

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA/DEPARTAMENTO DAS ÁREAS ACADÊMICAS IV
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

RODRIGO DA SILVA FERREIRA SÓ

**PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CÂMERAS DE SEGURANÇA EM
PROJETOS DE CFTV INDOOR PARA FINS DE MONITORAMENTO**

GOIÂNIA

2023

RODRIGO DA SILVA FERREIRA SÓ

**PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CÂMERAS DE SEGURANÇA EM
PROJETOS DE CFTV INDOOR PARA FINS DE MONITORAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Curso de Engenharia Elétrica do
Departamento Acadêmico IV, do Instituto Federal
de Goiás – Campus Goiânia, como parte de
requisitos para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. João Batista José Pereira

**GOIÂNIA
2023**



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia _____, 19/03/24
Local Data

Rodrigo da Silva Ferreira Sa
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

RODRIGO DA SILVA FERREIRA

**PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CÂMERAS DE SEGURANÇA EM PROJETOS DE CFTV INDOOR PARA FINS DE
MONITORAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, como parte das exigências para obtenção do Título de Engenheiro Eletricista.

Goiânia, 18 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Batista José Pereira

Orientador - IFG/Goiânia

Prof. Me. Fábio da Silva Marques

Membro da Banca Examinadora - IFG/Goiânia

Prof. Dr. Kelias de Oliveira

Membro da Banca Examinadora - IFG/Goiânia

Documento assinado eletronicamente por:

- Kelias de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/12/2023 10:55:16.
- Fabio da Silva Marques, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/12/2023 08:12:10.
- Joao Batista Jose Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/12/2023 08:04:48.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 14/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 490442

Código de Autenticação: 45b687b3ba



S675p Só, Rodrigo da Silva Ferreira.

Proposição de critérios para câmeras de segurança em projetos de CFTV indoor para fins de monitoramento / Rodrigo da Silva Ferreira Só. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2023.

44f.

Orientação: Prof. Dr. João Batista José Pereira.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Sistema de segurança. 2. CFTV. I. Pereira, João Batista José (orientação). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 621.389 28

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, meu irmão e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar à dádiva da vida e por me dar forças para seguir durante a minha jornada, que apesar de árdua e cansativa, serviu como fonte de aprendizado e evolução profissional e pessoal.

Agradeço também aos meus pais, Odílio e Marlene, por não medirem esforços para cuidar e educar de mim, além de serem meus grandes incentivadores com o qual sempre pude contar nos momentos mais difíceis.

Agradeço também ao meu orientador Prof. Dr. João Batista José Pereira por dedicar seu tempo e atenção para me auxiliar no desenvolvimento desse trabalho, sendo indispensável para que o resultado final pudesse ser entregue.

Ademais, aos professores do curso de graduação, por todo o conhecimento e ensinamentos transmitidos que possibilita que eu seja um bom profissional e aos meus colegas de curso, que estiveram ao meu lado durante todo o período de graduação e que tornaram a caminhada um pouco mais fácil.

Por fim, apesar dos meus esforços em lembrar os principais fica também meus agradecimentos a todos que não foram citados, mas que contribuíram com a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

*“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original.”*

Albert Einstein

RESUMO

Os sistemas de CFTV (Circuito Fechado de Televisão) são utilizados como forma de medida de segurança por empresas, órgãos públicos, comércios e residências através do monitoramento ao vivo das imagens e da gravação das mesmas, que servem como prova jurídica em eventuais processos civis e criminais. Porém, a falta de um projeto adequado e de planejamento na elaboração e instalação destes sistemas ocasionam sérios problemas como: baixa qualidade de imagem que impossibilita a identificação de pessoas e veículos, bem como sua validade como prova pericial; pontos cegos que servem de vulnerabilidade a ser explorada em ações criminosas como roubo, furto, agressão entre outros; atraso na apresentação das imagens, e assim, reduz o tempo hábil para que se tome a devida resposta pelo operador ou quem monitora o sistema. Como forma de solucionar, ou ao menos, minimizar as consequências destes problemas, se faz necessário o uso de critérios técnicos para projetar o sistema e seguir as boas práticas de instalação no decorrer da execução do projeto. O objetivo deste trabalho é definir os requisitos mínimos de projetos com base na norma europeia IEC 62676 parte 4, sem deixar de atender o que foi determinado pelas partes 1 e 2 da mesma. A norma é formada por 4 partes, com: parte 1 que define requisitos gerais para sistemas de videomonitoramento; parte 2 que regulamenta a interoperabilidade entre serviços IP, Web, HTTP e REST; parte 3 que padroniza interfaces de vídeo analógicas e digitais; e parte 4 que é um guia de aplicação para projetos de CFTV. Foram escolhidos como critérios para atingir os objetivos do sistema de CFTV: resolução, ângulo de abertura, distância focal e altura de instalação; iluminação; transmissão e armazenamento.

Palavras chaves: CFTV, Câmera, Lente, Píxel, Resolução, Atraso, Norma.

ABSTRACT

CCTV (Closed Circuit Television) systems are used as a form of security measure by companies, public bodies, businesses and homes through live monitoring of images and recording them, which serves as legal evidence in possible civil and criminal cases. However, the lack of adequate design and planning in the development and installation of these systems causes serious problems such as: poor image quality that makes it impossible to identify people and vehicles, as well as its validity as expert evidence; blind spots that serve as vulnerabilities to be exploited in criminal actions such as robbery, theft, aggression, among others; delay in the presentation of images, and thus reduces the time for the operator or whoever monitors the system to make the appropriate response. As a way to solve, or at least minimize the consequences of these problems, it is necessary to use technical criteria to design the system and follow good installation practices during the execution of the project. The objective of this work is to define the minimum project requirements based on the European standard IEC 62676 part 4, whilst complying with what was determined by parts 1 and 2 of the same. The standard is made up of 4 parts, with: part 1 defining general requirements for video surveillance systems; part 2 that regulates interoperability between IP, Web, HTTP and REST services; part 3 that standardizes analog and digital video interfaces; and part 4 which is an application guide for CCTV projects. The following criteria were chosen to achieve the objectives of the CCTV system: resolution, opening angle, focal length and installation height; lighting; transmission and storage.

Keywords: CCTV, Camera, Lens, Pixel, Resolution, Delay, Standard.

SUMÁRIO

RESUMO	IX
ABSTRACT	X
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. CENÁRIO DA SEGURANÇA ELETRÔNICA NO BRASIL.....	3
2.2. EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA.....	3
2.3. TECNOLOGIAS AUXILIARES.....	5
2.3.1. Tecnologias de Alimentação de Energia.....	5
2.3.2. Recursos de Reposicionamento.....	6
2.3.3. Recursos de Lentes.....	7
2.3.4. Tecnologias de Correção de Imagem.....	8
2.3.5. Inteligências de Vídeo.....	10
2.3.6. Tecnologias de Conexão e Instalação.....	13
2.3.7. Modos de Gravação.....	14
2.3.8. Proteções Físicas.....	15
2.3.9. Recursos de Adicionais.....	15
2.4. NORMA EN 62676-4.....	16
2.4.1. Seleção de Equipamento e Performance.....	16
2.4.2. Transmissão.....	21
2.4.3. Características de Performance de Vídeo.....	24
2.4.4. Características de Armazenamento.....	25
2.4.5. Método de Teste de Qualidade de Imagem.....	27
3. PROPOSIÇÃO DOS CRITÉRIOS.....	30
4. RESULTADOS.....	31
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Solução <i>power balun</i> para 8 canais e duas portas auxiliares.....	6
Figura 2.2. Câmera com lente varifocal.....	7
Figura 2.3. Câmera com lente <i>fisheye</i>	8
Figura 2.4. Exemplo de zonas de densidade de pixels.....	18
Figura 2.5. Alvo de teste (EN 62676-4:2015 Anexo C, página 61).....	27
Figura 2.6. Evitando distorção óptica (EN 62676-4:2015 Anexo C, página 64).....	28
Figura 4.1. Planta baixa do ambiente de teste de simulação.....	32
Figura 4.2. Câmera Corredor Principal – Câmera 1.....	33
Figura 4.3. Câmera Entrada Recepção – Câmera 2.....	33
Figura 4.4. Câmera Recepção – Câmera 3.....	34
Figura 4.5. Câmera Corredor Secundário – Câmera 4.....	34
Figura 4.6. Câmera Externa (Calçada) – Câmera 5.....	35
Figura 4.7. Resultados atingidos para as câmeras 1, 2 e 3.....	35
Figura 4.8. Resultados atingidos para a câmera 4.....	36
Figura 4.9. Resultados atingidos para a câmera 5.....	36
Figura 4.10. Ângulo de abertura para menor distância focal câmera 1.....	37
Figura 4.11. Ângulo de abertura para menor distância focal câmera 2.....	37
Figura 4.12. Ângulo de abertura para menor distância focal câmera 3.....	38
Figura 4.13. Ângulo de abertura para menor distância focal câmera 4.....	38
Figura 4.14. Resultados câmeras 1, 2 e 3 para a menor distância focal.....	39
Figura 4.15. Resultados câmera 4 para a menor distância focal.....	39
Figura 4.16. Resultados câmera 5 para a menor distância focal.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Opções de transmissão sem fio (Norma EN 62676-4:2015 - Adaptada)	14
Tabela 2.2. Precisão do serviço de tempo para o fluxo de transporte (NBR IEC 62676:2019)	21
Tabela 2.3. Interconexões – Requisitos de Temporização (NBR IEC 62676:2019)	21
Tabela 2.4. Requisitos da rede de transmissão de vídeo (NBR IEC 62676:2019)	22
Tabela 2.5. Requisitos da rede de transmissão de vídeo (NBR IEC 62676:2019)	22
Tabela 2.6. Requisitos de desempenho de transmissão de vídeo e exibição de fluxos (NBR IEC 62676:2019)	22
Tabela 2.7. Pacote de instabilidade <i>jitter</i> da rede de fluxo de vídeo (NBR IEC 62676:2019)	22
Tabela 2.8. Monitoramento das interconexões (NBR IEC 62676:2019)	23
Tabela 2.9. Exemplo de Feedback de sistema – Controle PTZ – Tempo de resposta, performance e operador (EN 62676:2015)	23
Tabela 2.10. Fatores que afetam a capacidade de armazenamento necessária para um gravador de vídeo (EN 62676-4:2015)	25
Tabela 2.11. Sugestão de blocos de construção de VSS (EN 62676-4: 2015, Anexo D páginas 65 e 66)	29
Tabela 4.1. Lista das câmeras escolhidas para simulação	32
Tabela 4.2. Tabela comparativa de Largura de Banda e Armazenamento estimados para o Sistema	40

LISTA DE ABREVIATURAS

ABESE	- Associação Brasileira de Empresas de Segurança Eletrônica
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AVC	- Advanced Video Coding (Codificação de vídeo avançada)
AHD	- Analog High Definition (Analogico de alta definição)
AGC	- Automatic Gain Control (Controle Automático de Ganho)
BLC	- Back Light Compensation (Compensação de luz de fundo)
BNC	- Bayonet Neill-Concelman
CVBS	- Composite Video Baseband Signal (Sinal de banda base de vídeo composto)
CFTV	- Circuito Fechado de Televisão
CPE	- Customer Premises Equipment (Equipamento nas instalações do cliente)
DVR	- Digital Video Recorder (Gravador de vídeo digital)
DWDR	- Digital Wide Dynamic Range (Ampla faixa dinâmica digital)
FPS	- Frame Per Second (Quadros por segundo)
GPON	- Gigabit Passive Optical Network (Rede óptica passiva gigabit)
GSM	- Global System for Mobile Communications (Sistema Global para Comunicações Móveis)
HD	- Hard Disk (Disco Rígido)
HDD	- Hard Disk Drive (Unidade de disco rígido)
HDCVI	- High Definition Composite Video Interface (Interface de vídeo composto de alta definição)
HDTVI	- High Definition Transport Video Interface (Interface de vídeo de transporte de alta definição)
HEVC	- High Efficiency Video Encoding (Codificação de vídeo de alta eficiência)
HLC	- Highlight Compensation (Compensação de Realce)
HSPDA	- High-Speed Downlink Packet Access (Acesso a pacotes de downlink de alta velocidade)
HTTP	- Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Hipertexto)
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	- International Electrotechnical Commission (Comissão Eletrotécnica Internacional)
IP	- Internet Protocol (Protocolo de Internet)
IP	- Índice de Proteção
IR	- Infravermelho

LEDs	- Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
LPR	- License Plate Recognition (Reconhecimento de placas de veículos)
MAC	- Media Access Control (Controle de Acesso de Mídia)
NBR	- Norma Brasileira Regulamentadora
NVR	- Network Video Recorder (Gravador de vídeo em rede)
OCR	- Optical Character Recognition (Reconhecimento óptico de caracteres)
ONVIF	- Open Network Video Interface Forum (Fórum de interface de vídeo em rede aberta)
PoE	- Power Over Ethernet (Alimentação pela Ethernet)
PPM	- Pixel Por Metro
PTZ	- Pan-Tilt-Zoom
RAID	- Redundant Array of Inexpensive Disks (Matriz redundante de discos baratos)
REST	- Representational State Transfer (Transferência de Estado Representacional)
RTP	- Real-time Transport Protocol (Protocolo de transporte em tempo real)
RTSP	- Real Time Streaming Protocol (Protocolo de streaming em tempo real)
TCP	- Transmission Control Protocol (Protocolo de Controle de Transmissão)
TR	- Tempo de Retenção
UDP	- User Datagram Protocol (Protocolo de datagrama de usuário)
UTP	- Unshielded Twisted Pair (Par trançado não blindado)
VSS	- Video Surveillance System (Sistema de videovigilância)
WDR	- Wide Dynamic Range (Ampla alcance dinâmico)

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a segurança eletrônica tem sido um pilar importante para garantir a integridade patrimonial e física das pessoas, famílias, imóveis, instituições, empresas, principalmente aliada ao monitoramento em tempo real que permite o aviso das forças de segurança que podem agir de maneira mais rápida e efetiva, evitando roubos, furtos e danos ao patrimônio.

Tal objetivo é atingido com o uso de tecnologias como o CFTV (Circuito Fechado de Televisão) para monitorar e gravar imagens de um determinado local, centrais de alarme de intrusão para detectar e alertar sobre uma eventual invasão, sistemas de controle de acesso para restringir o acesso a somente pessoas autorizadas e registrar os horários de entrada e saída do local acessado, entre outras soluções de segurança.

A principal solução usada em segurança eletrônica são os sistemas de videomonitoramento, que apesar de serem muito úteis para a vigilância de áreas prioritárias, em muitos casos, não atendem completamente a necessidade de quem recorre a esse recurso pelo seguinte fator: A grande causa de tal problema é a falta de uma norma regulatória específica para sistemas de CFTV, que define parâmetros de elaboração de projeto, execução e manutenção do mesmo.

Apesar de existir um movimento inicial de regulamentação do setor com a norma ABNT NBR IEC 62676-1, baseada na primeira parte da norma europeia IEC 62676 que discorre sobre os requisitos gerais de tecnologias de CFTV e de transmissão de imagens, ainda não houve a adoção do restante da norma, que seria extremamente benéfico para a sociedade.

Aliado a falta de mão de obra e empresas qualificadas no setor, resulta diretamente em: projetos de CFTV que não são corretamente dimensionados para a necessidade do sistema; a não adoção de práticas corretas de instalação; o uso de equipamentos de baixa qualidade e que não cumprem com os requisitos mínimos necessários definidos na norma; entre outras complicações resultantes disto.

