



Projeto Piloto de IoT para Cidades Inteligentes - Implantação do Videomonitoramento Inteligente

INATEL - INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES
ICC - INATEL COMPETENCE CENTER

Santa Rita do Sapucaí
Junho de 2023

Sumário

Lista de Figuras	ii
Lista de Tabelas	iii
Acrônimos	iv
1 Introdução	1
2 Contexto do Projeto	2
2.1 Informações sobre os municípios do projeto	4
2.2 Parceiros Envolvidos no Sistema de Videomonitoramento	6
3 Contexto do Videomonitoramento	7
3.1 Regulamentos para o Videomonitoramento	7
3.2 Sistema de Videomonitoramento atual	8
3.3 Sistema de Videomonitoramento inteligente	17
3.4 Tecnologias	17
4 Descrição da Solução de IoT testada	19
5 Desafios de implementação	21

Lista de Figuras

2.1	Santa Rita do Sapucaí/MG. Fonte: [17]	4
2.2	Caxambu/MG. Fonte: [19]	5
2.3	Piraí/RJ. Fonte: [21]	5
3.1	Sistema de Videomonitoramento.	8
3.2	Formação da imagem no plano focal.	9
3.3	Comparação entre lentes com distâncias focais diferentes.	10
3.4	Diferentes resoluções de imagem para um mesmo tamanho de sensor.	12
3.5	Relação do tamanho do sensor com a lente da câmera.	13
3.6	Resultado do <i>zoom</i> digital.	14
3.7	Câmera VIP 3430 B G2. Fonte [44]	15
3.8	Câmera VIP 3430 D G2. Fonte [45]	15
3.9	Câmera VIP 5225 SD IR IA. Fonte [46]	16

Lista de Tabelas

2.1	Setores e Aplicações	3
3.1	Especificações técnicas da câmera.	9

Acrônimos

AHD *Analog High Definition*

BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CISI Central Integrada de Segurança e Inteligência

CCD *Charge Coupled Device*

CFTV Circuito Fechado de Televisão

CTB Código de Trânsito Brasileiro

BLC Compensação de Luz de Fundo

CMOS *Complementary Metal Oxide Semiconductor*

CONTRAN Conselho Nacional de Trânsito

AGC Controle Automático de Ganho

dB Decibel

DVR *Digital Video Recorder*

FPS *Frames per Second*

FINATEL Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações

HD *High Definition*

HDCVI *High Definition Composite Video Interface*

HDTV *High Definition Transport Video Interface*

IA Inteligência Artificial

IP Iluminação Pública

IR Infravermelho

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMETRO Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

Inatel Instituto Nacional de Telecomunicações

IoT *Internet of Things*

LED *Light Emitting Diode*

LGPD Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

lx Lux

MP Megapixel

MCTIC Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

ME Ministério da Economia

NVR *Network Video Recorder*

PTZ *Pan-Tilt-Zoom*

SNR *Signal to Noise Ratio*

SD *Standard Definition*

Capítulo 1

Introdução

De acordo com a Constituição Federal do Brasil, a segurança pública é “dever do Estado, direito e responsabilidade de todos” [1]. É um recurso público importante para garantir a proteção da população e patrimônios, assim como a manutenção da ordem pública [1]. Dessa maneira, como o Brasil possui mais de 170 milhões de pessoas vivendo em zonas urbanas [2] e 10 das 50 cidades mais violentas do mundo [3], o aumento da criminalidade tem obrigado as autoridades públicas a adotarem medidas mais avançadas e eficientes para melhorar a segurança nas cidades [4]. Nesse contexto, o videomonitoramento tem sido uma ferramenta cada vez mais utilizada em todo o país, com a adoção, por exemplo, de sistemas de Circuito Fechado de Televisão (CFTV), em que as imagens coletadas através das câmeras de vídeo são transmitidas para uma central de monitoramento e operação para análise das mesmas [5].

O avanço das tecnologias permitiu a combinação de câmeras de vídeo de alta resolução com sensores, algoritmos de Inteligência Artificial (IA) e análises de dados para habilitar funções inteligentes no sistema de videomonitoramento. Essas funções avançadas como reconhecimento facial, reconhecimento de placas de veículos, análise de comportamento, entre outras, possibilitam uma atuação mais eficiente e rápida das autoridades em situações de emergência [6], assim como redução de crimes, aumento da sensação de proteção da população, melhorias no tráfego e otimização da gestão de desastres e recursos públicos [2, 7]. Entretanto, a segurança e a privacidade dos dados da população são extremamente importantes no desenvolvimento desses sistemas, sendo necessários algoritmos aprimorados de proteção contra os ataques cibernéticos.

Diante deste cenário, soluções de *Internet of Things* (IoT) possuem grande potencial de aplicação na segurança pública [2].

Capítulo 2

Contexto do Projeto

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), liderou um estudo denominado “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil” e propôs um plano de ação para o desenvolvimento da Internet das Coisas no Brasil [8, 9]. Esse estudo foi dividido em 4 fases e cada uma dessas em objetivo e principais produtos. O produto 8A da terceira fase, nomeado “Relatório do plano de ação – Iniciativas e Projetos Mobilizadores”, cita que a adoção de IoT traz benefícios socioeconômicos para a sociedade, assim como, auxilia no cumprimento das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), abrangendo 43% desses objetivos [9].

Uma das verticais priorizadas no estudo é o ambiente de Cidades, que possui 4 objetivos estratégicos: mobilidade, segurança pública, eficiência energética e saneamento e inovação [9]. Dentre as ações para o cumprimento dessas metas está o desenvolvimento de um sistema de videomonitoramento inteligente, o qual pode ser integrado e interconectado ao sistema de iluminação pública inteligente, assim como, auxiliar no rastreamento de frotas [2]. Dessa maneira, é criado um sistema integrado entre diferentes áreas, com gestão integrada e aplicações que auxiliam os setores social, econômico e ambiental, como apresentado na Tabela 2.1.

Aplicações reais do sistema de videomonitoramento já podem ser observadas em diversas cidades. O município de Aracruz, em Espírito Santo, implantou um novo sistema de videomonitoramento, integrado à Central Integrada de Segurança e Inteligência (CISI) da Prefeitura, que possui câmeras com função PTZ de 360°, câmeras IP, além de possuir cerco eletrônico com câmeras para leitura de placas e semafórica. As câmeras foram instaladas em pontos estratégicos e em menos de um mês de funcionamento, foi identificado a redução de roubo/furto em um espaço público que antes era vandalizado [10]. O município de Serra, também em Espírito Santo, possui um sistema integrado de videomonitoramento, chamado Olho Vivo, que em um mês auxiliou na recuperação de 16 veículos [11]. O Cerco Inteligente do Governo do Espírito Santo, em pouco mais de três meses de funcionamento, recuperou mais de 101 veículos com restrição, assim como auxiliou em trabalhos investigativos, em um caso de sequestro relâmpago [12].

Tabela 2.1: Setores e Aplicações

Setor	Aplicação
Social	Monitoramento do tráfego; Semáforo inteligente; Estacionamento inteligente; Monitoramento de possíveis eventos críticos; Qualidade de visibilidade das vias; Segurança da população; Melhorar a interatividade com o cidadão.
Ambiental	Monitoramento meteorológico; Monitoramento e alertas para possíveis catástrofes; Monitoramento da poluição; Detecção de gases tóxicos; Crédito de Carbono.
Econômico	Alerta de acidente ou disparo de arma de fogo; Redução do consumo de energia elétrica; Redução dos custos de manutenção.

O município de Poços de Caldas, em Minas Gerais, possui um sistema de videomonitoramento com câmeras na área central da cidade, que também apresentou resultados positivos. Em 2 meses, foram 5 ocorrências solucionadas, como por exemplo, a solução de um assalto. Além disso, foi relatado que a eficácia na resolução de ocorrências e a dinâmica de atuação dos agentes de segurança melhoraram [13]. Em Erechim, Rio Grande do Sul, há um sistema de videomonitoramento e cercamento eletrônico, chamado Projeto Sentinela, o qual auxiliou para a redução dos principais indicadores de criminalidade, em mais de 60%, desde 2017 [14].

