropriado para a análise das imagens;
- Configurar os *softwares* para gerenciamento dos equipamentos e análise das imagens;
- Elaborar um esquema de tomada de decisão para o acionamento do sistema de alarmes a serem desenvolvidos;
- Realizar estudos e pesquisas quanto aos resultados do projeto.

1.4 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, a segurança pública vem sendo foco de inúmeros debates de políticos, especialistas e da população em geral. O aumento das taxas de criminalidade motiva a busca por soluções e tecnologias para combater a crescente insegurança na cidade de Curitiba.

Existem várias alternativas para sistemas de monitoramento, a maioria utilizam apenas câmeras de vídeo, outros alarmes, ou ainda, vigilantes para fazer ronda nas áreas à serem protegidas. Dentro das opções que já são utilizadas nos dias de hoje, um sistema que integre vídeo, vigilantes, alarmes e um sistema de comunicação, será de grande valia e pode ser um aliado importante para combater a insegurança nas cidades.

O intercomunicador possibilitará a interação do usuário com o operador que estará de plantão visualizando as imagens, podendo relatar uma situação de emergência em que a central não tenha conhecimento, podendo direcionar as câmeras para o local relatado, auxiliando no atendimento da ocorrência e na captação das imagens para futuras análises.

Outro dispositivo da solução visando o aumento da segurança será o sistema de alarmes acionado remotamente pelo vigilante, composto por sirene e

giroflex (sinal sonoro e visual), possibilitando um aviso de alerta para a população na região.

Um dos fatos relevantes para a implantação do projeto apresentado é que o município de Curitiba será uma das cidades-sedes de um evento mundial (Copa do Mundo de Futebol) e, portanto, o governo investirá pesadamente na segurança da cidade. Na busca de novas soluções, surgiu a ideia de projetar um sistema inovador, associando um intercomunicador às câmeras de videomonitoramento, que ficará à disposição dos cidadãos.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dada a complexidade deste trabalho, foram determinados alguns passos fundamentais para organizar o desenvolvimento das pesquisas e experimentos, com finalidade de cumprir os objetivos apresentados.

- Fase 1: Realizar estudos relacionados ao funcionamento de câmeras de vigilância, alarmes, intercomunicadores, *software* de análise de imagens, entre outros equipamentos de videomonitoramento, bem como as diversas tecnologias que permitem a intercomunicação destes.
- Fase 2: Propor uma solução integrada entre câmeras, intercomunicador e dispositivos de alarme visando a eficiência do processo.
- Fase 3: Identificar os métodos de comunicação mais apropriados e definir a melhor forma de instalação dos equipamentos.
- Fase 4: Adequar o *software* de acordo com as necessidades do projeto e configurar suas ferramentas, explorando-as.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está composto em cinco capítulos, além dos elementos pré e pós-textuais. No primeiro capítulo apresenta-se a proposta do tema, sendo

subdividido em tema, delimitação do tema, objetivos (geral e específico) do trabalho, justificativa, procedimentos metodológicos e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo é dedicado ao embasamento teórico, descrevendo as especificações técnicas e o funcionamento dos equipamentos a serem utilizados, bem como os tipos de comunicação do sistema.

O terceiro capítulo mostra o estudo do levantamento técnico da região onde o sistema será instalado, trazendo os pontos de instalação e os métodos de comunicação utilizados.

No quarto capítulo estão contidas as técnicas de conexão entre os equipamentos e para o desenvolvimento da rede segundo a topologia projetada.

O quinto capítulo traz toda a parte de proteção e alimentação elétrica do sistema, juntamente com o dimensionamento dos equipamentos a serem utilizados.

O sétimo capítulo irá descrever o desenvolvimento e os procedimentos adotados para a solução de integração das imagens e a intercomunicação de cada ponto de videomonitoramento, assim como a configuração do *software* utilizado e o projeto de instalação na comunidade.

Por fim, são realizadas as considerações finais do trabalho realizado, comparações com os sistemas de videomonitoramento convencionais, além de propor possíveis melhorias do projeto desenvolvido.

Os elementos pré e pós-textuais foram trabalhados de acordo com a norma estabelecida pela UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMUNICAÇÃO DE REDES

Na década de 1960, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América deu início a um projeto para a interligação entre seus computadores e acabou por se interessar em um protocolo que estava sendo desenvolvido por universidades norte-americanas, o qual utilizava uma tecnologia de chaveamento de pacotes.

Havia, porém, uma incompatibilidade entre sistemas operacionais dos computadores, topologias e protocolos. A Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (DARPA) foi incumbida de encontrar uma solução para este problema. Da aliança formada entre governo e universidades surgiu uma rede operacional de computadores chamada ARPANet (*Advanced Research Projects Agency Network*). No final dos anos 70, o principal protocolo da ARPANet tornou-se base para o TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) (Scrimger *et al*, 2002).

2.1.1 Modelo de referência ISO/OSI

Diante da necessidade da criação de padrões de comunicação para promover a interoperabilidade entre as diversas plataformas de computadores existentes, a International Organization for Standardization (ISO) desenvolveu o modelo de referência OSI (*Open Systems Interconnection*).

Filippetti (2008) ressalta que o modelo de referência OSI é simplesmente um modelo que especifica as funções a serem implementadas pelos diversos fabricantes em suas redes e não detalha como estas funções devem ser implementadas, dando liberdade para cada fabricante desenvolver seus produtos.

O tráfego de uma rede é enviado na forma de pacote de dados, os quais são transformados em um formato entendido pela rede (Scrimger *et al*, 2002, p. 7). O processo de comunicação no modelo ISO/OSI foi dividido em sete camadas (sub-

tarefas) com a finalidade de minimizar problemas de comunicação (Filipeti, 2008, p. 4), conforme ilustrado pela Figura 1.



Figura 1 – Modelo de referência ISO/OSI
Fonte: Adaptado de Scrimger *et al* (2002, p. 7)

A camada de aplicação do modelo OSI funciona como uma interface de ligação entre os processos de comunicação de rede e as aplicações utilizadas pelo usuário. Na camada de apresentação, os dados são convertidos em um formato universal que possa ser compreendido pelos aplicativos utilizados pelo usuário. A camada de sessão tem como função estabelecer e encerrar os enlaces de comunicação. A camada de transporte tem como responsabilidade a verificação de erros e o controle do fluxo de dados. Já a camada de rede promove o roteamento dos dados e o endereçamento da rede. A segunda camada do modelo OSI (a camada de enlace) fornece os meios funcionais e de procedimentos para a transferência de dados e ajuda a detectar e corrigir erros que possam ocorrer na camada física. A camada física define como deve ser a conexão física (pinagem, conectores, características elétricas, etc.) entre o computador e a rede (Scrimger *et al*, 2002).

2.1.2 TCP/IP

O TCP/IP é um conjunto de protocolos de comunicação em redes para a transmissão de dados, sendo os mais importantes o TCP e o IP. A arquitetura do

TCP/IP não se baseia em um modelo de referência oficial, podendo possuir um modelo de quatro camadas onde “as duas primeiras – a camada Física e a camada da Interface de Rede – foram combinadas em uma camada” (SCRIMGER *et al*, 2002, p. 32), ou até mesmo podendo se dividir em cinco camadas relativamente independentes (STALLINGS, 2005, p. 83). A Figura 2 mostra uma comparação entre as camadas do modelo de referência OSI e o modelo de cinco camadas do TCP/IP.

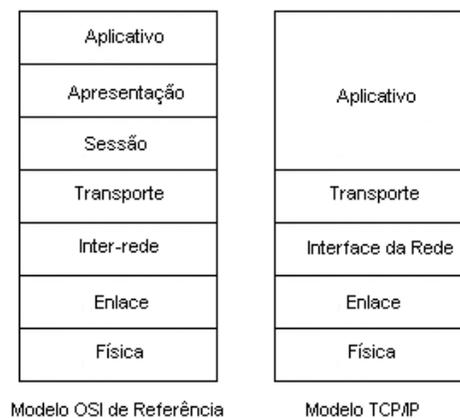


Figura 2 – A referência do modelo OSI versus o modelo TCP/IP

Fonte: Adaptado de Scrimger *et al* (2002, p. 32)

A camada física do Protocolo TCP/IP define, fisicamente, como será a transmissão de dados pela rede, tratando, especificamente, dos tipos de cabos (coaxial, fibra óptica, par trançado, etc.) que deverão ser utilizados, a natureza dos sinais enviados e taxa dos dados para que a comunicação seja estabelecida.

A camada de acesso à rede (também chamada de camada de interface com a rede) realiza a transmissão dos dados entre um sistema final (computador do usuário, por exemplo) e a rede à qual está conectado, tratando do acesso e do roteamento dos dados entre dois dispositivos conectados a uma mesma rede. Caso dois dispositivos estejam conectados em redes diferentes, entre o protocolo de Inter-Rede (também chamado de Protocolo de *Internet*, ou IP), sendo implementado não só nos sistemas finais, como também em processadores chamados de roteadores, cuja função é exatamente realizar uma ponte entre os computadores locais e a *Internet*.

A camada de transporte tem a responsabilidade de transformar os dados, recebidos pela camada de aplicação, em pacotes. O protocolo TCP (mais utilizado nessa camada) baseia-se na comunicação ponto a ponto e é destinado a conexões

confiáveis, fornecendo tanto integridade dos dados quanto a garantia de entrega, pois os dados serão retransmitidos até que o pacote de dados seja entregue. Existe ainda o protocolo UDP (*User Datagram Protocol*), o qual fornece a integridade de dados, mas já não fornece uma entrega garantida dos pacotes.

A camada de aplicação tem como função promover a comunicação entre os protocolos de transporte e programas e/ou aplicações. Dentre os diversos protocolos localizados nessa camada, destacam-se: HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), FTP (*File Transfer Protocol*) e o DNS (*Domain Name System*). A comunicação com a camada de transporte é realizada de acordo com o número da porta da aplicação, isso permite ao protocolo de transporte saber qual é o tipo de conteúdo do pacote de dados que está sendo transmitido e, no receptor, saber para qual protocolo de aplicação ele deverá entregar o pacote de dados.

2.1.3 Wireless

Uma rede *wireless* é basicamente uma extensão de uma rede local convencional com fio – LAN (*Local Area Network*), criando-se o conceito de rede local sem fio: WLAN (*Wireless Local Area Network*). A Figura 3 mostra diferentes tipos de antenas de radiofrequência.

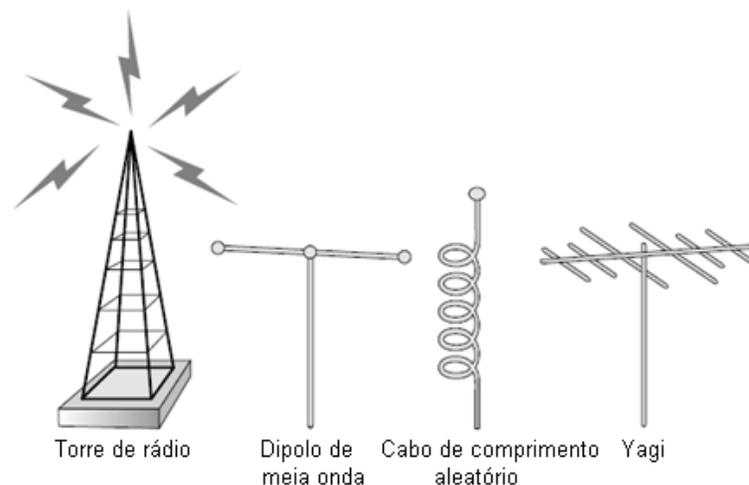


Figura 3 – Antenas de radiofrequência

Fonte: Adaptado de Barnett, Groth e McBee (2001, p. 432)

Uma WLAN converte pacotes de dados em onda de rádio, infravermelho ou microondas (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001) e os envia para outros dispositivos sem fio ou para um ponto de acesso que serve como uma conexão para uma LAN com fio. Filippetti (2008) compara uma rede *wireless* com uma rede com fio Ethernet. As principais semelhanças entre as duas redes são que ambas permitem a troca de dados entre elementos da rede, são definidas pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) – IEEE 802.3 no caso da Ethernet e IEEE 802.11 para *wireless*. A principal diferença está no modo como os dados são transmitidos: enquanto numa rede Ethernet os dados são transmitidos por meio de sinais elétricos enviados em cabos metálicos ou sinais luminosos (fibra óptica), a rede *wireless* utiliza-se de ondas de radiofrequência, infravermelho ou micro-ondas para transmitir os dados, como já citado anteriormente.

A rede *wireless* envia as ondas, em um mesmo espaço e em uma mesma frequência, A frequência empregada para cada transmissão é definida pelo algoritmo CSMA / CA (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*) para evitar ao máximo o número de colisões na troca de dados (Filippetti, 2008).

Contudo, uma rede sem fio possui certas desvantagens, como por exemplo, um custo mais elevado para a aquisição de equipamentos quando comparados aos equipamentos que operam em uma mesma velocidade, numa rede com fio. Outra questão importante está relacionada à vulnerabilidade das redes sem fio. As principais ferramentas que combatem essa vulnerabilidade são os recursos de autenticação mútua e de criptografia, sendo os principais padrões de segurança de uma rede *wireless* o WEP (*Wired Equivalent Privacy*), WPA (*Wi-Fi Protected Access*) e WPA2 (*Wi-Fi Protected Access II*).

2.1.4 Cabos de Pares Trançados

O cabeamento por par trançado (também chamado de *twisted pair*) é um cabo que possui pares de fios entrelaçados um ao redor do outro para cancelar as interferências eletromagnéticas de fontes externas e interferências mútuas entre cabos vizinhos, sendo que quanto maior é a taxa de giro, menor será o ruído. Esse tipo de cabo é largamente utilizado devido ao seu baixo custo e à sua flexibilidade.

Os cabos de pares trançados são muito comuns em equipamentos para *Internet* banda larga, televisão a cabo e para ainda ligar a placa de rede nos *hubs*, *switches* e roteadores (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001, p. 11).

A qualidade da linha de transmissão que utiliza o par de fios depende, fundamentalmente, da qualidade dos condutores utilizados, bitola dos fios, técnicas usadas para a transmissão dos dados através da linha e proteção dos componentes da linha para evitar uma indução nos condutores. Os cabos de pares trançados são divididos em três tipos:

- ***Unshielded Twisted Pair (UTP) ou Par Trançado sem Blindagem***: mais utilizado em redes domésticas e em redes industriais devido ao seu custo, fácil manuseio e instalação, permite taxas de transmissão de até 100 Mbps (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001, p. 14) e possui um menor custo quando comparado aos outros tipos de cabos de pares trançado. Sua estrutura é formada por quatro pares de fios entrelaçados e revestidos por uma capa de material isolante (vide Figura 4). Por causa da falta de uma blindagem, cabo UTP não é recomendado para ser utilizado próximo a equipamentos que possam gerar campos magnéticos e ainda em ambientes com uma alta umidade.

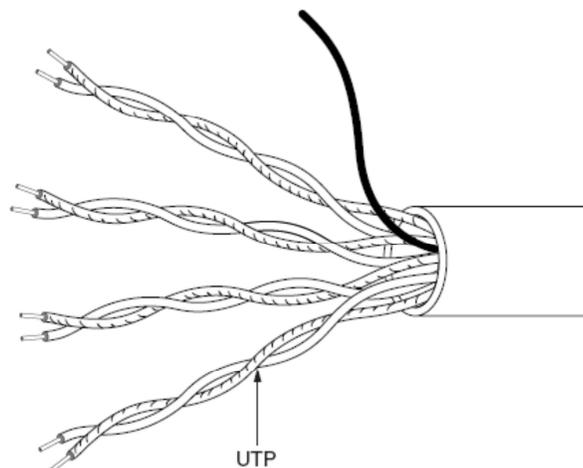


Figura 4 – Cabo UTP

Fonte: Adaptado de Barnett, Groth e McBee (2001, p. 14)

- ***Shielded Twisted Pair (STP) ou Par Trançado Blindado***: difere-se do cabo UTP por possuir uma blindagem de malha metálica em cada par de cabos,

como ilustra a Figura 5. É recomendado em ambientes com interferência eletromagnética acentuada. Por causa de sua blindagem especial em cada par possui um custo um pouco mais elevado que o UTP.

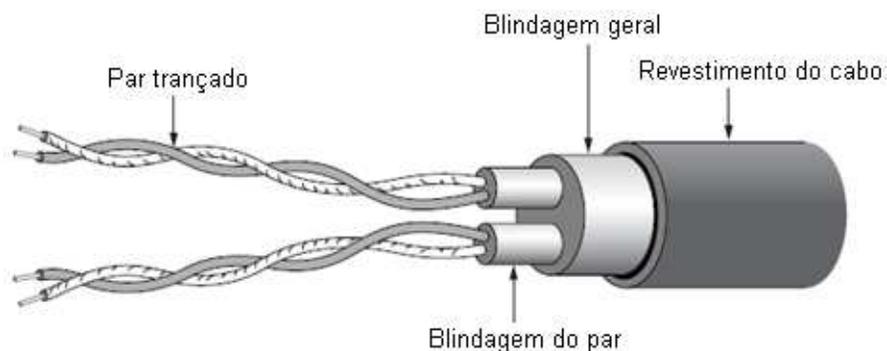


Figura 5 – Cabo STP

Fonte: Adaptado de Barnett, Groth e McBee (2001, p. 16)

- **Screened Twisted Pair (ScTP):** também conhecido como FTP (*Foil Twisted Pair*) por causa de uma película de metal que envolve os quatro pares de cabos (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001), melhorando a sua resposta à interferência eletromagnética, embora exija maiores cuidados com relação ao seu aterramento para garantir eficácia frente às interferências. A Figura 6 ilustra os componentes de um cabo ScTP.

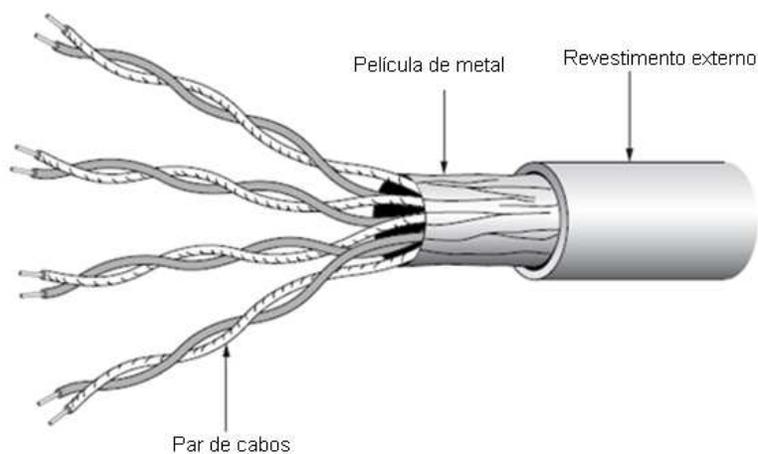


Figura 6 – Cabo ScTP

Fonte: Adaptado de Barnett, Groth e McBee (2001, p. 17)

2.1.5 Fibra Óptica

A fibra óptica é feita de materiais dielétricos (geralmente sílica ou plástico) que possuem a capacidade de transmitir luz, sendo o cabo óptico revestido por um material que possui um baixo índice de refração. Esses sinais luminosos são transmitidos dentro do espectro de frequência do infravermelho. Um feixe de luz é emitido numa extremidade da fibra e percorre a fibra por meio de reflexões sucessivas (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001).

A fibra é constituída de no mínimo duas camadas: o núcleo (filamento de vidro) e o revestimento (material eletricamente isolante) como mostrado na Figura 7. No núcleo ocorre a transmissão da luz propriamente dita. A transmissão da luz dentro da fibra é possível devido a uma diferença entre o índice de refração do revestimento e do núcleo, sendo que o núcleo possui sempre um índice de refração mais elevado, característica que aliada ao ângulo de incidência do feixe de luz, possibilita uma reflexão total.

