

PILOTO IOT CIDADES INTELIGENTES

CONTRATO BNDES Nº19.2.0765-1

PILOTOS IoT CIDADES INTELIGENTES –  
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG, Caxambu-MG  
e Piraí-RJ

## Controle de Informação de Documentos

<b>Nome do documento</b>	Relatório de Análise de Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira
<b>Nome do Projeto</b>	Piloto IoT Cidades Inteligentes
<b>Cliente</b>	INATEL / BNDES
<b>Elaboração do documento</b>	Manoel Celso Gomes
<b>Versão do documento</b>	1

## Histórico de edições

<b>Versão</b>	<b>Data</b>	<b>Adição/Alteração</b>	<b>Desenvolvido/Revisado por</b>
1	30/12/2024	Relatório de Avaliação de POC	Andrey Capecchi Camargo

## Histórico de Revisão/Aprovação de documento

<b>Data</b>	<b>Nome</b>	<b>Organização/Título</b>	<b>Comentários</b>
<dd-mm-aaaa>	<Nome>	<Organização/Título>	<Comentários>

<b>1. Relatório de Avaliação de Pilotos IoT – Cidades Inteligentes.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Introdução.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Visão Geral da Solução – Etapa 1 (Criação de um site para o projeto).....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Objetivo do Piloto – Etapa 1.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Considerações iniciais – Etapa 1.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Descrição da Solução Testada – Etapa 1.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4 Avaliação de requisitos relacionados à segurança e privacidade – Etapa 1.....</b>	<b>10</b>
<b>3.5 Avaliação técnica da solução – Etapa 1.....</b>	<b>10</b>
<b>4. Visão Geral Piloto – Etapa 2 (Implantação de rede de iluminação inteligente).....</b>	<b>11</b>
<b>4.1 Objetivo do Piloto – Etapa 2.....</b>	<b>11</b>
<b>4.2 Considerações iniciais – Etapa 2.....</b>	<b>11</b>
<b>4.2.1 Regulamentos para a Iluminação Pública.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.2 Sistema de Iluminação Pública atual.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.3 Sistema de Iluminação Pública Inteligente.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.4 Comparação do consumo de energia elétrica entre sistemas de Iluminação Pública.....</b>	<b>18</b>
<b>4.3 Abordagem tecnológica para a implantação das funcionalidades – Etapa 2.....</b>	<b>22</b>
<b>4.3.1 Comparativo de custo entre as tecnologias listadas acima:.....</b>	<b>26</b>
<b>4.4 Descrição da Solução Testada – Etapa 2.....</b>	<b>27</b>
<b>4.4.1 Desafios de implementação.....</b>	<b>32</b>
<b>4.5 Avaliação de requisitos relacionados à segurança e privacidade – Etapa 2.....</b>	<b>33</b>
<b>4.6 Referências Bibliográficas – Etapa 2.....</b>	<b>34</b>
<b>5. Visão Geral Piloto – Etapa 3 (Implantação do Sistema de Vídeo Monitoramento).....</b>	<b>38</b>
<b>5.1 Objetivo do Piloto – Etapa 3.....</b>	<b>38</b>
<b>5.2 Considerações iniciais – Etapa 3.....</b>	<b>39</b>
<b>5.2.1 Regulamentos para o Videomonitoramento.....</b>	<b>39</b>

<b>5.2.2 Sistema de Videomonitoramento Atual</b> .....	40
<b>5.2.3 Sistema de Videomonitoramento Inteligente</b> .....	53
<b>5.3 Abordagem tecnológica para a implantação das funcionalidades – Etapa 3</b> .....	54
<b>5.4 Descrição da Solução Testada – Etapa 3</b> .....	56
<b>5.4.1 Desafios de implementação</b> .....	57
<b>5.5 Avaliação de requisitos relacionados à segurança e privacidade – Etapa 3</b> .....	59
<b>5.6 Referências Bibliográficas – Etapa 3</b> .....	61
<b>6. Visão Geral Piloto – Etapa 5 (Monitoramento de frota municipal)</b> .....	67
<b>6.1 Objetivo do Piloto – Etapa 5 (Monitoramento da Frota Municipal)</b> .....	69
<b>6.2 Descrição da Solução Testada – Etapa 5</b> .....	69
<b>6.3 Avaliação de requisitos relacionados à segurança e privacidade - Etapa 5</b> .....	71
<b>6.3.1 Proteção de dados</b> .....	71
<b>7. Visão Geral Piloto – Etapa 6 (Monitoramento de consumo de energia em prédios públicos)</b> .....	71
<b>7.1 Objetivo do Piloto – Etapa 6</b> .....	71
<b>7.2 Considerações iniciais – Etapa 6</b> .....	72
<b>7.2.1 Informações sobre os municípios do projeto</b> .....	75
<b>7.2.2 Parceiros Envolvidos no Sistema de Medição de Energia em Prédios Públicos</b> .....	75
<b>7.2.3 Sistema de Medição de Energia Atual</b> .....	76
<b>7.2.4 Sistema de Medição de Energia Inteligente</b> .....	78
<b>7.2.5 Tecnologias</b> .....	79
<b>7.2.6 Descrição da Solução de IoT Testada</b> .....	79
<b>7.2.7 Desafios de Implementação</b> .....	84
<b>7.3 Descrição da Solução Testada – Etapa 6</b> .....	85
<b>7.4 Referências Bibliográficas – Etapa 6</b> .....	87
<b>8. Visão Geral Piloto – Etapa 7 (Aplicativo Portal Cidade Inteligente)</b> ..	89
<b>8.1 Descrição da Solução de IoT que foi Testada – Etapa 7</b> .....	90
<b>8.1.1 Desafios de Implementação</b> .....	94
<b>8.2 Referências Bibliográficas – Etapa 7</b> .....	95
<b>9 Visão Geral Piloto – Etapa 8 (Plataforma Big Data)</b> .....	97
<b>9.1 Objetivo do Piloto – Etapa 8</b> .....	97
<b>9.2 Considerações iniciais – Etapa 8</b> .....	97