A Parte 2 da norma IEC 62676 define os parâmetros gerais para os protocolos de vídeo e de interoperabilidade de sistemas IP (*Internet Protocol* - Protocolo da *Internet*) baseado em serviços HTTP (*Hypertext Transfer Protocol* - Protocolo de Transferência de Hipertexto), REST (*Representational State Transfer* - Transferência de Estado Representacional) e em serviços *Web*. A parte 3 regulamenta as interfaces digitais e analógicas de vídeo. E, por último, a parte 4, que define diretrizes para aplicação de sistemas de CFTV.

Entre os problemas que decorrem do fato de não se fazer um projeto para um sistema de CFTV e nem seguir boas práticas de instalação, estão a baixa qualidade de imagem, que

dificulta a detecção de atividade criminosa e a identificação por parte da polícia científica através das imagens; câmeras com baixa ângulo de abertura ou mal posicionadas que resultam em pontos cegos, ou seja, em locais sem imagens captadas; alta latência e/ou *jitter*, inabilitando a devida resposta do operador do sistema de monitoramento; má iluminação, seja excessiva ou em falta, que ocasiona a perda de informações das imagens; armazenamento insuficiente para a quantidade de dias de gravação necessários; etc.

Com esse problema em vista, este trabalho propõe critérios mínimos para a elaboração de projetos de CFTV, de forma a atender os parâmetros estabelecidos na norma europeia IEC 62676 parte 4, com o objetivo de garantir com o uso desses critérios um sistema de videomonitoramento robusto, confiável e que atenda plenamente a necessidade do cliente, independentemente de seu perfil.

A escolha por não focar nas partes 1, 2 e 3 da norma se deve ao fato que seu conteúdo interessa, de fato, aos fabricantes de equipamentos de segurança eletrônica, que devem atendê-las plenamente, e cabe ao projetista somente utilizar aqueles que comprovadamente o fazem. Assim, não é necessário discorrer sobre estas partes nesse trabalho, já que o objetivo não é o desenvolvimento de tecnologia ou produto novo.

O desenvolvimento deste trabalho inicialmente irá abordar sucintamente as inteligências de vídeo que complementam o sistema de videomonitoramento e realizar o levantamento e a apreciação de material bibliográfico, com o intuito de identificar as melhores práticas de instalação e o comportamento das câmeras com diferentes configurações de altura, ângulo de posicionamento, ângulo de abertura, iluminação, resolução, distância do ponto a ser gravado, armazenamento de imagens e requisitos da rede.

Como escolha de material bibliográfico de referência, será usado neste trabalho a EN 62676-4 (que é uma adoção idêntica da IEC 62676-4), mais especificamente com base em análise prévia da mesma, com ênfase nas seções 6 (Seleção de equipamentos e performance), 8 (Transmissão), 9 (Características de desempenho de vídeo), 10 (Características de Armazenamento) e anexos C e D.

Após estabelecido os critérios, será feita o uso do *software IP Video System Tool* para validar os parâmetros de resolução da câmera, altura mínima, posicionamento, ângulo de abertura, cálculo de espaço de armazenamento (HD) e cálculo de tráfego de rede.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CENÁRIO DA SEGURANÇA ELETRÔNICA NO BRASIL

Os elevados índices de violência no país persistentes a vários anos fizeram com que a população geral, empresas e órgãos públicos se preocupassem em procurar medidas que possibilitem a prevenção de crimes nas suas proximidades, e, em determinados casos aonde isto não é possível, o registro de imagens da ocorrência que permitam as forças de segurança a identificarem e deterem os seus autores.

Diante deste cenário, os sistemas de CFTV tem uma grande relevância para o registro de determinadas ações criminosas ou incidentes que ocorram dentro da zona onde há a captação de imagens de câmeras, o que permite a produção de provas materiais que levem a elucidação do caso, bem como o monitoramento urbano em caráter preventivo, possibilitando a identificação de foragidos da justiça ou atitudes suspeitas pelas centrais de monitoramento.

De acordo com André (2018, p. 122) “Um Circuito Fechado de TV (CFTV) é composto por câmeras que capturam imagens, as quais estão conectadas ao dispositivo que processa, armazena e disponibiliza essas imagens ao usuário” [1]. O equipamento de processamento de vídeo que pode incluir recursos como detecção de movimento, gravação por eventos e reconhecimento facial. Este sistema pode ser configurado de forma a permitir o acesso remoto das imagens capturadas, o que possibilita o monitoramento em tempo real do local ou a visualização das imagens gravadas de vídeos anteriormente capturados.

O mercado de segurança eletrônica, em que os sistemas de CFTV está inserido passa por uma franca expansão, com todo setor registrando um crescimento de 18% no ano de 2022 e um faturamento de R\$ 11 bilhões, de acordo com os dados divulgados pela ABESE (Associação Brasileira de Empresas de Segurança Eletrônica) que projeta um crescimento superior de 19% para o mercado durante o ano de 2023 [2].

2.2. EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

As tecnologias utilizadas nos sistemas de Videomonitoramento englobam a transmissão de imagens por sinais elétricos analógicos ou digitais, a depender dos equipamentos escolhidos para a elaboração do sistema.

Inicialmente, os sistemas de CFTV foram desenvolvidos pela transmissão das imagens captadas por sinais analógicas através de cabos coaxiais, com os primeiros equipamentos

conhecidos como CVBS (*Composite Video Baseband Signal* - Sinal de banda base de vídeo composto). Estes sistemas são caracterizados pela baixa qualidade de imagem e de resolução, e também por curtas distâncias de transmissão e baixas velocidades (taxas) de transmissão de dados.

Por necessidade de melhorias técnicas foi desenvolvida a tecnologia de código aberto AHD (*Analog High Definition* - Analógico de Alta Definição), capaz de oferecer imagens de alta resolução, de HD (1280x720 pixels) a Full HD (1920x1080 pixels), ao utilizar os cabos coaxiais ou UTP (*Unshielded Twisted Pair cable* - Cabo par Trançado Não Blindado) através de conectores *baluns*.

Porém, por estar limitada a resolução de 1080p (*Full HD*), os sistemas de CFTV AHD não atendiam totalmente a necessidade de algumas aplicações com relação a exigência de alto nível de detalhes, possível com resoluções mais altas, até 4K (3840x2160 pixels). Neste caso, houve o desenvolvimento de mais duas tecnologias que se utilizam de sinais digitais para transmissão de Videomonitoramento.

A primeira, HDTVI (*High Definition Transport Video Interface* - Interface de Vídeo de Transporte de Alta Definição), foi desenvolvida pela empresa chinesa *Techpoint*. A transmissão em altas resoluções é possível com o uso de algoritmos de compressão eficientes (Codecs como o H.264, H.264+, H.265 e H.265+), o que permite a transmissão das imagens em alta qualidade sem a necessidade de aumentar a largura de banda do meio de transmissão. Outras vantagens do HDTVI em relação ao AHD é captura de áudio junto ao vídeo em um único fluxo de transmissão e o fato de também ser uma arquitetura aberta.

Já a tecnologia HDCVI (*High Definition Composite Video Interface* - Interface de Vídeo Composto de Alta Definição) foi lançada pela empresa *Dahua Technology*, também com o uso de codecs, captura de áudio e imagens a 8 Megapixels (4K) assim como a HDTVI, sendo uma tecnologia fechada, de fabricação exclusiva da *Dahua*.

Apesar do avanço dos meios de transmissão de vídeo por sinal analógico, há algumas limitações inerentes a natureza do sinal, que impeliram o desenvolvimento de uma tecnologia que permitisse sistemas de videomonitoramento de maior porte e mais robustos. Com este fim, foi necessário a adoção do sinal digital como forma de transportar o sinal de imagem captada pelas câmeras de vigilância até os dispositivos de transmissão à maiores distâncias do que é possível com as tecnologias de CFTV analógico.

Tal feito só foi possível graças ao desenvolvimento do IP, que permitiu a comunicação de diversos dispositivos em uma rede global. Por utilizar os sinais digitais para a transmissão e processamento das imagens, há uma menor perda por ruído, interferência e atenuação, estas, as

principais causas das limitações de distância máxima dos pontos de câmeras e da perda de qualidade e estabilidade da imagem final.

Seu início começou por volta da década de 90, com diversas pesquisas para o uso em larga escala que culminaram no lançamento da primeira câmera IP lançada em 1996 pela *Axis Communications*, empresa sueca especializada em sistemas de vigilância por vídeo. No sistema de CFTV IP cada dispositivo tem seu endereço IP (lógico) e endereço MAC (*Media Access Control* – Controle de Acesso à Mídia) (físico), o que possibilita o acesso pela rede a cada equipamento, e assim, configurar e monitorar cada um individualmente conforme a necessidade do cenário.

Além disso, os sistemas de videomonitoramento IP têm como mais uma vantagem a grande flexibilidade de modos de instalação, já que podem se valer de diversas tecnologias de redes IP, desde redes cabeadas como as que utilizam UTP ou GPON (*Gigabit Passive Optical Network* – Rede Óptica Passiva *Gigabit*), até a utilização sem fio por rádios ponto-a-ponto ou o *Wi-Fi*.

2.3. TECNOLOGIAS AUXILIARES

2.3.1. Tecnologias de Alimentação de Energia

Com o passar dos anos, a adição de determinadas tecnologias e funcionalidades aos equipamentos pertencentes aos sistemas de CFTV permitiram complementar e facilitar a implementação das soluções de segurança eletrônica envolvendo esses sistemas.

As primeiras tecnologias que merecem destaque nesse sentido são o PoE (*Power Over Ethernet* – Energia sobre *Ethernet*) e os conectores *Power Balun* (*Baluns* Ativos). Ambas possibilitam a transmissão da imagem e alimentação das câmeras pelo mesmo cabeamento, diminuindo assim os custos de instalação e manutenção, como também possíveis fontes de defeitos no sistema pelo menor número de componentes presentes no mesmo.

O PoE utiliza o padrão IEEE 802.3af ou 802.3at com o objetivo de transmitir a energia elétrica junto dos dados de rede através dos cabos de pares trançados. Ambos os padrões definem os parâmetros de tensão, corrente e potência elétricas máximas permitidas, bem como os equipamentos que podem ser alimentados.

Além de diminuir a complexidade da instalação, o uso do PoE permite uma maior flexibilidade na instalação dos sistemas de Videomonitoramento IP já que os dispositivos que vão ser alimentados não precisam estar próximos de uma fonte de alimentação, assim, os

equipamentos que forneceram a alimentação (PoE Ativo) tem a possibilidade de ficarem em locais mais convenientes aos administradores do sistema.

Apesar disso, durante o projeto deve-se levar em conta as limitações da tecnologia com relação a distância máxima típica de 90 metros e também da quantidade de equipamentos a serem alimentados a fim de garantir a quantidade de energia individual adequada para cada um deles.

Os conectores *power balun* seguem o mesmo propósito da tecnologia PoE, porém, para o uso em sistemas de CFTV analógico. Estes conectores fazem o casamento de impedância de um par do cabo UTP de 100Ω a entrada da câmera/DVR de 75Ω para o sinal de vídeo e usa os pares restantes do cabo UTP para transmissão de energia para alimentação da câmera. Ficando o cabeamento UTP já em condições de evoluções para sistemas baseados em IP.

Do lado do DVR têm-se um concentrador de *baluns* e a fonte de alimentação central, como pode ser visto na Figura 2.1.

Existem vários modelos de *baluns*. Uns passivos, outros ativos. Uns com proteção contra ruídos, etc.

O uso dos *baluns* tem como vantagens o aumento da flexibilidade da instalação, menor custo de instalação, manutenção e redução da complexidade do sistema. Porém, assim como o PoE deve ser observado as restrições envolvidas no seu uso, com ambas sendo melhor detalhadas mais à frente no trabalho quando os requisitos de projeto e instalações forem melhor abordados.



Figura 2.1 – Solução *power balun* para 8 canais e duas portas auxiliares [3]

2.3.2. Recursos de Reposicionamento

Uma das tecnologias que agregam bastante nos sistemas de videomonitoramento é a PTZ (*Pan-Tilt-Zoom* – Panorâmica-Inclinação-Zoom) presentes em alguns modelos de câmeras, que consiste na funcionalidade de movimentação em sentidos vertical e horizontal, além do *zoom* ótico da imagem captada. Têm uso em diversos sistemas de segurança eletrônica de prédios, propriedades públicas e privadas, estabelecimentos comerciais e industriais entre outros.

Os movimentos de *Pan* e o *Tilt* são feitos através uma série de motores que permitem a câmera girar horizontalmente (até 360°) e verticalmente (de até -90° a 90°). Com estes movimentos sendo controlados por um sistema de processamento interno a câmera ou externo (por outro equipamento), seja manualmente através de um operador ou automaticamente pela tecnologia de *auto tracking* (rastreamento automático), seguindo a movimentação de pessoas ou veículos.

E o *zoom* óptico é feito também por uma série de motores, mas que neste caso, ajustam a distância focal para aumentar ou diminuir o ângulo de abertura da câmera a depender do intuito do operador naquele dado momento (mais amplo para captar mais os arredores do ambiente ou mais focado para uma melhor visualização de detalhes).

2.3.3. Recursos de Lentes

Há no mercado também câmeras com lentes varifocais que permitem a mudança manual de distância focal da lente (no caso de aumento da distância focal se diminui o ângulo de abertura, mas há o aumento da densidade de *pixels*, e vice-versa no caso contrário), a ser alterada pelo técnico instalador durante a instalação ou em uma manutenção de rotina. Um exemplo é mostrada na figura 2.2.



Figura 2.2 – Câmera com lente varifocal [4]

A evolução das câmeras varifocais são as câmeras com *zoom* motorizado, capazes de mudar a distância focal de sua lente através de uma série de motores através de alterações de configurações feitas em sua interface de acesso remoto, diretamente no caso de ser uma câmera IP ou por acesso ao DVR em modelos analógicos.

Outro tipo de lente voltada para o uso em ambientes internos é a *fisheye* – olho de peixe – caracterizada por uma lente em formato de olho de peixe que distorce a imagem captada para ter um campo de visão mais amplo que o visto em lentes normais. Isto permite a captura

panorâmica de 360° do ambiente a ser monitorado. A imagem, após captada, é processada por um algoritmo que cria imagens em formato retangular que pode ser exibida em monitores.

Porém, como o uso das câmeras *fisheye* fica limitado a ambientes internos, para permitir imagens panorâmicas 360° em ambientes externos, há modelos que combinam o uso de vários sensores ao seu redor em sentido circular para captar as imagens em diferentes ângulos, que serão processadas por um *software* que combinará tudo em uma só imagem após corrigir eventuais distorções. Na figura a seguir tem-se um exemplo de uma câmera *fisheye*.



Figura 2.3 – Câmera com lente fisheye [5]

2.3.4. Tecnologias de Correção de Imagem

Um dos principais recursos presentes na grande parte das câmeras de vigilância comumente encontradas no mercado é a captação e emissão de luz infravermelha em situações de baixa luminosidade. No caso de baixo índice de iluminação no espectro de luz visível que impeça a captação de imagem com cores em sensores ópticos comuns, essas câmeras se utilizarão de LEDs (*Light Emitting Diode* - Diodo Emissor de Luz) emitindo luz em infravermelho. Estes feixes dessa gama serão refletidos nas pessoas, animais e objetos do ambiente e captadas pela lente, e logo após, processada pela câmera que recria uma imagem em preto e branco que é apresentada para o operador.