Os resultados dessas implementações demonstraram que o sistema de videomonitoramento pode trazer benefícios sociais para as cidades, melhorando a segurança pública, reduzindo as ações criminosas, além de otimizar o tempo de resposta para a resolução de ocorrências. Contudo, é importante ressaltar que as soluções tecnológicas de IoT para Cidades Inteligentes são diversas, visto que, cada cidade possui diferentes desafios particulares. Dessa maneira, é preciso desenvolver, testar e avaliar as diferentes tecnologias disponíveis, em cenários diversificados, para verificar os impactos de cada projeto e conseguir elaborar guias para orientar a aplicação de IoT nas cidades.

Em 2018, o Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), mantido pela Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações (FINATEL), enviou uma proposta de projeto piloto de IoT Cidades ao BNDES Pilotos IoT para apoio financeiro, com recursos não reembolsáveis. O referente projeto foi aceito e tem como objetivo implantar a telegestão na rede de iluminação inteligente e integrá-la com videomonitoramento para segurança pública [15]. As soluções tecnológicas serão testadas e avaliadas em três municípios, Santa Rita do Sapucaí/MG, Caxambu/MG e Pirai/RJ.

2.1 Informações sobre os municípios do projeto

O foco desse Projeto-Piloto é desenvolver soluções tecnológicas de IoT para cidades de pequeno e médio porte, ou seja, com menos de 100 mil habitantes. A implementação e avaliação da solução serão realizadas em 3 municípios brasileiros. As informações de cada local são apresentadas a seguir:

- **Santa Rita do Sapucaí/MG:**

- População estimada: 44.226 pessoas (2021) [16]
- Área Territorial: 352,969 km^2 (2021) [16]
- Densidade demográfica: 106,96 hab/km^2 (2010) [16]
- Mapa:

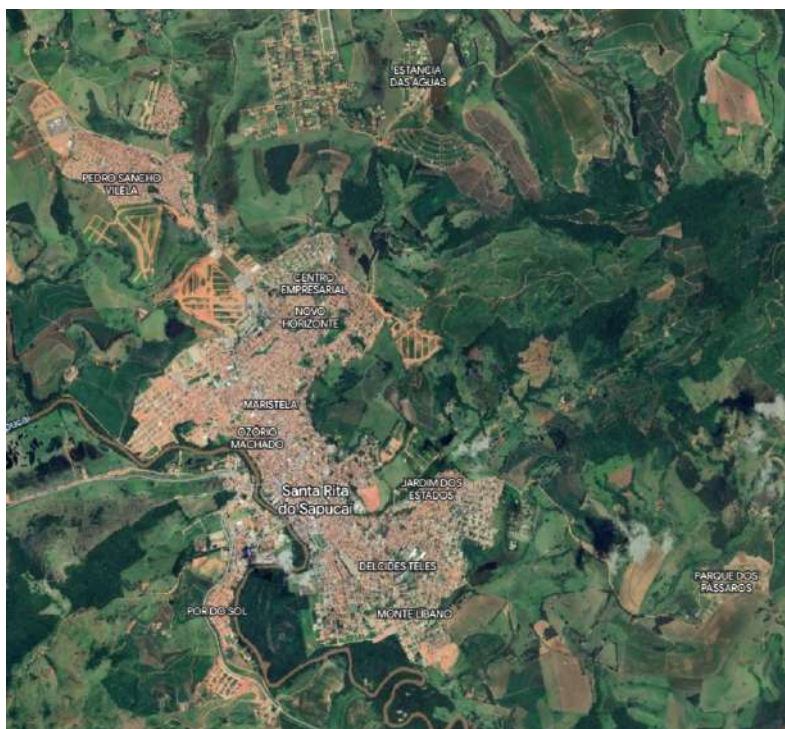


Figura 2.1: Santa Rita do Sapucaí/MG. Fonte: [17]

- **Caxambu/MG:**

- População estimada: 21.566 pessoas (2021) [19] [18]
- Área Territorial: 100,483 km^2 (2021) [18]
- Densidade demográfica: : 216,01 hab/km^2 (2010) [18]
- Mapa:



Figura 2.2: Caxambu/MG. Fonte: [19]

• **Piraí/RJ:**

- População estimada: 29.802 pessoas (2021) [19] [20]
- Área Territorial: 490,255 km² (2021) [20]
- Densidade demográfica: : 52,07 hab/km² (2010) [20]
- Mapa:

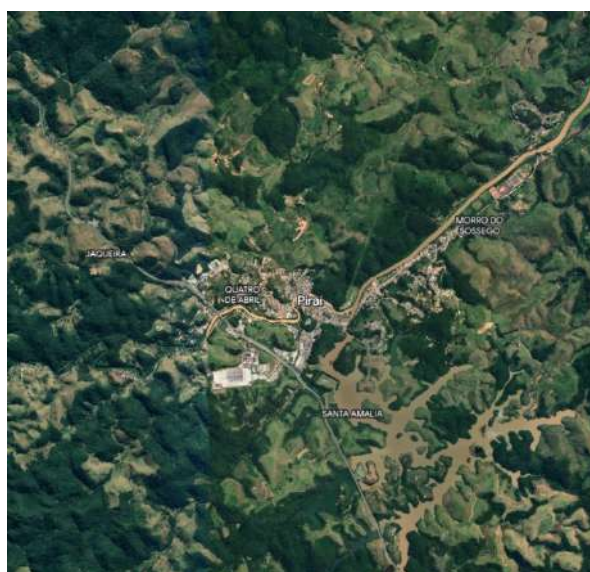


Figura 2.3: Piraí/RJ. Fonte: [21]

2.2 Parceiros Envolvidos no Sistema de Videomonitoramento

Para que o projeto de videomonitoramento seja implementado de forma eficiente, é fundamental a participação de diferentes parceiros que possam contribuir com recursos financeiros, tecnológicos e de gestão. Entre os parceiros desse projeto estão o BNDES, as prefeituras e municípios, as empresas XPTi Tecnologias em Segurança e Intelbras, e o Inatel. Cada um desses parceiros traz competências e habilidades específicas que são fundamentais para o sucesso do projeto de videomonitoramento inteligente.

Capítulo 3

Contexto do Videomonitoramento

A segunda etapa do Projeto-Piloto de IoT Cidades é a implementação do sistema de videomonitoramento inteligente, a qual será o objeto de estudo desse relatório. Na seção 3.1 são apresentadas as normas, resoluções e portarias importantes para o desenvolvimento de projetos com sistema de videomonitoramento. Nas seções 3.2 e 3.3 são apresentados os Sistemas de Videomonitoramento atual e o inteligente, respectivamente. Por fim, na seção 3.5 são descritas e comparadas as tecnologias disponíveis para a implementação do videomonitoramento.

3.1 Regulamentos para o Videomonitoramento

Há requisitos importantes para serem cumpridos a fim de desenvolver uma solução de videomonitoramento que atenda ao que é estabelecido nas normas, resoluções e portarias. A seguir são citados os documentos principais para garantir a correta implantação e funcionalidade do sistema e seus dispositivos.

- **Lei Nº 13.709, de 14 de agosto de 2018:** Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) [22];
- **Resolução Nº 909 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), de 28 de março de 2022:** “Consolida normas de fiscalização de trânsito por intermédio de videomonitoramento, nos termos do § 2º do art. 280 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB)” [23];
- **Norma ABNT NBR IEC 62262:** classificação dos códigos IK referentes aos graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externo [24];
- **Norma ABNT NBR IEC 60529:** classificação dos códigos IP referentes aos graus de proteção providos por invólucros [25].