<b>9.3 Regulamentos para Plataforma Big Data – Etapa 8</b> .....	99
<b>9.4 Plataforma Big Data Inteligente – Etapa 8</b> .....	99
<b>9.5 Tecnologias - Etapa 8</b> .....	101
<b>9.5.1 Descrição da Plataforma de Integração de Dispositivos IoT</b> .....	102
<b>9.5.2 Desafios de Implementação</b> .....	111
<b>9.6 Descrição da Solução Testada – Etapa 8</b> .....	112
<b>9.7 Referências Bibliográficas – Etapa 8</b> .....	112
<b>10. Visão Geral Piloto – Etapa 9 (Avaliação Econômica e Financeira do Projeto)</b> .....	114
<b>10.1 Etapa 2 - Item 0: Premissas, Restrições e Dependências</b> .....	115
<b>10.2 Etapa 2 - Item I: Determinação dos Controles e Objetivos</b> .....	115
<b>10.3. Etapa 2 - Item II: Seleção, Avaliação e Atribuição</b> .....	116
<b>10.4. Etapa 2- Item III: Definição de Valores-Alvo</b> .....	116
<b>10.5. Etapa 2 - Item IV: Performance e Controle</b> .....	117
<b>10.6 – Etapa 2 - Item V: Revisão e Ajuste do Controle do Modelo</b> .....	118
<b>Sugestões e Recomendações</b> .....	120
<b>10.7. Modelo de Mercado, Escalabilidade e Barreiras – Identificação de oportunidades e barreiras para replicação das soluções – Etapa 2</b> .....	121
<b>10.8 Contribuição para definição de padrões e certificações técnicas de soluções de IoT – Etapa 2</b> .....	121
<b>11.1. Etapa 3 - Item 0: Premissas, Restrições e Dependências</b> .....	122
<b>11.2 Etapa 3 - Item I: Determinação dos Controles e Objetivos</b> .....	122
<b>11.3. Etapa 3 - Item II: Seleção, Avaliação e Atribuição.</b> .....	123
<b>11.4. Etapa 3- Item III: Definição de Valores-Alvo.</b> .....	123
<b>11.5. Etapa 3 - Item IV: Performance e Controle</b> .....	123
<b>11.6 – Etapa 3 Item V: Revisão e Ajuste do Controle do Modelo</b> .....	124
<b>11.6.1 Modelo de Mercado, Escalabilidade e Barreiras – Identificação de oportunidades e barreiras para replicação das soluções</b> .....	124

## **1. Relatório de Avaliação de Pilotos IoT – Cidades Inteligentes.**

Este relatório apresenta a análise da evolução e implementação de soluções de IoT para cidades Inteligentes que foram implantadas em Santa Rita do Sapucaí-MG, Caxambu-MG e Piraí-RJ.

## **2. Introdução**

As prefeituras das cidades de Santa Rita do Sapucaí-MG, Caxambu-MG e Piraí-RJ em conjunto com o Instituto Nacional de Telecomunicação (INATEL) estão promovendo Soluções de Cidades Inteligentes utilizando a linha de financiamento do BNDES voltado para projetos de tecnologia em IoT (Internet das Coisas) em parceria de iniciativas Público-Privadas.

Neste contexto o INATEL é o responsável pelas parcerias e desenvolvimento das soluções de IoT. A Deloitte entra como parceira do INATEL para avaliação técnica e econômico-financeira com objetivo de fomentar as iniciativas de negócios relacionados à de Cidades Inteligentes para diversas cidades do Brasil.

Para esse projeto foi considerado a realização de uma prova de conceito (POC – Proof of Concept) previsto utilizar tecnologia IoT e ferramentas de coleta, armazenamento em cloud para posterior análise de dados empregando o uso de Inteligência Artificial para a construção de um modelo de previsibilidade como parte de solução de Cidades Inteligentes.

A POC foi dividida em 10 etapas conforme Tabela 2.1 e tem como objetivo implementar solução de IoT para Vigilância e Segurança Pública, Controle de Frotas Pública e Gerenciamento de Consumo de Utilidades (água, gás e energia elétrica), realização de uma avaliação técnica, econômico-financeira, potencial para replicação e escalabilidade da solução.

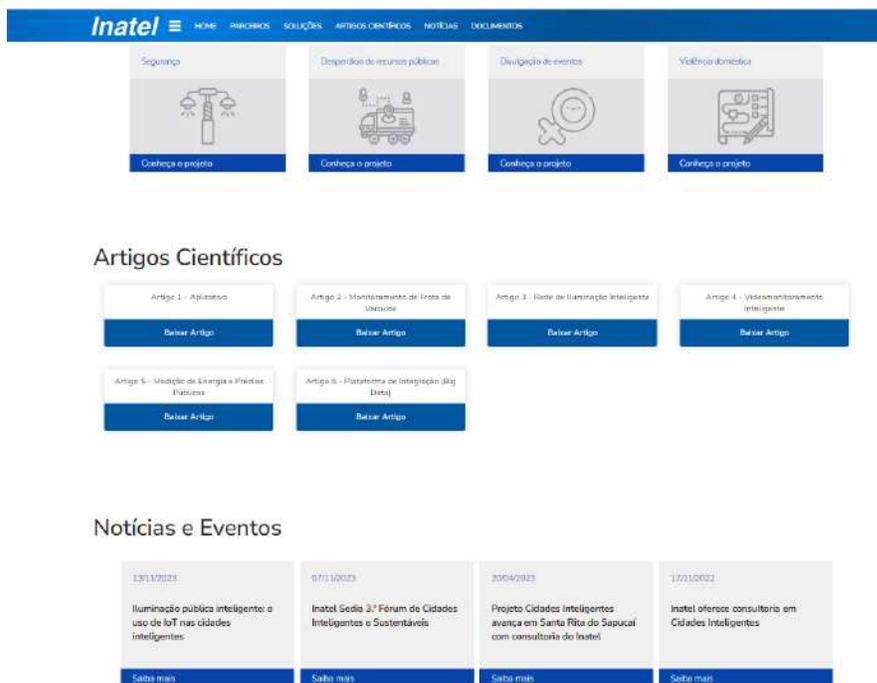
<b>Etapa / Cidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>KPIs</b>
<b>Etapa 1</b> ✓ Santa Rita do Sapucaí-MG ✓ Caxambu-MG ✓ Piraí-RJ	Criação do Portal do Projeto	NA
<b>Etapa 2</b> ✓ Santa Rita do Sapucaí-MG ✓ Caxambu-MG ✓ Piraí-RJ	Implantação de rede de Iluminação inteligente	Índice de consumo através de comparação de economia no consumo de energia elétrica utilizando a lâmpada dimerizada Led empregada na solução em relação à lâmpada comum
<b>Etapa 3</b> ✓ Santa Rita do Sapucaí-MG ✓ Caxambu-MG ✓ Piraí-RJ	Implantação do Sistema de Vídeo Monitoramento e leitura de placas de automóveis	Índice de detecção de pessoas Índice de detecção de placas
<b>Etapa 5</b> ✓ Santa Rita do Sapucaí-MG	Monitoramento da frota Municipal	Índice de economia de carro parado ligado
<b>Etapa 6</b> ✓ Santa Rita do Sapucaí-MG	Monitoramento de consumo de energia em prédios públicos	Melhoria da governança e avaliação de consumo energia elétrica em prédios públicos
<b>Etapa 7</b> ✓ Santa Rita do Sapucaí-MG ✓ Caxambu-MG	✓ Aplicativo Portal Cidade Inteligente	Índice de utilização em incremento aos chamados de emergência de violência contra mulher.
<b>Etapa 8</b> ✓ Caxambu-MG	Plataforma Big Data	Índice de disponibilidade da solução.