Outras tecnologias que cumprem também o propósito de captar imagens à noite ou em ambientes escuros, porém, com a manutenção das cores da imagem são a *Starlight* e a *Full Color*. Ambas estão presentes em modelos de câmeras analógicas e IPs.

Em relação ao recurso *Starlight*, os equipamentos que a possui tem como característica um sensor óptico de maior sensibilidade que os vistos nas câmeras infravermelho. Tal sensor consegue captar luz no espectro visível mesmo com baixos níveis de luminosidade, mantendo assim as informações das cores do ambiente, veículos e pessoas na imagem, o que facilita em

uma eventual necessidade de identificação. Sua principal desvantagem é a restrição de seu uso para ambientes que tenham um nível mínimo de iluminação, já que esta não capta imagens em ambientes completamente *escuras*.

No caso da *Full Color* a câmera possui LEDs que emitem luz na cor branca que será refletida nas pessoas, animais e/ou objetos na cena, como a própria câmera é uma fonte de luz do espectro visível isto permite que ela capte a imagens com cores. Além dos LEDs, a câmera possui uma lente com maior abertura que suas análogas infravermelho e *Starlight*, e visa maximizar a quantidade de luz que atinge o sensor. Este sensor tem alta sensibilidade para atuar mesmo em cenários de baixa ou nenhum nível de iluminação sem qualquer perda na qualidade da imagem, sendo uma opção interessante para os casos em que a *Starlight* não atende.

Além disso, outros recursos interessantes presentes em alguns modelos de câmeras são o BLC (*Back Light Compensation* – Compensação de Luz de Fundo), o WDR (*Wide Dynamic Range* – Amplo Alcance Dinâmico), o DWDR (*Digital Wide Dynamic Range* - Ampla Alcance Dinâmico Digital) e o HLC (*Highlight Compensation* – Compensação de Destaque). Estas tecnologias têm como objetivo compensar eventuais variações nos níveis de luminosidade que poderiam prejudicar a captação de determinados detalhes da imagem.

No caso do BLC, a técnica se baseia em melhorar a qualidade de imagem em situações de alto contraste entre a parte do ambiente que está iluminado e outra que está sombreada por conta de uma forte fonte de luz, podendo essa ser luz ambiente ou artificial.

Basicamente ela funciona ao envolver a leitura de iluminação de dois pontos da imagem, um mais claro e outro mais escuro. Posteriormente, a câmera irá ajustar o nível de exposição da lente afim de equilibrar melhor o contraste entre os dois pontos. Assim, o BLC irá determinar quais os pontos da imagem serão ajustados, e após, faz as alterações na exposição nessas áreas de interesse, o que produz uma melhor qualidade final, com maior nitidez e precisão de informações.

O WDR tem como princípio a captura de várias imagens com diferentes níveis de exposição e em um curto espaço de tempo, e combinadas em uma única imagem final que permite uma maior fidelidade visual de áreas escuras e claras o que preserva os detalhes do ambiente a ser capturado.

Já o DWDR se utiliza de processamento digital de sinais para se valer de algoritmos específicos que têm como função analisar todas as informações das várias imagens capturadas pela câmera e ajustar de modo automático os níveis de exposição da lente, de modo que haja garantia da melhor qualidade de imagem possível que elimina áreas escuras ou superexpostas, corrige o contraste e o nível de cores, bem como os eventuais ruídos e distorções. Ambas as

técnicas, WDR e DWDR entregam um bom resultado final ao se levar em consideração a correção de imagem em termos de níveis de iluminação e assim, preservar ao máximo todos os detalhes.

A técnica HLC funciona por meio de vários sensores especiais capazes de diferenciar os pontos mais claros dos mais escuros na imagem captada, e através de uso de algoritmos reduzir intensidade do brilho dos pontos mais fortes afim de garantir um melhor equilíbrio com os pontos mais escuros, evitar perdas de informações e detalhes na captação do vídeo sem abrir mão da nitidez no vídeo.

Seu uso é mais comum em ambientes externos expostos a luz do sol ou a fortes fontes de luz artificial que podem ofuscar câmeras não adequadas ao nível de luminosidade, como estacionamentos, vias públicas, portarias de edifícios e etc.

Outra tecnologia útil é a correção de branco, que se utiliza de sensores para medir a temperatura da cor da fonte de luz presente no ambiente (natural ou artificial), e logo após, realizar os ajustes necessários para equalizar as cores de cada objeto da cena, remover as distorções e assim, garantir a fidelidade visual das imagens captadas pela câmera.

Por fim, um último recurso de correção de imagem é o AGC (*Automatic Gain Control* – Controle Automático de Ganho), que funciona ao aumentar ou diminuir de maneira automática o ganho do sinal de vídeo para compensar eventuais variações de iluminação do local ou para correção de contraste. No caso de o ambiente ficar muito escuro, o AGC aumentará o ganho e assim tornará a imagem mais clara, e fará o inverso, caso a área esteja muito escura. Este recurso pode estar embarcado diretamente na câmera ou no dispositivo de gravação (DVR ou NVR) que controla todos os canais de vídeo em simultâneo. Porém, seu uso deve ser comedido para não prejudicar a qualidade de vídeo, já que o excesso de ganho pode levar a perdas de detalhe, desbotamento e/ou tirar o foco da na imagem.

2.3.5. Inteligências de Vídeo

Ademais, inteligências embarcadas podem ser encontradas atualmente como: linha virtual; cerca virtual; abandono e/ou retirada de objeto; *auto tracking* (rastreamento automático); detecção de pessoas e/ou veículos; detecção de face; reconhecimento facial; leitura de placa, detecção de cor e marca de veículos; mapa de calor; contagem de pessoas, gado, de caixas em esteira etc.; análise comportamental; inteligência perimetral, análise de multidão; mapa de multidão; detecção de fogo; medição de temperatura; proteção de perímetro; entre outras.

A tecnologia de linha virtual é um recurso que utiliza imagens captadas em tempo real para detectar a movimentação em uma área demarcada. Esta se baseia em algoritmos avançados que vão analisar o fluxo de vídeo e os padrões de movimentos que ocorrem em frente ao ambiente que é captado pela câmera.

Ela permite demarcar uma área através de uma linha virtual que é desenhada na interface de monitoramento do sistema de CFTV, semelhante a uma cerca invisível. Quando pessoas, animais ou objetos atravessam esta linha, um alarme ou alerta sonoro é disparado e o operador pode ser notificado em tempo real.

A cerca virtual funciona de maneira análoga a linha virtual, com a diferença que a área a ser monitorada é definida por uma figura formada por várias linhas que é desenhada na interface do dispositivo de monitoramento ao invés de somente uma linha.

A linha virtual e a cerca virtual podem ser utilizadas para a proteção de áreas restritas e sensíveis como em aeroportos, portos, galpões, indústrias, varejistas, escolas, hospitais etc. para auxiliar a prevenir eventuais invasões, furtos e/ou roubos. Assim, pode-se evitar danos materiais e financeiros a pessoas, locais, empresas, órgãos públicos ou instituições que se valem desses recursos.

Os recursos de retirada/abandono de objeto se valem de algoritmos de inteligência artificial, aprendizado de máquina e técnicas de processamento de imagem para analisar a movimentação de objetos na área específica a ser monitorada e assim, identificar a presença ou ausência de objetos no ambiente. Estes algoritmos identificam padrões de movimento, o tamanho e a forma dos objetos e também monitoram o fluxo dos mesmos em tempo real.

Da mesma forma a tecnologia de *auto tracking* também se utiliza de algoritmos de inteligência artificial para monitorar a movimentação de objetos ou pessoas que transitam no ambiente captado pelo campo de visão da câmera. O primeiro passo é a identificação do objeto que será rastreado, que poderá ser realizado por suas características e por seus movimentos. Depois de identifica-lo, uma série de sensores presentes na câmera e *softwares* avançados acionam motores que vão movimentar ela de modo a alterar seu campo de visão, com o objetivo de manter sempre o objeto rastreado na área a ser captada.

O uso de câmeras PTZ com a tecnologia de *auto tracking* permitem uma redução do custo de instalação, já que uma quantidade menor de câmeras pode ser utilizada facilitando o gerenciamento e manutenção por parte do operador, bem como no aumento na precisão de identificação de possíveis invasores ou pessoas suspeitas na área monitorada.

Os recursos de detecção inteligente de pessoas e veículos de mesma maneira se baseiam no uso de algoritmos com inteligência artificial, aprendizado de máquina e técnicas de

processamento de imagem. Na primeira se identifica por características específicas como a biometria facial, o corpo e o modo de se movimentar no caso de pessoas.

No caso de veículos o reconhecimento acontece pela identificação de padrões específicos de movimentação, como a velocidade, direção e também o tipo de veículo. Esta tecnologia também combina a detecção de bordas, análise de texturas e o processamento de cores para reconhecer veículos em movimento e rastreá-los dentro da área de interesse captada pelas câmeras.

Para a tecnologia de detecção de face é utilizada algoritmos de reconhecimento facial que fazem a comparação da face detectada na imagem com um banco de dados de faces que foi previamente alimentada pelo operador. As câmeras captam a imagem das faces que são comparadas com a base de dados por meio de um *software* de processamento de imagem.

Este processo pode realizar operações como a detecção da localização exata de uma face na imagem e a extração de características faciais. Já o reconhecimento facial se vale também dos mesmos algoritmos, porém, em um nível mais avançado que permite a extração das características individuais de cada rosto e compara-las com todas as faces presentes no banco de dados do dispositivo de processamento de imagem afim de identificar o indivíduo que transita no ambiente captado na imagem.

Na primeira etapa a câmera capta as imagens das pessoas presentes na área monitorada. No segundo passo, essas imagens serão processadas afim de melhorar a resolução e sua qualidade para aumentar a assertividade do algoritmo. Em seguida, os algoritmos de reconhecimento facial vão extrair características das faces como formato do rosto, olhos, boca, nariz, rugas, manchas ou quaisquer outras particularidades que possa ser usada no reconhecimento do indivíduo.

Por fim, esses dados são comparados com as faces presentes no banco de dados do dispositivo que fará o processamento de imagem. Caso haja correspondência com alguma face da base de dados, o sistema notificará a confirmação da identidade, em caso contrário, o sistema informará a pessoa como desconhecida ou não autorizada.

O recurso de leitura de placa, também conhecido como LPR (*License Plate Recognition* - Reconhecimento de Placa de Licença), é um sistema automatizado usado para identificar e capturar as informações contidas nas placas de veículos que transitem nos ambientes monitorados por câmeras compatíveis com a tecnologia. Ela utiliza algoritmos de reconhecimento ótico de caracteres OCR (*Optical Character Recognition* – Reconhecimento Óptico de Caracteres) e de processamento de imagem para reconhecer e fazer o registro das placas de veículos que circundam uma determina área.

Ao captar filmagens em alta resolução que serão transmitidas ao *software* e processadas, o resultado será comparado com as imagens registradas no banco de dados, e assim, criar um histórico de entrada e saída de todos os veículos que circularam pelo local monitorado. Ao utilizar o LPR deve-se levar em consideração a qualidade de imagem capturada, o posicionamento e o ângulo de abertura e o nível de iluminação do ambiente afim de garantir os melhores resultados.

A tecnologia de mapa de calor é uma ferramenta de análise inteligente de vídeo que tem como propósito o uso de imagens térmicas capturadas por sensores infravermelhos, que captam a irradiação proveniente da temperatura de pessoas, animais e objetos afim de mostrar as áreas com maior concentração de temperatura. Essas imagens capturadas são processadas por algoritmos de processamento de vídeo que montam um mapa de calor da área monitorada. Este, é uma representação visual que demonstra as áreas mais quentes com cores mais claras e as áreas mais frias com cores mais escuras.

O mapa pode ser usado para: mostrar as áreas de maior concentração de pessoas, animais ou objetos que circulam num determinado local, o que é muito útil para aeroportos, portos, rodovias entre outras regiões com alta circulação de pessoas; para monitoramento e prevenção de incêndios, seja em áreas industriais, residenciais, comerciais e até mesmo de preservação ambiental; controle de multidão; gerenciamento de fila; monitoramento de temperatura de equipamentos como fornos, aquecedores, ar-condicionado, refrigeradores, entre outros que trabalham com elevação e/ou rebaixamento de temperatura; identificação de pontos de aglomeração; etc.

2.3.6. Tecnologias de Conexão e Instalação

As câmeras com tecnologia de sinal analógico permitem o uso de cabo coaxial dos tipos RG59, RG6 ou RG11 (conforme a norma EN 62676-4:2015) ou cabo UTP como meio físico de transmissão de sinal, o que limita seu uso a cenários que podem ser atendidos por instalações via cabos e a distâncias de algumas centenas de metros de cabo a depender da resolução da câmera a ser utilizada.

Porém, a tecnologia IP tem como uma vantagem em relação a câmeras CVBS, AHD, HDCVI e HDTVI a flexibilidade dos meios físicos de transmissão, já que ela pode se valer de qualquer tecnologia compatível com o protocolo IP para fazer a transmissão do sinal de vídeo.

A maior parte das instalações são feitas com cabo UTP, mas, por limitações de distância máxima de cada ponto de câmera ou em cenários onde não é possível utilizar, soluções que se valem de outras tecnologias são necessárias.

A opção de usar fibra óptica para transmitir o sinal de vídeo permite distâncias bem maiores para pontos de câmeras, na casa até de quilômetros, menor necessidade de equipamentos ativos (que precisam de alimentação de energia) no sistema de CFTV e uma maior largura de banda que suporte o tráfego de rede um grupo maior de câmeras.

Para casos onde não é possível o uso de cabos, a utilização de tecnologias sem fio é uma opção viável a depender do cenário. Para pequenas distâncias em áreas urbanas, as câmeras com conexão *Wi-Fi* viabilizam uma instalação com um número menor de cabos. Já para distâncias maiores, câmeras com conexão 3G ou 4G podem ser usadas em locais com sinal de telefonia, e em casos que não há disponibilidade do sinal, o uso de rádios ponto a ponto CPE (*Customer Premises Equipment* - Equipamento nas Instalações do Cliente). Há ainda a opção de uso da tecnologia *WiMax* para transmissão de imagem, porém, comercialmente não é muito utilizado aqui no Brasil.

Os meios de transmissão sem fio são detalhados na Tabela 2.1 de acordo com a Tabela 6 da norma EN 62676-4.

Tabela 2.1 - Opções de transmissão sem fio (Norma EN 62676-4:2015 - Adaptada)

Tipo	Distância	Frequências	Taxa de transmissão (unidirecional)	Comentários
IEEE 802.11	- Até 30m em ambientes internos - Até 100m em ambientes externos (Sem linha de visão)	2,4GHz/5GHz (bandas não licenciadas)	- Até 74MBps (IEEE 802.11n) - Até 19MBps (IEEE 802.11g)	O alcance e a taxa de transferência dependem da potência do sinal no receptor.
2G - GSM	- Até 300m na cidade - Até 8km na zona rural	800MHz a 950MHz 1,9GHz a 2,2 GHz	14,4kBps	Requer um provedor de serviços de celular.
3G – HSPDA	- Até 300m na cidade - Até 8km na zona rural	1,9GHz a 2,2GHz	14,4MBps	Requer um provedor de serviços de celular.