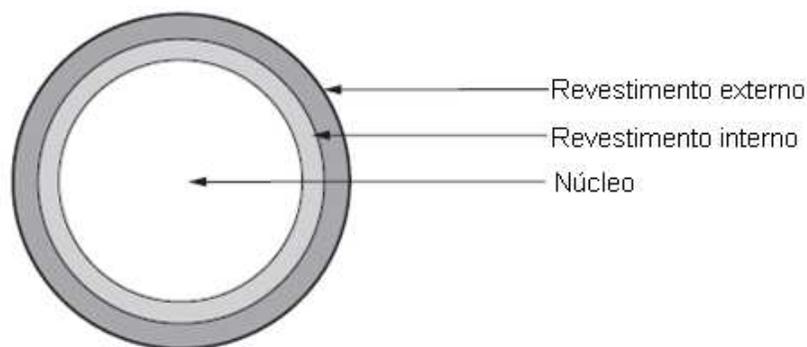


Figura 7 – Camadas elementares de um cabo de fibra óptica

Fonte: Adaptado de Barnett, Groth e McBee (2001, p. 394)

Para transmitir dados pela fibra óptica são necessários equipamentos que devam conter um componente foto emissor (por exemplo, um diodo emissor de luz – LED, do inglês *Light Emitting Diode*) ou um diodo laser, o qual converte sinais elétricos em pulsos de luz que representam os valores digitais binários (0 e 1). Os feixes transmitidos pela fibra óptica proporcionam o alcance de taxas de transmissão elevadas, sendo que foi demonstrado podendo exceder uma velocidade de 200

Gbps (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001, p. 19). Outras vantagens das fibras ópticas são:

- Atenuação baixa;
- Grande alcance;
- Imunidade às interferências eletromagnéticas.

A fibra óptica possui, porém, certas desvantagens, dentre as quais, destacam-se o custo elevado de manutenção, falta de uma padronização dos componentes ópticos e a dificuldade nas conexões das fibras.

As fibras ópticas podem ser classificadas de diversas formas, sendo que a mais utilizada é quanto às características da transmissão do feixe luminoso: fibras monomodo e fibras multimodo. As fibras do tipo multimodo possuem diversos caminhos para o feixe percorrer a fibra, como visto na Figura 8. A banda passante desse tipo de fibra é bem estreita quando comparada à monomodo, acarretando numa restrição na distância alcançada pelo feixe e na capacidade da sua transmissão.

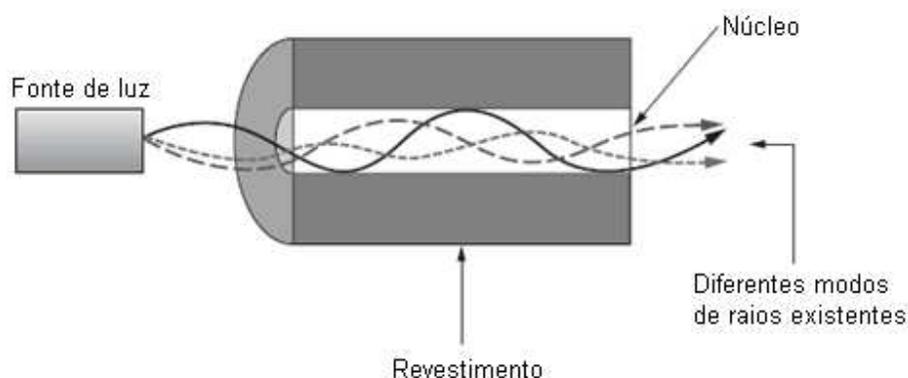


Figura 8 – Esquema do funcionamento de um cabo de fibra óptica multimodo

Fonte: Adaptado de Barnett, Groth e McBee (2001, p. 23)

As fibras monomodo, ao contrário das fibras multimodo, possuem um único modo de propagação, vide Figura 9. Com uma banda passante mais larga, as fibras monomodo possuem uma maior capacidade de transmissão e, por possuir menores atenuações, podem-se atingir distâncias maiores sem o uso de repetidores. Uma desvantagem, porém, é que, por serem mais complexas, devem ser manuseadas com um maior cuidado (BARNETT, GROTH e MCBEE, 2001, p. 22).

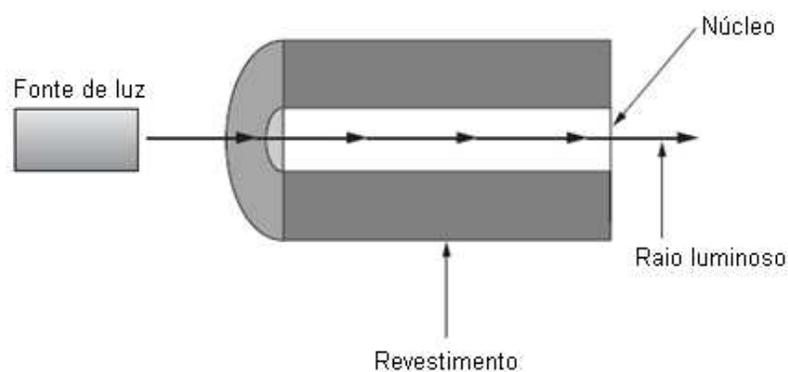


Figura 9 – Esquema de funcionamento de um cabo de fibra óptica monomodo

Fonte: Adaptado de Barnett, Groth e McBee (2001, p. 22)

2.2 CÂMERAS

2.1.1 Estrutura de uma Câmera

De forma simplificada, é possível dividir os elementos de uma câmera IP em lentes, filtro de luz, sensor de imagem e unidade de processamento, assim como pode ser observado na Figura 10.



Figura 10 – Localização genérica dos elementos de uma câmera IP

Fonte: Adaptado de <http://www.vivotek.com/web/Product/ProductDetail.aspx?Model=IP8162P>

a) Lentes

A lente compõe uma parte fundamental na construção de uma câmera, pois é a partir dela que ocorre a recepção da luz (imagem) que será processada. Em geral, a propagação da luz é representada por meio do conceito de raio de luz, caracterizado por um segmento orientado que indica a trajetória percorrida pela luz no interior de um material. Os raios de luz são independentes e, num material homogêneo, a trajetória é retilínea. Devido à propriedade física de desviar os raios luminosos ao mudar a velocidade de propagação, as lentes apresentam diversas funções baseadas no formato e no índice de refração empregado. De acordo com a lei de Snell, a refração pode ser calculada pela equação (1).

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (1)$$

Logo, o ângulo resultante do raio refratado depende dos meios (índices n_1 e n_2) onde ocorre o fenômeno, além do ângulo do raio incidente e refratado (θ_1 e θ_2 respectivamente). A partir da determinação dos ângulos dos raios luminosos e considerando o índice de refração do ar igual a um, é possível obter o índice de refração de uma lente, cujo valor é de grande importância para o emprego da mesma.

A lente utilizada em câmeras é a do tipo esférica convergente pelo fato deste instrumento poder aumentar ou reduzir o tamanho da imagem projetada de um objeto ou uma região. As lentes esféricas possuem dois diopros em que pelo menos um possui formato esférico. Quando são imersas em um meio com índice de refração diferente das que são constituídas, a luz que atravessa as lentes possui um comportamento definido pelos parâmetros da constituição das mesmas. Para caracterizar uma lente é necessário definir os valores do centro de curvatura e o raio de curvatura, mas o que define a convergência de uma lente é o material que ela é composta, pois é isto que determina o seu índice de refração. Para o projeto de uma lente, utiliza-se uma relação conhecida como equação do fabricante de lentes, conforme equação (2).

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (2)$$

Em que f é a distância focal da lente, n é o índice de refração do material e R_1 e R_2 são os raios de curvaturas das faces da lente, sendo que é associado um sinal positivo ao raio quando a face é convexa e um sinal negativo quando a face é côncava.

A equação do aumento linear relaciona a posição e o tamanho do objeto com a posição e o tamanho da imagem formada por uma lente e é representada pela equação (3).

$$\frac{i}{o} = -\frac{p_i}{p_o} \quad (3)$$

Onde i, o, p_i e p_o representam, respectivamente, o tamanho da imagem, o tamanho do objeto, a posição da imagem e a posição do objeto. O sinal negativo na equação indica que a imagem será invertida em relação ao objeto (TRIGO, 2003).

Com base na disposição dos dioptrios, pode-se classificar uma lente esférica em seis diferentes tipos: biconvexa, plano-convexa, côncavo-convexa, bicôncava, plano-côncava e convexo-côncava (vide Figura 11). As três primeiras são ditas lentes de bordas finas, enquanto as três últimas são chamadas de lentes de bordas espessas.

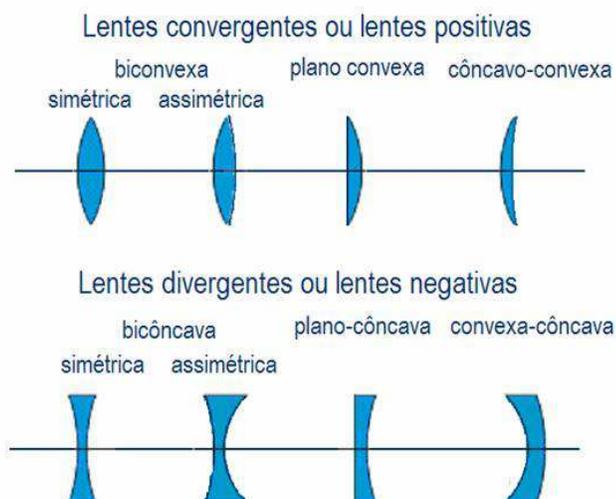


Figura 11 – Tipos de lentes esféricas

Fonte: <http://www.sofisica.com.br>

As lentes esféricas convergentes são aquelas que possuem bordas finas e têm o índice de refração maior que o índice de refração do meio externo ou, em casos menos comuns, as lentes possuem bordas espessas e têm o índice de refração menor que o meio externo. O fenômeno que caracteriza estas lentes acontece quando são atravessadas por raios luminosos paralelos que são refratados para um único ponto, como ilustrado pelas Figuras 12 e 13.

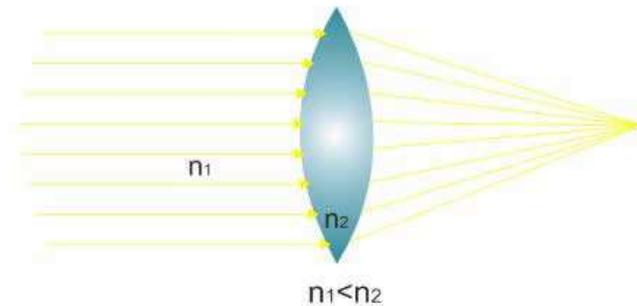


Figura 12 – Lente convergente de bordas finas

Fonte: <http://www.sofisica.com.br>

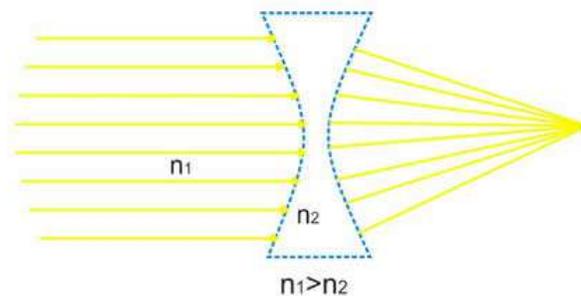


Figura 13 – Lente convergente de bordas espessas

Fonte: <http://www.sofisica.com.br>

As características da imagem formada pela refração da luz em uma lente podem ser determinadas a partir do traçado de apenas dois raios luminosos vindos do objeto, pois há três raios que apresentam particularidades em relação ao comportamento ao atravessar a lente:

- Raio incidente passando pelo centro da lente: o raio prossegue sem se desviar, vide Figura 14;

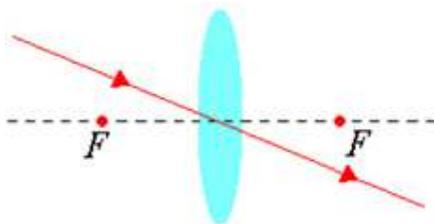


Figura 14 – Raio luminoso incidindo no centro da lente

Fonte: <http://www.alunosonline.com.br/>

- Raio incidente paralelamente ao eixo principal da lente: o raio será refratado passando pelo foco, conforme Figura 15.

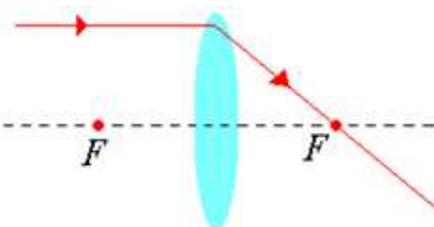


Figura 15 – Raio luminoso incidindo paralelamente ao eixo principal da lente

Fonte: <http://www.alunosonline.com.br/>

- Raio incidente passando por um dos focos: o raio será refratado saindo paralelamente ao eixo principal, como ilustrado pela Figura 16.

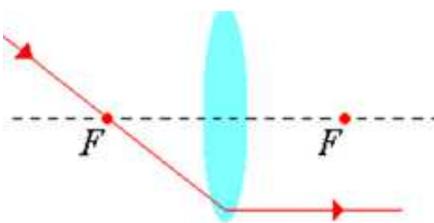


Figura 16 – Raio luminoso incidindo em um dos focos da lente

Fonte: <http://www.alunosonline.com.br/>

Assim, dependendo da localização do foco da lente, a imagem de um objeto pode se apresentar maior ou menor, real ou virtual, invertida ou não.

As imagens em uma câmera são formadas por uma combinação de lentes, onde a imagem formada por uma lente é usada como objeto para a seguinte. Quando a luz divergente proveniente de uma imagem formada por uma lente incide

na lente seguinte, a imagem é tratada como objeto real para a segunda lente, agora quando luz convergente proveniente de uma imagem formada por uma lente incide no elemento seguinte, esta imagem será tratada como um objeto virtual para a segunda lente. (HALLIDAY; RESNIK; KRANE; 2004, p .47).

Quando duas ou mais lentes são justapostas, pode-se calcular o foco equivalente a partir da equação (4):

$$\frac{1}{f_{eq}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad (4)$$

Onde a distância focal equivalente (f_{eq}) é determinada pela soma sucessiva dos inversos das distâncias focais (f_1 e f_2) das lentes combinadas. Caso haja uma distância entre d entre as lentes associadas, o foco equivalente pode ser obtido através da equação (5):

$$\frac{1}{f_{eq}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2} \quad (5)$$

Existem diversos tipos de lentes para câmeras e a escolha da melhor solução depende da sua aplicação, levando em consideração a quantidade de luz recebida, a distância do objeto a ser observado, seu foco e *zoom*. Outro fator importante na escolha da lente está na possibilidade de regulagem (manual ou automática) das lentes para variação dos seus parâmetros e melhorar a visualização das imagens com nitidez e precisão.

- **Lentes normais:** possuem formato cuja distância focal é aproximadamente igual à diagonal da imagem no plano do anteparo da câmera. Essas lentes podem ser comparadas com a visão monocular humana e são na maioria formadas por cinco ou seis lentes (TRIGO, 2003, p. 97).
- **Lentes grande-angulares:** apresentam distâncias focais menores que a diagonal do anteparo da câmera, tendo dessa forma um grande campo de visão. O ângulo de visão desse tipo de lente pode cobrir campos da ordem de

até 180° ou mesmo superiores, de acordo com a categoria utilizada (TRIGO, 2003, p. 98).

Apesar do grande campo de visão, as lentes tipo grande-angulares possuem um problema relacionado à distribuição da intensidade luminosa da imagem, pois proporcionam uma forte redução no nível de iluminação do centro para as extremidades do campo, exigindo a busca de alternativas para compensar esse efeito. Outro grande problema está na distorção da imagem devido à geometria da lente grande-angular (como pode ser percebido pela Figura 17), onde a proporção dos objetos observados parecem estar de forma que aqueles em primeiro plano são aparentemente maiores e os mais afastados sofrem uma aparente redução (TRIGO, 2003, p. 100).



Figura 17 – Imagem em uma lente grande-angular tipo fisheye

Fonte: <http://europeforvisitors.com/olympus/olympus-8mm-fisheye-sample-photos-1.htm>

- **Lentes teleobjetivas:** possuem distâncias focais maiores que as das lentes consideradas normais para determinado formato (TRIGO, 2003, p. 101), como pode ser observado na Figura 18. Nas lentes teleobjetivas modernas, a distância entre a primeira superfície de vidro e plano focal (d) e a distância focal (f) devem ter a relação da equação (6):

$$\frac{d}{f} < 1 \quad (6)$$

Nessas lentes, um elemento positivo forte obriga a luz a convergir sobre um elemento divergente.

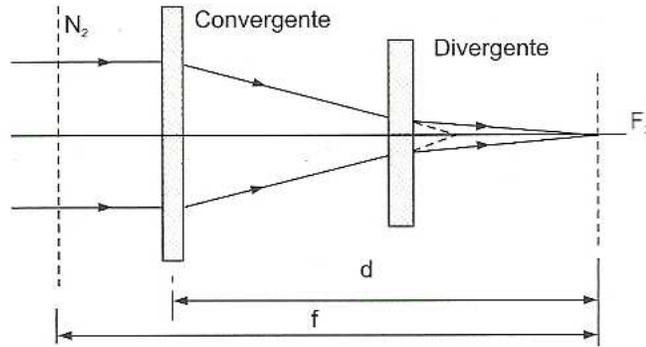


Figura 18 – Esquema de uma lente teleobjetiva moderna

Fonte: TRIGO (2003, p. 102)

O uso de lentes com maior distância focal proporciona a ampliação das imagens, isso acontece devido ao projeto dessas lentes que têm como finalidade observar objetos mais afastados. Uma consequência no uso desse tipo de lente está no fato de que as distâncias relativas entre objetos aparentam ser mínimas, como se estivessem em um único plano.

- **Lentes zoom:** apresentam a possibilidade de variação na distância focal, o que provoca uma mudança nas dimensões da imagem e do ângulo de visão (TRIGO, 2003, p. 103). As lentes *zoom* são uma ótima opção na busca do detalhamento de uma imagem em uma região onde é observado, relativamente, um grande campo. A Figura 19 demonstra uma comparação de uma imagem fotografada com e sem *zoom*.



Figura 19 – Comparação de imagens de uma região em uma lente zoom

Fonte: Adaptado de http://flickr.com/1142/1077343948_9d7391cda5.jpg

b) Íris

A íris é um dispositivo formado por um conjunto de lâminas justapostas que regulam a intensidade de luz que o sensor receberá durante a exposição, conforme Figura 20. Esta função se deve ao mecanismo de abertura e fechamento que variam o diâmetro da abertura da íris, podendo possuir controle do tipo manual ou automático.

Para cada tipo de lente, o fabricante determina o conjunto de aberturas em que a íris deve operar em função do projeto óptico, da qualidade final da imagem e da utilização própria de cada lente (TRIGO, 2003).

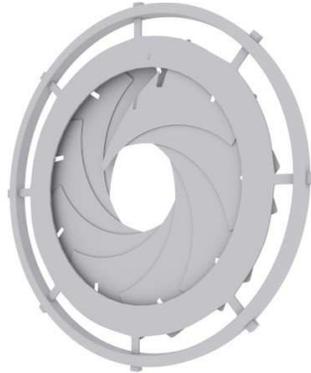


Figura 20 – Íris de uma câmera

Fonte: <http://www.turbosquid.com/3d-models/max-camera-iris/599427>

Para medir o valor da abertura da íris utiliza-se a razão entre o comprimento focal de diâmetro da lente que resulta em um número conhecido como *F-number*, sendo que, quanto menor for este valor, maior a quantidade de luz que ele permite passar e, quanto maior o *F-number*, menor a quantidade de luz que passará pela íris. Os níveis de abertura de uma íris é ilustrado na Figura 21.

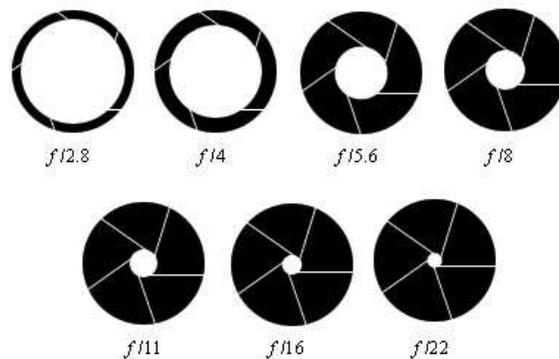


Figura 21 – Comparação nos níveis de abertura da íris

Fonte: <http://tlufotoklubi.blogspot.com.br/2011/03/tehniline-jutt-150311.html>

Considerando f a distância focal em milímetros e D o diâmetro de abertura da íris em milímetros, a relação que resulta no valor do *F-number* pode ser descrita pela equação (7).

$$F\text{-number} = \frac{f}{D} \quad (7)$$

A escolha do *F-number* em uma situação representa uma importante propriedade denominada profundidade de campo. Este efeito descreve até que ponto objetos que estão mais ou menos perto do plano de foco aparentam estar nítidos. Assim, quanto maior for o *F-number* (menor for a abertura da íris), maior será a faixa de distância que os objetos podem estar enquanto permanecem nítidos. Deve-se salientar que só pode existir um ponto focalizado, e a profundidade de campo gera apenas uma impressão de focalização nos elementos contidos na faixa de profundidade de campo. As Figuras 22 e 23 comparam uma imagem em diferentes níveis de abertura da íris (grande e pequena abertura, respectivamente).