<p><b>Etapa 9</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Santa Rita do Sapucaí-MG</li> <li>✓ Caxambu-MG</li> <li>✓ Piraí-RJ</li> </ul>	<p>Avaliação Econômica e Financeira do Projeto</p>	<p>Realizadas para as etapas de Iluminação Inteligente e Vídeo Monitoramento</p>
<p><b>Etapa 10</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Santa Rita do Sapucaí-MG</li> <li>✓ Caxambu-MG</li> </ul>	<p>Publicações e artigos científicos</p>	<p>Evidência em: <a href="https://inatel.br/iot-cidades/">https://inatel.br/iot-cidades/</a></p>

**Tabela 2.1:** Etapas Pilotos IoT

### 3. Visão Geral da Solução – Etapa 1 (Criação de um site para o projeto)

Para a Primeira Etapa do projeto foi considerado a criação de um site para divulgação das ações dos Pilotos.



**Figura 3.1:** Página do Inatel utilizada para divulgação das ações dos pilotos

## 3.1 Objetivo do Piloto – Etapa 1

Criação de um site acessível na rede mundial de computadores (www) para compartilhamento de informações como contrato Finatel e BNDES, Termos de Fomento, artigos científico e divulgação das ações do Piloto.

## 3.2 Considerações iniciais – Etapa 1

Criação do site para divulgação das ações do Piloto.

## 3.3 Descrição da Solução Testada – Etapa 1

Foi criada a página adjunta ao site do Inatel conforme endereço eletrônico em: <https://inatel.br/iot-cidades/>

Após hospedagem do site pode ser observado os registros de acessos conforme imagem abaixo:

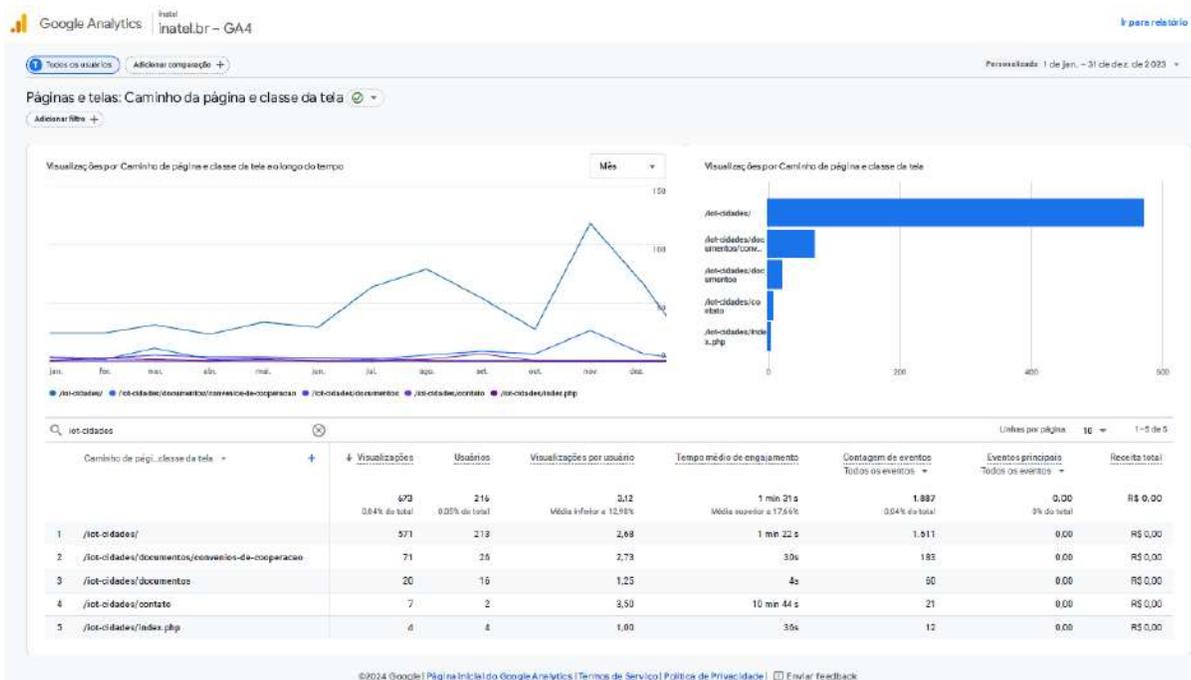
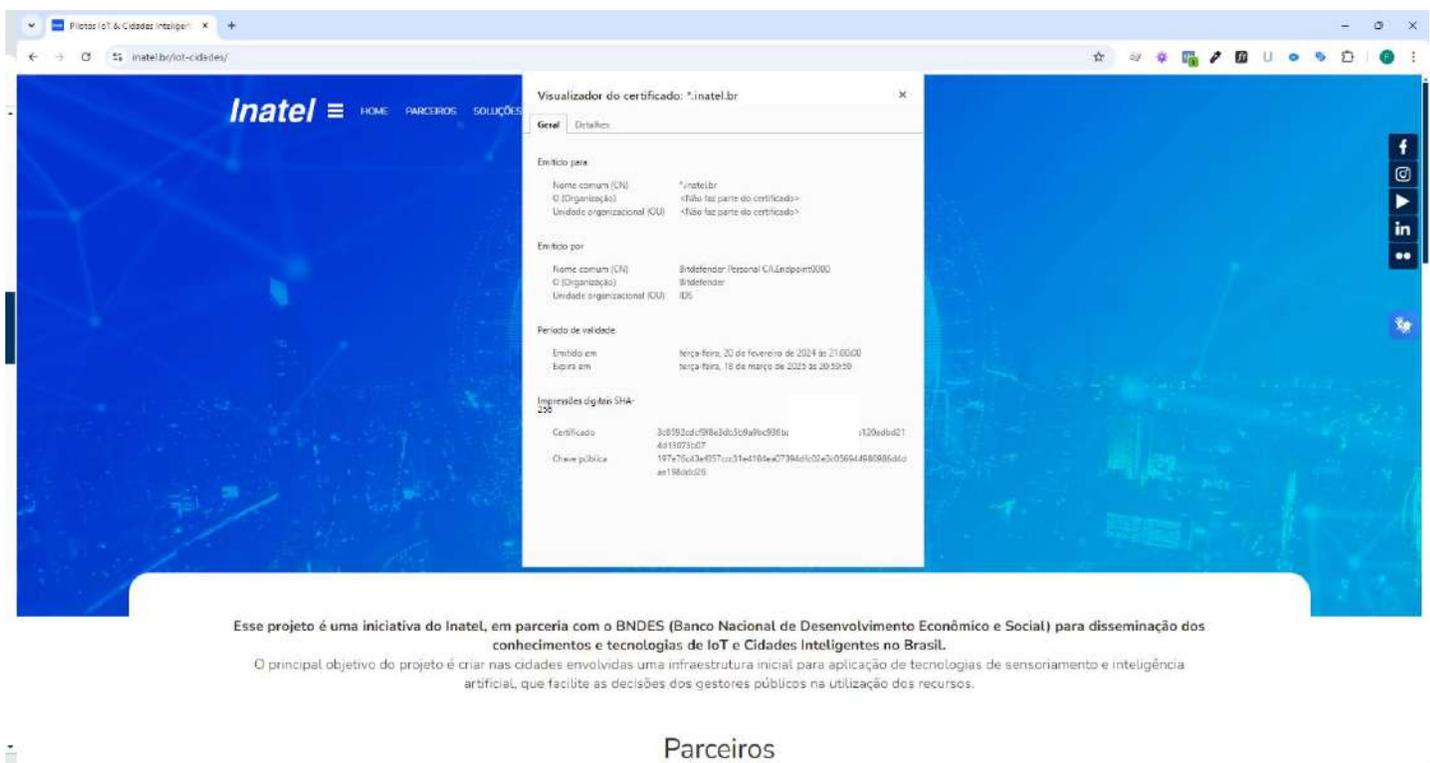