2.3.7. Modos de Gravação

A gravação de vídeo das imagens captadas pelas câmeras pode ser feita diretamente pela câmera com o uso de cartão de memória ou pelo envio para um servidor na nuvem, ou pelo

dispositivo de gravação (DVR para câmeras Analógicas ou NVD para câmeras IP) em HDs (*Hard Disk* – Disco Rígido) que podem ser configurados em RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disks* - Matriz Redundante de Discos Baratos) para utilizar vários HDs em conjunto para aumentar o armazenamento e/ou redundância, afim de aumentar a confiabilidade, segurança, performance e disponibilidade do sistema.

Por fim, nos casos onde há a necessidade de armazenamento maior que ao que o dispositivo de gravação suporta, pode ser utilizado também um *servidor storage* – servidor de armazenamento – para guardar as imagens, também se valendo da configuração em RAID.

2.3.8. Proteções Físicas

As condições ambientais e de segurança do local devem ser levados em consideração. Para condições ambientais os principais fatores são a umidade e partículas da área que não podem entrar em contato com as peças internas das câmeras. Neste caso, o IP (Índice de Proteção) do equipamento deve ser analisado. O primeiro número do índice IP informa a proteção contra entrada de partículas sólidas e o segundo número informa a proteção contra entrada de água, de acordo com a área a ser instalada.

Além disso, existem modelos que suportam condições extremas de temperatura, pressão e com riscos de explosões, que podem ser usados em fornos industriais, caldeiras ou outros equipamentos similares. E câmeras com proteção de sua carcaça contra corrosão, com uma vida útil maior em ambiente com alta umidade como áreas costeiras sujeitas a ação da maresia.

E para ambientes sujeitos a práticas de vandalismo ou com risco de as câmeras sofrerem colisão mecânica deve-se levar em consideração o índice IK de proteção mecânica, sendo mais comumente usada nestes casos o IK10 com proteção ao impacto de até 20 joules.

2.3.9. Recursos de Adicionais

Ademais, outros recursos que podem agregar aos projetos são câmeras com microfone embutido ou com entrada de áudio, para captação de som do local e/ou com autofalante embutido, para emitir sons de alerta ou permitir a conversação com quem está no local.

Também há câmeras com entrada e saída de alarme que permite integrar o sistema de CFTV com o sistema de alarme de intrusão, para acionar o alarme caso a câmera acione algum evento, ou para o acionamento do alarme disparar uma ação no sistema de câmeras. O uso de

câmeras capazes de emitir alertas sonoros e visuais também complementam a solução com o objetivo de impelir o acesso de pessoas não autorizadas a locais de risco.

2.4. NORMA EN 62676-4

Com base nos objetivos específicos deste trabalho, será trabalhado o que está contido nas seções 6, 8, 9, 10 e anexos C e D da norma EN 62676-4. Essa escolha se deve ao fato desta norma atender os requisitos definidos na ABNT NBR IEC 62676-1 e por ser partes que abordam os pontos elencados nos objetivos específicos e na metodologia deste trabalho.

2.4.1. Seleção de Equipamento e Performance

A Sessão 6 da Norma EN 62676-4 [4] define os critérios de:

- Seleção de câmeras e lentes (gerais, câmeras PTZ);
- Invólucro;
- Campo de visão (tamanho de objeto e outras considerações); e
- Iluminação (EN 62676-4:2015).

A seleção de câmeras e lentes deve considerar: a sensibilidade da câmera, o número de abertura da lente, os níveis de luz predominantes e pretendidos para o pior caso e os tipos de luz, incluindo o infravermelho; a sensibilidade de cores, preto e branco e/ou térmica do sensor de imagem; a distância focal da lente em relação ao tamanho do sensor de imagem para a câmera fornecer o campo de visão necessário; a resolução visual medida da câmera e lente para reproduzir os detalhes para fornecer as informações necessárias nos campos de visão; a área da imagem da lente deve ser igual ou maior que a diagonal efetiva do dispositivo de imagem na câmera para evitar vinhetas (o não preenchimento total da tela de exibição).

Os critérios gerais de seleção de câmeras devem levar em conta (EN 62676-4:2015):

- Balanço de branco de câmeras coloridas;
- A variação dinâmica e ruído do sensor de imagem;
- Regulamentos relevantes de proteção de dados;
- Longos tempos de exposição em relação ao desfoque de movimento;
- Sensibilidade espectral em relação aos tipos de iluminação;
- Provisões para sincronização externa, bloqueio de linha, sincronização interna, etc.;
- Provisões para calibração remota das propriedades de imagem;
- Fonte de alimentação reversa.

Para a escolha das câmeras se considera também em relação a lentes e invólucros (EN 62676-4:2015):

- A abertura da lente, que contribui para a qualidade da imagem, controlando a luz disponível para o sensor, de modo que uma lente com abertura ou faixa de abertura apropriada deve ser selecionada e a íris automática ou eletrônica é recomendada;
- O campo de visão da lente pode ser reduzido por qualquer *overscan* no dispositivo de apresentação, caso em que pode ser necessário uma lente com campo de visão mais amplo do que o originalmente calculado;
- Reflexos internos da lente e clarões podem prejudicar significativamente as imagens, portanto, elementos de lente revestidos e/ou compartimentos ou para-sóis apropriados devem ser considerados;
- As lentes de zoom de abertura máxima variável (varifocais e motorizadas) podem aumentar o número de abertura efetivo da lente à medida que a distância focal aumenta. Deve ser selecionada uma lente que permite luz suficiente caia sobre o sensor sob todas as condições de luz antecipadas em todas as distâncias focais disponíveis;
- Filtros para permitirem a passem de comprimentos de onda seletivos devem ser especificados (infravermelho, ultravioleta, etc.);
- Deve-se levar em consideração as condições ambientais nas quais os equipamentos devem operar com relação aos recursos adicionais que podem ser implementados nos invólucros como aquecedores, limpadores, etc.

Os critérios gerais de campo de visão - tamanho de objeto definem a quantidade mínima de *pixels* que um objeto deve ter na imagem captada para que o operador possa cumprir a tarefa pretendida durante o planejamento do projeto. O tamanho de um objeto (alvo) na tela deve ter relação com esta tarefa. Em sistemas de videomonitoramento digitais é importante compreender a relação entre a resolução da câmera e a resolução da tela. Se a resolução da câmera não for igual à resolução da tela, a cena exibida poderá não mostrar a quantidade esperada de detalhes.

Os requisitos de densidade de *pixels* (medidas em *pixels* por metro), para atingir as tarefas que especificadas são as seguintes (EN 62676-4:2015):

- Para monitoramento ou controle de multidões, este deve representar mais de 80mm por pixel (ou 12,5 pixels por metro);
- Para detecção do alvo, este deve representar mais de 40mm por pixel (ou 25 pixels por metro);
- Para observação do alvo, este deve representar mais de 16mm por pixel (ou 62,5 pixels por metro);

- Para reconhecimento do alvo, este deve representar mais de 8mm por pixel (ou 125 pixels por metro);
- Para identificação do alvo, este deve representar mais de 4mm por pixel (ou 250 pixels por metro);
- Para inspeção ou identificação forte do alvo, este deve representar mais de 1mm por pixel (ou 1000 pixels por metro);

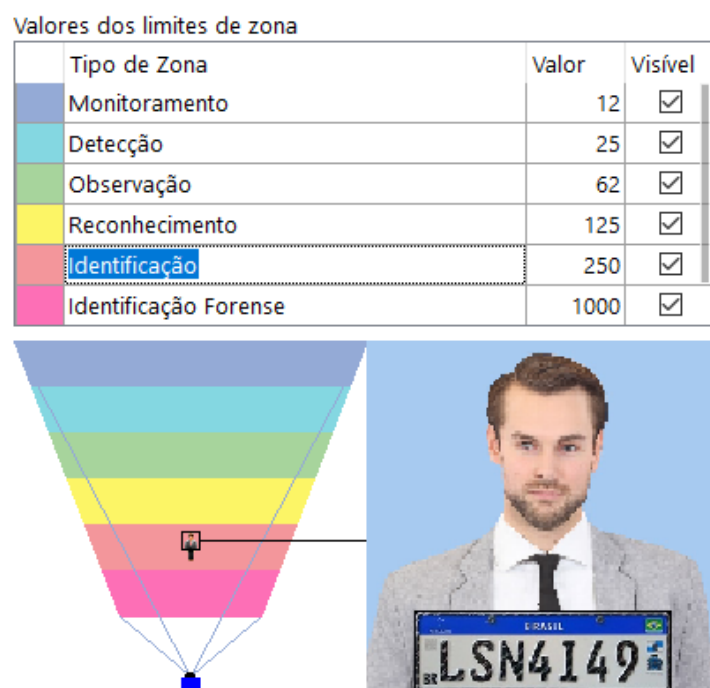


Figura 2.4. Exemplo de zonas de densidade de pixels.

Outras considerações devem ser feitas com relação ao campo de visão, principalmente sobre questões do ambiente e da cena são (EN 62676-4:2015):

- Folhagem: há uma variação sazonal na folhagem, que pode bloquear o campo de visão. Árvores e plantas crescem com o tempo, o que também pode bloquear a visão;
- Iluminação: pode haver iluminação pontual de fontes de luz externas e iluminação controlada por tempo podem impactar a vista;
- Luz solar: dependendo da hora do dia e das variações sazonais, a posição do sol pode produzir ofuscamento ou fornecer más condições de iluminação;
- Reflexos: janelas, prédios, corpos d'água ou quaisquer outros objetos refletivos podem resultar em condições de iluminação insuficientes ou excessivas que podem comprometer a captura da imagem desejada.
- Mobiliário urbano/sinalização: estruturas temporárias ou novas permanentes, como placas ou outros edifícios, podem bloquear o campo de visão;

- Atividade de cena: se uma tarefa específica for necessária, certifique-se de que outra atividade de cena não comprometa a captura de imagem desejada.

Onde a identificação da pessoa é o objetivo principal da câmera, a câmera deve ser montada na altura da cabeça; câmeras montadas significativamente acima da altura da cabeça podem não ser capazes de fornecer uma visão completa do rosto de uma pessoa.

A iluminação do local deve ser considerada em nível, direção e conteúdo espectral. As fontes de luz ideais são aquelas que emitem luz dentro do espectro que produz a melhor resposta do sensor óptico presente na câmera.

De acordo com a EN 62676-4:2015, se for necessária iluminação adicional, o número, tipo, localização e potência das fontes de luz devem ser determinadas levando em consideração os seguintes parâmetros:

- Eficiência luminosa e desempenho fotométrico da fonte de luz;
- Formato da área a ser vistoriada pelas câmeras: estreita ou larga, *spot* ou inundada;
- Sensibilidade e resposta espectral das câmeras, principalmente câmeras coloridas;
- Refletância dos materiais que compõem a maior parte da área pesquisada;
- Atraso de tempo para atingir a saída de luz especificada da lâmpada após aplicação de energia;
- A perda de emissão de luz da lâmpada devido ao envelhecimento e falha da lâmpada, e nesses casos, para proporcionar um nível constante de desempenho de iluminação ao longo da vida do iluminador, pode ser necessário um mecanismo de compensação;
- A fonte de luz nova ou adicional selecionada deverá fornecer imagens aceitáveis sob todas as condições de trabalho prováveis;
- A iluminação sobre a cena que está sendo inspecionada deverá ser tão uniforme quanto possível, evitando qualquer área de iluminação muito fraca. A proporção entre iluminação máxima e mínima dentro da área coberta de qualquer cena deve ser idealmente de 10:1 ou melhor;
- Sempre que possível, as luzes devem ser montadas de modo que não prejudiquem a qualidade da imagem da câmera. A posição preferida para a luz é acima da câmera. A câmera não deverá visualizar a cena através de feixes de luz intensos;
- Sempre que possível, a fonte de luz deve estar a pelo menos 2 m da câmera. As fontes de luz atraem insetos que podem causar pontos quentes superexpostos, assim como objetos como gotas de chuva, flocos de neve e folhas caindo.
- As fontes de luz devem estar localizadas a uma curta distância do objeto a ser monitorado;

- Todos os iluminadores, inclusive os não visíveis, deverão ser posicionados observando a distância mínima de segurança para evitar lesões oculares;

- Deverá haver acesso seguro às lâmpadas para troca de lâmpadas;

- Atenção especial deverá ser dada à direção da iluminação. O objetivo é produzir o máximo de contraste para detecção de intrusos. Um objeto só pode ser detectado se o seu brilho for diferente do seu fundo;

- Para fins de inspeção, identificação e reconhecimento, a iluminação deverá permitir a observação de características detalhadas do objeto, conforme indicado nos requisitos de operação. Se for necessária uma identificação pessoal precisa, recomenda-se direcionar as fontes de luz na direção esperada do movimento, ou seja, as faces dos alvos devem estar iluminadas;

- Iluminação constante ou condições de iluminação que mudam rapidamente, destaques estáticos ou transitórios em uma imagem uniforme;

- Influências ambientais na visibilidade como chuva, nevoeiro, etc.;

- Se uma fonte de luz adicional for necessária, mas a iluminação por luz branca não for desejável, holofotes IR e câmeras preto e branco sensíveis a infravermelho ou câmeras com infravermelho podem ser usadas;

- Iluminadores com óptica assimétrica podem ser usados para aumentar o alcance da iluminação infravermelha, ajudando a evitar exposição irregular da cena;

- As luzes não devem ser posicionadas de forma que fiquem diretamente voltadas para as câmeras;

- Câmeras de alta sensibilidade ou lentes rápidas com grande abertura podem ser usadas para evitar a necessidade de iluminação adicional.

Ainda conforme a EN 62676-4:2015: Depois que as câmeras tiverem sido instaladas e comissionadas, é essencial para a operação bem-sucedida do sistema de CFTV manter o campo de visão acordado. A câmera deverá ser instalada de tal forma que seja difícil para um intruso alterar o campo de visão da câmera. Isto deve ser conseguido através da instalação num local/altura adequados, da utilização de montagem física adequada e, possivelmente, ainda da utilização de fixações de segurança. Além disso, as interconexões (por exemplo, cabos, antenas) não devem ser acessíveis e/ou passíveis de serem cortadas.

Dependendo do grau de segurança, se selecionado na sala operacional, do sistema de vídeo monitoramento/câmera, métodos automáticos devem ser implantados para detectar a alteração do campo de visão da câmera de acordo com a NBR IEC 62676-1-1:2013, 6.3.2.3 [5].

Deve-se considerar a detecção de perda de sinal e obscurecimento ou ofuscamento de qualquer câmera conectada. Um alarme de sistema sonoro e/ou visual deverá ser gerado para reconhecimento pelos operadores do sistema e deverá existir um recurso onde esse alarme possa ser mapeado para uma saída de alarme para conexão a um sistema de alarme, se definido no projeto.

O principal método para proteger os componentes localizados centralmente de um sistema de CFTV, como armazenamento de imagens e equipamentos de controle, contra adulteração é instalar o sistema em um local adequadamente seguro, com controles de acesso apropriados tanto para o local do sistema quanto para o sistema/ equipamento de acordo com NBR IEC 62676-1-1:2013, 6.3.

2.4.2. Transmissão

A EN 62676-4:2015 em sua Seção 8 especifica que: “ O usuário final precisa decidir sobre um dos quatro níveis possíveis de desempenho da rede e dos dispositivos de transmissão de vídeo conectados”.

Os critérios de desempenho da rede são: Precisão temporal para fluxo de transporte de vídeo (Tabela 2.2); requisitos temporais de Interligações (Tabela 2.3); Capacidade de limitação de vazão (Tabela 2.4); Priorização de fluxo de vídeo (Tabela 2.5); Máxima perda de pacotes, latência e *jitter* da rede (Tabelas 2.6 e 2.7); Intervalo de monitorização das interligações (Tabela 2.8) e latências máximas permitidas (Tabela 2.9).