3.2 Sistema de Videomonitoramento atual

A utilização de câmeras de vídeo para a aplicação em segurança iniciou-se há muitas décadas. No começo, as imagens capturadas eram de baixa resolução, além de, não serem armazenadas para análises posteriores. Com o avanço da tecnologia e dos materiais dos equipamentos, o sistema de videomonitoramento, chamado de CFTV, também tem avançado, tendo câmeras com resoluções maiores, equipamentos para armazenamento das imagens, assim como funções inteligentes, como, por exemplo, reconhecimento facial, leitura de placas, detecção de movimentos, entre outras [26].

A base do sistema de videomonitoramento é formada pela câmera de segurança, o gravador, os cabos e um monitor ou dispositivo móvel, como ilustrado da Figura 3.1. A câmera de vídeo gera a sequência de imagens capturada através dos níveis de iluminação detectados pela lente e pelo sensor [27]. O gravador é responsável pelo armazenamento da imagem e informações captadas pela câmera [28], as quais serão apresentadas, através de um *software*, no dispositivo de saída. Ressalta-se que, o vídeo é uma sequência de imagens, portanto, as características aplicadas à imagem também são válidas para o vídeo.

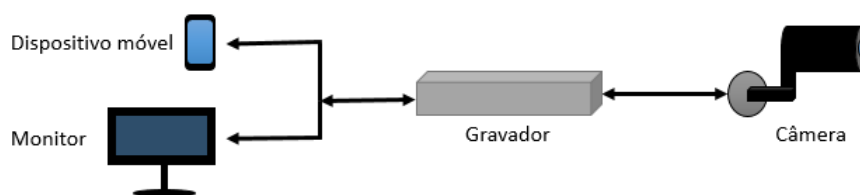


Figura 3.1: Sistema de Videomonitoramento.

Há diferentes modelos e tecnologias desses equipamentos que se adequam a cada tipo de projeto e necessidade. Sendo assim, é preciso conhecer os detalhes técnicos para escolher os mais adequados para alcançar os resultados desejados [29], especialmente quando é requerido um sistema inteligente. A seguir, serão descritas as características dos equipamentos para compreender a relação entre essas, e apenas para fins de exemplificação, serão utilizados produtos da empresa parceira Intelbras.

Inicialmente, é necessário analisar o conjunto das especificações técnicas da câmera, tais como, informações sobre a lente, sensor, resolução, sensibilidade, velocidade do obturador, presença de infravermelho, entre outras. A correta combinação destes elementos é importante para o sucesso do projeto, uma vez que influenciam no campo de visão e foco da câmera, assim como, na qualidade da imagem [27]. Isto é, as características de uma câmera para capturar imagens de um balcão de um comércio serão diferentes da câmera que irá capturar imagens de um espaço amplo, como a frente de uma casa. Um exemplo de como essas informações são apresentadas ao usuário é apresentado na Tabela 3.1, a qual mostra parte das especificações das câmeras dos produtos VIP 3230 B SL G3 e VIP 3230 D SL G3 da Intelbras [30].

Tabela 3.1: Especificações técnicas da câmera.

Especificação	Valor
Sensor de Imagem	1/2.8" 2 MP <i>Progressive</i> CMOS
Obturador eletrônico	Automático/Manual (1/3s ~ 1/100000s)
Relação Sinal-Ruído	> 56 dB
Sensibilidade	0.005Lux@F1.6
Tipo de lente	Fixa
Distância focal	2.8 mm
Abertura máxima	F1.6
Ângulo de visão	Horizontal: 107° - Vertical: 56° (Os valores podem variar +/- 5% devido ao ajuste focal da lente)
Distância máxima do infravermelho	30 metros

As **lentes** são responsáveis pelo foco e pelo controle de luz que atinge o sensor. Uma das características mais importante desse elemento é a **distância focal**, que é definida pela distância, em milímetros, entre o centro óptico da lente e o ponto de convergência da luz (foco). O valor dessa distância irá determinar o campo de visão (ou ângulo de visão) da câmera, abertura máxima da lente, assim como o detalhamento da imagem capturada [27]. Além disso, a lente pode ser de dois tipos: *i*) ajustável (ou **varifocal**), com ajuste manual ou motorizado da distância focal e valores de 2,8 a 12mm [27] ou *ii*) **fixa**, sendo as distâncias mais comuns de “1,9 mm, 2,8 mm, 3,6 mm, 6 mm, 12 mm, 16 mm e 25 mm” [27]. A Figura 3.2 ilustra a chegada dos raios de luz na lente e a convergência dos mesmos no plano focal, neste caso, o sensor da câmera, onde será formada a imagem.

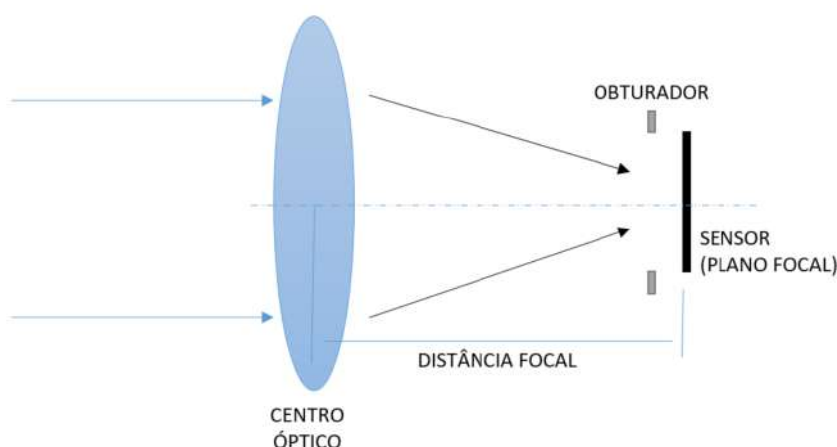


Figura 3.2: Formação da imagem no plano focal.

A relação da distância focal com o campo de visão e detalhamento da imagem é, quanto menor a distância focal, maior o campo de visão e menor o detalhamento da

imagem. Por exemplo, uma lente de 2,8 mm, comparada a uma lente de 12mm [27], possui um ângulo de visão maior e detalhamento menor, mantendo todos os outros elementos da câmera iguais. Na Figura 3.3, é ilustrado um exemplo comparativo entre duas lentes com distâncias focais diferentes, com todos os outros elementos da câmera iguais, sendo a imagem da esquerda com uma distância focal menor que a da direita. Observa-se que, na imagem da direita o campo de visão é menor, mas é possível ver mais detalhes na imagem, como a placa do veículo.

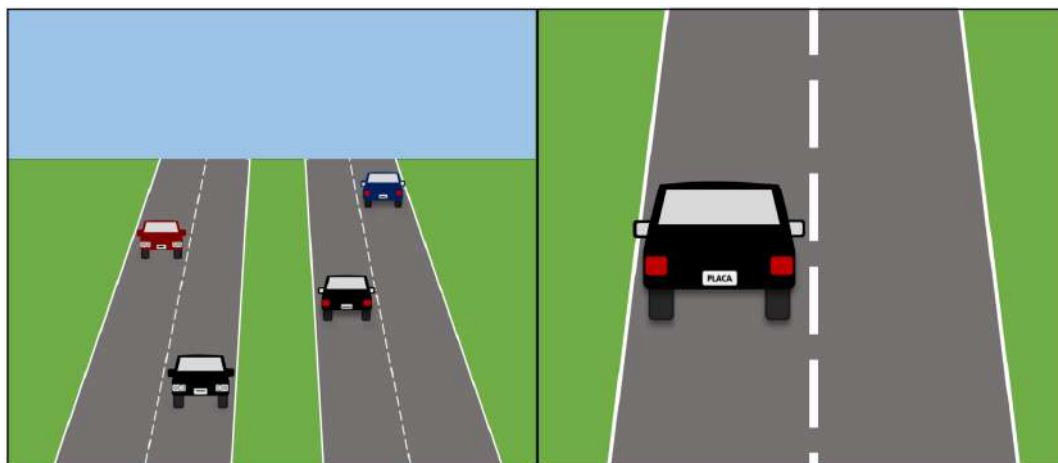


Figura 3.3: Comparação entre lentes com distâncias focais diferentes.