Figura 3.2: Monitoramento de acessos: Site iot-cidades –período de 2022 a 2024

## 3.4 Avaliação de requisitos relacionados à segurança e privacidade – Etapa 1

O site <https://inatel.br/iot-cidades/> possui certificado HTTPS que garante segurança informação através de criptografia, autenticidade da autenticação através de uso de certificado SSL/TSL e integridade de dados.



**Figura 3.3:** Certificado de segurança site Inatel

## 3.5 Avaliação técnica da solução – Etapa 1

Com atendimento do requisito de segurança conforme item 3.4 a hospedagem da página e postagem de conteúdo o objetivo da criação do site foi cumprido, contudo conforme Figura 3.2 ocorreram 673 visualizações no período de dois anos, média de até 28 acesso ao mês, esse índice pode ser aumentado à medida que

houver mais divulgações das ações dos pilotos pelo INATEL e compartilhamento do site em suas mídias sociais.

## **Custos da Implementação:**

- Não foi considerado custo da implementação do site, pois foram utilizados os mesmos recursos do site principal da instituição como domínio, hospedagem, certificado de segurança e equipe mantenedora. Para um desenvolvimento exclusivo de site<sup>1</sup> pode ser considerado um custo entre R\$ 2000,00 a R\$ 3500,00 por ano para contratação de domínio, hospedagem, certificado de segurança, desenvolvimento e manutenção.

## **4. Visão Geral Piloto – Etapa 2 (Implantação de rede de iluminação inteligente)**

### **4.1 Objetivo do Piloto – Etapa 2**

Implementar um sistema de telegestão para gerenciar e aprimorar o serviço de Iluminação Pública oferecido aos cidadãos, além de avaliar a possibilidade de ganhos financeiros através do processo de dimerização, que reduz o consumo de energia e, conseqüentemente, o valor da Contribuição de Iluminação Pública (CIP).

### **4.2 Considerações iniciais – Etapa 2**

## **Contexto da Iluminação Pública.**

---

<sup>1</sup> Quanto Custa Manter Um Site? Preços Em 2024 | UpSites

A Etapa 2 compreende a frente do sistema de telegestão de Iluminação inteligente implementada nas cidades de Santa Rita do Sapucaí, Caxambu e Piraí.

Na seção 4.2.1 são apresentadas as normas, resoluções e portarias importantes para o desenvolvimento de projetos em Iluminação Pública. Nas seções 4.2.2 e 4.2.3 são apresentados, respectivamente, os Sistemas de Iluminação Pública atual e Sistema de Iluminação Pública Inteligente. Na seção 4.2.4 são apresentados exemplos comparativos dos consumos de energia elétrica entre os sistemas de IP apresentados na seção anterior.

## 4.2.1 Regulamentos para a Iluminação Pública

Há requisitos mínimos e importantes para serem cumpridos a fim de desenvolver uma solução tecnológica de IoT para Iluminação Pública 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.

- **Norma Técnica NBR 5101/2018 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):** determina as condições mínimas e necessárias para a iluminação de vias públicas [2];
- **Resolução Homologatória Nº 2.590, de 13 de agosto de 2019** da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): “Homologa os tempos a serem considerados para o consumo diário para fins de faturamento da energia elétrica destinada à iluminação pública e à iluminação de vias internas de condomínios”[24];
- **Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021:** “Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica”[25];
- **Despacho Nº 3.423, de 29 de novembro de 2022 da ANEEL:** apresenta “o Manual de instruções do artigo 474 da Resolução Normativa nº 1.000, de

7 de dezembro de 2021, para operacionalizar o faturamento destinado à iluminação pública caso sejam instalados sistemas de gestão”[26];

- **Portaria INMETRO/ME - número 62 - de 17 de fevereiro de 2022:** apresenta “o Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Luminárias para a Iluminação Pública Viária”[27];
- **Portaria INMETRO/INMETRO - número 221 - de 23 de maio de 2022:** apresenta “a regulamentação técnica metrológica para sistemas de medição e medidores de energia elétrica composta pelos”[28] anexos, Regulamento Técnico Metrológico e Requisitos Técnicos de Segurança de Software e Hardware. O sistema de Iluminação Pública é um dos campos de aplicação do disposto nesta regulamentação.

## 4.2.2 Sistema de Iluminação Pública atual

Atualmente, a infraestrutura do Sistema de Iluminação Pública é composta pelo poste de luz, luminária, lâmpada, sensores (por exemplo, fotocélula ou relê fotoelétrico) e a fonte de energia elétrica. Normalmente, nesse sistema são utilizadas lâmpadas de descarga, como as de vapores de: sódio de alta pressão, mercúrio ou metálicos [3].

Desde a REN 414 da ANEEL, de 9 de setembro de 2010, além da responsabilidade pela prestação de serviços de IP, os municípios são responsáveis pela instalação e manutenção dos equipamentos que integram esse sistema. Já as concessionárias de energia elétrica são responsáveis pela distribuição e manutenção da energia elétrica, pelo cálculo da estimativa do consumo de energia elétrica do sistema e pela inserção, na conta de energia, da taxa mensal referente à Contribuição de Iluminação Pública (CIP) ou Contribuição para o Custeio do Serviço de Iluminação Pública (Cosip), prevista pela Constituição Federal do Brasil e que muda seu valor para cada cidade, de acordo com a lei municipal [2, 25].