As classes de desempenho 1 a 4 são introduzidas pela IEC 62676-1-2 [6] e precisam ser selecionadas de acordo com a tarefa de vigilância:

a) Precisão temporal para fluxo de transporte de vídeo: Classe T1 a T4;

Classe	T1	T2	T3	T4
Precisão do serviço de tempo para o fluxo de transporte	80ms	40ms	5ms	1ms

Tabela 2.2 - Precisão do serviço de tempo para o fluxo de transporte (NBR IEC 62676:2019)

b) Interligações – Requisitos temporais: Classe I1 a I4;

Dispositivos de transmissão de vídeo devem ter	Classe			
	I1	I2	I3	I4
Um tempo de conexão inicial máximo para cada novo pedido de fluxo de vídeo	2000ms	1000ms	500ms	250ms

Tabela 2.3 – Interconexões – Requisitos de Temporização (NBR IEC 62676:2019)

c) Capacidade de limitação de vazão: Classe C1 a C4;

O dispositivo de transmissão de vídeo em uma rede compartilhada deve oferecer meios para configurar:	Classe			
	C1	C2	C3	C4
A taxa de dados máxima de fluxos de vídeo para cada um dos canais de vídeo			X	X
A taxa de dados máxima para todos os fluxos de vídeo disponíveis de um único dispositivo			X	X
A taxa de dados máxima ou o número de fluxos de vídeo para todos os dispositivos clientes da rede			X	X

Tabela 2.4 - Requisitos da rede de transmissão de vídeo (NBR IEC 62676:2019)

d) Priorização de fluxo de vídeo: Classe P1 a P4;

O dispositivo de transmissão de vídeo em uma rede compartilhada deve oferecer meios para:	Classe			
	P1	P2	P3	P4
Priorizar certos fluxos sobre outros, por exemplo, fluxos de gravação ou alarme têm prioridade sobre os fluxos de imagem ao vivo			X	X
Priorizar certos usuários sobre outros, como por exemplo, para o controle de PTZ			X	X

Tabela 2.5 - Requisitos da rede de transmissão de vídeo (NBR IEC 62676:2019)

e) Máxima perda, latência e *jitter* da rede: Classe S1 a S4 e M1 a M4;

Classe	S1	S2	S3	S4
Perda máxima	240ppm	120ppm	60ppm	30ppm
Latência unidirecional máxima de transmissão ao vivo (incluindo a codificação, rede, decodificação e exibição)	600ms	400ms	200ms	100ms
Modo de reprodução máxima (pausa, passo simples, ...) Tempo de reação	400ms	200ms	200ms	100ms
Latência de ida e volta incluindo a visualização e controle, por exemplo, PTZ	700ms	500ms	300ms	200ms
Latência de ida e volta incluindo a visualização e controle, por exemplo, PTZ quando objetos em movimento necessitam ser monitorados e acompanhados	650ms	450ms	250ms	150ms

Tabela 2.6 - Requisitos de desempenho de transmissão de vídeo e exibição de fluxos (NBR IEC 62676:2019)

Classe	M0	M1	M2	M3	M4
	ms	ms	ms	ms	ms
Pacote de instabilidade <i>jitter</i> de pico a pico máximo	-	160	80	40	20

Tabela 2.7 – Pacote de instabilidade *jitter* da rede de fluxo de vídeo (NBR IEC 62676:2019)

f) Intervalo de monitorização das interligações: Grau de segurança 1 a 4.

O sistema deve oferecer	Grau de Segurança			
	1	2	3	4
Duração máxima permitida da indisponibilidade do dispositivo			180s	30s
Tempo de detecção máximo para a perda de um sinal ao vivo		8s	4s	2s

Tabela 2.8 – Monitoramento das interconexões (NBR IEC 62676:2019)

Para aplicações de alta segurança, a redundância e a segurança da rede precisam ser consideradas. As latências máximas permitidas estão descritas na EN 62676-4:2015:

Feedback do sistema		
Tempo de resposta	Performance	Operador
0 a 0,2s	Ótima	Não nota o atraso
0,2 a 0,5s	<i>Delay</i> (Atraso)	Sente o atraso e tenta se adaptar a ele
0,5 a 2s	<i>Delay</i> forte (Forte atraso)	Fica perturbado pelo atraso da resposta, o sistema deve exibir “por favor aguarde”
Acima de 2s	Inaceitável	Perde a resposta para comandos manuais, o sistema deve exibir as razões e/ou um <i>prompt</i> de mensagens como “tela estará disponível em xx segundos, ...”

Tabela 2.9 – Exemplo de Feedback de sistema – Controle PTZ – Tempo de resposta, performance e operador (EN 62676:2015)

A norma também exige que no caso de se utilizar equipamentos de diferentes fabricantes, o integrador terá que escolher equipamentos que sejam compatíveis com a série EN 62676-2. Para interoperabilidade básica, estes devem ser compatíveis com os requisitos de protocolo que são estabelecidos pela EN 62676-2-1 [7], em termos de: conectividade IP baseada em TCP/IP e UDP, transporte de fluxo de vídeo via RTP, *codec* (Algoritmos de compressão/descompressão) de vídeo como MPEG-4 ou H.264 e controle de fluxo baseado em RTSP. Para eventos, descoberta e descrição de dispositivos, existem diferentes opções de protocolo. (EN 62676-4:2015).

No caso de ser necessário uma interoperabilidade total da transmissão de fluxo de vídeo no que tange a controle de fluxo, eventos, descoberta e descrição de dispositivos de rede com base em uma estrutura, o integrador precisa selecionar um protocolo IP de vídeo de alto nível. Há a previsão de protocolos nas normas EN 62676-2-2 (para interoperabilidade de vídeo IP baseada em serviços REST) e na EN 62676-2-3 (para interoperabilidade de vídeo IP baseada em serviços *web*). Caso a rede de vídeo IP for gerenciada em conjunto com a rede de TI, a norma recomenda que os mesmos administradores tenham controle sobre ambas as redes. (EN 62676-4:2015).

As principais considerações para sistemas de transmissão baseados em IP previstas na seção são: *Throughput* (Taxa de Transferência); Latência ou *Delay*; *Jitter* ou Variação de

Delay; Perda de Pacotes e Redundância. Há ainda a recomendação do uso de codecs para diminuir o *Throughput* necessária para reduzir o custo da implementação da rede, porém, sem diminuir drasticamente a qualidade final das imagens.

2.4.3. Características de Performance de Vídeo

A Seção 9 da Norma EN 62676-4 trata das características de performance de vídeo. Quanto a compactação de imagem das câmeras, as configurações sempre devem ser definidas pelos requisitos operacionais de cada visualização de câmera, e não pela capacidade de armazenamento de um sistema que é proposto.

A compatibilidade do formato de imagem transmitido, armazenado e exportado do sistema de videomonitoramento deve ser considerada juntamente com a compressão de imagem. Muitos sistemas de CFTV usam codecs proprietários que não podem ser recebidos e reproduzidos por um aplicativo de *software* amplamente disponível (EN 62676-4:2015).

O nível e o tipo de perfil adequados são identificados por meio de um teste de qualidade específico para a finalidade da visualização da câmera.

A taxa de quadros ou FPS (*Frames per Second* – Quadros por Segundo) deve ser definida individualmente para cada câmera de acordo com os objetivos definidos no projeto. A norma EN 62676-4:2015 elenca os seguintes fatores que devem ser levados em consideração ao selecionar a taxa de quadros desejada:

- O risco para o campo de visão desejado da câmera, conforme definido na avaliação de risco;
- A finalidade da câmera conforme definida nos requisitos operacionais (projeto);
- A atividade prevista na área a ser observada;
- O campo de visão da câmera;
- Se a taxa de quadros é alterada por um acionador externo, como um dispositivo de alarme ou alarme de análise de conteúdo de vídeo e/ou detecção de movimento;
- Independentemente de a câmera ser observada por um operador, as baixas taxas de quadros podem ser difíceis de visualizar por períodos prolongados.

A resolução para a visualização de cada câmera terá que ser determinada a partir da finalidade da câmera, conforme definida nos requisitos operacionais (projeto) e da cobertura necessária, e ela terá que atingir essa resolução sem o uso de *zoom* digital.

Caso seja necessário monitorar uma área ampla, uma menor quantidade câmeras de alta resolução pode ser uma solução melhor do que um grande número de câmeras de baixa

resolução. Porém, se nessa área há uma grande atividade, então deverá ser considerado se é mais adequado que as câmeras sejam visualizadas por um único operador ou por múltiplas câmeras

2.4.4. Características de Armazenamento

A Seção 10 da Norma EN 62676-4 define as características de armazenamento. A quantidade total de espaço de armazenamento fornecida para o sistema de CFTV deve ser estimada antes de sua instalação, para que a solução seja corretamente implementada. Caso se opte pela gravação em um gravador de vídeo digital, um disco rígido com capacidade apropriada deve ser especificado. Porém, caso o sistema use câmeras do tipo IP, pode-se optar também por armazenamento em um servidor *storage*, e sua configuração de *Array* e a características de cada disco rígido devem ser definidos também antes da execução da instalação. É essencial garantir que não falte espaço de armazenamento de modo que não seja necessário comprometer a qualidade da imagem ou o tempo de retenção (quantidade de dias de gravação armazenados).

A tabela 2.10 descreve os valores típicos de fatores que afetam o armazenamento. A definição desses fatores são, conforme a EN 62676-4:2015:

Variável	Tamanho do quadro	Quadros por segundo	Número de câmeras	Horas operacionais	Período de retenção	Gerenciamento de armazenamento
Range típicos	5 a 50kB	1 a 25	1 a 16+	1 a 24h	24h a 31 dias	Adicionar mais um de proteção

Tabela 2.10 - Fatores que afetam a capacidade de armazenamento necessária para um gravador de vídeo (EN 62676-4:2015)

a) **Tamanho do Quadro:** Este valor é o tamanho médio de cada imagem gravada. O valor real será uma função da resolução da imagem (em pixels ou linhas de TV) e da quantidade e tipo de compressão aplicada à imagem ou sequência de vídeo (depende particularmente se a compressão entre quadros é usada, caso em que o tamanho médio do quadro será uma média de quadros I maiores e quadros P menores.) Esses fatores são muito específicos para o gravador de vídeo específico, o que pode dificultar a estimativa precisa do tamanho da imagem, e deve-se procurar assistência do sistema fornecedor.

b) **Quadros por Segundo:** O número de imagens gravadas a cada segundo por uma câmera tem um impacto significativo na quantidade de dados gerados. A taxa de quadros

preferida deveria ter sido identificada durante o processo de obtenção dos requisitos operacionais de nível 2.

Este valor poderá ser dinâmico se uma câmera for acionada por alarmes externos ou detecção de movimento. Para alguns sistemas pode não haver gravação, a menos que seja detectada atividade. Para outros, poderá haver gravação contínua a uma taxa de quadros baixa, digamos 1fps, até que a atividade seja detectada, quando haverá um curto período de gravação a uma taxa de quadros alta, digamos 12fps. Se neste caso, deve ser calculado um valor médio estimando o número de disparos previstos num período operacional de 24 horas, por exemplo:

- Taxa padrão (RS) = 1fps;
- Taxa de disparo (RT) = 12fps;
- Período acionado (T) = 3 min;
- Número de gatilhos previstos por dia (N) = 10;
- Número de minutos por dia à frequência acionada = $N \times T = 30$ min;
- Número de quadros acionados gerados = $30 \times 60 \times RT = 21\ 600$;
- Número de minutos por dia ao ritmo normal = 23 h 30 min = 1 410 min;
- Número de frames padrão gerados por dia = $1410 \times 60 \times RS = 84\ 600$;
- Número total de frames gerados por dia = $21\ 600 + 84\ 600 = 106\ 200$;
- Taxa média de quadros por segundo = $106\ 200 / \text{número de segundos em 24 h} = 106\ 200 / 86\ 400 = 1,2\text{fps}$.

c) **Número de Câmeras:** É o número de câmeras gravadas utilizadas para todo o sistema em questão, conforme especificado no projeto.

d) **Horas Operacionais (de funcionamento):** É o número de horas que o sistema de videomonitoramento estará operacional, num período de 24 horas, conforme especificado nos requisitos operacionais.

Num sistema simples, isto pode durar 24 horas por dia, enquanto num sistema mais complexo pode durar um número predefinido de horas enquanto as instalações estão ocupadas/vagas.

e) **Período de Retenção:** O tempo durante o qual a filmagem de vídeo deve ser armazenada no sistema antes de ser substituída, conforme especificado no projeto.

f) **Gerenciamento de Armazenamento:** Quando for necessário evitar que os dados de vídeo sejam sobrescritos, deve haver um recurso para proteger as gravações contra exclusão. O método e os requisitos de armazenamento devem ser definidos nos requisitos operacionais. Isto não deverá reduzir o período de retenção da gravação normal.

Uma equação geral foi fornecida para ajudar na estimativa da quantidade total de armazenamento necessária:

$$\left(\frac{S \times C \times H \times 3600}{1\,000\,000} \right) \times TR$$

Onde:

S é o tamanho da imagem em KB;

FPS é o número de quadros por segundo;

C é o número de câmeras do sistema;

H é o número total de horas operacionais num período de 24 horas;

TR é o período de retenção;

3.600 é para converter segundos em horas (60×60);

1.000.000 é para converter KB em GB, aproximadamente.

Esta equação pode ser usada para sistemas muito básicos onde todas as câmeras gravam com o mesmo tamanho de imagem, taxa de quadros e horas de operação. Para sistemas mais complexos, um requisito de armazenamento pode ser calculado para cada câmera e os totais resultantes somados para fornecer o requisito geral para esse sistema. (EN 62676-4:2015).

2.4.5. Método de Teste de Qualidade de Imagem

A normativa exposta no Anexo C Norma EN 62676-4 contém o método de teste de qualidade de imagem proposto. Este usa um alvo de teste padronizado (ilustrado pela Figura 2.2 e é usado para avaliar o desempenho de um sistema de CFTV.

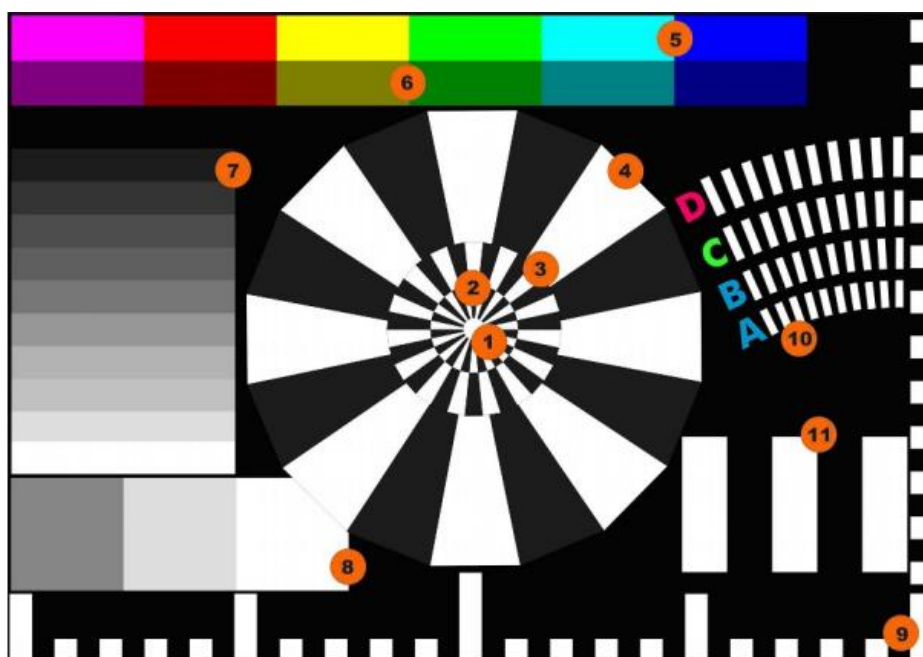


Figura 2.5 – Alvo de teste (EN 62676-4:2015 Anexo C, página 61)

O alvo de teste determinado é fácil de usar para testar a cobertura e determina a altura, resolução, cor e contraste aceitáveis da imagem. Ele é colocado em posições estratégicas dentro da área de cobertura, conforme definido pelos requisitos operacionais ou pela especificação do sistema, e o nível de detecção em cada local é confirmada. Este teste deve ser realizado em toda a faixa de luz na qual o sistema se destina a operar (visível, infravermelho, ultravioleta, etc.).