Outro dispositivo essencial para a câmera é o **sensor**, o qual é formado por elementos sensíveis a luz, chamados de pixels. O pixel é responsável por receber os fótons que compõem os raios luminosos convergidos da lente e transformá-los em sinais elétricos, de maneira que esses sinais sejam amplificados e processados para gerar a imagem digital [27, 31]. Dessa maneira, é importante que a quantidade de luz que chega ao sensor seja adequada para o tamanho do mesmo e para o tempo de exposição do pixel à luz. O controle da luz é realizado pelas lentes, as quais “possuem uma íris com abertura máxima em relação à distância focal, o que permite o controle da luz” [32] que chega ao sensor, sendo que, quanto maior a abertura, maior a quantidade de luz que o atinge. A abertura máxima da lente é fornecida através de um número F , como por exemplo, $F1.2$. Quanto menor esse número, maior é a abertura e mais luz passará pela lente [33].

Já o tempo de exposição é determinado por um outro dispositivo, chamado de **obturador**. Esse elemento localiza-se um pouco à frente do sensor, pode ser do tipo mecânico ou eletrônico e é responsável por permitir ou não a passagem do fluxo luminoso até o mesmo. Portanto, é através da **velocidade do obturador**, expressa em frações de segundos, que será analisado o tempo de exposição, ou seja, quanto mais alta a velocidade, menor é o tempo de exposição e menos luz chega ao sensor. Por exemplo, uma velocidade de $1/20$ segundos é considerada baixa, com tempo de exposição mais alto do que uma velocidade de $1/2000$ segundos, que é considerada alta [34]. Altas velocidades são utilizadas para capturar movimentos rápidos, sem desfoque, de uma cena

e baixas velocidades são mais sensíveis a quaisquer movimentos, uma vez que o tempo de exposição é maior [34]. Após o tempo de exposição a luz, a carga capturada pelo pixel é medida e obtém-se o valor do **sinal** da imagem [35]. A **relação sinal-ruído** (do inglês, *Signal to Noise Ratio* (SNR)) influenciará no desempenho da câmera, principalmente, em cenas com baixa luminosidade. Essa taxa é expressa em Decibel (dB) e para maiores valores, mais forte é o sinal, proporcionando melhor desempenho e nitidez na imagem [35].

Dessa maneira, além da abertura da câmera e o tempo de exposição, o tamanho do pixel e a **sensibilidade** do sensor também influenciarão na qualidade da imagem. Os sensores possuem diferentes tamanhos, medidos pela diagonal do dispositivo, em polegadas, como por exemplo, 1/2, 1/3 ou 1/4 polegadas [27]. A quantidade de pixels na horizontal e na vertical expressam a **resolução** total da imagem, a qual também pode ser indicada como quantos pixels há no total na imagem ou qual a quantidade de pixels da altura da imagem [36]. A resolução é dividida em dois tipos: **i**) Definição Padrão (do inglês, *Standart Definition* (SD)), com baixa resolução e, **ii**) Alta Definição (do inglês, *High Definition* (HD)), com valores iguais ou acima de 720 pixels na vertical [37]. Por exemplo, uma resolução de 1920 x 1080 pixels ou 1080p, indica que a imagem irá ser representada com 1920 pixels na horizontal e 1080 na vertical, totalizando 2.073.600 pixels, ou seja, 2 MP. O caractere *p* que acompanha o 1080 indica o tipo de **varredura** que será utilizada para carregar o pixel da imagem em uma tela, podendo ser progressiva (p) ou entrelaçada (i) [37].

A relação da resolução com a qualidade da imagem dependerá também do tamanho do sensor, porque para um mesmo tamanho, resoluções maiores possuem pixels menores, como apresentado na Figura 3.4. O pixel menor capta menos fóton e consequentemente, gera um valor de sinal menor. Dessa maneira, em ambientes com pouca luminosidade, a SNR pode ser mais baixa, assim como, longo tempo de exposição a luz em ambientes com boa luminosidade, poderá saturar o pixel, gerando uma imagem de baixa qualidade e difícil manipulação da imagem [35]. Portanto, nem sempre a maior resolução obterá a melhor qualidade de imagem e para ambientes escuros, a câmera deverá ser mais sensível a luz. Essa sensibilidade à luz indica o menor nível de luminosidade necessário para a câmera gerar uma imagem aceitável e é expressa em Lux (lx). Quanto menor o valor da sensibilidade, mais sensível é a câmera [32]. É preciso ressaltar que o desempenho da câmera é resultado da combinação de todos os elementos com as condições do ambiente a ser observado.

Além desses parâmetros, a qualidade da imagem também é influenciada por outras funções da câmera, as quais variam a disponibilidade de acordo com o modelo do equipamento, como por exemplo, tecnologia de infravermelho, ajustes de brilho, contraste, nitidez, Controle Automático de Ganho (AGC), Compensação de Luz de Fundo (BLC), entre outras. Todas essas características auxiliam na melhora da qualidade da imagem e a mais presente nas câmeras é a tecnologia de **Infravermelho (IR)**, a qual auxilia na geração de imagens noturnas, em condições adversas de luminosidade, visto que,

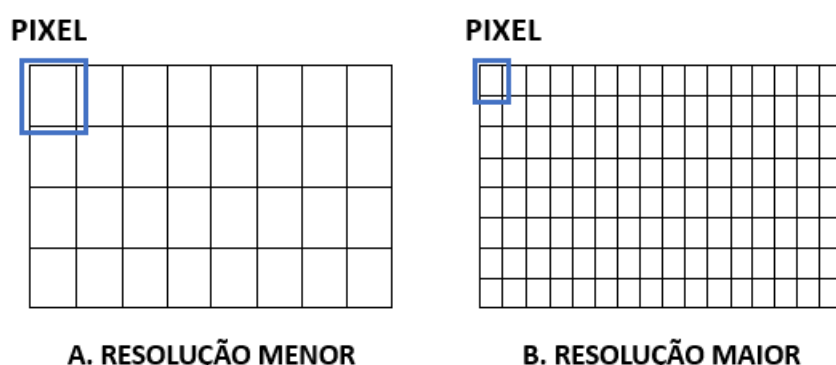


Figura 3.4: Diferentes resoluções de imagem para um mesmo tamanho de sensor.

nessas circunstâncias, a potência do ruído da imagem é alto e resulta em uma imagem de baixa qualidade. Dessa maneira, a presença de IR permite a captação de imagens noturnas com mais nitidez e pouco ruído [32], através da emissão de luz fora do espectro visível na faixa do infravermelho que não pode ser percebido pelo olho humano. Geralmente, essas imagens são em preto e branco, mas em boas condições de luminosidade, podem ser coloridas, além de haver outras tecnologias que captam imagens noturnas coloridas [32]. Ressalta-se que, o IR possui um limite máximo de distância, em metros, que consegue captar imagens.

Em relação aos tipos de sensores, os dois mais conhecidos são: *i*) Semicondutor de Óxido Metálico Complementar (do inglês, *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS)) e *ii*) Dispositivo de Carga Acoplada (do inglês, *Charge Coupled Device* (CCD)). O sensor CMOS possui custo de fabricação menor, assim como, menor consumo de energia [38] comparado ao CCD. Contudo, possui maior chance de qualidade de imagem inferior, devido a maiores chances de ruído e/ou distorções na imagem. [38, 27].

O desempenho da câmera é resultado da combinação de todos os elementos com as condições do ambiente a ser observado. Dessa maneira, é importante que o projeto seja estruturado e considere a relação entre todas as características dos equipamentos, por exemplo, o tamanho do sensor irá influenciar na definição do campo de visão da câmera [27], sendo que, quanto maior o tamanho do sensor, maior tenderá a ser o campo de visão da imagem [39]. Contudo, dependerá também da lente e resolução escolhidas, porque há uma relação entre os tamanhos do sensor e a lente, como ilustrado na Figura 3.5, assim como, entre o tamanho do sensor e a resolução de imagem (apresentado anteriormente nesta seção).