Figura 22 – Imagem resultante com uma íris com a abertura grande

Fonte: <http://iclickraw.com/wp-content/uploads/2011/10/Apertura-11.jpg>



Figura 23 – Imagem resultante com uma íris com a abertura pequena

Fonte: <http://iclickraw.com/wp-content/uploads/2011/10/Apertura-31.jpg>

Cada valor *F-number* na escala de uma determinada íris significa um número tal que o fluxo de luz passando pela abertura que ela representa é a metade do valor anterior, assim como comparado com o valor posterior ele permite a entrada do dobro de luz.

Além da íris, há outro dispositivo que controla o fluxo de luz na câmera chamado obturador, que nada mais é que um mecanismo de material opaco que se desloca permitindo ou bloqueando a passagem dos raios luminosos e controlando o tempo de exposição dos sensores à luz. Conforme intervalos no obturador pode-se captar diferentes imagens, ilustrado pela Figura 24.



Figura 24 – Comparação de imagens captadas com diferentes intervalos no obturador

Fonte: <http://tlufotoklubi.blogspot.com.br/2011/03/tehniline-jutt-150311.html>

A escolha do valor *F-number* determina o tempo que o obturador precisa ficar aberto, pois como o fluxo dos raios luminosos pode ser parcialmente obstruído, haverá necessidade de uma exposição luminosa maior para realizar o registro da imagem. Os fatores que determinam tal exposição são o geométrico, associado à abertura, e o temporal, que depende do obturador. A melhor exposição é aquela que permita que o anteparo da câmera receba uma quantidade de luz adequada à representação das variações de iluminâncias de uma região (TRIGO, 2003).

Trigo (2003) afirma ainda que, do ponto de vista matemático, a exposição pode ser entendida como o produto entre a intensidade da luz, ajustada pela íris, e o tempo, controlado pelo obturador.

c) Processamento da imagem

Em uma câmera, as lentes convergem a luz para um anteparo onde é projetada a imagem. Os raios luminosos são captados e convertidos em sinais elétricos por um dispositivo eletrônico, tornando possível o processamento da imagem. A imagem digital é formada por *pixels*, que são elementos que compõem a imagem, onde para cada um desses *pixels* são atribuídos números que identificam ou determinam sua localização e número que caracterizam sua cor.

A localização do *pixel* na imagem é determinada pela sua posição em um sistema de coordenadas *xy*, e a cor associada ao pixel é dada por um número que representa a luminosidade de cada uma das cores primárias, vermelha, verde e azul (RGB, iniciais em inglês), representadas pelo *pixel* (TRIGO, 2003, p. 166).

Existem dois tipos de sensores que processam as imagens em uma câmera: o CCD (*Charge-Coupled Device*), que é o tipo mais usado e o que oferece maior qualidade, e o CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*), que possui tecnologia mais simples e custo de produção menor. Esses sensores funcionam de maneira similar, sendo que a determinação do dispositivo está no custo-benefício oferecido. Atualmente, a tecnologia CCD é aplicada na maioria das câmeras.

O CCD é composto basicamente por três camadas: uma base de silício, uma camada de dióxido de silício e uma camada de polissilicato, como ilustra a Figura 25. O princípio de funcionamento do CCD é a conversão de luz em cargas elétricas, onde um grande número de elementos sensíveis à luz, chamados de *photosites* ou fotodiodos, determinam as características dos pixels. Cada *photosite* corresponde a um *pixel* da imagem, ou seja, o número de pixels do CCD corresponde exatamente ao número de *photosites* presentes (TRIGO, 2003).

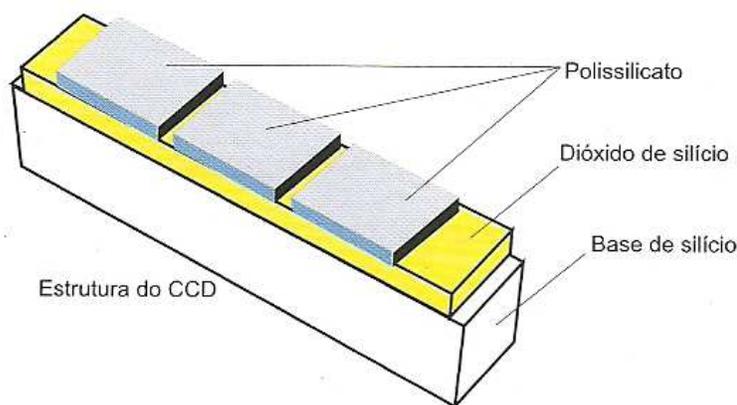


Figura 25 – Estrutura Física de um CCD

Fonte: TRIGO (2003, p. 168)

Quando a luz incide sobre um *photosite*, um determinado número de cargas elétricas (elétrons) é liberado da camada de polissilicato, conduzido pela banda condutora da camada de dióxido de silício e armazenado no substrato inferior de silício (vide Figura 26). O número de cargas elétricas armazenadas é uma função linear da quantidade de luz incidente sobre o *pixel*. Assim, o sinal elétrico transmitido pelos *photosites* é proporcional à intensidade luminosa recebida, possibilitando a análise de cada linha de pixels e associando um valor para cada elemento. Após a leitura de todos os *pixels* formadores da imagem, os valores obtidos são enviados para circuitos auxiliares. Após serem amplificados, os sinais passam por um

conversor analógico-digital que transforma as informações analógicas (cargas elétricas) em digitais (TRIGO, 2003).

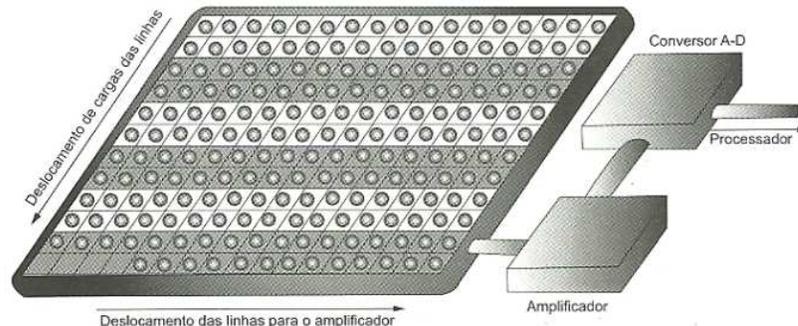


Figura 26 – Esquema de uma lente de um CCD

Fonte: TRIGO (2003, p. 169)

2.2.1 Câmeras IP

As câmeras IP são equipamentos que transmitem áudio e vídeo para um computador ou diretamente para a *Internet*. A união de câmeras IP com *softwares* de gerenciamento de imagens possibilita a visualização de um sistema com diversas imagens ao vivo e simultaneamente (captadas por todas as câmeras de um mesmo circuito), ou até mesmo, ser alertado através de um sistema de alarme caso as câmeras detectem um movimento suspeito. A Figura 27 ilustra um exemplo de câmera IP, bem como os sentidos de giro (vertical e horizontal).



Figura 27 – Câmera IP Móvel

Fonte: Adaptado de <http://www.guiadocftv.com.br>

A instalação das câmeras é simples, é necessário um computador com acesso à *Internet* e uma conexão a cabo, *wireless* ou via rádio, basta que a câmera seja ligada à placa de rede, *hub*, ou roteador.

A partir desse momento, a câmera vai receber um endereço IP, como se fosse um computador conectado a rede. A maioria das câmeras já disponibiliza as imagens via navegador da *Internet*. Ao ser acessada pelo endereço IP, a câmera gera um código HTML com as imagens e as envia para seu *browser*. Também é possível definir quem pode acessar as imagens da câmera. Há alguns tipos de acessos que você pode dar a cada usuário.

A câmera basicamente envolve um sensor de imagem, circuito de análise e processamento de vídeo, servidor de vídeo web, sistema operacional próprio e interface de rede. Peres (2008, p. 3), destaca as funções de transmissão e configuração remota, processos de captura e compactação de imagens, controle de periféricos, detecção de movimento, reconhecimento de faces, análise de movimentação, reconhecimento de objetos estranhos e falta de objetos ou mudança de cena. A transmissão se faz com redes Ethernet, com uso de protocolos, em especial o TCP/IP (PERES, 2008).

Dentre as vantagens das câmeras IP em relação às câmeras analógicas, pode-se destacar os seguintes itens:

- Utilização de infra-estrutura de rede e cabeamento estruturado, reduzindo os custos de implantação e manutenção de redes distintas;
- Permissão da utilização de soluções abertas ou híbridas para gravação e gerenciamento;
- Maior confiabilidade e segurança na transmissão de imagens;
- Uso de tecnologias de cabeamento com padrões de qualidade superiores, obtendo custos reduzidos para instalações de grande porte ou de missão crítica;
- Possibilidade de alimentação através de cabo de rede via *Power over Ethernet*, que faz a alimentação e a transmissão de dados;
- Possibilidade de atualização de aplicação e configuração remota via rede ou *Internet*;
- Compatibilidade a múltiplos padrões de vídeo;
- Possibilidade de integração com sistemas avançados de controle;

- Transmissão de comandos *pan* (para movimentação horizontal), *tilt* (para movimentação vertical) e *zoom* (para aproximação) em câmeras móveis;
- Possibilidade de transmissão de áudio, interface de entrada e saída de alarme.

A largura de banda dependerá do tamanho do arquivo a ser transmitido. O cálculo a ser feito é representado pela equação (8).

$$LB = (NC) \times (TI) \times (NFT/segundo) \times (NUC) \times 8(\text{bits por byte}) \quad (8)$$

Onde:

LB: Largura de banda

NC: Número de câmeras

TI: Tamanho da imagem (em KB)

NFT: Número de frames transmitidos

NUC: Número de usuários concorrente

2.3 GERENCIAMENTO DE VÍDEO

Em um sistema de monitoramento pretende-se visualizar um local de interesse para analisar os acontecimentos e assegurá-lo contra possíveis riscos. Além da imagem momentânea da região, procura-se armazenar os registros captados pelas câmeras para análises posteriores.

Na central de monitoramento estão localizados os monitores para visualização do sistema que exibe as imagens de diversas câmeras simultaneamente, o que dificulta a observação e aumenta o risco de falha humana. Caso ocorra algo e o operador das imagens não consiga perceber, o monitoramento torna-se ineficiente no sentido de evitar algum fato, pois as imagens servirão apenas para análise e perícia da ocorrência. Neste contexto, os *softwares* de gerenciamento de vídeo mostram-se importantes na tentativa de maximizar a identificação rápida de fatos atípicos por facilitar a análise do monitoramento, alertar sobre atividades suspeitas, controlar as câmeras remotamente por um sistema definido e modificar as configurações da câmera de acordo com eventos como intervalos de tempo e

situações anormais. A Figura 28 mostra um exemplo do *layout* de um *software* de gerenciamento de câmeras, onde é possível observar diversas imagens independentes captadas pelas suas respectivas câmeras. Nota-se ainda a possibilidade de controle e configuração do monitoramento pelo operador de acordo com seus privilégios de acesso.



Figura 28 – Layout de um software de gerenciamento de câmeras

Fonte: <http://www.vivotek.com/web/product/ProductDetail.aspx?Model=VAST>

2.4 SISTEMA DE PROTEÇÃO ELÉTRICA

2.4.1 Aterramento

O aterramento além de evitar sérios acidentes, é essencial para a proteção dos equipamentos ligados à rede elétrica. Para o aterramento de postes de concreto com equipamentos (conforme ilustra a Figura 29), devem-se respeitar os itens a seguir:

- A rede elétrica deve ser personalizada e detalhada em plantas específicas para cada ponto de monitoramento;
- As redes elétricas das câmeras devem ser protegidas por disjuntores e DPS's (Dispositivos de Proteção Contra Surtos) devidamente aterrados, dentro da caixa de equipamentos;
- O aterramento deve ser feito a partir da base do poste, com um mínimo de 3 hastes cobertas por cobre e de alta densidade cordoalha de 35mm e solda exotérmica, de modo a estabelecer um máximo de 10 ohms em cada aterramento, caso essa medida não seja alcançada, deverá aumentar a malha instalando um número de até 6 hastes. A partir de então deve ser feita uma medição do aterramento;
- Todas as conexões do aterramento deverão possuir acabamento com conectores apropriados e fixação adequada;
- A caixa de equipamentos será alimentada pela rede elétrica da concessionária de energia;
- O cabeamento deverá ser ligado, dentro da caixa de equipamentos, no disjuntor (em série com a fase, no DPS em paralelo e na tomada tripolar);
- O cabeamento usado deverá ser do tipo PP (uso externo), com três condutores (fase, terra e neutro) encapados, envolvidos por grossa camada de borracha, de modo que seja imune a água, imunidade e intempéries;
- A rede de alimentação deve ser compatível com os equipamentos, ou seja, em 127 Vac.

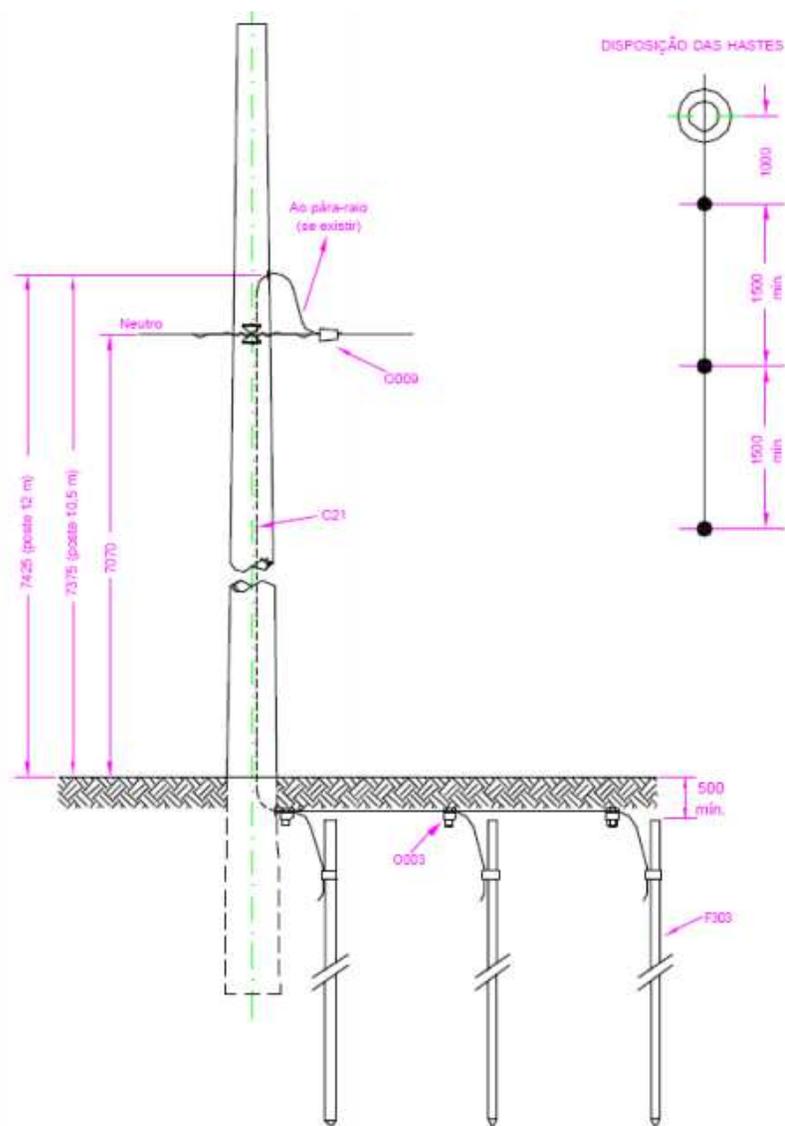


Figura 29 – Aterramento de poste de concreto

Fonte: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2009/052/documento/anexo_v_nt_304_-_submodulos.pdf

2.4.2 Nobreaks

Piscadas e blecautes, dentre outros distúrbios elétricos são comuns no mundo todo, eles têm várias causas e origens, mas certamente muitos deles são gerados no próprio consumidor ou nas suas adjacências, o problema é mais crítico nas áreas industriais.

Os problemas elétricos mais comuns são: corte no fornecimento ou *black out*, variações e oscilações de voltagem, variação de frequência, transientes, *sag*, *swel*, *spike*, efeito *flicker* e distorção harmônica. As principais fontes geradoras desses distúrbios são: os motores elétricos, elevadores, condicionadores de ar, máquinas de soldas, tornos mecânicos, fresas, reatores para lâmpadas fluorescentes, sistemas que operam com chaveamento de SCR, etc. (FIGUEIRA, 2006, p. 1).

Dentro desse contexto surgiu o *nobreak*, como solução de proteção do equipamento (*hardware*) e dos arquivos contra as falhas do sistema elétrico. A Figura 30 ilustra um exemplo de *nobreak*.



Figura 30 – Nobreak

Fonte: <http://www.datalink.srv.br/no-break-e-baterias>

Os *nobreaks* são dispositivos que tem como objetivo, a geração, a conservação e a transformação da energia elétrica. As duas funções básicas dos *nobreaks* são manter os equipamentos da rede funcionando em caso de falta de energia e garantir uma alimentação confiável e estável.

Em caso de blecaute, o *nobreak* coloca em ação suas baterias imediatamente. Essa transferência ocorre sem interrupção, o que garante que não haverá qualquer variação na alimentação das cargas, garantindo a continuidade do trabalho ou processo.

A outra função do *nobreak* e a mais exigida é a transformação da corrente elétrica alternada para corrente contínua à ser armazenada pela bateria, sendo depois novamente convertida em corrente alternada, que sai do *nobreak* como

energia limpa diretamente para a carga, eliminando qualquer anomalia ou instabilidade que possa interferir na segurança dos equipamentos da rede.

2.4.3 Sobretensões

Sobretensões são anomalias na tensão da rede elétrica e sua importância é descrita na NBR (Norma Brasileira Regulamentadora) 5410/90, que estabelece:

[...] as prescrições essenciais para garantir a proteção de pessoas, animais domésticos e os bens, contra sobretensões causadas por contato acidental entre condutores de tensões diferentes ou defeitos no transformador, sem que essas sobretensões possam pôr em risco a segurança das pessoas e a conservação da instalação (CERVELIN E CAVALIN, 1998, p. 397).

Segundo os autores, as sobretensões podem ser causadas por:

- Falha do isolamento para outra instalação de tensão mais elevada;
- Sobretensões de origem atmosférica;
- Chaveamento de cargas indutivas de potência;
- Eletricidade estática;
- Correção de fator de potência;
- Interrupções de energia elétrica na rede.

a) Para-raios

As descargas atmosféricas são descargas elétricas de grande extensão e intensidade, que ocorrem devido ao acúmulo de cargas elétricas em regiões localizadas na atmosfera, em geral dentro das tempestades.

A NBR 5419/93 estabelece as seguintes definições como componentes de um Sistema de Proteção contra descargas Atmosféricas:

A – Para-raios: conjunto de captores, descidas, conexões e eletrodos de terra;

B – Condutor Metálico: Segmento de fio, cabo ou fita capaz de transmitir corrente elétrica;

C – Captor: Ponta ou condutor metálico que, por sua situação elevada, facilita as descargas elétricas atmosféricas;

D – Descida: Condutor metálico que estabelece ligação entre o captor e o eletrodo de terra;

E – Conexão: Ligação mecânico-elétrica, constituída de peças amolgáveis por pressão;

F – Conexão de medição: Conexão desmontável destinada a permitir a medição da resistência ôhmica de terra;

G – Haste: Suporte de captor de ponta;

H – Mastro: Suporte de captor do tipo “condutor metálico”;

I – Canalização de terra: Parte de descida entre a conexão de medição e o eletrodo de terra;

J – Eletrodo de Terra: Material que estabelece o contato elétrico entre a instalação do para-raios e a terra;

K – Conjunto de eletrodos de Terra: Dois ou mais eletrodos de terra interligados permanentemente, formando uma unidade;

L – Resistência de Terra: Resistência ôhmica existente entre o eletrodo de terra e a própria terra;

M – Massa metálica: Conjunto metálico contínuo, no interior ou exterior da edificação, tal como instalações de água, de ar condicionado, de aquecimento central, rede de eletrodutos, guindastes, elevadores, transmissões, etc.;

N – Interação: Ação conjunta e recíproca de dois captores.

b) Dispositivos de Proteção contra Surtos

As descargas elétricas, comumente causadas por raios, geram um aumento na tensão da rede, danificando equipamentos eletrônicos e a instalação na rede.