A norma define como um princípio básico que o ângulo horizontal e vertical entre a câmera e o painel de teste deve ser menor que $22,5^\circ$ para evitar distorção óptica, conforme exemplificado na Figura 2.3.

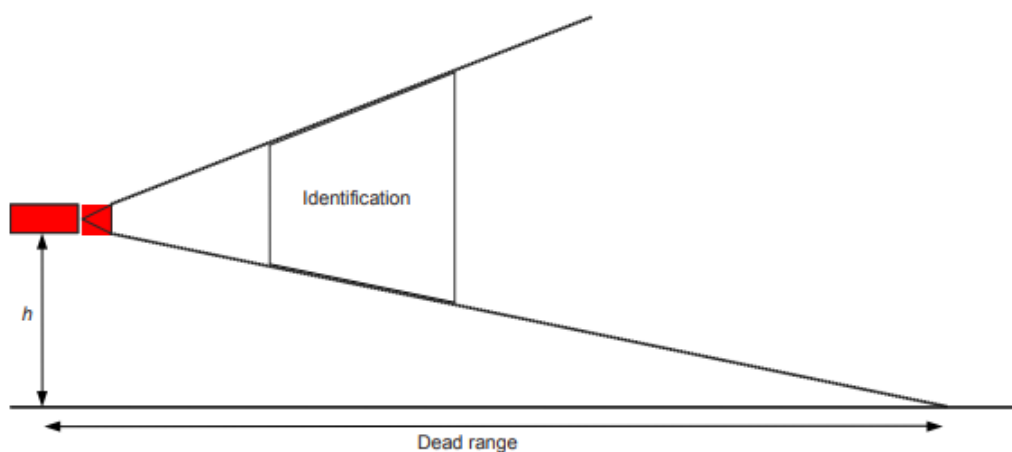


Figura 2.6. - Evitando distorção óptica (EN 62676-4:2015 Anexo C, página 64)

As orientações de uso do alvo de teste são:

- Se for possível diferenciar os picos dos segmentos preto e branco com 1mm de largura na área 1 presente na Figura 2.2, o nível de qualidade "inspecionar" foi alcançado pela câmera;
- Se for possível diferenciar os picos dos segmentos preto e branco com 4mm de largura na área 2 da Figura 2.2, o nível de qualidade "identificar" foi alcançado pela câmera;
- Se for possível diferenciar os picos dos segmentos preto e branco com 8mm de largura na área 3 da Figura 2.2, o nível de qualidade "reconhecimento" foi alcançado pela câmera;
- Se for possível diferenciar os picos dos segmentos preto e branco com 40mm de largura na área 4 da Figura 2.2, o nível de qualidade "detecção" foi alcançado pela câmera;
- Se 6 cores podem ser diferenciadas na área 5 da Figura 2.2: aptidão de cor normal.
- **NOTA:** Rosa: Pantone 237 (Ciano 5%, Magenta 50%); Vermelho: Pantone 485 (Magenta 95%, Amarelo 100%); Amarelo: (amarelo 100%); Verde: Pantone 360 (Ciano 60%, Amarelo 80%); Azul turquesa: Pantone 311 (Ciano 65%, Amarelo 15%); Azul: Pantone 285 (Ciano 90%, Magenta 45%);
- As 6 cores podem ser diferenciadas na área 6 da Figura 2.2: aptidão para cores elevadas.
- **NOTA:** Aplique um filtro preto de 50% em cada cor desde a primeira linha;

- Na área 7 da Figura 2.2 tem-se 11 valores de escala de cinza, preto profundo (fundo do painel de teste) e branco puro;

- Na área 8 da Figura 2.2 tem-se 3 valores de escala de cinza, preto profundo (fundo do painel de teste) e branco puro;

Localização	Atividade	Qualidade de imagem por nível de risco		
		Alto	Médio	Baixo
Corredores	Furto, saúde e segurança	Observar – 6fps	Observar – 6fps	Observar – 2fps
Caixa eletrônico	Furto, assalto, fraude	Identificar – 12,5fps	Identificar – 6fps	Identificar – 6fps
Área do bar	Comportamento antissocial, Furto, assalto	Observar – 12,5fps	Observar – 6fps	Observar – 6fps
Áreas de depósito	Furto, vandalismo	Reconhecer – 6fps	Observar – 6fps	Observar – 6fps
Estacionamento - Acesso de veículos	VRN (<i>Vehicle Registration Number</i> - Número de Matrícula do Veículo)	LPR – 12,5fps	LPR – 12,5fps	LPR – 12,5fps
Estacionamento – Estacionamento	Furto, assalto	Observar + PTZ – 6fps	Detectar + PTZ – 6fps	Observar – 6fps
Estacionamento – Acesso de pedestre	Qualquer	Reconhecer – 6fps	Observar – 6fps	Observar – 2fps
Contagem de dinheiro	Furto, fraude	Identificar – 12,5fps	Identificar – 6fps	Identificar – 6fps
Saguão/Rua	Qualquer	Observar + PTZ – 12,5fps	Observar + PTZ – 6fps	Observar – 2fps
Conexões (escadas rolantes, elevadores, escadas)	Qualquer	Observar – 6fps	Observar – 6fps	Observar – 6fps *
Bicicletários	Furto, vandalismo	Reconhecer – 6fps	Observar – 6fps	Observar – 6fps
Pista de dança	Comportamento antissocial, Furto, assalto.	Observar – 6fps	Observar – 6fps	Observar – 6fps
Porta – Cliente	Qualquer	Identificar – 12,5fps	Identificar – 6fps	Identificar – 6fps
Porta – Segura	Qualquer	Identificar – 12,5fps	Identificar – 6fps	Identificar – 6fps *
Fachada	Qualquer	Observar + PTZ – 12,5fps	Observar – 6fps	Observar – 2fps
Ponto de ajuda	Atividade	Reconhecer – 12,5fps	Observar – 6fps	Observar – 6fps
Itens de alto valor	Furto	Reconhecer – 12,5fps	Reconhecer – 6fps	Observar – 6fps
Elevador interno	Comportamento antissocial	Reconhecer – 6fps	Reconhecer – 6fps	Observar – 6 fps*
Compartimento de carga	Furto, vandalismo, saúde e segurança	Reconhecer – 6fps	Observar – 6fps	Observar – 2fps
Perímetro	Atividade	Detectar – 2fps	Detectar – 2fps	Detectar – 6fps *
Cabine telefônica	Qualquer	Observar – 6fps	Observar – 6fps	Observar – 2fps
Zona estéril	Atividade	Detectar – 2fps	Detectar – 2fps	Detectar – 6fps *
Sala de estoque	Furto	Reconhecer – 12,5fps	Observar – 6fps	Observar – 6fps *
Ponto de táxi/área de entrega	Qualquer	Observar + PTZ – 6fps	Observar + PTZ – 6fps	Observar – 6fps
Caixas registradoras	Roubo, agressão, furto, fraude.	Reconhecer – 12,5fps	Reconhecer – 6fps	Observar – 6fps
Acesso ao banheiro	Qualquer	Reconhecer – 12,5fps	Observar – 6fps	Observar – 2fps

Tabela 2.11 – Sugestão de blocos de construção de VSS (EN 62676-4: 2015, Anexo D páginas 65 e 66)

- Na área 9 da Figura 2.2 tem-se a régua centimétrica para determinação do campo de visão;

- As áreas 10 e 11 da Figura 2.2 são usadas para regulamentação alemã de prevenção de acidentes.

Já o anexo D contém uma Tabela 2.11 de blocos de construção de VSS (*Video Surveillance System* - Sistema de Vigilância por Vídeo), com sugestões de nível de qualidade de imagem de acordo com o local e nível de risco.

3. PROPOSIÇÃO DOS CRITÉRIOS

De acordo com o que foi definido na norma EN 62676-4:2015 os seguintes critérios e recomendações são propostos:

- Definir a finalidade da câmera conforme análise do ambiente, atividade do local e riscos conforme a tabela do Anexo D da norma EN 62676-4:2015;
- A taxa de quadros e a resolução de cada câmera deve ser definida de acordo com a finalidade da câmera, atividade a ser monitorada e grau de risco do local;
- Usar câmeras com tecnologias de correção de cores e contraste BLC, WDR ou DWDR, Correção de Branco e AGC;
- Utilizar câmeras com ângulos de abertura vertical, horizontal e diagonal maiores que o mínimo necessário como margem de segurança para evitar a redução *overscan* no dispositivo de apresentação;
- Para lentes motorizadas e varifocais é necessário que a tarefa da câmera seja cumprida para todas as configurações de distância focal;
- Para a tarefa de identificação a câmera deverá ser instalada na altura da cabeça para captar corretamente a face. De acordo com a Tabela Sidra do IBGE [7] o percentil de 95% da altura das pessoas de 15 anos ou mais em centímetros é de 185cm para homens e 171,6cm para mulheres na faixa de idade 25 a 39 anos (a mais alto) e de 176,7cm para homens e 166,6cm para mulheres na faixa de idade de 60 anos ou mais (a mais baixa). Com base nesses dados recomenda-se instalar a câmera a uma altura de 165cm pois atende a pior faixa sem deixar de atender a faixa mais alta.
- A iluminação do local deve ser considerada e deve-se seguir as seguintes recomendações:
 - 1) Caso haja iluminação insuficiente pode ser necessário o uso de câmeras com sensor óptico de alta sensibilidade;
 - 2) A noite o alcance do infravermelho ou da luz visível deve ser suficiente para alcançar a distância que o objeto a ser monitorado se encontra;

3) Não deve haver iluminação direcionada para a lente das câmeras, toda a fonte de luz deve se encontrar acima da câmera (de preferência a 2m de altura) e de preferência na mesma direção da lente;

4) Os pontos de iluminação devem se encontrar a uma curta distância do alvo a ser monitorado;

- Deve se utilizar caixas de passagem para guardar as conexões e dificultar o acesso de terceiros, além disso pode ser recomendado o uso de proteções de ferro para dificultar o furto ou mudanças no posicionamento das câmeras, desde que não prejudique o campo de visão;

- Também é preciso considerar o uso de *Racks* para armazenar os equipamentos de rede e gravação para restringir o acesso apenas a pessoas autorizadas, em sala própria destinada a esse fim;

- Durante o projeto o projetista deve escolher entre os quatro níveis de desempenho de rede e dos dispositivos de transmissão de vídeo conectados conforme a EN 62676-2-1:2013, e junto a um especialista de redes, montar o projeto da rede para atender os níveis escolhidos para cada parâmetro especificado;

- Caso se opte por câmeras IP, deverá ser usado equipamentos com suporte ao protocolo ONVIF para garantir a interoperabilidade no caso de ser necessário utilizar produtos de vários fabricantes;

- Recomenda-se o uso de equipamentos com suporte ao codec H.265 por ser a tecnologia mais eficiente de compressão de vídeo comercialmente utilizada, o que reduz os custos do projeto no que tange a rede e sistema de armazenamento de imagens;

- Caso o cenário seja complexo, a gravação de imagens pode ser feita somente nos momentos em que as instalações estão ocupadas;

- O tamanho do armazenamento deve ser suficiente para atingir a quantidade de dias de gravação, com no mínimo um dia a mais de proteção caso seja necessário acessar ou exportar uma gravação;

- Antes do comissionamento do sistema, os testes de validação deverão ser feitos utilizando o alvo de testes no formato A3 conforme o anexo C da EN 62676-4:2015;

4. RESULTADOS

Para validar as soluções propostas, foi utilizado o *software IP Video Design Tool 2024*, versão de testes, com o uso de uma planta baixa real como o ambiente a ser monitorado. Na versão de teste podemos ter apenas quatro câmeras.

Os posicionamentos das câmeras nos ambientes, com a representação visual do ângulo de abertura e da densidade de *pixels* para a distância pretendida, com cada cor que representa um nível de densidade de pixels, estão mostrados nas Figuras 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7. A figura 4.7 mostra o ângulo de visão para todo o posicionamento do tipo *Pan* da câmera utilizada.