# Deloitte.

O cálculo estimado do consumo mensal de energia elétrica da IP, sem considerar o sistema de gestão, é realizado a partir da metodologia apresentada no art. 468 da Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021 [25] e é dado pela equação (4.2.1):

$$Consumo_{\text{mensal}}(kWh) = \frac{\text{potencia} \times (n \times \text{tempo} - \frac{DIC}{2})}{1000} \quad (4.2.1)$$

em que:

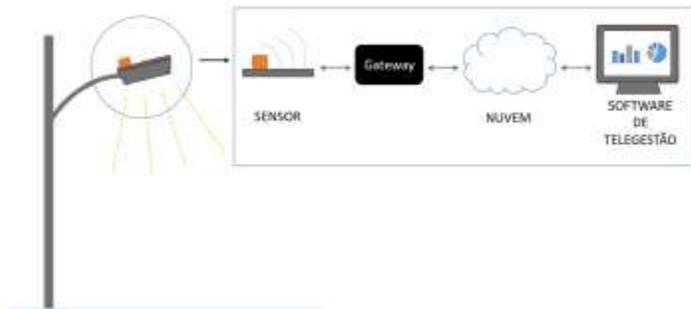
- Potência: "potência nominal total do ponto de iluminação em Watts, incluídos os equipamentos auxiliares, conforme art. 473, devendo ser proporcionalizada em caso de alteração durante o ciclo"[25];
- n: "número de dias do mês ou o número de dias decorridos desde a instalação ou alteração do ponto de iluminação"[25]; Tempo: "24 horas, para os logradouros que necessitem de iluminação permanente; ou Tempo médio anual por município homologado no Anexo I da Resolução Homologatória ANEEL nº 2.590, de 13 de agosto de 2019"[25];
- DIC: "Duração de Interrupção Individual da unidade consumidora que agrega os pontos de iluminação pública, em horas, do último mês disponível conforme cronograma de apuração da distribuidora e Módulo 8 do PRODIST"[25].

De acordo com a Resolução Homologatória Nº 2.590, de 13 de agosto de 2019, o tempo médio anual das luzes acionadas, nas três cidades participantes da implantação do projeto, é de 11h26min [24]. O acionamento das lâmpadas da IP acontece quando o sensor envia um sinal à distribuidora de energia elétrica ao detectar que a incidência de raios solares diminuiu. O mesmo procedimento acontece quando a incidência dos raios solares aumenta e as lâmpadas são desligadas. Dessa maneira, o nível de luminosidade das luminárias é constante durante todo o período em que estão acionadas e o horário de funcionamento

pode variar de acordo com a estação do ano, onde o verão tem dias mais longos que o inverno. Além disso, quando ocorre uma falha na iluminação, é preciso que algum cidadão alerte o setor responsável ou que esse problema seja detectado pelo prestador de serviço durante a ronda programada para essa funcionalidade.

## **4.2.3 Sistema de Iluminação Pública Inteligente**

No Sistema de Iluminação Pública Inteligente, há o aproveitamento da infraestrutura existente da IP, substituindo as lâmpadas de descarga por lâmpadas de diodo emissor de luz (do inglês, Light Emitting Diode (LED)) e instalando os dispositivos com tecnologia de IoT, como por exemplo, sensores e atuadores [29]. Nesse sistema, são os dados coletados que tornam possíveis o monitoramento e controle remotos da iluminação. Os sensores coletam os dados e os transmitem para um centralizador (ou um gateway) por meio de uma rede de Comunicação interconectada utilizando, por exemplo, rede de topologia de malha. Por fim, esses dados são transmitidos para a nuvem para serem tratados e analisados pelo Centro de Controle de Operação, com auxílio de um software, e assim, serem geradas tomadas de decisão e ações de controle [3]. O caminho de transmissão dos dados e a topologia da rede mudarão de acordo com a tecnologia de transmissão de dados escolhida. A Figura 4.2.1 apresenta um exemplo de um ponto de luz inteligente, que utiliza o protocolo de Comunicação Wi-SUN. A ANEEL desenvolveu um Manual de Instruções do art. 474 da REN nº 1.000/2021, onde apresenta as metodologias para calcular o consumo mensal de energia elétrica do sistema da IP quando instalado um sistema de gestão. Esse cálculo pode ser realizado de três maneiras, dependendo do que é implementado no projeto [26]. Isto é, se há ou não a função de dimerização habilitada ou se há um dispositivo de medição de energia elétrica. As equações (4.2.2, 4.2.3) são apresentadas a seguir:



**Figura 4.2.1:** Arquitetura do Sistema de Iluminação Pública Inteligente

$$Consumo_{diario}(kWh) = \frac{potencia \times tempo}{1000} \quad (4.2.2)$$

em que:

- Potência: “Potência nominal da luminária em Watts, incluída a potência dos equipamentos auxiliares, obtida por especificações do fabricante, normas específicas da ABNT ou ensaios realizados em laboratórios credenciados por órgão oficial”[26];
- Tempo: “somatório do tempo habitual de funcionamento no dia avaliado, considerando o horário de desligamento da luminária e o horário de acionamento imediatamente anterior, bem como os tempos extraordinários”[26].
  - Cálculo estimado, pelo período de utilização e carga, com dimerização:

$$Consumo_{diario}(kWh) = \sum_{i=1}^n \frac{potencia \times FD_i \times tempo_i}{1000} \quad (4.2.3)$$

em que:

- Potência: “Potência nominal da luminária em Watts, incluída a potência dos

# Deloitte.

equipamentos auxiliares, obtida por especificações do fabricante, normas específicas da ABNT ou ensaios realizados em laboratórios credenciados por órgão oficial”[26];

- Tempo: “tempo obtido pela diferença entre o horário de desligamento da luminária e o horário de acionamento imediatamente anterior no período n”[26];

-  $FD_i$ : “fator de dimerização associado ao evento  $i$  de dimerização, indicando a porcentagem da potência obtida com o nível de dimerização realizada”[26];

-  $n$ : “número de períodos em que a luminária ficou acesa com diferentes eventos de dimerização, sendo no mínimo 1, considerado o funcionamento habitual e o extraordinário”[26];

-  $i$ : “evento de dimerização”[26].

Cálculo do consumo medido pelo sistema de gestão: o dispositivo de medição do consumo da luminária deverá armazenar “o valor de energia elétrica ativa consumida acumulada em kWh”[26].