Os dispositivos de proteção contra surtos foram desenvolvidos para proteção de equipamentos e instalações elétricas contra surtos e sobretensões provenientes de descargas diretas ou indiretas. Os DPS's são classificados da seguinte maneira:

Classe 1 – Indicados para locais sujeitos a descargas de alta intensidade, característica típica de instalações e edifícios alimentados diretamente por rede de distribuição aérea. É recomendada sua instalação no ponto de entrada da rede elétrica.

Classe 2 – Indicados para locais onde a rede elétrica é exposta a descargas atmosféricas diretas, caso típico de instalações internas de residências ou

edificações alimentadas por rede elétrica embutida/subterrânea. É recomendado a sua instalação no quadro de distribuição.

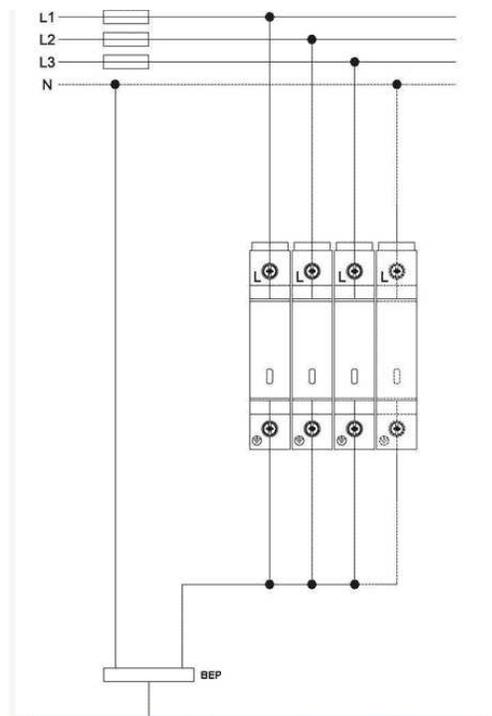


Figura 31 – Diagrama de Ligação do DPS

Fonte: <http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Protecao-de-Circuitos-Eletricos/Dispositivos-de-protecao-contrasurtos-SPW>

2.5 FUNCIONAMENTO BÁSICO DA SOLUÇÃO

A solução para o videomonitoramento público proposto caracteriza-se na integração entre câmeras móveis e fixas, um sistema de alarmes e um intercomunicador. Estes equipamentos possuem uma distribuição definida em pontos estratégicos para o monitoramento, levando-se em consideração as necessidades de cada região. As imagens captadas são transmitidas para uma central de vigilância onde os operadores podem controlar as câmeras através de um *software* de gerenciamento que possibilita a visualização simultânea do monitoramento nas estações, a interação com a população e o envio de comandos para o acionamento dos alarmes e o posicionamento das câmeras móveis, capazes

de serem direcionadas em um ângulo de 0° a 90° na vertical e 0° a 360° na horizontal.

O sistema de alarmes é acionado desde que algo suspeito seja constatado, como por exemplo, atitudes caracterizando tráfico, uma pessoa rondando uma propriedade ou quando um delito for cometido, como um furto ou atos de vandalismo. Outro dispositivo importante do sistema proposto é o intercomunicador onde será possível que a sociedade se comunique com a central para informar sobre algum delito que tenha acontecido e as câmeras não tenham captado a ação.

O sistema de vídeo é baseado em um circuito fechado de televisão, onde a central de operações captura e faz o gerenciamento das imagens que podem ser armazenadas para futuras análises em um servidor conectado a um *switch* que, por sua vez, está conectado a todos os pontos de monitoramento. As câmeras serão instaladas em pontos estratégicos e serão identificadas pelos endereços IP atribuídos a cada equipamento e, assim, os vigilantes poderão acessar, via *Internet*, as imagens transmitidas em rede local segura. A Figura 32 representa o projeto básico de um ponto da solução a ser elaborada.

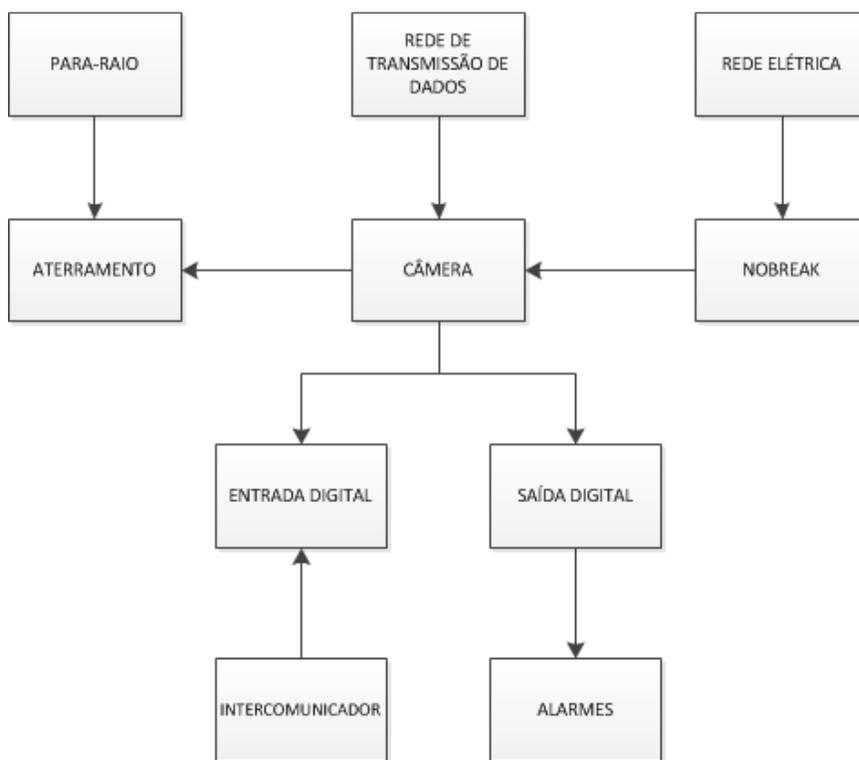


Figura 32 – Representação básica de um ponto de monitoramento

Fonte: Autoria Própria

3 LEVANTAMENTO TÉCNICO DA SOLUÇÃO

O planejamento da solução se deu início a partir da realização de um estudo minucioso da implantação dos pontos de videomonitoramento no percurso definido pela Guarda Municipal de Curitiba e dos meios de comunicação que seriam utilizados para fazer a interligação desses pontos com a Central de Controle de Operações (CCO), localizada na Rua Tijucas do Sul, nº 1777 (Barracão da Prefeitura), no bairro Sítio Cercado em Curitiba.

Esse levantamento levou em consideração o espaço físico partindo da CCO até cada um dos 16 Pontos de Videomonitoramento (PV's) instalados. Estes pontos foram definidos estrategicamente juntamente com a Guarda Municipal de Curitiba com o objetivo de monitorar uma região que concentrava um alto índice de delitos. Após este levantamento, foi feita uma análise geográfica de cada ponto, considerando o terreno do local, a fim de verificar a viabilidade (tanto física, quanto econômica) da comunicação de dados via cabeamento (óptico ou par trançado) ou via rádio. Dessa forma foi definida uma solução híbrida de comunicação para o sistema, onde quatro PV's se comunicam via *wireless* e o restante através de cabeamento de dados com o sistema.

Além das câmeras, instalou-se um quadro com um sistema de intercomunicadores para a interação com a comunidade, além de um sistema de alarmes sonoro e visual em todos os pontos que possuem postes através de uma solução desenvolvida para integrar com o sistema de videomonitoramento. Foram instalados também quadros elétricos hermeticamente fechados que garantem proteção contra calor e umidade aos equipamentos.

O comprimento máximo de um cabo de par trançado utilizado entre dois equipamentos deve ser de no máximo 100 metros (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001, p. 96). Assim, foi decidido que o PV13 iria comunicar-se através de cabo par trançado até o servidor acomodado no interior do *rack* da CCO, pois não excede esse limite e não necessitaria de nenhum dispositivo auxiliar para comunicação, ou seja, a ligação é direta entre a câmera e o sistema. O PV 14, como pode ser visualizados na Figura 33, comunica-se via fibra óptica com o servidor. Isto se deve ao fato de que o ponto está a uma distância superior a 100 metros da central, ultrapassando o limite de distância do cabo par trançado.

Devido às suas localizações geográficas, definiu-se que os PV's 15 e 16 possuíam um rádio emissor para realizar a comunicação dos dados captados pelas câmeras diretamente com um rádio receptor localizado na central, o qual foi ligado via cabo FTP com o servidor. A alimentação desses rádios foi realizada por tecnologia PoE (*Power over Ethernet*) através de uma conexão do cabo FTP com um dispositivo injetor abrigado na respectiva caixa hermética.

Ao longo da Rua Tijucas do Sul, passou-se o cabeamento de fibra óptica de forma subterrânea. Uma empreiteira contratada utilizou um equipamento de Perfuração Horizontal Dirigida (PHD), o qual perfura a terra por compactação e implanta dutos PEAD por onde passa o cabo óptico. No decorrer desse percurso, foram instalados os pontos de videomonitoramento 11 e 12. Para a comunicação desses dois pontos com o circuito, foi necessária a derivação do cabo em uma caixa de emenda óptica, por onde saíram dois cabos em direções opostas para interligar as câmeras, como na Figura 33.



Figura 33 – Topologia entre os PV's 11 ao 16

Fonte: Autoria Própria

O trecho de fibra óptica subterrânea estendeu-se pela Rua Tijucas do Sul e em seguida seguiu pela Rua Filósofo Humberto Rohden até o cruzamento com a

Rua Izaac Ferreira da Cruz, onde foi instalado o PV10, vide Figuras 34 e 35. A partir desse ponto, a fibra óptica passou a ser aérea e autossustentada nos postes (o elemento de tração sustenta o próprio cabo).

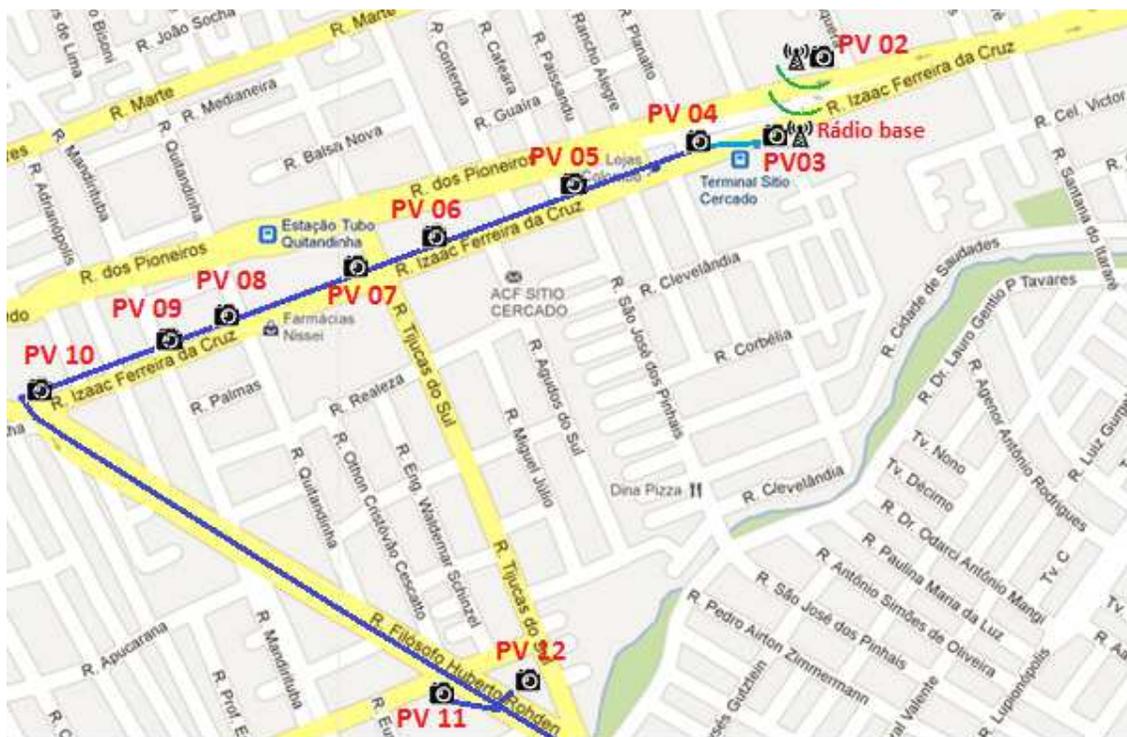


Figura 34 – Topologia entre os PV's 12 ao 02

Fonte: Autoria Própria

O trecho de fibra óptica aérea estendeu-se poste-a-poste, conectando os PV's 11 ao 04 (em ordem decrescente de numeração) com o restante da rede, como pode ser observado na Figura 35. O PV 03 é conectado por cabo FTP a um *switch* instalado no PV 04, pois a distância entre os dois pontos é inferior a 100 metros, visando economia para o projeto.

No PV 03 foi instalado um equipamento de rádio receptor para que os PV's 01 e 02 (vide Figuras 34 e 35) pudessem se comunicar com a rede via rádio. A decisão de se utilizar o *wireless* para comunicar esses dois pontos foi, novamente, devido à distribuição geográfica dos mesmos, além da diferença financeira entre os métodos. Os PV's 01 e 02 podem ser visualizados na Figura 35, bem como o PV03, onde foi instalado o rádio receptor mencionado.



Figura 35 – Topologia entre os PV's 04 ao 01

Fonte: Autoria Própria

A Figura 36 representa um diagrama resumido da topologia de comunicação de todos os equipamentos do projeto, ilustrando a forma que cada Ponto de Videomonitoramento transmite os dados capturados pelas câmeras: *wireless*, cabo par trançado ou fibra óptica.

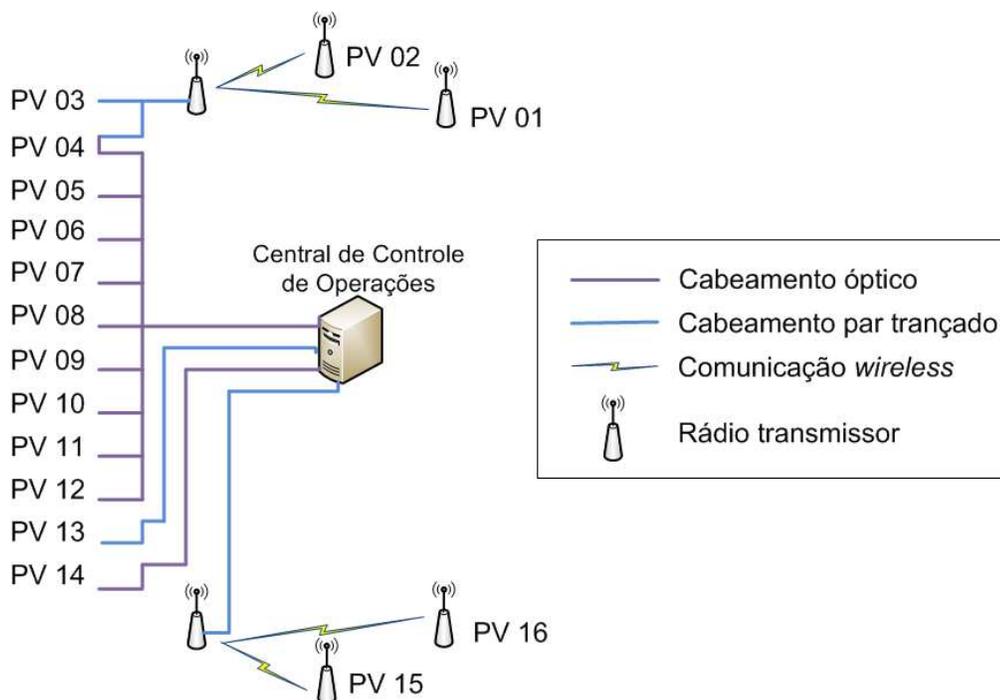


Figura 36 – Topologia de comunicação da solução

Fonte: Autoria Própria

4 TÉCNICAS DE CONEXÃO UTILIZADAS

4.1 CABO PAR TRANÇADO

Para realizar a conexão dos cabos de par trançado, foi utilizada a técnica de crimpagem. Essa técnica exige, primeiramente, qual o tipo de conector deve ser utilizado, sendo que os dois mais comuns são o RJ-11 e RJ-45. Os dois conectores são praticamente idênticos, sendo que a diferença básica é que o RJ-45 acomoda um número maior (8 condutores, contra 6 do RJ-11) de conectores e, conseqüentemente, é um pouco maior que o RJ-11 (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001, p. 414). Levando-se em conta o número de condutores a serem acomodados e o modo de transmissão de dados, foi necessária a utilização do conector RJ-45.

O primeiro passo do processo de crimpagem é remover o material isolante de um pequeno comprimento da extremidade do cabo com o auxílio do alicate crimpador. Em seguida, devem-se destrançar os pares de condutores e separá-los individualmente. Como especificado anteriormente, o cabo par trançado do projeto possui 8 condutores.

O próximo passo é inserir cada um dos 8 condutores no conector RJ-45, respeitando uma sequência/padrão de cores, sendo as mais comuns 568-A e 568-B. Para o projeto, o padrão escolhido foi o 568-A, o qual possui a sequência das cores dos condutores representada pela Tabela 1.

Pino #	Ordem de Cor
1	Verde claro
2	Verde escuro
3	Laranja claro
4	Azul escuro
5	Azul claro
6	Laranja escuro
7	Marrom claro
8	Marrom escuro

Tabela 1 – Sequência de cores do padrão 568-A
Fonte: Adaptado de Barnett, Groth e McBee (2001, p. 492)

Baseado no padrão de cores mencionado, os condutores são alinhados, cortados em um tamanho adequado e inseridos no conector RJ-45 que, por sua vez, é posicionado em um orifício do alicate crimpador. Ao pressionar o equipamento, o cabo de par trançado é finalmente crimpado.

4.2 FIBRA ÓPTICA

As emendas ópticas são necessárias para ampliar ou dar continuidade a um lance de cabeamento óptico. Porém, o processo de emendas ópticas não é tão simples quando comparado a uma emenda de um cabo par trançado, exigindo um manejo cuidadoso e ainda há a necessidade de equipamentos especiais para realizar a fusão.

4.2.1 Fusão da Fibra Óptica

A fusão da fibra óptica é caracterizada por “fundir” as extremidades das fibras ópticas através de arcos voltaicos gerados por dois eletrodos. O primeiro passo do preparo das fibras para a fusão é remover o revestimento externo das extremidades dos cabos, processo conhecido como “decapagem”. A Figura 37 mostra uma fibra óptica após esse processo, descrevendo cada componente que constitui o cabo de fibra.

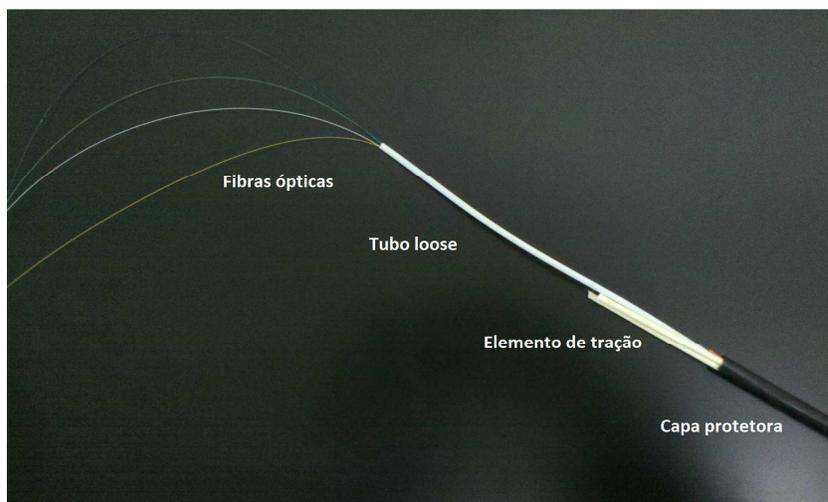


Figura 37 – Componentes do cabo de fibra óptica

Fonte: Autorial Própria

Em seguida, é realizada a “clivagem” das fibras ópticas, que consiste no corte das extremidades das fibras em um ângulo de 90°. Após as fibras estarem devidamente preparadas, elas são colocadas dentro do equipamento chamado de “Máquina de Emenda por Fusão” (Figura 38). As suas extremidades são alinhadas frente a frente (uma em cada polo do equipamento), mantendo-se uma pequena distância entre elas. É necessário passar energia elétrica de um polo para o outro e devido à distância existente entre os mesmos, são formados arcos voltaicos que aquecem as fibras e provocam a fusão entre elas.