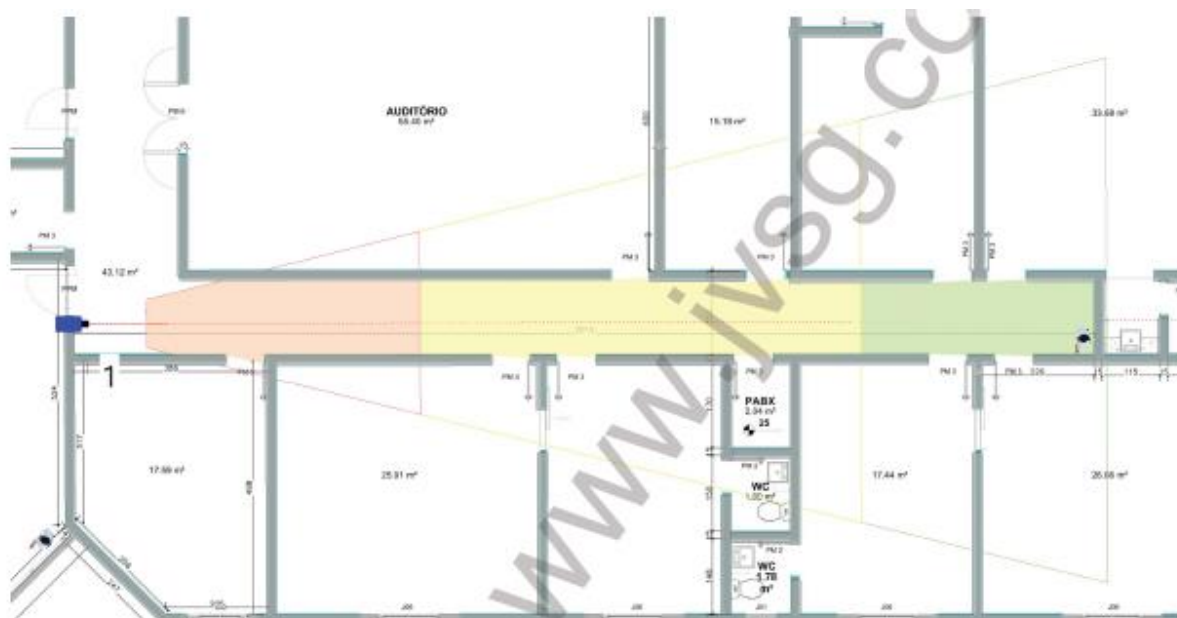


Figura 4.2. Câmera Corredor Principal – Câmera 1

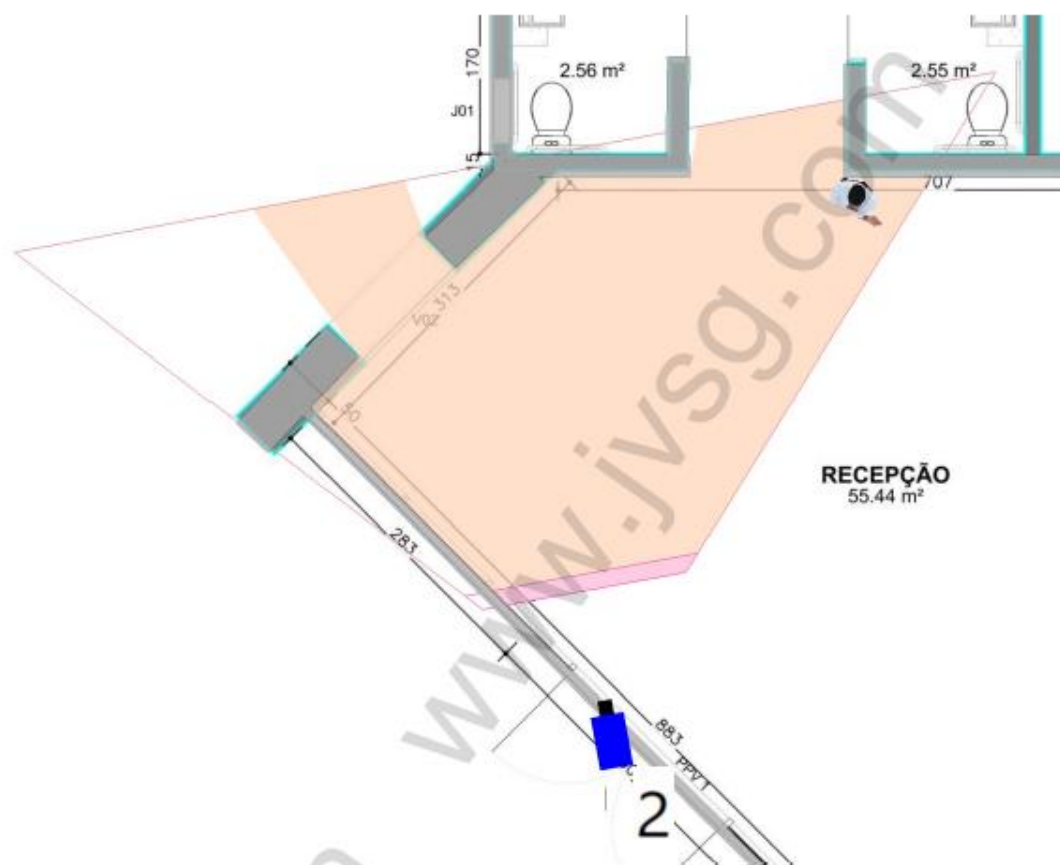


Figura 4.3. Câmera Entrada Recepção – Câmera 2

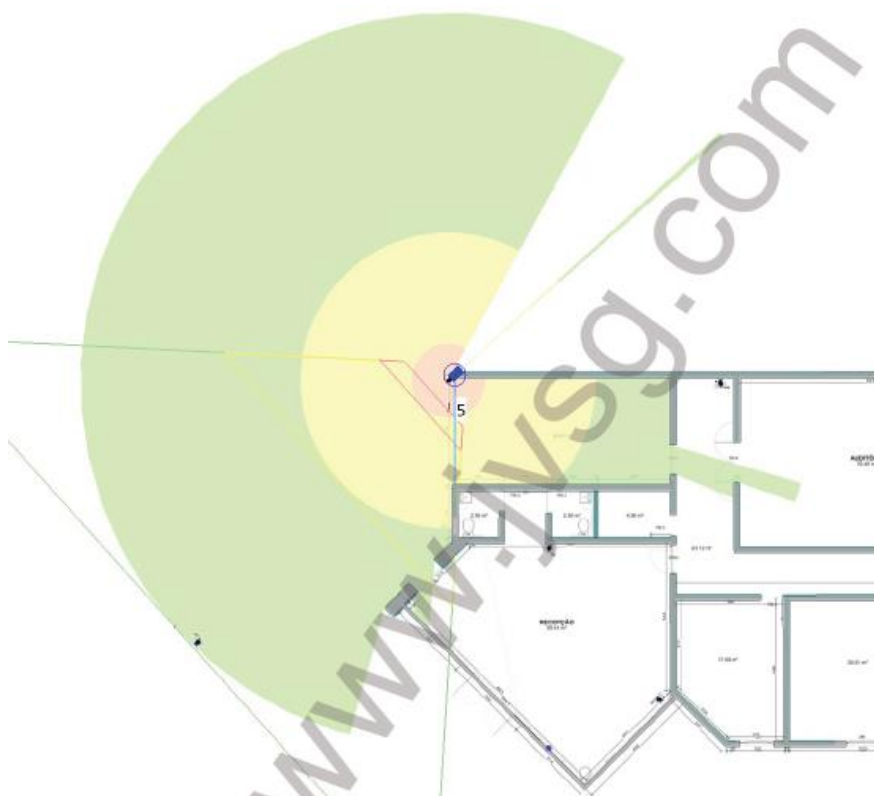


Figura 4.6. Câmera Externa (Calçada) – Câmera 5

Os resultados atingidos para as câmeras nas configurações padrões escolhidos para os ambientes conforme a planta baixa e o projeto estão expostos nas Figuras 4.7, 4.8 e 4.9.

Câmera 1. intelbras VIP 3240 Z G3

The camera with varifocal lens motorized zoom and auto focus



Resolução: 1080x1920
Tamanho Sensor: 1/2,8" ; 9,16
Dist. Focal: 5
Altura de Instalação: 3 metro
Inclinação: 35,6°
Ângulos de Visão °: 34°; 65,6°
Distância: 20,1 metro
Larg. Visão: 10,3 metro
Pixels no Alvo: 98 pixel/m
Zona Morta: 1,18 metro (Largura: 0,94 metro)



Câmera 2. intelbras VIP 9840 D IA FT



Resolução: 3840x2160
Tamanho Sensor: 1/1,8" ; 16,9
Dist. Focal: 4
Altura de Instalação: 1,65 metro
Inclinação: 26,7°
Ângulos de Visão °: 92,0°; 61,2°
Distância: 5,1 metro
Larg. Visão: 9,3 metro
Pixels no Alvo: 346 pixel/m
Zona Morta: 1,06 metro (Largura: 1,92 metro)



Câmera 3. intelbras VIP 3240 D Z G3



Resolução: 1920x1080
Tamanho Sensor: 1/2,8" ; 16,9
Dist. Focal: 4
Altura de Instalação: 3 metro
Inclinação: 32,3°
Ângulos de Visão °: 81°; 51,3°
Distância: 8,8 metro
Larg. Visão: 13,3 metro
Pixels no Alvo: 127 pixel/m
Zona Morta: 1,88 metro (Largura: 3,62 metro)



Figura 4.7. Resultados atingidos para as câmeras 1, 2 e 3.

Câmera 4. intelbras VIP 3240 D Z G3



Resolução: 1080x1920
 Tamanho Sensor: 1/2,8" ; 9:16
 Dist. Focal: 4
 Altura de Instalação: 3 metro
 Inclinação: 48,4°
 Ângulos de Visão °: 52°; 81,9°
 Distância: 7,6 metro
 Larg. Visão: 5,7 metro
 Pixels no Alvo: 152 pixel/m
 Zona Morta: 0,03 metro (Largura: 0,75 metro)



Figura 4.8. Resultados atingidos para a câmera 4.

Câmera 5. intelbras IM7



Resolução: 1920x1080
 Tamanho Sensor: 1/2,9" ; 16:9
 Dist. Focal: 4
 Altura de Instalação: 3 metro
 Inclinação: 40,7°
 Ângulos de Visão °: 105°; 72,5°
 Distância: 12,9 metro
 Larg. Visão: 27,2 metro
 Pixels no Alvo: 63 pixel/m
 Zona Morta: 0,7 metro (Largura: 3,08 metro)

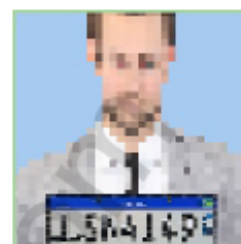


Figura 4.9. Resultados atingidos para a câmera 5.

Ao considerar as recomendações da Tabela 2.11, foi definido como risco alto para os corredores principal e secundários (Câmeras 1 e 4) por serem áreas de grande circulação dos funcionários, risco alto para porta da recepção que pode ser um ponto de entrada para invasores, (Câmera 2 – entrada clientes e acesso a banheiros), risco médio para a recepção (Câmera 3 – ponto de ajuda) e risco alto para a área externa, com está área sujeita a possíveis roubos, furtos e agressões. (Câmera 5 – rua).

Assim, foram definidos como parâmetro de densidade de *pixels*: “observação” para as câmeras 1, 3, 4 e 5 e “identificação” para a câmera 2. Foi considerado que se deve atender isto para todas as distâncias focais possíveis no caso das câmeras 1, 2, 3 e 4, já que estas são de *zoom* motorizado (variável).

Como forma de demonstração foram feitas simulações para a menor distância focal de cada câmera (de 1 a 4), cenário este com a maior área captada pela câmera e consequentemente, com a menor configuração de densidade de *pixels*. Para as outras configurações possíveis não serão necessárias, pois a densidade de *pixel* será maior que o pior caso demonstrado na menor distância focal, conforme as Figuras 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 e 4.16.

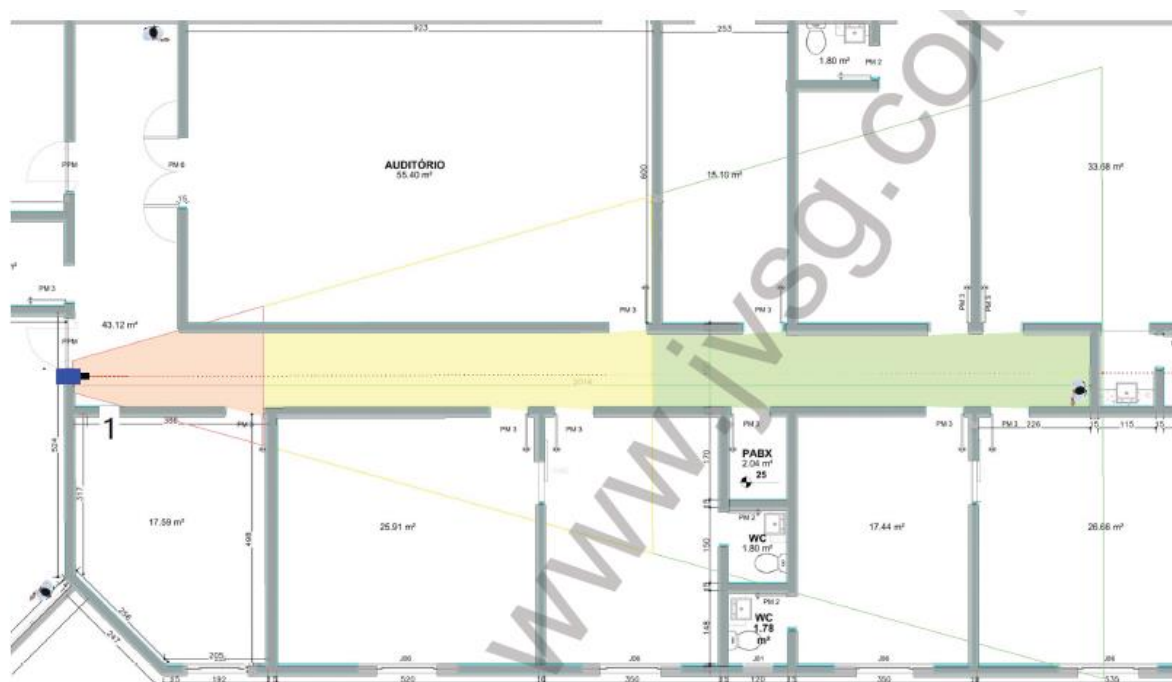


Figura 4.10. Ângulo de abertura para menor distância focal câmera 1

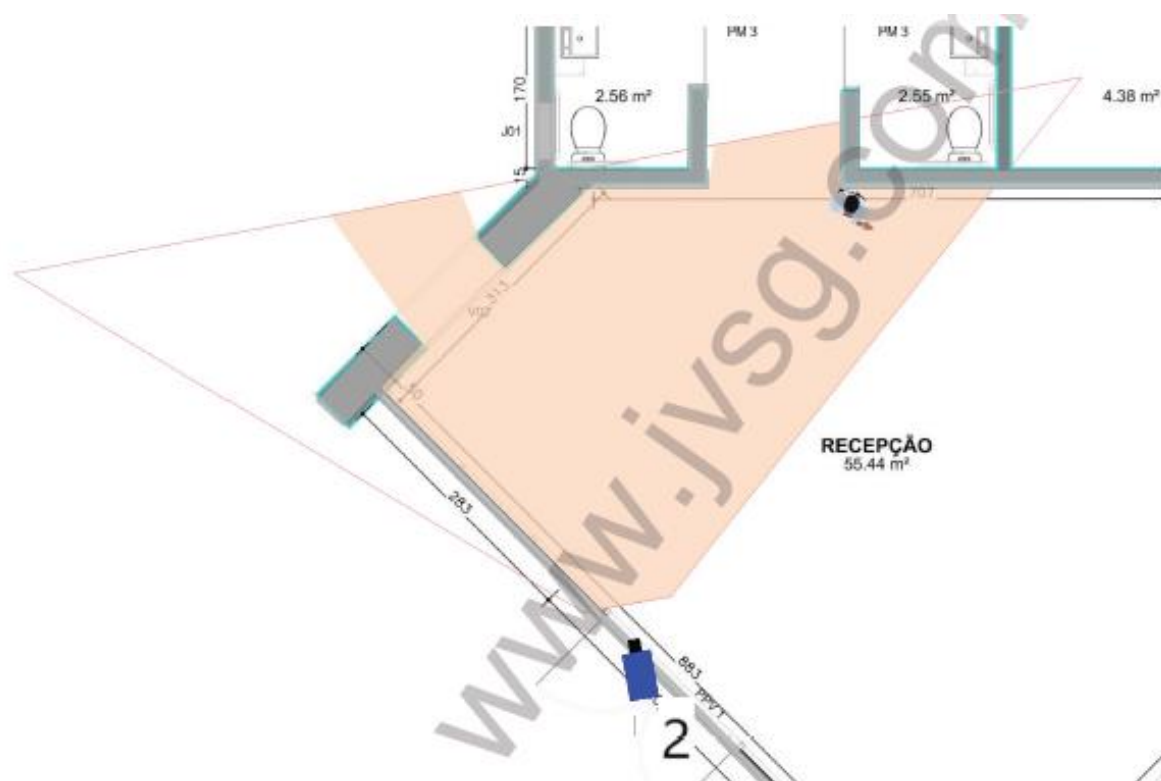


Figura 4.11. Ângulo de abertura para menor distância focal câmera 2.