A Figura 3.5 ilustra três relações entre a lente e o sensor, mantendo todos os outros requisitos da câmera iguais. O caso A é quando o tamanho do sensor projetado atinge os limites inferiores da lente, gerando uma imagem sem distorção. O caso B é quando o tamanho do sensor projetado é menor que a lente, gerando uma imagem com campo de visão menor que a do caso A. Essa imagem gera a impressão de aproximação da cena. Já o caso C é quando o tamanho do sensor projetado é maior que a lente, gerando pontos

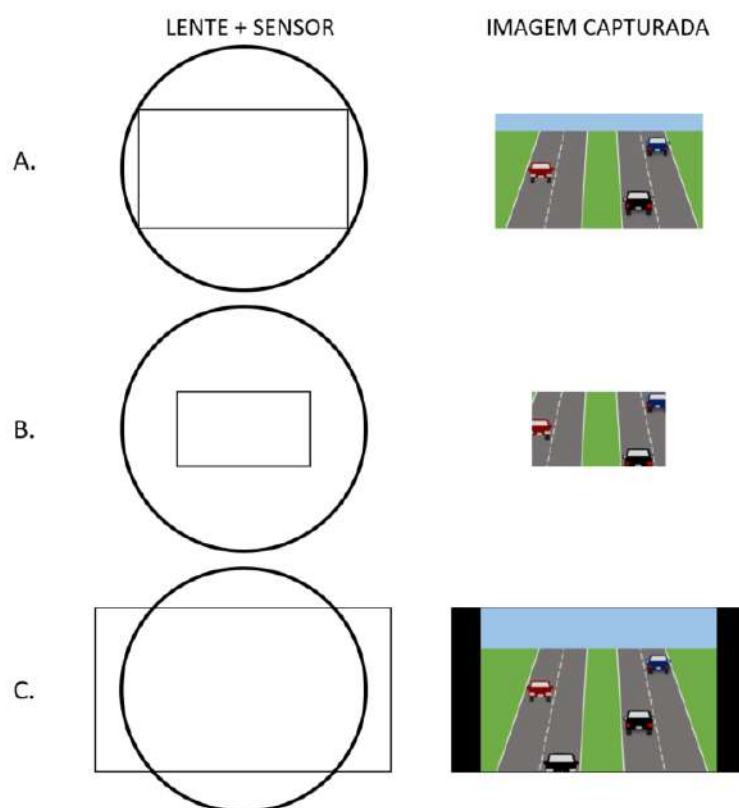


Figura 3.5: Relação do tamanho do sensor com a lente da câmera.

pretos e possíveis áreas distorcidas na imagem capturada. Outra função importante da câmera é a capacidade de ampliar uma imagem, em que há dois tipos de ampliação, a óptica e a digital. O **zoom óptico** da câmera, também conhecido como *zoom* de qualidade é definido baseado no parâmetro de distância focal da lente. Essa ampliação da imagem só é possível com a utilização de lentes varifocais, por permitirem alterar o valor da distância focal [40]. A título de exemplo, na especificação técnica da câmera apresentada na Tabela 3.1, não há informação do *zoom* óptico, por ter um tipo de lente fixa. O valor máximo do *zoom* óptico é definido pela equação 3.1 [40]:

$$\text{Zoom óptico} = \frac{\text{distância focal máxima (mm)}}{\text{distância focal mínima (mm)}} \quad (3.1)$$

Por exemplo, a câmera VIP 7450 Z A FT [41] possui lente do tipo motorizada varifocal com distância focal variando de 2,7 mm a 13,5 mm. Aplicando a equação 3.1, o *zoom* óptico resultante é de até 5 vezes. Já a câmera VHD 5220 SD [42] possui distância focal variando de 5,3 mm a 106 mm e, portanto, um *zoom* óptico de até 20 vezes. Contudo, quando a ampliação da imagem é um recurso importante para o projeto, é importante não levar só em consideração o valor do *zoom*. É preciso lembrar do valor da distância focal e sua relação com o ângulo de visão e detalhamento da imagem [40].

O **zoom digital** permite ampliar a imagem, mas sem alterar a distância focal. Essa ampliação é feita através de técnicas de computação gráfica e multimídia, tendendo a

baixar a qualidade da imagem resultante, porque é como se o algoritmo “esticasse” a imagem original [40] ao invés de ajustar o conjunto de lentes da câmera. Dessa maneira, a resolução também influenciará na qualidade da imagem após ser ampliada, uma vez que, imagens com maiores resoluções sofrem menos o efeito de serrilhamento (maior percepção dos pixels da imagem), que causa a baixa qualidade devido a redução da nitidez da imagem. Ressalta-se que, as câmeras podem ter ou não *zoom* óptico e/ou digital. A Figura 3.6 apresenta um exemplo de ampliação de uma pequena área da imagem original, exemplificando a diminuição da qualidade e nitidez da imagem.



Figura 3.6: Resultado do *zoom* digital.

Quando se trata de vídeo, também há uma especificação técnica referente à resolução, visto que o vídeo é uma sequência de imagens. Por exemplo, se a **resolução de vídeo** é 1280x720 pixels, quer dizer que cada imagem possui essa resolução. Acrescenta-se que, cada imagem que forma o vídeo também é conhecida como um quadro (ou do inglês, *frame*). Dessa maneira, para gerar um vídeo, um valor determinado de imagens sequenciais é capturado e reproduzido, conforme o valor da **taxa de gravação** ou taxa de *frames*. Essa taxa é apresentada como, por exemplo, 30 quadros por segundo (do inglês, *Frames per Second* (FPS)) e também é um detalhe técnico a ser analisado. Quanto maior o valor do FPS, o vídeo será mais fluido e terá mais detalhes nos movimentos [43]. Além disso, o vídeo pode possuir **áudio**, o qual é sincronizado com a sequência de imagens. Contudo, o microfone embutido pode reconhecer somente a pressão sonora, além de não estar presente em todos os modelos de câmera de vídeo.

Ressalta-se que, quanto maior a resolução, maior será o espaço para **armazenamento** das imagens e que para a imagem ser apresentada com a qualidade capturada é preciso que todos os equipamentos do sistema, gravador e dispositivo de saída, sejam compatíveis com o valor da resolução. Há câmeras que permitem a utilização de cartões de memória para expandir o espaço de armazenamento das imagens. Nesse contexto, há uma característica importante relacionada ao vídeo que é a **compressão de vídeo**, a qual é uma técnica que reduz o tamanho deste, otimizando sua trans-

missão no sistema. Há diferentes técnicas para comprimir o vídeo e algumas podem perder informações nesse processo. Dessa maneira, é preciso utilizar a mais adequada para o tipo de aplicação do projeto.

Além das especificações técnicas, também há as características mecânicas da câmera, como o formato do invólucro, o qual também influencia na escolha do equipamento para um projeto. Os principais **modelos** de câmeras são:

- **Bullet:** esse modelo de câmera é mais utilizado em ambientes externos, “se adapta à maioria das aplicações de CFTV” [29] e possuem fácil instalação. Também são utilizadas em espaços onde o objetivo é mostrar a presença da câmera e aumentar a sensação de segurança;



Figura 3.7: Câmera VIP 3430 B G2. Fonte [44]

- **Dome:** são câmeras pequenas, discretas e muito utilizadas em ambientes internos, tanto residenciais quanto comerciais. Geralmente, possuem maior ângulo de visão que a *bullet*, mas não alcançam 360° como a speed dome. A instalação também é fácil, possuem versatilidade nas aplicações e alguns modelos possuem *zoom* óptico. [29];



Figura 3.8: Câmera VIP 3430 D G2. Fonte [45]

- **Speed Dome:** são câmeras que possuem visão 360°, zoom óptico e podem ser controladas remotamente por um sistema de videomonitoramento ou por um profissional de vigilância. Também são utilizadas em espaços externos como a *bullet*, mas mais em ambientes maiores como as vias públicas e áreas de muito fluxo, para monitorar situações de risco. É considerada uma câmera de apoio aos sistemas de segurança para auxiliar na área de cobertura da vigilância, junto as outras câmeras. Contudo, sua instalação é mais delicada, porque seus cabos são aterrados, necessitando de profissionais qualificados para tal tarefa. Além disso, o custo de investimento é mais alto que os outros modelos [29].