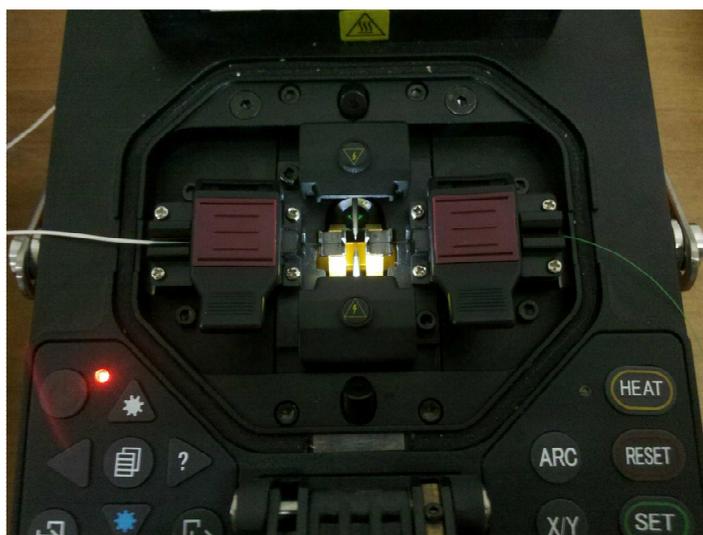


Figura 38 – Máquina de emenda por fusão

Fonte: Autorial Própria

Após o término do processo de fusão, é necessário fazer a cobertura das fibras ópticas nos pontos em que foi feita a emenda. Para tanto, é utilizado um protetor de emenda feito de tubo cilíndrico termocontrátil transparente, o qual contém um elemento metálico em aço inoxidável, o qual tem a finalidade de garantir o reforço mecânico das emendas, protegendo-a contra quebras e fraturas, como mostra a Figura 39. Por fim, a fibra já com a emenda é acomodada em um recipiente chamado de “caixa de emendas”.



Figura 39 – Emenda após a fusão

Fonte: Autoria Própria

Uma das desvantagens da fusão é o alto custo para a aquisição dos materiais necessários para esse processo e a necessidade do uso de conversores de mídia, os quais transformam sinais ópticos em pulsos elétricos (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001). Entretanto, a fusão garante uma grande confiabilidade no sistema e a fibra óptica possui uma grande capacidade de tráfego de dados.

4.2.2 Distribuidor Interno Óptico

O Distribuidor Interno Óptico (DIO) foi utilizado no projeto por ser um equipamento muito eficiente quanto à proteção, acomodação e distribuição das fibras e emendas de um cabeamento óptico (PINHEIRO, 2010, p. 7).

Dentro da bandeja do DIO, foram instalados duas caixas de emendas (vide Figura 40), as quais têm como função acomodar e proteger os protetores das emendas ópticas e outros componentes de fixação das fibras dentro do DIO.

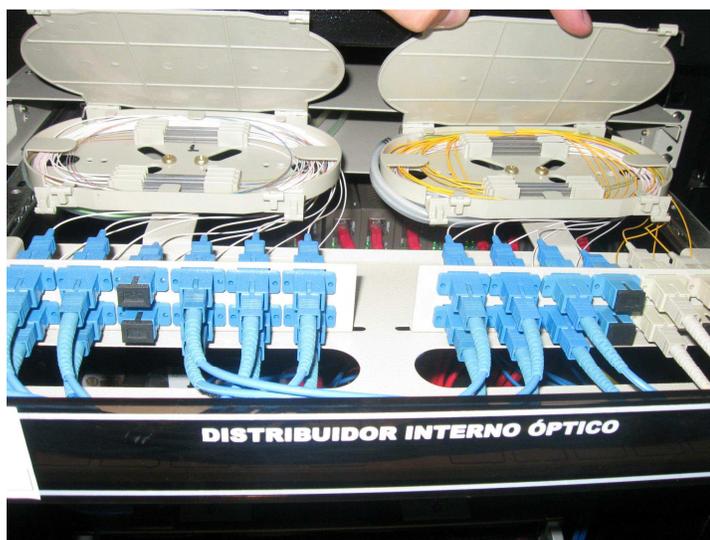


Figura 40 – Distribuidor interno óptico do projeto

Fonte: Aatoria Própria

Nos conectores partem os cordões ópticos que são ligados aos conversores que, por sua vez, são conectados ao *switch* através de *patch cords*. Os *patch cords* nada mais são que cabos de manobras para interligar equipamentos em pequenas distâncias e já possuem conectores RJ-45 pré-instalados nas suas duas extremidades (BARNETT; GROTH; MCBEE, 2001, p. 578). Um exemplo de *patch cord* pode ser visualizado pela Figura 41.



Figura 41 – Exemplo de *patch cord*

Fonte: Aatoria Própria

4.3 RÁDIO

O equipamento de rádio capta e transmite sinais *wireless* em faixas de frequência definidas. O *hardware* possui resistência para uso externo com grau de proteção IP66, ou seja, é a prova de água e poeira (FLUIDMESH, 2009). Os rádios utilizados no projeto convertem as ondas de radiofrequência em sinal elétrico e esse sinal é transmitido para a rede através de cabeamento FTP, por ser ambiente sujeito a ruídos e intempéries.

A alimentação elétrica foi feita pela tecnologia *Power over Ethernet* com auxílio de um dispositivo injetor, assim o rádio se comunica com o circuito e é alimentado eletricamente pelo mesmo cabo. Uma das saídas do dispositivo injetor é conectada ao equipamento (PoE) onde também é alimentado eletricamente e a outra representa a saída de LAN, a qual é interligada com a rede de dados, como mostra a Figura 42.

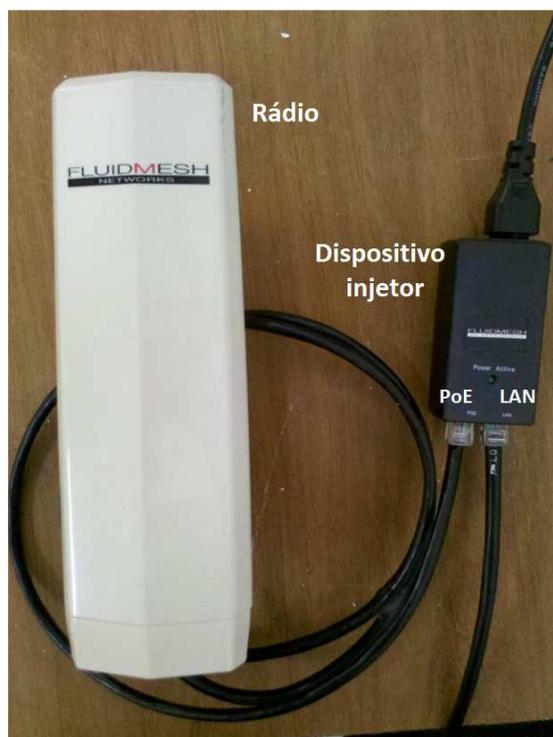


Figura 42 – Esquema de ligação de um rádio transmissor/receptor

Fonte: Autoria Própria

A escolha das frequências utilizadas foi por meio de um *software* embarcado no próprio rádio que faz a varredura do uso das frequências na região. As faixas de frequência menos utilizadas são melhores para transmissão de dados e estão menos sujeitas a interferências. Desta forma, utilizaram-se duas faixas de frequência para as duas redes ponto-a-multiponto utilizadas no sistema.

4.3 Rack

O *rack* é um gabinete utilizado para acomodar os equipamentos centrais do sistema como injetor PoE do rádio receptor, *patch panel*, switch, DIO, conversores de mídia e servidor. Nele encontram-se todas as conexões do sistema e no seu interior ocorre o processamento dos dados, daí sua importância no projeto. A região onde se encontra o *rack* deve estar sempre bem refrigerada para se evitar o sobreaquecimento decorrente do funcionamento de todos os equipamentos e protegida da umidade.

No interior do *rack* utilizado, os cabos ópticos que vêm dos pontos de videomonitoramento são fixados no interior do DIO, o qual foi instalado na parte superior do *rack*. Dali saem os cordões ópticos que foram conectados aos conversores de mídia, que por sua vez são ligados através de *patch cords* até o *switch*.

Os cabos de par trançado da rede são crimpados no *patch panel* com a finalidade de organizar os pontos, para que futuramente sejam facilmente manuseados através de *patch cords*. Neste dispositivo estão ligados as tomadas lógicas da central onde ocorre a conexão dos equipamentos, além dos computadores, injetor PoE e a câmera do PV13.

Pela Figura 43 é possível ver como ficou a distribuição dos equipamentos no interior do *rack*.

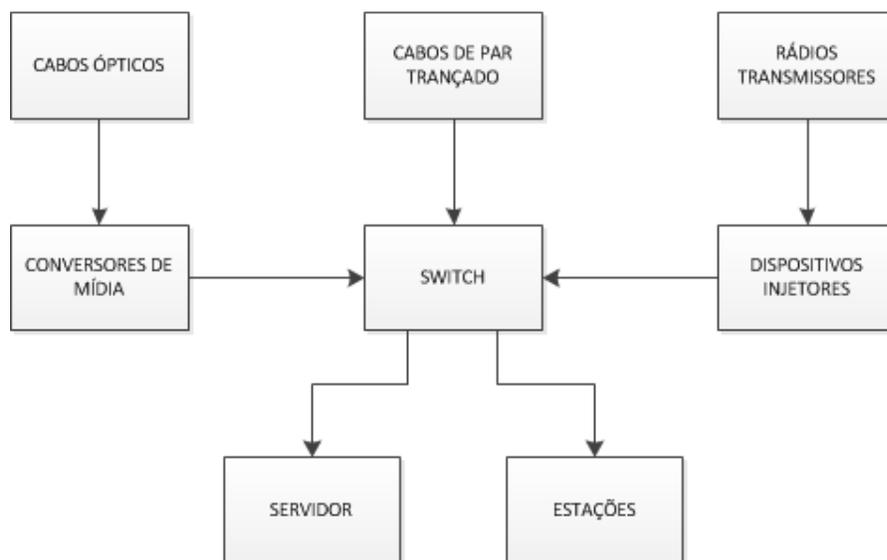


Figura 43 – Esquema de ligação dos equipamentos no interior do rack

Fonte: Autoria Própria

O servidor utilizado no projeto tem como função processar e armazenar os dados captados pelas câmeras que são transmitidos por intermédio e gerenciamento do *switch*.

5 SISTEMA DE PROTEÇÃO ELÉTRICA

5.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Neste capítulo estão listados todos os equipamentos que foram utilizados para realizar a proteção elétrica do projeto.

5.1.1 Nobreak NHS Mini III 600

Nobreak compacto utilizado para proteção dos equipamentos dos postes, que possui estabilização interna True RMS com regulação online que mantém a tensão de saída regulada, seja em modo rede ou bateria, forma de onda semisenoidal na saída em modo bateria, sinalização virtual e auditiva simples e completa de todas as condições da rede elétrica, do *nobreak*, da bateria e da carga, carregador inteligente que garante maior vida útil à bateria, dispositivos e proteções essenciais para seu equipamento. Segundo o catálogo do Nobreak Mini III 600 (NHS, 2012), o *nobreak* utilizado possui as seguintes especificações:

a. Proteções

- Contra sobrecarga e curto-circuito no inversor;
- Contra subtensão e sobretensão na rede elétrica com retorno e desligamento automático;
- Desligamento automático por carga mínima na saída;
- Contra descarga profunda de bateria;
- Contra surtos de tensão.

b. Características Gerais

- Nobreak microprocessado com memória *flash* interna;
- Tecnologia *Line Interactive* com forma de onda semisenoidal;

- Auto teste para verificação das condições iniciais do equipamento;
- Tecnologia SM D que garante alta confiabilidade e qualidade ao Nobreaks;
- Comutação livre de transitórios pois rede e inversor são perfeitamente sincronizados (PLL);
- DC Start - pode ser ligado mesmo na ausência da rede elétrica com bateria carregada;
- Recarga automática da bateria mesmo com o Nobreak desligado garantindo maior tempo de vida útil;
- Rápido acionamento do inversor;
- Gerenciamento de bateria que avisa quando a bateria precisa ser substituída;
- Chave liga/desliga temporizada e embutida no painel frontal que evita desligamento acidental;
- Porta-fusível com unidade reserva;
- Função TRUE RM S com melhor qualidade na regulação de saída;
- Função *mute*: pressionar o botão frontal 6 vezes para inibir ou habilitar campainha;
- Permite utilização com grupo gerador devido à sua ampla faixa de frequência na entrada;
- Circuito desmagnetizador;
- Estabilidade na frequência de saída devido ao uso de cristal de alta precisão;
- Gabinete metálico com pintura epóxi;
- Gabinete anti-chama;
- Estabilizador interno;
- Painel frontal com plástico ABS alto impacto;
- Design do produto simples e robusto;
- Bateria selada tipo VRLA interna de primeira linha e à prova de vazamento;
- Proteção contra surtos de tensão entre fase e neutro;
- Sinalização visual através de três LEDs no painel frontal com todas as condições do *nobreak* (rede elétrica, bateria e carga);
- Alarme sonoro crescente para indicação do nível de bateria no modo inversor;
- Indicação de potência consumida pela carga;
- Indicação para troca de bateria;
- Desligamento por carga mínima;

- Tensão de entrada nominal 120V/220V (disponível nos modelos monovolt ou bivolt);
- Tensão de saída nominal 120V/220V (disponível nos modelos monovolt ou bivolt);
- Seis tomadas de saída, dispensa extensões adicionais.

5.1.2 DPS VCL SLIM

O VCL SLIM é um dispositivo de proteção contra surtos elétricos (DPS) monopolar, composto por varistor de óxido de zinco associado a um dispositivo de segurança, que atua tanto por sobrecorrente quanto por sobretemperatura, desconectando o varistor da rede no caso de fim de vida útil ou se eventualmente o DPS for submetido a distúrbios acima de sua capacidade ou se houver acidentes na rede elétrica. Possui ainda sinalização mecânica do estado de operação, que se apresenta verde "SERVIÇO" ou vermelho "DEFEITO", indicando a desconexão do elemento supressor (CLAMPER INDÚSTRIA E COMERCIO SA, 2005).

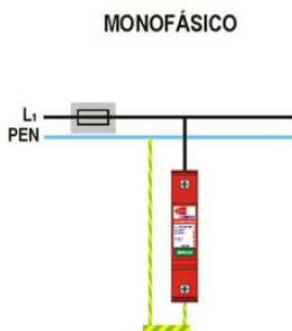


Figura 44 – Circuito de ligação do DPS monofásico com a rede elétrica

Fonte: CLAMPER INDÚSTRIA E COMERCIO SA (2005, p. 3)

A instalação é facilitada pela sua concepção mecânica que permite montá-lo com fixação rápida sobre trilho padronizado de 35 mm conforme norma DIN EN 50022, representado na Figura 45, presente nos quadros de distribuição da "linha branca" ou nas garras (padrão norte-americano) presente nos quadros de distribuição da "linha preta". É equipado em ambos os lados com bornes a parafuso

para cabos de 4 a 25 mm², totalmente isolados para evitar contatos acidentais, podendo também ser conectado diretamente ao barramento dos quadros e em barra. Além disso, possui três áreas de identificação própria para acondicionar marcadores (CLAMPER INDÚSTRIA E COMERCIO SA, 2005).

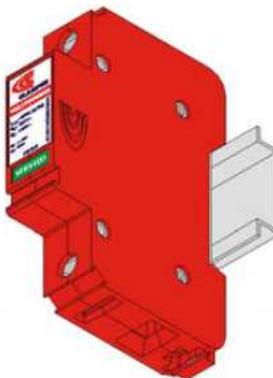


Figura 45 – Modo de fixação do DPS

Fonte: CLAMPER INDÚSTRIA E COMERCIO SA (2005, p. 4)

O desempenho dos DPS's da Clamper é especificado para diferentes níveis de intensidade de corrente (12kA a 60kA) com forma de onda 8/20 μ s para correntes além de outras características relevantes para responder as diferentes necessidades de aplicação em áreas urbanas ou rurais.

A especificação de dispositivos de proteção contra surtos elétricos deve levar em consideração a coordenação com a proteção da rede da concessionária de energia. Atualmente, diversas concessionárias brasileiras têm como prática a instalação de para-raios no primário e no secundário dos transformadores de seus sistemas de distribuição multiterrados. Para a proteção da rede de baixa tensão têm sido utilizados dispositivos de tensão nominal de 280 e 440V respectivamente para 127 e 220V entre fase e neutro. A utilização de DPS em consumidores em baixa tensão, com tensões nominais inferiores às utilizadas pelos dispositivos da rede de distribuição deve ser suportada por um projeto de engenharia que os coordene. O DPS VCL SLIM possui um valor de sobretensão residual inferior a 1,5kV, estando em acordo com a capacidade de sobretensão transitória presumida na norma brasileira para eletrodomésticos e eletroprofissionais. A Clamper recomenda a utilização do modelo de 275V porque dispensa a coordenação com os para-raios da rede de distribuição assim como facilita a coordenação nos casos de

220V (fase/neutro) onde são utilizados DPS de 440V e, dependendo do comprimento do ramal de entrada e da distância de instalação do para-raios à residência, também dispensa a coordenação (CLAMPER INDÚSTRIA E COMERCIO SA, 2005).

5.1.3 Cabo Sintenax

O cabo Sintenax é usado na conexão da alimentação da rede aérea até o disjuntor. Este cabo possui as seguintes camadas:

- 1- Condutor flexível formado de fios de cobre nu (classe 5).
- 2- Isolação de composto termoplástico de PVC sem chumbo.
- 3- Enchimento em PVC sem chumbo.
- 4 - Cobertura de composto termoplástico de PVC sem chumbo.

5.1.4 Cabo Pirastic

O cabo escolhido para a conexão entre o disjuntor e a tomada que vai para o *nobreak* foi o cabo do tipo Pirastic, bem como as demais conexões dentro do armário. Possui as seguintes camadas:

- 1- Condutor super flexível formado de fios de cobre nu (classe 5).
- 2- Camada interna de PVC ST1 Antiflam I (composto termoplástico de PVC sem chumbo).
- 3- Camada externa de PVC ST1 Antiflam II (composto termoplástico de PVC sem chumbo).

5.1.5 Luz Rotativa e Flash – Giroflex

O *giroflex* DNI 4080 (12V / 0,9A) possui dois modos de sinalização: luz rotativa ou *flash* duplo. Usado pelo vigilante para alertar sobre algum ato suspeito,

possui as seguintes características de acordo com o catálogo do fornecedor (DNI, 2012, p. 53):

- 100 LEDs de alto brilho;
- Lentes de acrílico cancelado;
- Baixo consumo;
- Instalação através de fiação;
- Magnética;
- Cor Âmbar (Cor usada para advertência).

5.1.6 Sirene Piezoelétrica

Segundo o catálogo da DNI (DNI, 2012, p. 53), a sirene piezoelétrica DNI 4040 (utilizada no projeto) possui as seguintes especificações:

- Tensão de 12V;
- Pressão Sonora de 120dB;
- Corrente de 0,3A;
- Base Fixa.

5.1.7 Para-raio

No Brasil, a norma adotada para regulamentar as instalações de para-raios é a NBR 5419, a qual define as condições mínimas exigíveis para a proteção de estruturas comuns, utilizadas para fins comerciais, residenciais, industriais, agrícolas, administrativos e também para estruturas especiais.