O acionamento e desligamento das lâmpadas acontecem igualmente ao sistema atual, através da detecção da incidência dos raios solares, mas utilizando dispositivos inteligentes. O diferencial desse sistema é a possibilidade de dimerização, que habilita o monitoramento e controle remotos da potência da lâmpada. Isto é, com o sensoriamento constante e em tempo real, são coletados dados sobre o nível de luminosidade do ambiente externo e sobre a potência da lâmpada. De acordo com valores preestabelecidos e seguindo as normas de iluminação pública, em determinados períodos da noite e/ou madrugada, é possível reduzir ou aumentar a potência da lâmpada e alterar a luminosidade do local. Dessa maneira, há o controle individual de cada ponto de luz e a lâmpada pode reduzir a poluição luminosa, o consumo de energia elétrica, o custo gasto com iluminação e melhorando a eficiência energética, a sustentabilidade e a segurança dos cidadãos.

Outra possibilidade de aplicação, utilizando a dimerização, é o acionamento da

lâmpada com um valor de potência aumentado, quando ocorre algum evento crítico no ambiente, por exemplo, um acidente de trânsito a noite. Além disso, quando ocorre uma falha na iluminação, não é mais preciso que algum cidadão alerte o setor responsável ou que esse problema seja detectado pelo prestador de serviço durante a ronda programada, porque o sensor irá detectar esse problema através do monitoramento do sistema e automaticamente alertará os responsáveis pela manutenção do local.

#### **4.2.4 Comparação do consumo de energia elétrica entre sistemas de Iluminação Pública**

A primeira etapa para a modernização da IP é a substituição da lâmpada de descarga pela lâmpada LED, porque essa última possui maior eficiência luminosa, maior tempo de vida útil, maior eficiência energética, menor impacto ambiental e permite a telegestão da iluminação[2, 3]. O preço da lâmpada LED ainda é superior ao da lâmpada de descarga [3], contudo, a longo prazo, esse investimento inicial terá o retorno na redução do custo com energia elétrica e manutenção, além dos benefícios já citados.

A fim de exemplificar a comparação do consumo de energia elétrica anual entre um sistema de IP normal e um sistema de IP inteligente, foram selecionados 2 cenários de comparação: i ) uma lâmpada de descarga de vapor de sódio de 100W sem a função de dimerização, da empresa Orolux [30], com uma lâmpada de LED de 72W sem a função de dimerização habilitada, da empresa LEDSTAR [31]; ii ) as mesmas lâmpadas do item anterior, mas com a função de dimerização da lâmpada de LED habilitada.

Ressalta-se que, as lâmpadas citadas foram escolhidas considerando os valores do fluxo luminoso aproximados. Além disso, o período de funcionamento da lâmpada (entre o acionamento e desligamento) considerado foi o tempo médio anual de

acionamento da lâmpada, apresentado na seção 4.2.2. A Tabela 4.2.1 apresenta os detalhes técnicos das lâmpadas.

**Tabela 4.2.1:** Parâmetros das lâmpadas

	Lâmpada de descarga	Lâmpada de LED
Potência nominal(W)	100	72
Fluxo Luminoso Total(lm)	9500	10800
Tempo médio anual(h)	11,43	11,43
Certificada	Sim	Sim
Telegestão	Não	Sim

- Primeiro cenário: considera a lâmpada de LED com a função de dimerização desabilitada e apenas um ponto de luz. Conforme a equação 4.2.2, os resultados do consumo diário, mensal e anual são apresentados na Tabela 4.2.2.

**Tabela 4.2.2:** Resultados dos consumos de energia elétrica.

Consumo da lâmpada (kWh)	Lâmpada de descarga sem dimerização	Lâmpada de LED sem dimerização
Diário	1,143	0,823
Mensal (30 dias)	34,29	24,69
Anual (12 meses)	411,48	296,28

De acordo com a tarifa B4 para Iluminação Pública, em específico B4b (Bulbo da lâmpada), utilizado pela Cemig [32], os custos da energia elétrica dos resultados da Tabela 4.2.2 são mostrados na Tabela 4.2.3.

**Tabela 4.2.3:** Custos do consumo anual de energia elétrica

	Lâmpada de descarga sem dimerização	Lâmpada de LED sem dimerização
Consumo anual (kWh)	411,48	296,28
Custo (R\$) - bandeira verde (0,39188 R\$/kWh)	161,25	116,11

Observa-se que, a utilização da lâmpada de LED é vantajosa, visto que, com fluxos luminosos aproximados, o consumo de energia elétrica é menor. Isto é, há uma redução de, aproximadamente, 28% do consumo de energia elétrica,

# Deloitte.

demonstrando a melhor eficiência energética, redução de custos, além da não utilização de vapores de mercúrio, sódio ou metálicos.

Segundo cenário: considera a lâmpada de LED com a função de dimerização habilitada e apenas um ponto de luz. Como o processo de dimerização não é igual para todos os dias, será realizada a comparação do consumo diário, considerando que em um dia, o fator de dimerização escolhido aleatoriamente foi de 0,7 durante 3 horas. Conforme a equação (4.2.3), os resultados são apresentados na Tabela 4.2.4.

**Tabela 4.2.4:** Custos do consumo diário de energia elétrica

	Lâmpada de descarga sem dimerização	Lâmpada de LED com dimerização
Consumo diário (kWh)	1,143	0,758
Custo (R\$) - bandeira verde (0,39188 R\$/kWh)	0,448	0,297

Comparando os resultados da Tabela 4.2.3 e 4.2.4, observa-se que a redução do consumo e custo de energia elétrica, no sistema de IP com lâmpada de LED habilitada para a dimerização, aumenta para aproximadamente 34%. Ressalta-se que, com a dimerização, há dias que o fator de dimerização poderá variar seu valor e período de duração, os quais influenciam no cálculo do consumo de energia, podendo alcançar valores ainda maiores de redução de consumo e custos. Além disso, em momentos que a bandeira tarifária não é verde, o valor por kWh aumentará, mostrando que a redução dos custos com energia elétrica se torna ainda mais significativa para o município.

A tabela 4.2.4 apresenta os componentes utilizados para a implementação dos protótipos da prova de conceito e a tabela 4.2.5 a estimativa de custos para servir de base para implementação em escala.