Figura 3.9: Câmera VIP 5225 SD IR IA. Fonte [46]

Os modelos que possuem *zoom* óptico e conseguem rotacionar a câmera na vertical e na horizontal podem possuir a **função *Pan-Tilt-Zoom* (PTZ)**, a qual permite aumentar a área de monitoramento e a vigilância de detalhes do ambiente. O controle da câmera é feito de forma remota pelo operador do sistema e podem ser configurados previamente valores PTZ que são executados automaticamente e ficam repetindo esse padrão durante um determinado tempo. Essas câmeras precisam de atenção na instalação para que consigam realizar essa função, assim como, podem precisar de mais manutenção devido a sua mobilidade.

O invólucro do equipamento também pode conter graus (níveis) de proteção para garantir maior segurança e qualidade para o projeto. Há três tipos principais de **proteção** da câmera, IP66, IP67 e IK10. Os Índices de Proteção (IP) são padronizados pela norma ABNT NBR IEC 60529, a qual define métodos de ensaios para verificar o nível de proteção do invólucro do produto contra agentes externos. O IP66 indica que o equipamento é protegido contra penetração de poeira, jatos potentes de água e acesso as partes perigosas por pessoas. O IP67 indica que o equipamento é protegido contra penetração de poeira, efeitos de imersão temporária em água, acesso as partes perigosas por pessoas [25]. Já a proteção de Resistência ao Impacto (IK) é padronizada pela norma ABNT NBR IEC 62262, que especifica os níveis de energia de impacto. O IK10 indica que o equipamento deve suportar um impacto de 20 Joules. Essa proteção contra impactos pode ser exemplificada por ações de vandalismo. Dessa maneira, é considerada uma proteção contra vandalismo [24]. Ressalta-se que os produtos podem possuir mais de uma proteção, por exemplo, IP66 e IK10.

Após a captura das imagens pela câmera de vídeo, essas são enviadas para o **gravador** digital, o qual armazena as imagens, assim como, recebe informações e eventos do sistema, realiza ações configuradas pelo operador e transmite o vídeo no dispositivo de saída [28]. É um equipamento essencial para o videomonitoramento, visto que, permite o monitoramento remoto em uma Central de Operação ou em um dispositivo móvel. Cada modelo de gravador permite um determinado número de câmeras conectadas a ele e é dividido em duas tecnologias, as quais serão descritas na seção 3.4. Dessa maneira, é importante que as especificações técnicas desse equipamento sejam compatíveis com a câmera de vídeo e o objetivo do projeto.

No sistema de videomonitoramento tradicional, as imagens enviadas à Central de Operação precisam ser observadas e analisadas pelo operador para detectar qualquer evento no ambiente e assim, tomar as ações necessárias, como por exemplo, acionar alertas para os agentes de segurança [47].

3.3 Sistema de Videomonitoramento inteligente

O sistema de videomonitoramento inteligente possui a mesma composição do sistema tradicional, aproveitando assim, a infraestrutura existente. A diferença está nas funções inteligentes e IA embarcada nos equipamentos, principalmente nas câmeras de vídeo. As imagens capturadas são analisadas pelo sistema treinado com uma base de dados, reconhecendo padrões e realizando análises preditivas, podendo assim, emitir alertas e indicar ao operador sobre um possível evento, para o mesmo realizar a tomada de decisão [29]. Dessa maneira, essa inteligência auxilia o profissional responsável pelo monitoramento, otimizando a vigilância e a rapidez na resolução da ocorrência, além de ser capaz de realizar análises preditivas. Ressalta-se que, nesse sistema, a qualidade da imagem é importante para que possa ser detectado detalhes da cena, objetos e pessoas e assim, melhorar o resultado das funções inteligente, como por exemplo, reconhecimento facial, redução de alarme falso, cerca e linha virtual, detector de movimento, abandono e retirada de objetos, leitura automática de placas de veículos, contagem de pessoas, mapa de calor, entre outras [29]. Lembrando que, os equipamentos do sistema precisam ser compatíveis entre si para alcançar o melhor desempenho dos mesmos.

As aplicações de um sistema de videomonitoramento inteligente são diversas, além do monitoramento de situações do dia a dia, podem auxiliar em investigações, monitoramento do meio ambiente e eventos críticos, na busca por pessoas e veículos desaparecidos, entre outras. Um exemplo é a leitura de placas de veículos, a qual auxilia as autoridades de segurança no monitoramento e possíveis infrações de trânsito, como ultrapassagem do limite de velocidade em uma via. Entretanto, a fiscalização do trânsito, por meio do sistema de videomonitoramento, precisa estar de acordo com a Resolução Nº 909 do CONTRAN [23]. Dessa maneira, a segurança do sistema, da informação e os direitos individuais dos cidadãos são importantes na implementação desses sistemas, visando a proteção dos dados, de acordo com as normas legais vigentes.

3.4 Tecnologias

Há três tecnologias para câmeras de videomonitoramento: **Analógica**, **IP** e **Wi-Fi**. Cada uma dessas possui vantagens que devem ser levadas em consideração no momento da escolha do projeto para obter o resultado desejado. As câmeras analógicas foram as primeiras existentes no mercado, com baixa qualidade de imagem e poucas funcionalidades, sendo pouco utilizadas atualmente. A estrutura desse sistema utiliza cabos coaxial e gravador do tipo DVR para transmitir os vídeos, também sendo

possível utilizar a combinação cabo UTP e Balun [48]. Entretanto, com o avanço tecnológico, foram desenvolvidas novas tecnologias, que aproveitam a estrutura dos cabos do sistema analógico, mas com imagens em alta resolução, são estas: Alta Definição Analógica (do inglês, *Analog High Definition* (AHD)), Interface Composta de Vídeo de Alta Definição (do inglês, *High Definition Composite Video Interface* (HDCVI)) e Interface de Transporte de Vídeo em Alta Definição (do inglês, *High Definition Transport Video Interface* (HDTVI)) [49].

As três tecnologias possuem resolução 720p (HD) ou 1080p (*Full HD*), mas já pode ser encontrado no mercado resoluções maiores que 1080p. É importante ficar atento à resolução da tecnologia AHD, porque essa pode ser dividida em outras três nomenclaturas para diferenciar a resolução utilizada: AHD-L, para a resolução inferior ao HD; AHD-M, para a resolução HD ou AHD-H, para a resolução Full HD. Embora sendo tecnologias para o sistema analógico, não possuem compatibilidade entre si, sendo necessário verificar as especificações técnicas dos outros equipamentos do sistema.

A tecnologia IP, diferente da anterior, utiliza a conexão de rede, rádios ou fibra óptica, para transmitir os dados do sistema. Dessa maneira, permite boa qualidade de imagem, “acesso remoto e flexibilidade na instalação” [48]. Devido a utilização da rede, a câmera de vídeo não precisa estar conectada por um cabo até o gravador, permitindo que os equipamentos do sistema estejam em ambientes diferentes. Outra vantagem importante desse sistema é o processamento descentralizado, ou seja, a análise dos vídeos, utilizando as funções inteligentes que acontece na câmera e assim, o gravador não sobrecarrega. Além disso, também é “imune a ruídos e interferências” [48]. Antes da criação do sistema analógico com alta resolução, esse era o modelo de câmera que permitia os maiores valores de resolução. A tecnologia *Wi-Fi* é um modelo de câmera IP que não utiliza cabos para conexão com o sistema, também possui alta definição na resolução e é prática para ambientes, internos ou externos, não muito amplos. Além disso, permite acesso remoto, em tempo real, e gravações em cartão de memória ou nuvem [48].