O Sistema Franklin, mostrado na Figura 46, é composto por um captador com quatro pontas, montado sobre um mastro cuja altura deve ser calculada conforme dimensões da edificação, podendo-se colocar um ou mais captores para uma proteção mais abrangente.

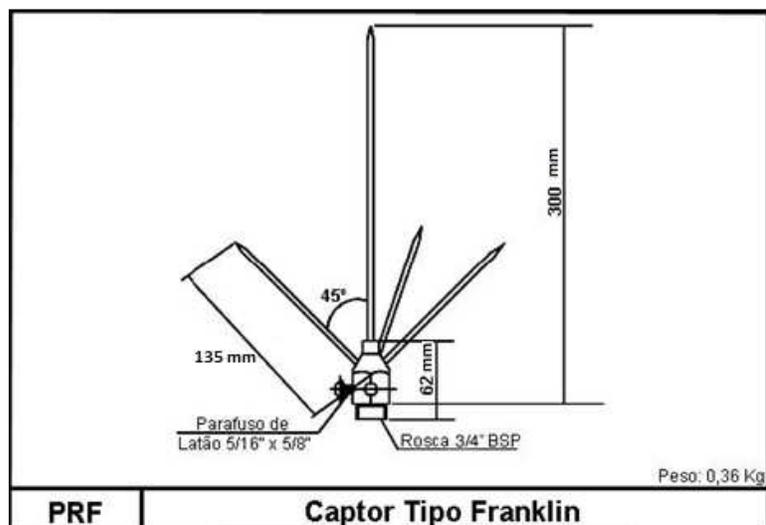


Figura 46 – Captor Franklin

Fonte: <http://www.idealengenharia.com.br/site/peca43.php>

5.1.8 DISJUNTOR MODULAR SCHNEIDER K32

Os disjuntores modulares K32 (Figura 53) são utilizados para comando e proteção dos circuitos contra sobrecargas e curtos-circuitos em instalações elétricas. Para o projeto executado foi escolhido o modelo K32A1C10 para proteção dos dispositivos do quadro elétrico contra correntes de até 10 ampères, como mostra a Tabela 2.

Corrente Nominal (A)	Monopolar	
	Curvas	
	B	C
6	K32a1B6	K32a1C6
10	K32a1B10	K32a1C10
16	K32a1B16	K32a1C16
20	K32a1B20	K32a1C20
25	K32a1B25	K32a1C25
32	K32a1B32	K32a1C32
40	K32a1B40	K32a1C40
50	K32a1B50	K32a1C50
63	K32a1B63	K32a1C63

Tabela 2 – Especificação dos Disjuntores

Fonte: Adaptado de Onix (2012, p. 23)

5.2 DIMENSIONAMENTO DO DISJUNTOR

Para a escolha do disjuntor, teve-se de considerar as cargas e os cabos de alimentação. Esse dispositivo protege tanto os equipamentos quanto os cabos do sistema, assim, fez-se necessário o cálculo da carga total do sistema projetado:

- Carga do sistema:

- *Nobreak* = Potência de saída = 250w / rendimento 80% / Tensão de alimentação = 127V;

- Corrente na carga = $(250w/80\%)/127V = 2,46 \text{ A}$;

Portanto, teve de ser escolhido um disjuntor que suportasse uma corrente mínima de 2,6 amperes. O cabo adotado foi o de 2,5mm², que é o cabo usado para correntes de até 26 Ampères, conforme a norma NBR 5410, mostrado na Tabela 3. Como disjuntor, foi adotado o modelo Schneider DW 1P K32A1C10 de 10 Ampères para proteção do cabo, uma vez que o *nobreak* já possui as proteções destacadas no subitem “a. Proteções” do capítulo 5.1.1.

Seções Nominiais (mm ²)	MÉTODOS DE INSTALAÇÃO											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 Condutores Carregados	3 Condutores Carregados										
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	14	18	15
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	90	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	269	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1122	923	711	596

Tabela 3 – Métodos de Instalação de Condutores

Fonte: Adaptado de NBR 5410 (ABNT, 2004)

5.3 ALIMENTAÇÃO E PROTEÇÃO ELÉTRICA

Primeiramente, o sistema de para-raios é constituído pelo captor tipo Franklin fixado no topo do poste onde é parafusado ao cabo de cobre que passa no interior de todo o poste de nove metros. Este cabo é parte integrante do sistema de aterramento, passando pelo poste até chegar na haste de aterramento que fica aproximadamente trinta centímetros abaixo do solo. A resistência de aterramento não pode ser superior a 10 Ohms (COPEL, 2002, p. 18). No topo do poste existe um ponto de derivação deste cabo cobreado que aterra a carcaça do armário e todos os dispositivos de dentro do quadro.

O armário possui grau de proteção IP66 fica próximo ao topo do poste e no seu interior encontram-se os seguintes equipamentos: dispositivo de proteção contra surtos, disjuntor, *nobreak*, fontes dos aparelhos, conversor de mídia (para comunicação através de fibra óptica), injetor PoE (para comunicação via rádio), além dos dispositivos de automação, conforme Figura 47. Externamente, na parte superior do armário, está situado o sinalizador rotativo, o qual é fixado através de um imã, enquanto na parte inferior situa-se a sirene presa através de parafusos e porcas.

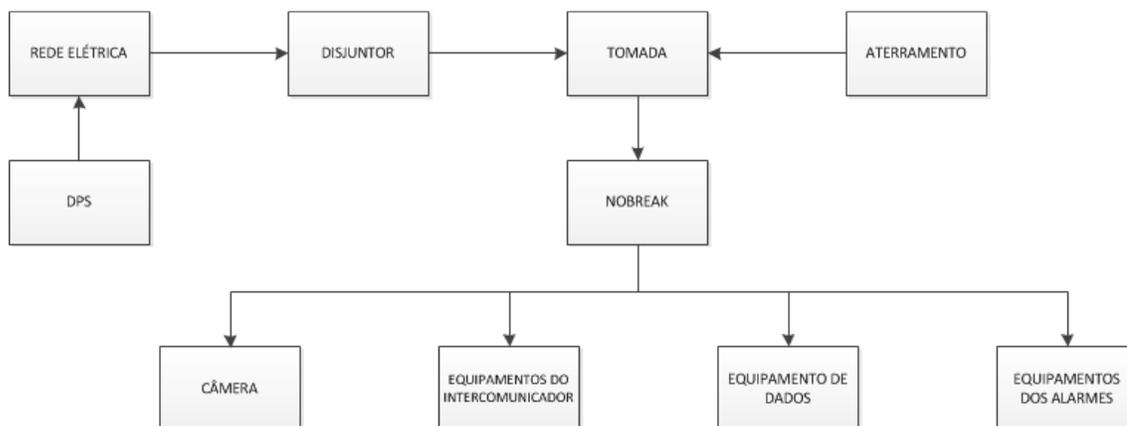


Figura 47 – Esquema elétrico dos equipamentos

Fonte: Autoria Própria

A câmera é fixada logo abaixo do armário visando melhorar a visibilidade para o monitoramento, evitando pontos-cegos, para facilitar as ligações elétricas e para evitar vandalismos, pois caso alguém queira danificar algum dispositivo de dentro da caixa de equipamentos, a câmera irá captar as imagens em tempo real, assim os vigilantes poderão tomar alguma medida cabível.

O intercomunicador situa-se a aproximadamente um metro e meio do solo. Sendo constituído por um quadro de metal com pintura epóxi, em seu interior há um microfone e um par de caixas de som, alimentados através de um cabo conectado ao armário de equipamentos. A proteção dos cabos é feita através de um eletroduto ferro-galvanizado $\frac{3}{4}$ " para passagem de cabos, como pode-se observar na Figura 48.

A alimentação do sistema é feita através de um ramal elétrico aéreo da concessionária de energia. Cabo *multiplex* contendo uma fase e um neutro passa por um roldana de porcelana que sustenta o ramal até a conexão com o cabo PP 2 x 2,5 mm², cuja fase alimenta o disjuntor do quadro. Um cabo *flex* 2,5mm² sai do disjuntor e, juntamente com o neutro e o terra, energiza uma tomada que alimenta o nobreak que fornece energia elétrica para todas as fontes dos equipamentos de forma estabilizada e com determinada autonomia. Uma fonte 12 Volts alimenta o *giroflex* e a sirene.

A câmera possui um chicote com um cabo de alimentação, cabos de áudio, cabo de rede e cabos para entrada e saída digital. Os cabos de alimentação são alimentados no interior do armário e os cabos de entrada e saída de áudio são

conectados ao microfone e às caixas de som respectivamente. O cabo de rede é conectado através de um conector RJ45 ao conversor de mídia, no caso de transmissão por fibra óptica, ou no injetor do rádio que irá converter dados em sinal de luz, esse sinal de luz será transmitido através de fibra óptica até um outro conversor de mídia situado na central de vigilância que irá converter o sinal de luz em dados recebidos pelos computadores usados pelos vigilantes. Os cabos da entrada e saída digital farão a lógica usada no acionamento do relé e automação do sistema. As conexões que entram ou saem do armário de equipamentos são feitas utilizando sealtubo $\frac{3}{4}$ ", visando a proteção dos cabamentos.



Figura 48 – Ponto de videomonitoramento implantado

Fonte: Autoria Própria

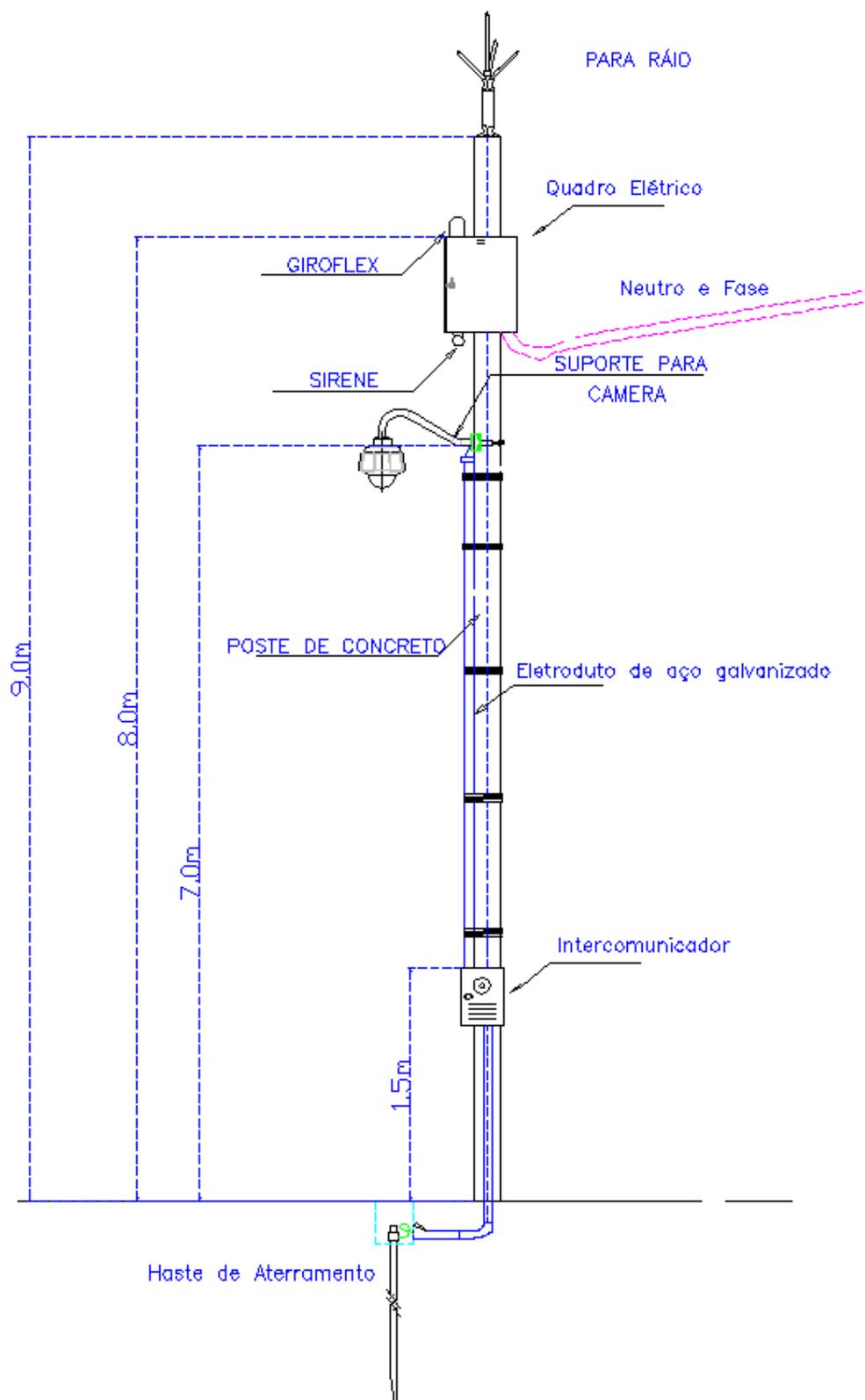


Figura 49 – Esquema de um ponto do projeto
Fonte: Autoria Própria

6 ESPECIFICAÇÃO DAS CÂMERAS

6.1 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

As características do projeto e os interesses em seus resultados, principalmente por tratar-se de segurança pública, fez com que alguns fatores fossem fundamentais na escolha das especificações das câmeras, levando em consideração o ambiente de instalação dos equipamentos, a qualidade do monitoramento e recursos para automação do projeto.

Primeiramente, a câmera deveria possuir robustez visto que o seu uso é em ambiente externo, sujeito a intempéries como chuva, granizo, vento e poeira. Além disso, o clima da região apresenta grande amplitude na temperatura, exigindo que a câmera suporte essa variação durante o ano, ou seja, opere em uma faixa de temperatura adequada com as condições climáticas que podem ser altas como em um dia ensolarado no verão ou em temperaturas próximas de 0°C no inverno.

Outro critério importante na escolha das câmeras do projeto foi a qualidade na visualização e gravação das imagens, pois quanto maior o nível de confiabilidade, precisão e riqueza de detalhes capturados, melhor é o resultado na inibição de crimes, no desenvolvimento de provas e em investigações. Além do monitoramento de locais estratégicos específicos, o monitoramento é mais eficaz utilizando um modo de controle realizado pelo operador, com possibilidade de movimento e aproximação de imagens em tempo real para acompanhamento de atividades suspeitas ou ocorrências, o que determinou uso de câmeras móveis (*speed domes*) que também possuem patrulhamento automático programado, monitorando diversos pontos ao longo do tempo. Um detalhe importante na escolha das câmeras foi o recurso para visualização das imagens durante a noite ou em condições com pouca luminosidade, garantindo que o sistema seja monitorado integralmente mesmo sem iluminação externa.

Por fim, as câmeras do projeto possuem recursos que possibilitam a realização do diferencial do sistema implantando, ou seja, a intercomunicação e a automação dos alarmes.

6.1.1 Câmera Móvel

A câmera móvel escolhida é o modelo SD8362E da marca VIVOTEK que possui uma tecnologia recente na qualidade de imagem em câmeras de segurança, podendo atingir uma resolução de até 1080p (*Full HD*), além de ser equipada com lentes de zoom óptico de 20x (VIVOTEK, 2012) o que possibilita o detalhamento das imagens a longas distâncias. Além disso, um recurso da câmera atua quando há distúrbios na iluminação, seja uma luminosidade exagerada ou ínfima, gerando imagens com qualidade próximas à capacidade do olho humano, mesmo durante a noite, com o auxílio de um filtro infravermelho.



Figura 50 – Câmera SD8362E

Fonte: Adaptado de VIVOTEK SD8362E (2012, p. 1)

O mecanismo de movimentação da lente permite a rotação (*pan*) de 360° e inclinação (*tilt*) de 90°, proporcionando um campo de visão bastante amplo que abrange toda região abaixo da câmera. Os elementos da câmera são abrigados por uma carcaça robusta que oferece proteção contra água e poeira em uma faixa de temperatura de -40°C a 55°C (VIVOTEK SD8362E, 2012, p. 190), garantindo a funcionalidade do sistema mesmo em condições extremas.

A câmera possui ainda recursos de entrada e saída digitais e suporta áudio bidirecional que permitem o aprimoramento do sistema através da transmissão de dados na rede a partir de dispositivos acoplados ao chicote de conectores que possuem diferentes interpretações de acordo com a programação criada no *software* embarcado. No caso, tais recursos são usados para o desenvolvimento da intercomunicação e a automação do monitoramento. Na Figura 51, observa-se um esquema representando um chicote com as diversas conexões disponíveis na câmera.

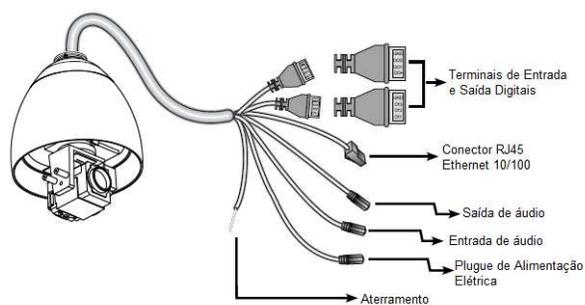


Figura 51 – Esquema representando o chicote da câmera SD8362E

Fonte: Adaptado de VIVOTEK SD8362E (2012, p. 6)

6.1.2 Câmera Fixa

A câmera fixa selecionada para completar o monitoramento em pontos estratégicos é o modelo IP8352 da marca VIVOTEK. Apesar de ter qualidade de vídeo inferior à câmera SD8352E e não possuir mecanismo de movimentação das lentes e zoom óptico automático, esta câmera fixa possui imagens com resolução de até 720p (*HD*) e zoom digital de 4x o que proporciona um monitoramento de alta qualidade (VIVOTEK SD8362E, 2012, p. 18), sobretudo em pontos estratégicos onde as lentes estão direcionadas. Um recurso interessante neste tipo de câmera é a programação para aproximação de regiões da imagem ao longo do tempo, obtendo maiores detalhes e, de certa forma, compensando a falta de mecanismo de movimentação. Para suprir o monitoramento em situações com pouca luminosidade, a câmera possui dispositivos infravermelhos compostos basicamente por um filtro e iluminadores IR.



Figura 52 – Câmera IP8352

Fonte: Adaptado de VIVOTEK IP8352 (2012, p. 1)

O suporte e a carcaça da câmera foram projetados para resistir às intempéries e condições climáticas, sendo à prova de água e poeira, e opera em uma faixa de temperatura de -20°C a 50°C (VIVOTEK IP8352, 2012, p. 180), garantindo a funcionalidade do sistema mesmo em condições extremas.

A câmera possui ainda recursos de entrada e saída digitais e suporta áudio bidirecional, permitindo o aprimoramento do sistema através da transmissão de dados na rede a partir de dispositivos acoplados aos terminais no interior da câmera que possuem diferentes interpretações de acordo com a programação criada no software. No caso, tais recursos são usados para o desenvolvimento da intercomunicação e a automação do monitoramento. Na Figura 53 é possível verificar um esquema representando um chicote com as conexões disponíveis na câmera, além de um bloco de terminais com funções de entrada e saída digitais e áudio.

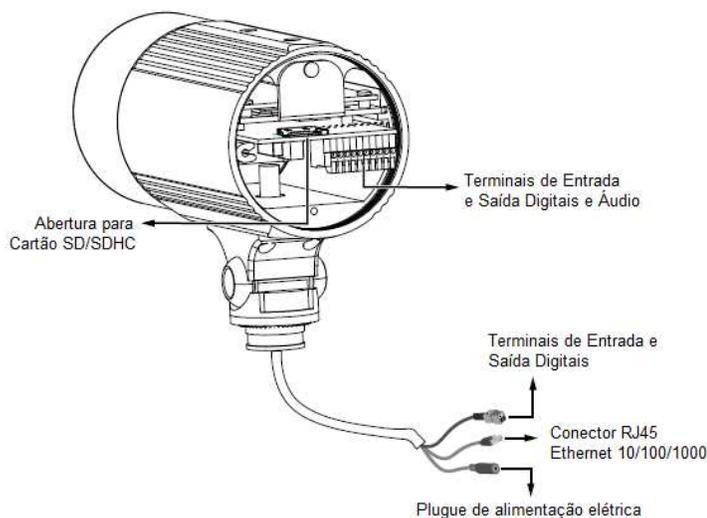


Figura 53 – Esquema representando os terminais da câmera IP8352

Fonte: Adaptado de VIVOTEK IP8352 (2012, p. 6)

7 AUTOMAÇÃO DO SISTEMA

7.1 DESENVOLVIMENTO DOS ALGORITMOS

Os processos de automação no sistema ocorrem por meio da configuração correta dos *softwares* utilizados, do dimensionamento adequado dos equipamentos e da criação de *scripts* com algoritmos que determinam as ações a serem tomadas.