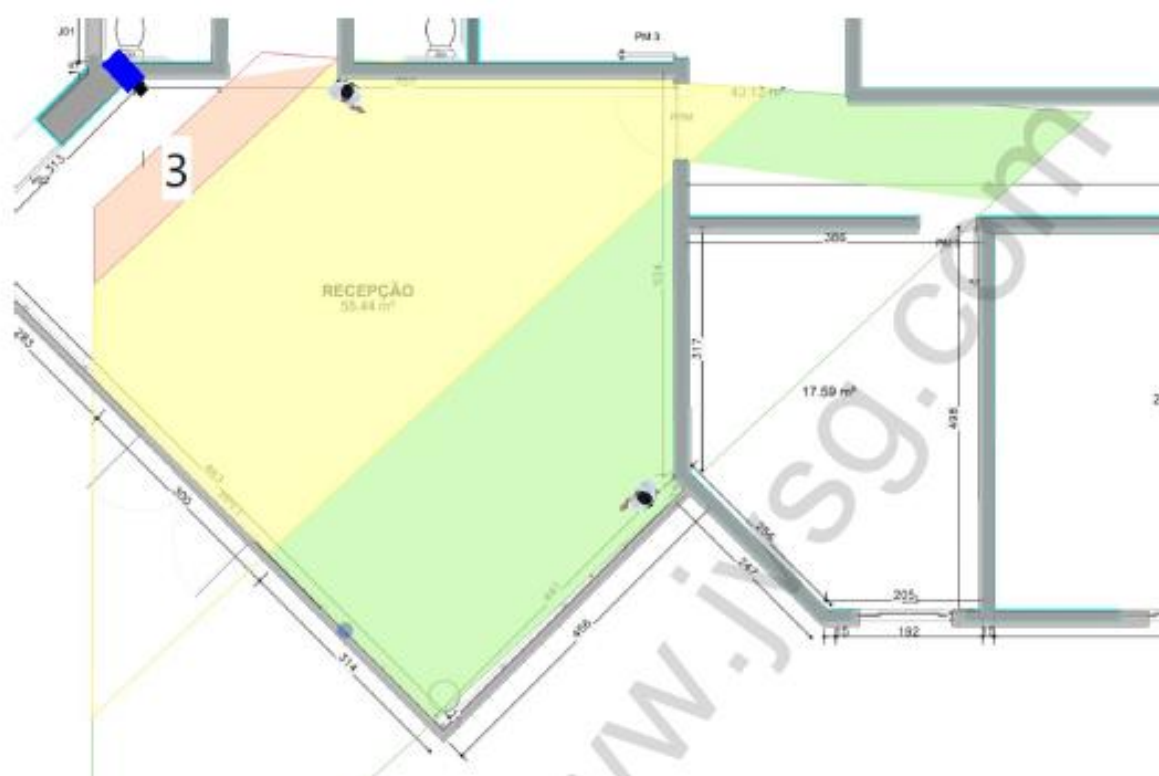


Figura 4.12. Ângulo de abertura para menor distância focal câmera 3.

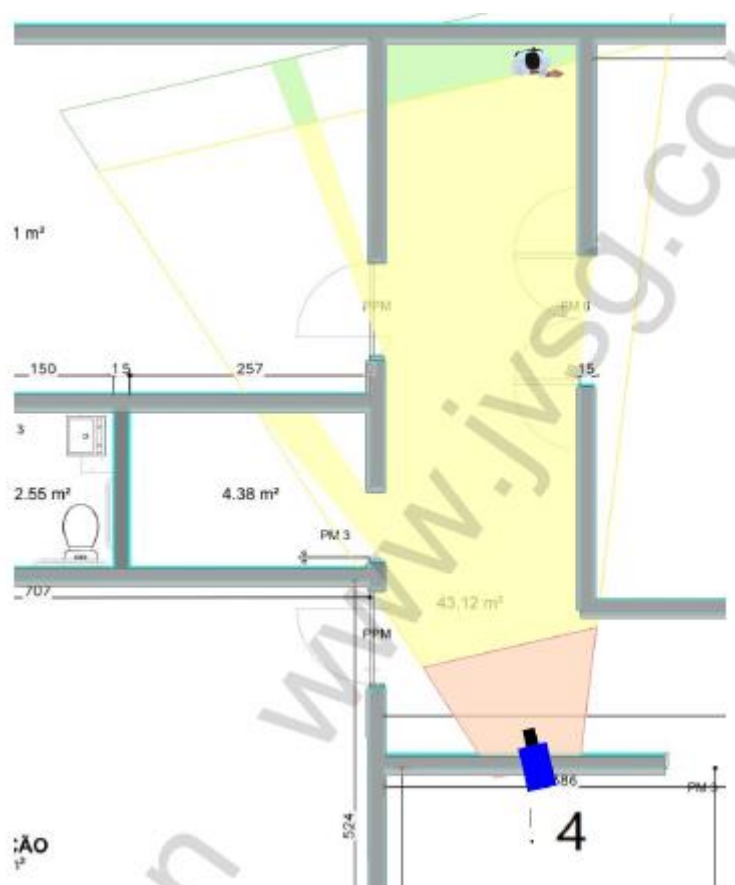
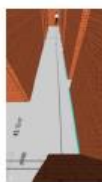


Figura 4.13. Ângulo de abertura para menor distância focal câmera 4.

Câmera 1. intelbras VIP 3240 Z G3

The camera with varifocal lens motorized zoom and auto focus



Resolução: 1080x1920
Tamanho Sensor: 1/2,8" ; 9:16
Dist. Focal: 2,8
Altura de Instalação: 3 metro
Inclinação: 54,3°
Ângulos de Visão °: 51,5°; 102,9°
Distância: 20,1 metro
Larg. Visão: 12,1 metro
Pixels no Alvo: 79 pixel/m
Zona Morta: -0,28 metro (Largura: 0,62 metro)



Câmera 2. intelbras VIP 9840 D IA FT



Resolução: 3840x2160
Tamanho Sensor: 1/1,8" ; 16:9
Dist. Focal: 2,7
Altura de Instalação: 1,65 metro
Inclinação: 36°
Ângulos de Visão °: 112,1°; 79,8°
Distância: 5,1 metro
Larg. Visão: 11,7 metro
Pixels no Alvo: 254 pixel/m
Zona Morta: 0,42 metro (Largura: 0,95 metro)



Câmera 3. intelbras VIP 3240 D Z G3



Resolução: 1920x1080
Tamanho Sensor: 1/2,8" ; 16:9
Dist. Focal: 2,8
Altura de Instalação: 3 metro
Inclinação: 41,9°
Ângulos de Visão °: 102,9°; 70,4°
Distância: 8,6 metro
Larg. Visão: 17,8 metro
Pixels no Alvo: 91 pixel/m
Zona Morta: 0,69 metro (Largura: 2,96 metro)



Figura 4.14. Resultados câmeras 1, 2 e 3 para a menor distância focal.

Câmera 4. intelbras VIP 3240 D Z G3



Resolução: 1080x1920
Tamanho Sensor: 1/2,8" ; 9:16
Dist. Focal: 2,8
Altura de Instalação: 3 metro
Inclinação: 58,9°
Ângulos de Visão °: 70,4°; 102,9°
Distância: 7,6 metro
Larg. Visão: 6,7 metro
Pixels no Alvo: 118 pixel/m
Zona Morta: -0,37 metro (Largura: 0,94 metro)



Figura 4.15. Resultados câmera 4 para a menor distância focal.

Câmera 5. intelbras IM7



Resolução: 1920x1080
Tamanho Sensor: 1/2,9" ; 16:9
Dist. Focal: 4
Altura de Instalação: 3 metro
Inclinação: 40,7°
Ângulos de Visão °: 105°; 72,5°
Distância: 12,9 metro
Larg. Visão: 27,2 metro
Pixels no Alvo: 63 pixel/m
Zona Morta: 0,7 metro (Largura: 3,08 metro)

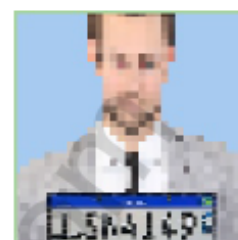


Figura 4.16. Resultados câmera 5 para a menor distância focal.

Conforme os resultados mostrados nas Figuras 4.9, 4.10, 4.11, 4.16, 4.17 e 4.18, as resoluções que atendem as câmeras 1 e 4 é *Full HD* (modelo VIP 3240 Z G3 e VIP 3240 D Z G3), com montagem do tipo corredor, com a câmera rotacionada em 90°; *Full HD* para as câmeras 3 e 4 com montagem normal (modelos VIP 3240 D Z G3 e IM7), sendo a câmera 4 com movimentos de *Pan* e *Tilt* para acompanhar a movimentação da rua; e 4K para a câmera 2, montagem normal (modelo VIP 9840 D IA FT).

Estes modelos com suas respectivas resoluções e ângulos de abertura atendem os requisitos de densidade de *pixels* para cada ambiente, conforme distância máxima do alvo a ser monitorado, mesmo para a menor distância focal. Para o armazenamento das imagens no período de 45 dias, com gravações ininterruptas (24 horas por dia), foi definida um HDD (*Hard Disk Drive* - Drive de Disco Rígido) de 6TB, considerando um dia adicional de gravação caso seja necessário exportar as imagens do dia 1. Para as 5 câmeras, com a codificação configurada para qualidade boa, foi estimado pelo *software* os 46 dias de gravação requeridos, conforme a Figura 4.19.

Largura de Banda de Rede & Espaço em Disco

Resolução	Compressão	Tam. Quadro*, KB	FP S	Dia s	Câmeras	Gravação %	Banda, Mbit/s	Espaço em Disco, GB	Bitrate, kbit/s	Comentário
3840x2160 (8MP 16:9)	H.265-15 (Qualidade Boa)	68	13	46	1	100	7,0	3.478,0	7242	
1920x1080 (2MP 16:9 FullHD)	H.265-20 (Qualidade Boa)	18	6	46	3	100	3,0	1.490,0	885	
1920x1080 (2MP 16:9 FullHD)	H.264-20 (Qualidade Boa)	22	13	46	1	100	2,0	994,0	2343	

TOTAL:

Banda, Mbit/s	Espaço em disco, GB	Tipo de RAID	Tamanho do disco, TB	Número de discos
12	5962	-	6	1

Tabela 4.2. Tabela comparativa de Largura de Banda e Armazenamento estimados para o Sistema.

5. CONCLUSÃO

A falta de aprofundamento e detalhes da norma técnica vigente no Brasil (ABNT IEC 62676-1) têm sido uma fonte de problemas para clientes e forças policiais, que não podem contar com o sistema de CFTV para o monitoramento ao vivo nem para a utilização das imagens gravadas como prova pericial. Isso decorre da falta de planejamento, mal dimensionamento dos equipamentos previstos no projeto e péssimas práticas de instalação.

Como a normativa atual deixa lacunas nos requisitos de projeto e instalação dos sistemas de videomonitoramento, aliadas ao baixo investimento na aquisição dos equipamentos e na contratação de mão de obra, a falta de apoio e orientação profissional especializada para propor a melhor solução de acordo com o caso concreto, a aquisição de equipamentos abaixo dos requisitos mínimos, a má instalação de infraestrutura ou até mesmo a ausência desta, imagens com baixa resolução para capturar o alvo conforme distância pretendida, a utilização de técnicas de compressão de vídeo ineficientes, armazenamento insuficiente para a quantidade de dias de gravação necessários, entre outros fatores impactam no desempenho e eficiência dos sistemas de CFTV.

Assim, este trabalho procurou propor critérios mínimos de dimensionamento para a elaboração de projetos e instalação de sistemas de videomonitoramento, com base na norma europeia EN 62676-4, que teve somente a parte 1 adotada em território nacional. O foco durante o desenvolvimento foi em ambientes internos (*indoor*).

Os critérios propostos nesta dissertação foram: resolução, ângulo de abertura, distância focal e altura de instalação; iluminação; transmissão e armazenamento. Nos critérios de resolução, ângulo de abertura, distância focal e altura de instalação foram definidos a resolução mínima para cada câmera, conforme o requisito mínimo de densidade de *pixels* para a distância que o alvo será filmado; ângulo de abertura necessário para filmar a área que se pretende captar; a distância focal que irá determinar o ângulo de abertura da câmera e a densidade de *pixels* por conseguinte; e a altura mínima de instalação da câmera que permite captar a imagem com detalhes do alvo.

No critério de iluminação foi sugerido os requisitos mínimos, os pontos de atenção a serem observados durante a elaboração e execução do projeto e boas práticas de instalação. No critério de transmissão foram propostos os parâmetros de desempenho mínimo para a rede de CFTV (atraso, *jitter*, perda de pacotes, tempo limite de conexão/reconexão). E no critério de armazenamento foi definido o tamanho mínimo do espaço de armazenamento necessário para

o sistema, inclusive, com a inclusão de um período de segurança adicional caso seja necessário a gravação do dia mais distante.

A partir desta proposta, foi feito uma revisão bibliográfica sucinta da evolução tecnológica dos sistemas de CFTV e o estudo da norma IEC 62676-4, com foco nas seções 6, 8, 9, 10 e anexos C e D, já que estes contêm o conteúdo que embasa os critérios definidos nesta dissertação. Logo após, foi escolhida uma planta baixa como referência para montar um projeto como forma validar os resultados atingidos.

Para a execução do projeto modelo, foi utilizado o *software IP Video System Tool* em sua versão de demonstração, que permite elaborar um projeto com até 5 pontos de câmeras, além de simular a visão da câmera com base na sua resolução, ângulo de abertura, distância focal, posicionamento, altura de instalação e modo de instalação. Também se executou o cálculo da largura de banda individual de cada câmera e o espaço de armazenamento necessário para o sistema.

Os resultados obtidos foram apresentados e discutidos no capítulo anterior, e buscaram atingir um padrão mínimo que possa ser utilizado na elaboração de novos projetos de CFTV ou no *retrofit* de sistemas já existentes, de forma que se possa atingir a qualidade mínima de imagem pretendida para o sistema, bem como a performance, estabilidade e segurança do sistema.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANDRÉ, C. Tecnologias aplicadas à segurança: um guia prático. 1ª Edição. Curitiba: InterSaberes, 2018, p. 122.
- [2] Programa da ABESE aponta que setor de segurança eletrônica faturou R\$11 bilhões em 2022. Revista Segurança Eletrônica, p. 16–18, 25 abr. 2023.
- [3] Disponível em: <<https://www.intelbras.com/pt-br/power-balun-de-8-cana-is-vb-1008-wp#beneficios>>. Acesso em: 26 out. 2023.
- [4] Disponível em: <<https://www.intelbras.com/pt-br/camera-infravermelho-multi-hd-vhd-3240-d-vf-g7>>. Acesso em: 26 out. 2023.
- [5] Disponível em: <<https://www.intelbras.com/pt-br/camera-ip-fisheye-com-resolucao-de-5mp-vip-5500-f-ia>>. Acesso em: 26 out. 2023.
- [6] Video surveillance systems for use in security applications, Part 4: Application guidelines. [s.l.] BRITISH STANDARD, 2015.
- [7] Sistemas de videomonitoramento para uso em aplicações de segurança, Parte 1-1: Requisitos de sistema - Generalidades. [s.l.] ABNT, 2019.
- [8] Sistemas de videomonitoramento para uso em aplicações de segurança, Parte 1-2: Requisitos de sistema – Requisitos de desempenho para transmissão de vídeo. [s.l.] ABNT, 2019.
- [9] Tabela 8171: Percentis da altura das pessoas de 15 anos ou mais de idade, por sexo e grupo de idade. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/8171#resultado>