Ressalta-se que, a qualidade da imagem final irá depender das outras funcionalidades da câmera, por exemplo, as funções avançadas para melhorar a imagem em situação de pouca luminosidade. O investimento em cada tipo de tecnologia também irá depender dos dispositivos e funcionalidades das câmeras. Além das tecnologias da câmera, é preciso conhecer a tecnologia do gravador, devido a compatibilidade dos equipamentos. Os gravadores digitais podem ser de dois tipos: Gravador de vídeo digital (do inglês, *Digital Video Recorder* (DVR)) e Gravador de vídeo em rede (do inglês, *Network Video Recorder* (NVR)). O DVR converte sinais analógicos em formato digital e são conectados por meio de cabos a câmera de vídeo. O NVR é o modelo de gravador para câmeras IP, portanto, permite a gravação em alta resolução e não precisa estar conectado por meio de cabo a câmera. Comparado ao DVR, possui maior capacidade de armazenamento e tráfego de dados, podendo ser um *backup* do DVR e de outros NVRs [28, 50].

Capítulo 4

Descrição da Solução de IoT testada

Nesta seção é descrita a solução tecnológica de IoT proposta pelo Inatel para a implementação do sistema de videomonitoramento inteligente. Esse sistema será implementado nos três municípios apresentados na seção 2.1.

A etapa inicial do processo de implementação do videomonitoramento é a instalação das câmeras de vídeo nos pontos estratégicos, pré-determinados, em cada cidade. Buscando utilizar soluções já existentes no mercado para a viabilidade econômica da solução, a empresa parceira XPTi Tecnologias em Segurança se tornou a responsável pelo fornecimento de equipamentos e as licenças dos *softwares* de gerenciamento do sistema.

Na cidade de Santa Rita do Sapucaí/MG serão instaladas 10 câmeras *Speed Dome* de alta resolução e sensibilidade modelo Intelbras VIP 5232 SD IA com licença de conexão de reconhecimento facial e 2 câmeras fixas para leitura automática de placa para até 60km/h modelo Intelbras VIP 7260 LPR IA FT V2 com *software* embarcado e licença de integração com o Sistema de Gerenciamento de Vídeo e o Sistema Hélios da Polícia Militar. O gravador digital será o do tipo NVR modelo Intelbras iNVD 9116 PE FTU.

Na cidade de Pirai/RJ serão instaladas 05 câmeras *Speed Dome* de alta resolução e sensibilidade modelo Intelbras VIP 5232 SD IA com licença de conexão de reconhecimento facial e 05 câmeras fixas para leitura automática de placa para até 120km/h modelo Intelbras VIP 94120 LPR IA FT V3 com *software* embarcado e licença de integração com o Sistema de Gerenciamento de Vídeo e o Sistema Hélios da Polícia Militar. O gravador digital será o do tipo NVR Intelbras modelo iNVD 9116 PE FTU.

Na cidade de Caxambu/MG serão instaladas 07 câmeras *Speed Dome* de alta resolução e sensibilidade modelo Intelbras VIP 5232 SD IA com licença de conexão de reconhecimento facial e 03 câmeras fixas para leitura automática de placa para até 120km/h modelo Intelbras VIP 94120 LPR IA FT V3 com *software* embarcado e licença de integração com o Sistema de Gerenciamento de Vídeo e o Sistema Hélios da Polícia Militar. O gravador digital será o do tipo NVR modelo Intelbras iNVD 9116 PE FTU.

Ressalta-se que, nos três municípios, a função inteligente de reconhecimento facial

é realizada a partir de base de fotos, com aplicação de lista negra e a função de leitura de placa de veículos, com API com base nacional de veículos e com verificação em lista negra.

Capítulo 5

Desafios de implementação

A implementação do sistema de videomonitoramento inteligente é uma tarefa que requer planejamento para atingir os resultados esperados. É preciso considerar os desafios técnicos, operacionais, regulatórios e de expectativas da população, tais como:

- **Privacidade e segurança dos dados:** os dados coletados pelo sistema de videomonitoramento inteligente devem ser tratados, armazenados e analisados de acordo com as normas de segurança de dados e direitos dos cidadãos. Dessa maneira, é preciso tomar medidas de segurança para proteger os dados coletados e o sistema de potenciais ameaças e invasões;
- **Custo:** a implementação de uma infraestrutura pode ter custo elevado, dependendo dos equipamentos escolhidos e do tipo de estrutura de conexão que será utilizado entre estes, por exemplo, fibra óptica;
- **Operação, manutenção e suporte:** a operação de um sistema inteligente requer capacitação especializada dos profissionais para que funcione corretamente e seja possível a manutenção e suporte contínuos para evitar problemas de segurança.

Referências Bibliográficas

- [1] (1988) CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. [Online]. Available: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- [2] (2017) Produto 7A: Aprofundamento de Verticais - Cidades. [Online]. Available: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/776017fa-7c4a-43db-908f-c054639f1b88/relatorio-aprofundamento+das+verticais-cidades-produto-7A.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m3rPg5Q>
- [3] Exame. (2023) As 10 cidades mais violentas do Brasil. [Online]. Available: <https://exame.com/brasil/as-10-cidades-mais-violentas-do-brasil/>
- [4] Prefeitura Municipal de Centenário. (2021) PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE VIDEOMONITORAMENTO EM VIAS PÚBLICAS. [Online]. Available: <https://www.centenario.rs.gov.br/editais/09-10-21-131257-projetovideomonitoramento-centeniors.pdf>
- [5] Intelbras. (2023) CFTV: saiba tudo sobre esse sistema. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/cftv-saiba-tudo-sobre-esse-sistema/>
- [6] L. Arruda. (2021) Os impactos do monitoramento inteligente no Brasil. [Online]. Available: <https://dgt.com.br/os-impactos-do-monitoramento-inteligente-no-brasil/>
- [7] CelPlan. (2023) O uso de sistemas de videomonitoramento nas Smart Cities. [Online]. Available: <https://celplan.com.br/o-uso-de-sistemas-de-videomonitoramento-nas-smart-cities/#:~:text=O%20videomonitoramento%20tamb%C3%A9m%20pode%20ser,melhorar%20a%20seguran%C3%A7a%20nas%20ruas.>
- [8] (2018) Produto 9a: Relatório Final do Estudo. [Online]. Available: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/d22e7598-55f5-4ed5-b9e5-543d1e5c6dec/produto-9A-relatorio-final-estudo-de-iot.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m5WVild>
- [9] (2017) Produto 8: Relatório do Plano de Ação. [Online]. Available: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/269bc780-8cdb-4b9b-a297-53955103d4c5/>

relatorio-final-plano-de-acao-produto-8-alterado.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m0jDUok

- [10] SECOM. (2022) Videomonitoramento apresenta resultados positivos para a segurança de Aracruz. [Online]. Available: <https://www.aracruz.es.gov.br/noticias/11590-videomonitoramento-apresenta-resultados-positivos-para-a-seguranca-de-aracruz>
- [11] M. Perozini. (2023) OLHO VIVO: CERCO ELETRÔNICO RECUPERA 16 VEÍCULOS SÓ EM JANEIRO. [Online]. Available: <http://www.serra.es.gov.br/noticias/olho-vivo-cerco-eletronico-recupera-16-veiculos-so-em-janeiro>
- [12] Governo do Estado do Espírito Santo. (2022) Cerco Inteligente do Estado já auxiliou na recuperação de mais de 100 veículos roubados. [Online]. Available: <https://www.es.gov.br/Noticia/cerco-inteligente-do-estado-ja-auxiliou-na-recuperacao-de-mais-de-100-veiculos-roubados>
- [13] Prefeitura de Poços de Caldas. (2019) SEGURANÇA PÚBLICA DE POÇOS TEM TIDO ÓTIMOS RESULTADOS COM O VIDEOMONITORAMENTO. [Online]. Available: <http://www.serra.es.gov.br/noticias/olho-vivo-cerco-eletronico-recupera-16-veiculos-so-em-janeiro>
- [14] Prefeitura de Erechim. (2022) Câmeras de videomonitoramento ajudam a combater a criminalidade. [Online]. Available: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/noticia/17177/24-10-2022/cameras-de-videomonitoramento-ajudam-a-combater-a-criminalidade>
- [15] BNDES. BNDES Pilotos IoT - Internet das Coisas. [Online]. Available: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/onde-atuamos/inovacao/internet-das-coisas/bndes-projetos-piloto-internet-das-coisas/bndes-pilotos-iot-internet-das-coisas>
- [16] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/santa-rita-do-sapucaia.html>
- [17] Google. (2022) *Google Earth*. [Online]. Available: <https://earth.google.com/web/@-22.2481203,-45.69771196,891.26221225a,12999.80446118d,35y,0h,0t,0r>
- [18] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/caxambu.html>
- [19] Google. (2021) *Google Earth*. [Online]. Available: https://earth.google.com/web/search/Caxambu,+MG/@-21.98459963,-44.93253246,930.91344124a,12991.18165254d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCTA3_ABtNTbAEU85juCYSTbAGQzJqvTm00bAIUXBiEu23kbA