**Tabela 4.2.4:** Especificação técnica dos componentes da solução de IoT

Item	Descrição	Especificação Técnica
1	Sensor IoT para controle de Iluminação Inteligente	Sensor IoT para controle de Sensor de luz (LDR) Relógio em tempo real Conectividade sem fio: - Frequência de operação 2,4 GHz e 920 MHz - IEEE ; Bluetooth Smart - Módulo de comunicação homologada ANATEL Relé com carga máxima de 10A Saída analógica isolada para controle e dimerização de luminárias LED Alarmes e antenas internas
2	Gateway IoT NB-IoT	CPU clock 800Mhz ou 1 GHz Até 1 GB DDR3 SDRAM Até 32 GB eMMC flash Ethernet 10/100/1000 Mbps USB 2.0 Bluetooth 5.0 WPAN/LPWAN Bandas: GPS; GLONASS; Galileo e BeiDou SWs: Linux; IPv4; IPv6; VPN; Tecnologias móveis: LTE; 2G; 3G E 4G
3	Luminária LED	Potência Nominal: 70 W Proteção Contra Surto: 10 kV / 12 kA (IEEE C62.41.2; IEC 61643-11 Classe II) Ligação em série com a carga Tomada: 7 Pinos ANSI C136.41 (Próprio para relé ou telegestão); Shorting cap (Opcional) Pronta para Telegestão1: Sim Fluxo Luminoso Total: 10.992 lm Eficácia Luminosa: Até 162 lm/W Classificação Fotométrica: TIPO II MÉDIA Equivalência: Lâmpada HID 70 W Índice de Reprodução de Cor (IRC): >70 Temperatura de Cor (TCC)2: 4.000 K / 5.000 K Expectativa de Vida Útil da Lâmpada (L70): >100.000 h Expectativa de Vida Útil da Luminária3: >100.000 h Grau de Proteção: IP66 Impacto Mecânico: IK09 Proteção Contra Choque Elétrico: Classe I

## Custos estimados para implementação da Solução:

**Tabela 4.2.5:** custo estimado para implementação da solução de Iluminação Inteligente

Ref.	Item	Descrição	Quantidade	Valor unitário	Total Item
<b>1.0 Hardwares</b>	1.1	Sensor IoT para controle de Iluminação Inteligente	748	R\$ 500,00	R\$ 374.000,00
	1.2	Gateway IoT NB-IoT	18	R\$ 1.000,00	R\$ 18.000,00
	1.3	Luminária de Led dimerizável	748	R\$ 510,00	R\$ 381.480,00

<b>2.0 Softwares</b>	2.1	NLM – Software de Gestão Nouvenn: software de configuração e gestão do sistema de iluminação pública inteligente	1	R\$ 26.000,00	R\$ 26.000,00
<b>3.0 Implementação</b>	3.1	Custo de Instalação	748	R\$ 13,50	R\$ 10.098,00
<b>4.0 Sustentação</b>	4.1	Preço pacote de dados	24	860/mês	R\$ 10.044,00
<b>Total:</b>					<b>R\$ 819.622,00</b>

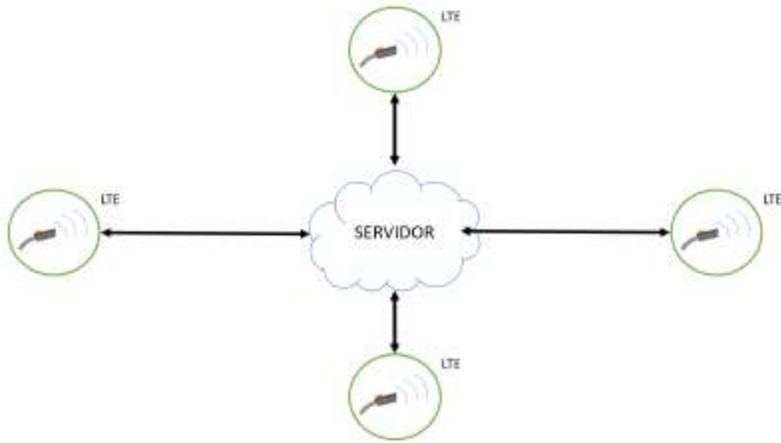
Na tabela 4.2.5 o custo foi estimado considerando a instalação de Iluminação Inteligente abaixo de 1 milhão de reais, para o piloto foi somando um total de 748 pontos sendo:

- 638 em Santa Rita do Sapucaí
- 60 em Caxambu e
- 50 em Pirai;

## 4.3 Abordagem tecnológica para a implantação das funcionalidades – Etapa 2

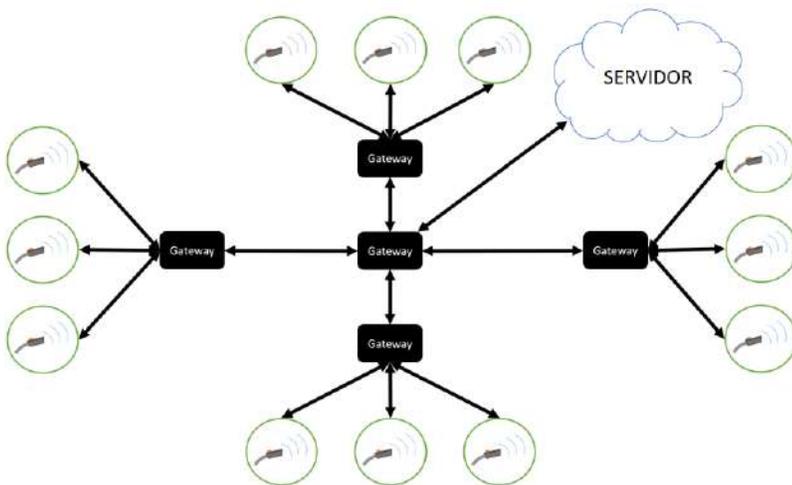
Há diferentes opções de protocolos de Comunicação que podem ser utilizados nos projetos de IoT, os quais possuem características específicas. A escolha da tecnologia dependerá da área de aplicação do projeto que está sendo desenvolvido. Nesse tópico, estão sendo descritas as vantagens e desvantagens dos quatro principais protocolos conhecidos atualmente. Os protocolos são:

- **NB-IoT:** utiliza rede LTE, por isso, não requer gateways e é ideal para aplicações que exigem uma grande quantidade de transmissão dados, conexão confiável, longa duração da bateria e integração com a infraestrutura existente. No entanto, tem largura de banda limitada, preço elevado e tempo de resposta longo [33]. Sua topologia de rede é a estrela [34], como ilustrado na Figura 4.2.2.



**Figura 4.2.2:** Topologia de rede de estrela com rede LTE

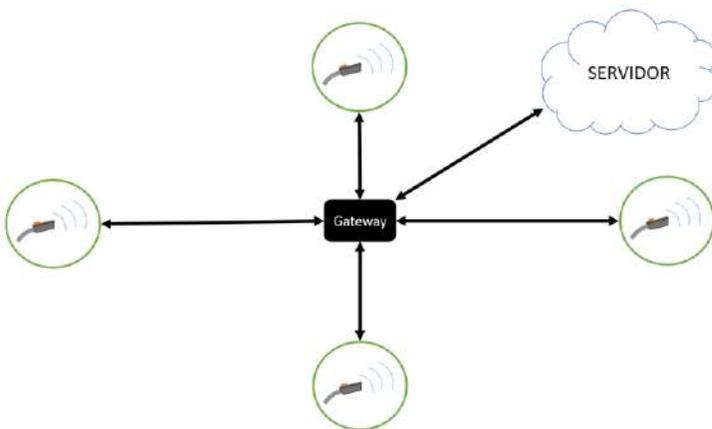
- **LoRaWAN:** permite a transmissão de dados a longas distâncias com baixo custo e longa duração da bateria. É fácil de implementar e integrar com outras tecnologias, mas sua largura de banda é limitada e pode ser afetado por interferências de outras redes sem fio. Requer gateways para intermediar as comunicações entre dispositivos [35]. Sua topologia de rede é a estrela estendida [36], como ilustrado na figura 4.2.3.