Os algoritmos desenvolvidos são gravados em um *software* embarcado na própria câmera através de *scripts* escritos em um código fonte com comandos específicos do fabricante VIVOTEK. Tal linguagem de programação exige um estudo aprofundado, pois é dado por instruções definidas que relacionam as ações com palavras que possuem determinadas funções.

Dessa forma, os algoritmos funcionam de acordo com o diagrama ilustrado pela Figura 54. A câmera detecta um evento, o qual é processado no seu próprio *hardware*. De acordo com a natureza do evento, é relacionado um algoritmo programado que toma as decisões automaticamente (ativar alarmes e/ou movimentar a câmera móvel)

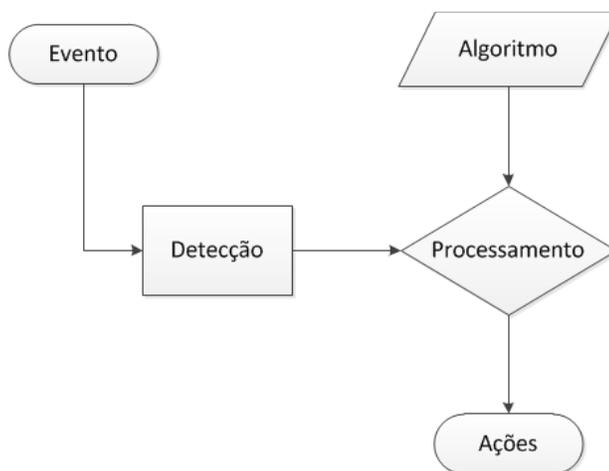


Figura 54 – Diagrama de funcionamento dos algoritmos

Fonte: Autoria Própria

7.2 INTERCOMUNICADOR

A solução para a intercomunicação no sistema de monitoramento se dá a partir dos recursos de áudio bidirecional das câmeras, ou seja, é permitida a comunicação de áudio do ponto onde se encontra a câmera com a central onde as informações são processadas. Essa funcionalidade é essencial para a construção do intercomunicador, visto que nos plugues de entrada e saída de áudio são conectados o microfone e as caixas de som, respectivamente. Estes recebem os sinais sonoros do ambiente que são interpretados como dados pela câmera, juntamente com as imagens, para serem transmitidos na rede. O mesmo processo ocorre na central, onde o software instalado na estação de trabalho do operador recebe e transmite o som pelo computador. A partir da configuração adequada e do dimensionamento correto dos equipamentos, o sistema básico apresenta condições de realizar a comunicação entre o usuário e o operador.

Para o projeto da caixa que acomoda os acessórios do intercomunicador, levou-se em consideração a necessidade da resistência ao longo do tempo já que este está sujeito a condições climáticas e vulnerável ao vandalismo. Assim, o quadro projetado é feito de metal com revestimento epóxi, com grau de proteção IP66, a fim de apresentar proteção física e resistência à corrosão e oxidação, com uma grelha na região central para a passagem do som.

A caixa do intercomunicador é fixada no poste com abraçadeiras de metal, aproximadamente 1,5 metros do solo para ser acessível ao usuário, e os seus cabamentos são conduzidos até o quadro elétrico através de eletrodutos ferro-galvanizados ao longo do poste. Os circuitos elétricos alimentados com corrente alternada ficam separados do cabeamento de áudio para eliminar as interferências eletromagnéticas e, além disso, os cabos de áudio apresentam blindagem para minimizar os ruídos. A Figura 55 mostra o intercomunicador projetado fixado no poste.



Figura 55 – Estrutura do intercomunicador

Fonte: Aatoria Própria

Para recepção de áudio no intercomunicador utilizou-se uma cápsula de microfone de boa qualidade cujos polos são soldados (estanhados) diretamente no cabo de áudio que apresenta um plugue P2 macho conectado à câmera. O sinal de saída de áudio é transmitido através de um cabo de áudio que apresenta um plugue P2 macho conectado à câmera em uma ponta e um plugue P2 fêmea acoplado no plugue de entrada das caixas de som na outra. A central de operações também possui dispositivos de áudio conectados aos computadores e com o auxílio de *software* é possível a comunicação entre o operador e o usuário pela rede projetada.

7.3 ALARMES

Os alarmes que contemplam o projeto têm como objeto advertir ou chamar a atenção dos cidadãos próximos ao ponto de videomonitoramento e dos operadores do sistema na central, completando o objetivo da intercomunicação direta da população com as autoridades. Ao todo, há três tipos de alarmes: alarme de chamada do usuário, alarme de violação do sistema e o alarme de advertência. A ligação entre os dispositivos de alarme e o sistema ocorre através dos terminais de entrada e saída digitais que interpretam os sinais por meio de algoritmos

configurados na própria câmera. O diagrama representado pela Figura 56 representa o funcionamento desses circuitos. No pino de número 1 é gerado o sinal elétrico de 12 volts e no pino número 2 acontece o chaveamento do circuito, o qual é representado por uma lâmpada no esquema. O pino número 3 representa a entrada digital, que realiza o chaveamento do circuito com o aterramento do pino número 4.

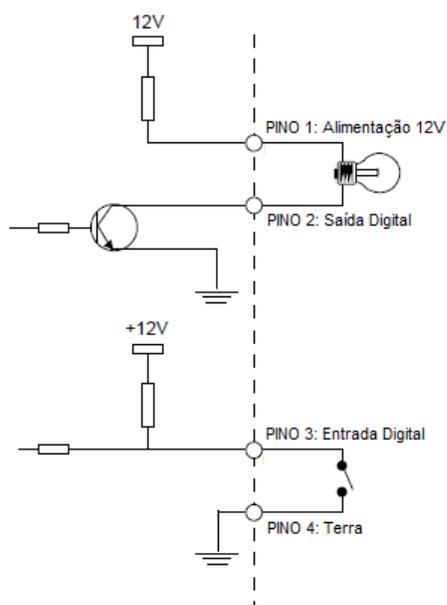


Figura 56 – Diagrama de entrada e saída digitais

Fonte: VIVOTEK IP8352 (2012, p. 9)

As câmeras móveis possuem duas saídas e três entradas digitais, enquanto as câmeras fixas têm uma saída e uma entrada digital. No caso do projeto, cada ponto de videomonitoramento utiliza uma saída digital e duas entradas digitais. Estes recursos são circuitos que, através do processamento da câmera, recebem ou emitem sinais que interagem com o ambiente e outros dispositivos. Assim, a saída digital e a alimentação 12 volts foram conectadas a um relé que funciona como um interruptor de uma fonte CC também de 12 volts. Esta fonte alimenta o sistema de alarme sonoro e visual do ponto de videomonitoramento, ou seja, ativa a sirene e o sinalizador rotativo localizados na parte externa do quadro. Quando um sinal elétrico é gerado pela saída digital, o relé é acionado e será aberto ou fechado dependendo do seu estado atual. De acordo com o algoritmo, o relé será controlado pela câmera através da sua saída digital e, conseqüentemente, definirá a o estado de funcionamento dos alarmes na região. Outra forma de acionamento da saída digital

é através da central, por meio de um controle no *software* VIVOTEK ST7501 das estações, possibilitando que o operador ative os alarmes sempre que julgar necessário através de um comando pela interface. A corrente em questão é relativamente alta, sendo necessário o uso de uma fonte elétrica independente por motivos de segurança, visto que o relé isola a câmera dos circuitos dos alarmes. A Figura 57 e a Figura 58 mostram a disposição final da sirene e do sinalizador rotativo, respectivamente.



Figura 57 – Sirene fixada em um Ponto de Videomonitoramento

Fonte: Aatoria Própria



Figura 58 – Sinalização rotativa instalada em um Ponto de Videomonitoramento

Fonte: Aatoria Própria

Na CCO, os alarmes são controlados pelo *software* de gerenciamento do sistema e são acionados sempre que houver qualquer tipo de evento programado por algoritmos nos pontos de videomonitoramento, como a chamada do intercomunicador, alguma tentativa de violação do sistema, a desativação elétrica, perda de comunicação com a rede ou algum som muito alto na região.

Os alarmes são percebidos através de sinais sonoros em frente às estações dos operadores e ainda há um mapa sinóptico (Figura 59) destacando a câmera que está ocorrendo o evento e indicando a localização do ponto. Ainda no mapa, uma janela de visualização das imagens da câmera é aberta automaticamente com o auxílio de um recurso do *software* VIVOTEK ST7501, possibilitando uma ação rápida do operador, visto que dependendo do algoritmo a câmera se move instantaneamente para a base do ponto a fim de verificar a ocorrência.



Figura 59 – Mapa sinóptico

Fonte: Autoria Própria

O alarme de chamada do usuário serve para alertar os operadores de que algum cidadão deseja se comunicar com a central, visando o pronto-atendimento e a busca rápida por uma possível ocorrência. Isso ocorre quando o usuário pressiona uma botoeira (é possível ver a botoeira, em vermelho, na Figura 55) localizada na

região central da caixa do intercomunicador, fazendo com que os alarmes da central disparem, mostrando a localização e as imagens do cidadão que está utilizando os serviços do sistema. A criação de um algoritmo para que a câmera se mova e focalize o usuário se deve pela possibilidade da ação de indivíduos mal-intencionados que podem oferecer informações falsas aos operadores. Dessa forma, os usuários são identificados e seus relatos podem ser avaliados pelos operadores para que estes possam realizar uma ação imediata com auxílio das imagens que estão sendo gravadas.

Para a construção do alarme de chamada, utilizou-se uma entrada digital da câmera no ponto de videomonitoramento, configurando-a como normalmente aberta. Assim, pinos de entrada digital e terra foram conectados aos terminais da botoeira de forma que quando o botão é pressionado, a câmera interpreta um fechamento de circuito e o algoritmo correspondente realizará os comandos de alarme de chamada. Para se evitar alertas desnecessários, o sistema foi configurado para responder a um pulso da botoeira a cada 10 segundos, mesmo que esta tenha sido pressionada várias vezes neste período.

O alarme de violação pode ser disparado de duas maneiras: abertura não autorizada dos quadros e impacto na caixa do intercomunicador.

Foram instalados sensores magnéticos nas portas dos quadros, os quais conseguem detectar um arrombamento ou acesso não permitido aos quadros. Dessa forma, quando ocorre a abertura do quadro, o circuito de alarme se abre e o evento é detectado em uma entrada digital da câmera instantaneamente de acordo com o algoritmo programado na câmera, acionando a saída digital e fazendo com que a sirene e o sinalizador disparem, bem como os alarmes na central. Além disso, a câmera será direcionada para base do poste a fim de gravar as imagens da ação.

Para combater o vandalismo ou uma tentativa de arrombamento, foi criado um algoritmo que detecta sons de grande magnitude através do microfone como impactos físicos no intercomunicador. Assim, foi limitado um nível de intensidade máximo para o som captado que, caso seja ultrapassado, a saída digital será acionada durante 10 segundos, ativando os alarmes como forma de advertência, além de alertar a central e direcionar a câmera para o possível infrator.

A Figura 60 ilustra todos os dispositivos utilizados na solução para o intercomunicador e os alarmes, onde se encontra o microfone, as caixas de som, a botoeira e o sensor magnético.

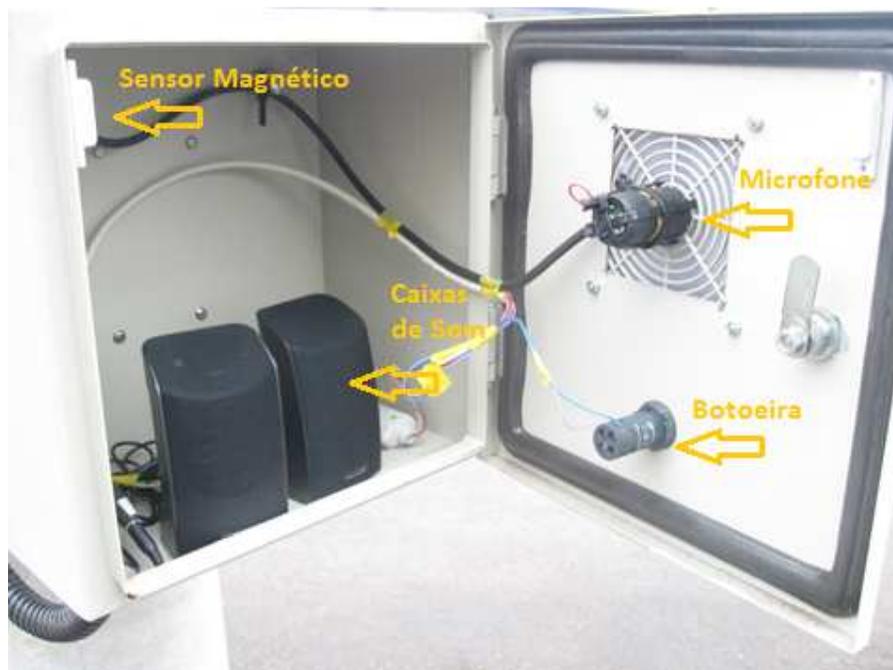


Figura 60 – Dispositivos do intercomunicador e dos alarmes

Fonte: Aatoria Própria

7.4 SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DO MONITORAMENTO

Para o controle e gerenciamento do sistema de monitoramento, foi utilizado o *software* VIVOTEK ST7501 que possibilita utilização de todas as funções do projeto em apenas uma plataforma através da configuração adequada do sistema. Este *software* foi desenvolvido especialmente para o gerenciamento das câmeras da marca VIVOTEK, suportando todos os recursos oferecidos por estas. Através do *software* é possível controlar os dados referentes ao monitoramento no servidor, localizar e resgatar imagens/áudio quando for necessário, controlar as câmeras, realizar o movimento das lentes, gerenciar os alarmes e estabelecer comunicação de áudio. Estas funções são realizadas por meio de uma interface nas estações de trabalho. Assim, o operador consegue movimentar as câmeras, modificar o layout de monitoramento, controlar os alarmes e estabelecer comunicação de áudio com os cidadãos de forma simples e organizada. A Figura 61 mostra uma imagem do projeto em funcionamento com o operador monitorando as vias públicas.



Figura 61 – Interior da Central de Controle de Operações

Fonte: Autoria Própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da criminalidade é uma realidade enfrentada em todo o mundo, principalmente nos países emergentes. No Brasil enquanto o cumprimento das leis não é eficientemente aplicado, é necessário buscar formas alternativas para conter esse problema. Várias técnicas já são implantadas buscando soluções, como um considerável efetivo de vigilantes, câmeras de videomonitoramento, alarmes contra infratores ou até sistemas telefônicos para denúncias de atos ilícitos. Este trabalho visa integrar as soluções citadas buscando uma maior eficiência no atendimento às ocorrências, associando um sistema de videomonitoramento controlado pela Guarda Municipal de Curitiba com dispositivos de comunicação e de alarmes.

Cada parte do projeto desenvolvido tem sua importância e função dentro da solução. Fazendo o uso de uma analogia simples, as câmeras instaladas em lugares estratégicos serão os “olhos” do sistema, maximizando a região de monitoramento, diminuindo o número de vigilantes em tempo integral e também registrando a ação de infratores. Por sua vez, os vigilantes na estação central serão o “cérebro” que comanda as câmeras e os alarmes, gerenciando as imagens e realizando ações graças à experiência no trabalho. Por conseguinte, os sistemas de comunicação serão a “boca” e os “ouvidos”, auxiliando a central na tomada das decisões, pois os cidadãos poderão relatar atos infratores que os vigilantes eventualmente podem não perceber.

De acordo com a Guarda Municipal de Curitiba, uma solução como a descrita neste trabalho contribui significativamente no combate ao crime devido a todos os recursos e funcionalidades disponíveis para auxiliar no trabalho das autoridades. O sistema de videomonitoramento supre parcialmente a falta de efetivo necessário para controlar a segurança em regiões das cidades e ainda possibilita uma maior distribuição de vigilantes fazendo rondas ou atendendo às ocorrências.

Para trabalhos futuros, sugerimos a aplicação de *tablets* no sistema implantado, visto que há compatibilidade para implantação desse sistema no projeto descrito neste trabalho, o que aumentaria ainda mais a eficiência no combate a criminalidade. Dessa forma, os operadores da Guarda Municipal de Curitiba poderiam visualizar as imagens e controlar o sistema de forma remota, utilizando os equipamentos nas viaturas, por exemplo. Outra sugestão é a de realizar uma análise

dos dados de combate à criminalidade, bem como uma comparação com um sistema de videomonitoramento convencional (custo, velocidade de transmissão, recursos utilizados).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Anexo V – Submódulos Construtivos para Redes e Linhas de Distribuição: Catálogo Referencial de Módulos Padrões de Construção de Subestações, Linhas e Redes de Distribuição de Energia Elétrica.** 2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2009/052/documento/anexo_v_nt_304_-_submodulos.pdf>. Acesso em: 06 out. 2012.

ALUNOS ONLINE. **Lentes convergente e divergente.** Disponível em <<http://www.alunosonline.com.br/fisica/lentes-convergente-divergente.html>>. Acesso em: 19 out. 2012.

ALVEZ, Luiz. **Comunicação de Dados.** 1 ed. São Paulo: Makron Books, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419: Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas.** Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 14039: Instalações Elétricas em AT (de 1,0 kV a 36,2 kV).** Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 5410: Instalações Elétricas em BT.** Rio de Janeiro, 2004.

BARNETT, David; GROTH, David; MCBEE, Jim. **Cabling: The Complete Guide to Network Wiring.** 2nd. ed. Alameda: Sybex, 2001.

BENNETT, Colin; REGAN, Priscila. **Surveillance and Mobilities in Surveillance & Society.** British Columbia: Editorial, p.449-454. 2004.

CERVELIN. S.; CAVALIN. G. **Instalações Elétricas Prediais.** São Paulo: Érica, 1998.

CLAMPER INDÚSTRIA E COMÉRCIO AS. **Vcl Slim.** São Paulo, 2005. 3 p.

COMERCIAL ELÉTRICA PJ LTDA. **Mini Disjuntor K32a:** catálogo. São Paulo, 2008. 129 p.

COMPANHIA PARARANAENSE DE ENERGIA. **Norma Técnica Copel: Projeto de Redes de Distribuição**. Curitiba, 2012. 75 p.

DATALINK. **Nobreak e baterias**. Disponível em: <<http://www.datalink.srv.br/nobreak-e-baterias>>. Acesso em: 6 out. 2012.

DNI. **Linha Automotiva**. São Paulo, 2012. 53p.

EUROPE FOR VISITORS. **Sample Fisheye Photos**. Disponível em: <<http://europeforvisitors.com/olympus/olympus-8mm-fisheye-sample-photos-1.htm>>. Acesso em: 19 out. 2012.

FIGUEIRA, Antonio. **O Sistema nobreak e os problemas elétricos que comprometem o funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos**. Revista Antena Eletrônica Popular, São Paulo, Artigo 1 – Parte 1 v. 8, n. 32, p. 37-45, abr. 2006.

FILIPPETTI, Marco A. **CCNA 4.1 – CCNA: Guia Completo de Estudo**. Visual Books: Florianópolis, 2008.

FLICKR. Disponível em: <http://flickr.com/1142/1077343948_9d7391cda5.jpg>. Acesso em: 06 out. 2012.

FLUIDMESH. **Fluidmesh 2200 Duo**: catálogo. 2009. 2p

GUIA DO CFTV. Disponível em: <<http://www.guiadocftv.com.br>>. Acesso em: 06 out. 2012.

GUIMARÃES, Luiz A. B. **Os Limites da Vigilância Eletrônica em Via Pública**. 2007. Disponível em: <<http://www.guayi.org.br/?area=16&item=152&pg=>>>. Acesso em: 11 jul. 2012.

HALLIDAY, David; RESNIK, Robert; KRANE, Kenneth S. **Física 4**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

ICLICKRAW. Disponível em: <<http://iclickraw.com/wp-content/uploads/2011/10>>. Acesso em: 19 out. 2012.

IDEAL ENGENHARIA. Captor Franklin. Disponível em: <<http://www.idealengenharia.com.br/site/peca43.php>>. Acesso em: 19 out. 2012.