-
- [20] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/pirai.html>
- [21] Google. Google Earth. [Online]. Available: https://earth.google.com/web/search/Pira%C3%ad,+RJ/@-22.62736872,-43.90356159,368.07216204a,17946.77045051d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCVd5Sp7x8TXAEY69TAcpBjbAGcmUnln1cUbAIVWcPK_FfEbA
- [22] (2018) LEI N^o 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018. [Online]. Available: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm
- [23] (2022) RESOLUÇÃO CONTRAN N^o 909, DE 28 DE MARÇO DE 2022. [Online]. Available: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucao-contran-no-909-de-28-de-marco-de-2022#:~:text=Consolida%20normas%20de%20fiscaliza%C3%A7%C3%A3o%20de,VII%20e%20XI%20do%20art>
- [24] INTERELECTRONIX. BS EN IEC 62262 - RESISTÊNCIA AO IMPACTO IK. [Online]. Available: <https://www.interelectronix.com/br/abnt-nbr-iec-62262-ik-grau-de-resistencia-ao-impacto.html>
- [25] ——. NORMA DE PROTEÇÃO ABNT NBR IEC 60529 - PROTEÇÃO CONTRA O INGRESSO DE POEIRA E DE ÁGUA. [Online]. Available: <https://www.interelectronix.com/br/graus-de-protecao-iec-60529-ip.html>
- [26] Intelbras. (2023) CFTV: saiba tudo sobre esse sistema. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/cftv-saiba-tudo-sobre-esse-sistema/>
- [27] Intelbras. (2018) Lentes e sensores de câmera de segurança: conheça as diferenças e modelos. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/lente-e-sensor-de-camera/>
- [28] ——. (2022) Gravador digital: o que é e qual a diferença entre dvr e nvr. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/gravador-digital/>
- [29] ——. (2023) Principais tipos de câmeras de segurança. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/camera-de-seguranca-ideal/>
- [30] ——. *Datasheet* VIP 3230 SL G3 - V1. [Online]. Available: <https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2023-02/Datasheet%20VIP%203230%20SL%20G3%20-%20V1.pdf>
- [31] Axis Communications. Tamanho do sensor e qualidade da imagem em câmeras 4K. [Online]. Available: <https://www.axis.com/dam/public/52/37/ee/tamanho-do-sensor-e-qualidade-da-imagem-em-c%C3%A2meras-4k-pt-BR-338966.pdf>

-
- [32] Intelbras. (2021) Tecnologia *full color*: como ter mais visibilidade noturna no videomonitoramento. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/tecnologia-full-color-como-ter-mais-visibilidade-noturna-no-videomonitoramento/>
- [33] SONY. Abertura (número f) e modo a. [Online]. Available: <https://support.d-imaging.sony.co.jp/support/ilc/learn/pt-br/knowledge/06.html#:~:text=Geralmente%2C%20quanto%20menor%20o%20n%C3%BAmero,%22abertura%20m%C3%A1xima%22%20da%20lente>
- [34] F. Ventura. (2023) O que é velocidade do obturador? Descubra o ajuste ideal para sua câmera. [Online]. Available: <https://www.terra.com.br/byte/o-que-e-velocidade-do-obturador-descubra-o-ajuste-ideal-para-sua-camera,59fa3b45224966e9ba56bf7f13a6b88e7688ap74.html>
- [35] Axis Communications. No melhor da iluminação Os desafios da iluminação mínima. [Online]. Available: <https://www.axis.com/dam/public/f6/7d/73/no-melhor-da-ilumina%C3%A7%C3%A3o:-os-desafios-da-ilumina%C3%A7%C3%A3o-m%C3%ADnima-pt-BR-190844.pdf>
- [36] Intelbras. (2018) Veja as diferenças de resolução de imagem em cftv. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/resolucao-de-imagem-em-cftv/>
- [37] Adobe. Um guia sobre resolução de vídeo para iniciantes. [Online]. Available: <https://www.adobe.com/pt/creativecloud/video/discover/video-resolution.html>
- [38] F. Ventura and P. Higa. (2023) O que é o sensor de imagem cmos usado em câmeras? [Online]. Available: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-sensor-cmos/>
- [39] dicomp. (2018) Aprenda escolher a lente adequada para seu circuito cftv. [Online]. Available: <https://www.dicomp.com.br/noticia/18/aprenda-escolher-a-lente-adequada-para-seu-circuito-cftv>
- [40] CameraNeon. (2013) Distância focal da lente, zoom ótico e digital na fotografia. [Online]. Available: <http://cameraneon.com/tecnicas/distancia-focal/>
- [41] Intelbras. (2023) Datasheet vip 7450 z a ft. [Online]. Available: <https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2022-12/datasheet-vip-7450-z-a-ft-pt.pdf>
- [42] ——. (2023) Novo datasheet vhd 5220 sd. [Online]. Available: <https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2022-05/Novo%20Datasheet%20-%20VHD%205220%20SD.pdf>
- [43] R. Gogoni. (2023) O que é fps? [Online]. Available: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-fps/#:~:text=O%20FPS%20%C3%A9%20a%20sigla,uma%20cena%20de%20um%20jogo>

-
- [44] Intelbras. (2023) Câmera bullet com resolução 4 mp. [Online]. Available: <https://www.intelbras.com/pt-br/camera-bullet-com-resolucao-4-mp-vip-3430-b-g2>
- [45] ——. (2023) Câmera dome com resolução 4 mp. [Online]. Available: <https://www.intelbras.com/pt-br/camera-dome-com-resolucao-4-mp-vip-3430-d-g2>
- [46] ——. (2023) Câmera ip speed dome com inteligência artificial e ir. [Online]. Available: <https://www.intelbras.com/pt-br/camera-ip-speed-dome-com-inteligencia-artificial-e-ir-vip-5225-sd-ir-ia>
- [47] ——. (2022) Câmera inteligente: 9 formas de potencializar o videomonitoramento. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/camera-inteligente-9-formas-de-potencializar-o-videomonitoramento/>
- [48] ——. (2020) Câmeras de segurança: conheça as tecnologias e saiba como escolher. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/cameras-de-seguranca-conheca-as-tecnologias-e-saiba-como-escolher/>
- [49] O. Security. (2016) Quais as diferenças entre as tecnologias Analógico, HDCVI, HDTVI, AHD, FULL HD e IP? [Online]. Available: <https://www.mercadodoalarme.com.br/quais-as-diferencas-entre-as-tecnologias-analogico-hdcvi-hdtvi-ahd-full-hd-e-ip/>
- [50] Intelbras. (2016) Gravadores NVR: um aliado à gravação e armazenamento das imagens da sua câmera de segurança. [Online]. Available: <https://blog.intelbras.com.br/gravadores-nvr-um-aliado-a-gravacao-e-armazenamento-das-imagens-da-sua-camera-de-seguranca>