LIVÍNIA, Cunha. **UPS – Qualidade de Energia**: Setor Elétrico. São Paulo. 2009. Disponível em: <<http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/edicoes/120-ups-qualidade-de-energia.html>>. Acesso em: 19 out. 2012.

LYON, David. **El ojo electronico, el auge de la sociedad de vigilancia**. Madri: Alianza Editorial S.A., 2002.

PINHEIRO, José M. S. **Cabeamento Óptico**. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <http://www.projetoderedes.com.br/aulas/ugb_infraestrutura/UGB_aula3_Conceitos_de_Infraestrutura.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2013.

NHS. **Nobreak Mini III 600**: catálogo. Curitiba, 2012. 2 p.

_____. **Nobreak Laser**: catálogo. Curitiba, 2010. 1 p.

ONIX. **Catálogo Schneider**. 2012. Disponível em: <http://www.onixcd.com.br/catalogos/01_schneider_pag_23_38_security.pdf>. 68 p. Acesso em: 08 jan. 2013.

PERES, Marcelo. **O que são câmeras IP**: Guia do CFTV. 2008. Disponível em: <<http://www.guiadocftv.com.br/modules/smartsection/item.php?itemid=50>>. Acesso em: 19 out. 2012.

SCRIMGER, Rob *et al.* **TCP/IP – A Bíblia**. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

SÓ FÍSICA. **Lentes esféricas**. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Lentesesfericas>>. Acesso em: 06 out. 2012.

STALLINGS, William. **Redes e Sistemas de Comunicação de Dados**: Teoria e aplicações corporativas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

TLUFOTOKUBI. Disponível em: <<http://tlufotoklubi.blogspot.com.br>>. Acesso em: 19 out. 2012.

TORRENTE, Diego. **La privatización de la seguridad ciudadana: Um marco para el análisis.** Disponível em: <http://www.iec.es/.../Informacio%20grups%20de%20treball/Grup%20de%20reball%2010/Diego_Torrente.doc>. Acesso em: 11 jul. 2012.

TRIGO, Thales. **Equipamento Fotográfico:** Teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2003.

TURBO SQUID. **Camera Iris.** Disponível em: <<http://www.turbosquid.com/3d-models/max-camera-iris/599427>>. Acesso em: 19 out. 2012.

VIVOTEK. **Network Cameras.** Disponível em: <<http://www.vivotek.com/web/product/NetworkCameras.aspx>>. Acesso em: 19 out. 2012.

_____. **Software VAST.** Disponível em: <<http://www.vivotek.com/web/product/ProductDetail.aspx?Model=VAST>>. Acesso em: 19 out. 2012.

_____. **Network Camera – IP8352.** San Jose, 2012. 182 p.

_____. **Network Camera – SD8362E.** San Jose, 2012. 192 p.

WEG. **Dispositivos de proteção contra surtos SPW.** Disponível em: <<http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Protecao-de-Circuitos-Eletricos/Dispositivos-de-protecao-contra-surtos-SPW>>. Acesso em: 06 out. 2012.

ANEXO A – INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE O SISTEMA DE VIDEOMONITORAMENTO DE CURITIBA



PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA
SECRETARIA MUNICIPAL DA DEFESA SOCIAL
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO

SISTEMA DE VIDEOMONITORAMENTO DE CURITIBA

Informações Técnicas sobre o Sistema de Videomonitoramento

Referência:

a) Carta do Professor MSc. Carlos Henrique Mariano
Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – UTFPR – Campus Curitiba – e-mail
mariano@utfpr.edu.br;

b) Assunto: Informações técnicas sobre o sistema de videomonitoramento na Cidade de Curitiba, coordenado pela Secretaria Municipal, da Defesa Social;

c) Objetivo: Elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso –TCC do curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase Automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, dos alunos: André Guilherme Gembarowski, Mauricio Loffredo e Renan de Souza, com o tema “ Projeto e análise de solução para Videomonitoramento Público Integrado com Intercomunicação e Alarmes”

1. Por que Curitiba implantou câmeras de segurança?

⇒ Na gestão 1997 a 2000 do então Prefeito Cássio Taniguchi fazia parte do seu programa de governo um programa denominado “CIDADE SEGURA”, surgindo a idéia de implantar um sistema de câmeras no corredor da rua XV de Novembro, considerando que essa via é um calçadão de uso exclusivo para o trânsito de pedestre, sendo a rua comercial mais antiga do centro da cidade de Curitiba e estritamente comercial, de lazer, e ponto de encontros: político, cultural, onde milhares de pessoas transitam por esse logradouro e em consequência atraía criminosos para a prática de delitos de diversas naturezas, principalmente, furtos, roubos, uso e tráfico de entorpecentes e o efetivo policial empregado atendia a demanda de segurança dos comerciantes e transeuntes;

2. Data de implantação da 1ª Central de Monitoramento:

⇒ 2 de outubro de 2000

⇒ Endereço: Praça General Osório, s/nº - centro

3. Composição do sistema:

⇒ Uma central com nove monitores e um TV de 32” e 14(quatorze) câmeras marca Bosch, modelo DOME, analógico;

4. Custo do sistema e origem do recurso:

⇒ O sistema composto por uma central e quatorze câmeras teve um custo estimado em 1 milhão de reais que foi repassado pelo Governo do Estado do Paraná, na época o Governador Jaime Lerner, através do FEDU – Fundo de Desenvolvimento Urbano;

5. Elaboração do Projeto arquitetônico e técnico da instalação de duto de fibra óptica:

⇒ Custo do sistema de dutos de fibra óptica: R\$ 106.708,58(cento e seis mil, setecentos e oito reais e cinqüenta e oito centavos),

6. Elaboração do Projeto arquitetônico, elétrico, hidráulico e outros foram elaborados por técnicos do IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba

7. Parcerias:

⇒ Firmado Convênio entre município de Curitiba e a COPEL para elaboração e implantação e manutenção de fibra óptica, vendida ao IPPUC com as seguintes especificações técnicas:

⇒ Construção e instalação: dutos: 892, 75 m para acesso às câmeras;

⇒ Construção e instalação: 327,70m de bancos de dutos para ampliação e interligação das caixas subterrâneas;

⇒ Construção: 10 bases em concreto para armário óptico;

⇒ Construção: 11 caixas tipo telefônica R2;

⇒ Construção: 17 caixas de passagem elétrica tipo EG;

⇒ Instalação e ativação: 600 m de cabo elétrico para energização de 14 câmeras;

⇒ Instalação: 2.600 m de cabo óptico 6 fibras para a rede primária de interligação com a central na praça General Osório;

⇒ Instalação: 14 terminadores ópticos nas caixas de interface das câmeras;

⇒ Instalação de rack: 19 polegadas na central de comando;

⇒ Instalação: distribuidor óptico de alta capacidade na central de comando;

⇒ Instalação: 9 armários externos para terminação de cabo óptico;

⇒ Instalação: 9 caixas de emenda óptica;

⇒ Fusão: 430 fusões de fibra óptica.

⇒ As caixas 700 metros de fibra óptica pelo valor de ficando a citada companhia responsável pela manutenção preventiva, corretiva e preditiva dos cabos de fibra óptica;

8. Outras Instituições parceiras:

⇒ Secretaria Municipal da Defesa Social-SMDS

⇒ Departamento da Guarda Municipal de Curitiba

Cessão de efetivo de guardas municipais para acompanhar a manutenções no controle do trânsito de veículos;

⇒ Departamento de Promoção da Defesa Comunitária – DSPC

Coordenação do sistema, apoiando e providenciando todos os meios necessários para o pleno funcionamento do sistema, manutenção preventiva, preditiva e corretiva do sistema e fornecimento de fitas VHS para gravação de imagens;

Atendimento as autoridades policiais, Ministério Público e Judiciário na cessão de imagens de ocorrências atendidas pela Polícia Militar;

⇒ Secretaria Municipal do Meio Ambiente:

Poda de árvores no corredor da rua XV para desobstruir o campo visual;

⇒ Companhia de Urbanização de Curitiba – URBS:

Limpeza e higiene das instalações físicas da Central de Videomonitoramento, com uma servidora durante o dia, de segunda a sexta-feira em horário comercial;

⇒ Cessão de equipe de servidores para a limpeza das cúpulas das câmeras;

⇒ Secretaria Municipal de Obras Públicas – SMOP:

Cessão de caminhão lift(munck) para realizar manutenção das câmeras, considerando que essas se encontram instaladas em fachadas de edificações em alturas que variam entre 3 e 8 metros de altura;

⇒ Companhia de Energia Elétrica do Paraná – COPEL:

Cessão de eletricista e técnico em fibra óptica;

⇒ Instituto Curitiba de Informática – ICI:

Cessão de técnicos especialistas em informática;

9. Secretaria de Estado de Segurança Pública do Paraná – SESP -

Monitoramento do sistema de imagens e atendimento tático operacional das ocorrências nas vias públicas cobertas pelas 14(quatorze) câmeras:

⇒ Realizado pela Polícia Militar do Paraná, mediante convênio entre a Prefeitura Municipal de Curitiba e o Governo do Paraná-, através da SESP – Secretaria de Estado da Segurança Pública do Paraná, diuturnamente monitorado por policiais militares, lotados, na 1ª Companhia, de Polícia, do 12º Batalhão de Polícia Militares – conforme escala de serviço elaborada;

10. Sistema de Gravação

⇒ As imagens eram gravadas em fitas VHS, sendo utilizada uma fita a cada 24 h. de gravação e os policiais em serviço trocavam essa fita diariamente às 12h.

11. Visualização das imagens gravadas:

⇒ Para a visualização de imagens na época era necessário encaminhar a fita em VHS para uma empresa especializada para ser feita decodificação em forma de quadros e assim ser possível visualizar a imagem que tinha uma qualidade

12. Campo visual:

⇒ Composto por 14(quatorze) câmeras marca Bosch, modelo Dome analógica e foi implantado no corredor da rua XV de Novembro, compreendendo o percurso da Praça Santo Andrade até a Praça General Osório e foram dispostas a uma distância de 100 metros uma das outras, instalada nas esquinas e fachadas de edificações da iniciativa privada, vigiando um campo visual aproximado de 300 metros nas ruas transversais;

13. Norma para instalação das câmeras em edificações públicas e privadas:

- ⇒ Quando da instalação das câmeras nas edificações públicas e particulares a Prefeitura de Curitiba solicita aos proprietários, mediante ofício, autorização para utilizar as fachadas dessas edificações, sem qualquer ônus para o proprietário, onde o Município se responsabiliza pela manutenção e reparo de qualquer dano que possa ocorrer no imóvel;
- ⇒ A imagem tem fim exclusivo para atender a demanda da segurança pública, bem como nos casos de prisões em flagrante delito pelas instituições policiais ou outros delitos gravados por essas câmeras, atender mediante requisição formal;
- ⇒ O atendimento de requisição de imagens para as autoridades policiais, e policiais militares, Ministério Público e Poder Judiciário, para fins de instrução de inquérito policial - IP -, inquérito policial militar – IPM e processo criminal e civil ou procedimentos administrativos internos que envolvem servidores da Guarda Municipal.

14. Guarda das fitas em VHS

- ⇒ As fitas gravadas ficavam sob guarda e responsabilidade da Polícia Militar, na sede do 12º BPM, a qual tem guarda permanente;

15. Reestruturação, Modernização e Ampliação do Sistema de Videomonitoramento

- ⇒ Na gestão 2005 a 2009 do então Prefeito Carlos Alberto Richa (BETO RICHA), fazia parte do seu programa de governo a reestruturação, modernização e ampliação do sistema, principalmente na área central da Cidade e Centro Histórico, visando melhor à segurança dessas áreas, considerando os índices de delitos registrados pela SESP, bem como atendimento de reivindicação de moradores e comerciantes da área central registradas nas audiências públicas realizada entre o Prefeito e a Comunidade;

16. No ano de 2007 foi elaborado estudo de viabilidade técnica para ampliar o sistema de câmeras na área central e outras áreas da Cidade, bem como na edificação da antiga central, mobiliário, novos equipamentos de gravação, equipamentos de informática e novas câmeras digitais e em 29 de março de 2008 foi reinaugurada a antiga central, já modernizada com mais 23 câmeras digitais, também marca Bosch e modelo DOME, passando de 14 para 47 câmeras e nesse novo momento a antiga central que até então era monitorada apenas pela Polícia Militar, passou a ter uma nova denominação e função de segurança, passou a chamar-se de CIMEC – Centro Integrado de Monitoramento Eletrônico de Curitiba e integrou-se a essa nova central, a Secretaria Municipal da Defesa Social - Guarda Municipal, Secretaria do Urbanismo e Companhia de Urbanização de Curitiba S/A – URBS – DIRETRAN- Diretoria de Trânsito, sendo que: a Polícia Militar e Guarda Municipal focadas no monitoramento de imagens do interesse da segurança pública, Fiscais do Urbanismo na fiscalização do comércio ambulante e Agentes da DIRETRAN na visualização dos problemas da mobilidade urbana.

17 A ampliação territorial da área central com novas câmeras e a novas tecnologias do sistema trouxe avanços importantes para a segurança dessas áreas:

17.1. Maior controle por parte da Polícia Militar e Guarda Municipal, de regiões onde antes eram problemáticas, principalmente tráfico de entorpecentes, reduto de usuários, furtos e roubo de veículos e furto e roubo a transeuntes;

17.2. Redução do índice de criminalidade em 62% nessas áreas;

17.3. Emprego de menor efetivo policial e de guardas municipais nessas áreas monitoradas, possibilitando seu emprego em outras áreas, com a migração dos meliantes, o que pode ser considerado normal quando é instalado sistema de câmeras, a tendência dos infratores é procurar outras áreas para a prática de crimes.

18. Custo do Sistema

⇒ O investimento aplicado pela Prefeitura Municipal de Curitiba nessa primeira etapa (central e novas câmeras) foi da ordem de 4 milhões de reais;

19. Número de câmeras que compõe o sistema

⇒ Atualmente o sistema é composto por 172 câmeras, distribuídas em 17 centrais, instaladas nas nove administrações regionais de Curitiba, sendo que: 66 câmeras estão na área central, da regional Matriz e 106 nas demais regionais, destacando que o bairro do Sítio Cercado recebeu uma grande central de videomonitoramento, composta de 30 câmeras, com recurso do Ministério da Justiça – Programa Nacional de Segurança Pública – PRONASCI, onde foi investido R\$ 633.975,98 (seiscentos e trinta e três mil novecentos e setenta e cinco reais e noventa e oito centavos);

20. Capacidade de gravação e armazenagem das imagens do CIMEC

⇒ 12 TB de capacidade para gravação de 66 câmeras diuturnamente;

⇒ O sistema grava e armazena imagens por aproximadamente 20 a 30 dias e após esse tempo a sistema apaga as imagens automaticamente;

21. Multiplicidade de tecnologias

⇒ O parque de câmeras é composto por marcas e modelos variados:

- Bosch;
- Vivotek; - Sítio Cercado – BN e Parque dos Tropeiros - CIC
- Sony – Avenida Brasília - PR e Sítio Cercado-BN
- Contex; - Pontifícia Universidade Católica do Paraná -PUC
- Pixord – Cemitério Municipal da Água Verde.

⇒ Software utilizados

- CIMEC: Digifort e Vidos- Bosch;
- Avenida Brasília e Cemitério da Água Verde: Vidos-Bosch e Vivotek

22. Sistema Híbrido e Integração do Sistema

22.1. Visando obter melhores resultados e integrar os diversos sistemas e espelhamento das diversas centrais, após vários testes técnicos, foi escolhido por apresentar resultado satisfatório no processo de captação e integração do espelhamento de imagens do CIMEC, o software DIGIFORT;

22.2. O sistema conta ainda com sistema híbrido no tocante a transmissão de imagens, onde em algumas áreas é utilizado radio transmissor/receptor e fibra óptica.

23. Armazenagem das imagens de ocorrências

⇒ É feita em HD e CD/DVD e fica sob guarda e responsabilidade da Secretaria Municipal da Defesa Social- Departamento de Planejamento e Defesa Comunitária

24. Atendimento de ocorrências policiais e apoio aos Agentes de Trânsito e Fiscais do Urbanismo

⇒ O atendimento tático operacional é realizado pela Polícia Militar e Guarda Municipal

25. Treinamento e Capacitação Técnica para os operadores do sistema:

⇒ Os guardas municipais e policiais militares, fiscais e agentes de trânsito para operarem o sistema recebem treinamento específico sobre o uso das ferramentas existentes no sistema;

⇒ Também foram firmados convênios de cooperação técnica para fins de capacitação técnico-profissional dos guardas municipais com a Aeronáutica - CINDACTA II Centro de Defesa Aéreo de Curitiba, em 2009 para 08 guardas municipais, formação específica sobre sistema de videomonitoramento, com ênfase na instalação e manutenção de câmeras e com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, em 2010, para 17 guardas municipais em rede de computadores, em tecnologia Cisco.

⇒ “Outras capacitações técnicas para operar o sistema são realizadas pelo Instituto Curitiba de Informática –ICI, com ênfase no conhecimento das ferramentas contidas nos programas específicos denominados de: “registro de eventos”, onde são registradas as ocorrências atendidas via imagens das câmeras, gravação e extração de imagens para atender requisições formais das; autoridades policiais e policiais militares, Ministério Público, Juizados, e Guarda Municipal e Procuradoria Geral do Município -PGM .

26. Os investimentos realizados pelo município de Curitiba no período de 2000 a 2012 é da ordem de 5.500.000,00 (cinco milhões e quinhentos mil reais);

27. No ano de 2012 também foi lançado um módulo móvel veicular instalado em veículo VAN, onde os recursos são oriundos de Convênio entre a Prefeitura Municipal de Curitiba e o MJ- SENASP- Secretaria Nacional de Segurança Pública e PRONASCI- Programa Nacional de Segurança Pública com Cidadania, sendo que o veículo foi adquirido por R\$ 95.000,00(noventa e cinco mil reais) e o sistema de câmeras e mobiliário instalado na parte

interna e externa do veículo foi de 79.951,00, sendo que esses valores já estão computados no valor global descrito no item 25.

28. Para instalação de novas câmeras são observadas algumas especificidades técnicas:

28.1. Estudo Técnico de Viabilidade realizado no local previsto;

28.2. Disponibilidade orçamentária para execução da obra;

28.3. Análise e planejamento da área a ser instalada, observado a vulnerabilidade e histórico da prática de delitos que justifique o investimento e implantação do sistema;

28.4. Consulta à COC – Coordenadoria de Obras de Curitiba, órgãos responsável por informações estratégicas sobre a implantação de equipamentos no subsolo, em atendimento a legislação municipal em vigor (postes, rede elétrica , hidráulica, fibra óptica), para emissão de alvará de execução da obra para a empresa contratada;

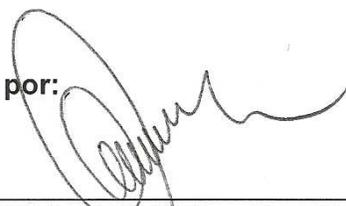
29. O CIMEC é utilizado para :

⇒ Treinamento e investigação quando da formação técnico-profissional de policiais militares, civis, guardas municipais e para fins de investigação:

30. Para a gestão do próximo Prefeito de Curitiba, 2013/2016, deverá ocorrer à ampliação do sistema de videomonitoramento em várias áreas da cidade com investimento da Prefeitura Municipal de Curitiba, principalmente em virtude da realização da Copa do Mundo em 2014, onde Curitiba será uma das sub-sedes desse evento. Conforme programa dos dois candidatos que disputam o 2º turno da eleição para o cargo de Prefeito Municipal de Curitiba no 28 de outubro, um diz que implantará 450 e outro 1000 câmeras de segurança.

Curitiba, 23 de outubro de 2012.

Informações elaboradas por:



Antonio Carlos Alves de Andrade
Supervisor GM II - Matr. n.º 86.513-8
Gerente de Organização de Defesa Comunitária

Supervisor GM Antônio Carlos Alves De Andrade
Gerente da Defesa e Ação Comunitária
Departamento de Planejamento e Defesa Comunitária

Autorizo:



Cláudio Augusto Oliveira
Inspetor GM / SMDS
Matrícula 77.894

Inspetor GM Marlon Renê Guerreiro de Oliveira
Diretor de Planejamento e Defesa Comunitária