**Figura 4.2.3:** Topologia de rede estrela estendida

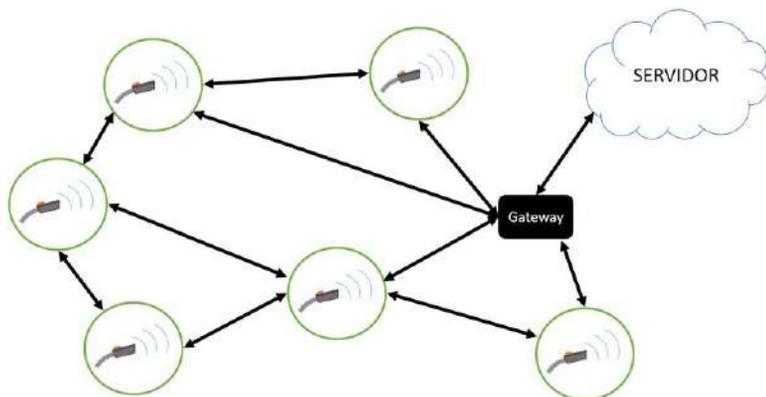
# Deloitte.

- **SigFox:** é uma tecnologia com baixo consumo de energia, ampla cobertura global, simplicidade de uso e baixo custo. É fácil de usar e integrar com outras tecnologias sem fio, mas sua largura de banda é limitada, pode ser afetado por interferências, é uma tecnologia proprietária e requer uma assinatura paga [37]. Sua topologia de rede é a estrela [38], como ilustrado na figura 4.2.4.



**Figura 4.2.4:** Topologia de rede estrela

- **Wi-SUN:** é compatível com outras tecnologias sem fio, tem baixo consumo de energia, oferece ampla cobertura e inclui recursos de segurança robustos [39]. No entanto, a interferência pode afetar sua capacidade de transmitir dados em alta velocidade, e o custo pode ser um desafio para implementações em grande escala [40]. Sua topologia de rede é a de malha [39], como ilustrado na figura 4.2.5.



**Figura 4.2.5:** Topologia de rede de malha

Cada tecnologia de comunicação sem fio tem suas vantagens e desvantagens é importante escolher a mais adequada para cada aplicação. Algumas das características da tecnologia que devem ser levadas em conta são: a largura de banda necessária para transmissão de dados, a distância de transmissão, a cobertura geográfica, a segurança e os custos envolvidos. A escolha correta pode resultar em melhor desempenho, menor custo e maior eficiência energética. A Tabela 4.2.5 apresenta um gráfico comparativo entre os quatro principais protocolos de comunicação atualmente no mercado.

	NB-IoT	LoRaWan	SigFox	WI-SUN
Frequência	GSM/LTE Band	ISM-Band	ISM-Band	ISM-Band
Velocidade de transmissão	20-60 kbps	30-50 kbps	10-100 bps	50-300 kbps
Distância de transmissão	15KM	Urbano: 3-5 km Rural: 15 km	Urbano: 3-10 km Rural: 30-50 km	1 km
Melhor para	Dispositivos estáticos	Todos os dispositivos	Dispositivos estáticos	Todos os dispositivos
Consumo	Baixo	Baixo	Extremamente baixo	Baixo
Custo	Alto	Médio	Baixo (por mensagem enviada)	Médio
Observações	Adequado para grandes quantidades de dados.		Mais adequado para aplicações que exigem uma menor taxa de transferência de dados. Requer assinatura paga.	

**Tabela 4.2.5:** Características dos protocolos de comunicação

## 4.3.1 Comparativo de custo entre as tecnologias listadas acima:

Para fornecer uma estimativa de custos relacionados a investimento e sustentação para os protocolos de comunicação NB-IoT<sup>2</sup>, LoRaWAN<sup>3</sup>, SigFox<sup>4</sup> e Wi-SUN<sup>5</sup>, podemos considerar os seguintes aspectos:

Tecnologia	Descrição	Faixa de valores
NB-IoT	Investimento inicial	<b>Gateways:</b> R\$ 500 a R\$ 1.500
		<b>Módulos NB-IoT:</b> R\$ 50 a R\$ 150 por unidade
		<b>Sensores:</b> R\$ 100 a R\$ 300 por unidade
	Custo de Sustentação	<b>Plano de Dados:</b> R\$ 5 a R\$ 20 por dispositivo/mês <b>Manutenção:</b> R\$ 200 a R\$ 500 por ano
LoRaWAN	Investimento inicial	<b>Gateways:</b> R\$ 1.000 a R\$ 5.000
		<b>Módulos LoRA:</b> R\$ 30 a R\$ 100 por unidade
		<b>Sensores:</b> R\$ 100 a R\$ 300 por unidade
	Custo de Sustentação	<b>Plano de Dados:</b> Geralmente gratuito ou muito baixo <b>Manutenção:</b> R\$ 200 a R\$ 500 por ano
SigFox	Investimento inicial	<b>Gateways:</b> R\$ 1.500 a R\$ 2.500
		<b>Módulos SigFox:</b> R\$ 20 a R\$ 80 por unidade
		<b>Sensores:</b> R\$ 100 a R\$ 300 por unidade
	Custo de Sustentação	<b>Plano de Dados:</b> R\$ 3 a R\$ 10 por dispositivo/mês <b>Manutenção:</b> R\$ 200 a R\$ 500 por ano
Wi-SUN	Investimento inicial	<b>Gateways:</b> R\$ 1.000 a R\$ 7.500
		<b>Módulos WI-SUN:</b> R\$ 50 a R\$ 200 por unidade
		<b>Sensores:</b> R\$ 100 a R\$ 300 por unidade
	Custo de Sustentação	<b>Plano de Dados:</b> Geralmente gratuito ou muito baixo <b>Manutenção:</b> R\$ 200 a R\$ 500 por ano

**Tabela 4.2.6:** Estimativa de custos dos protocolos de comunicação

<sup>2</sup> <https://www.link-labs.com/blog/costs-in-iot-lte-m-vs.-nb-iot-vs.-sigfox-vs.-lora>

<sup>3</sup> <https://tektelic.com/expertise/number-of-lorawan-gateways-and-network-cost-calculator/>

<sup>4</sup> <https://www.cometsystem.com/products/sigfox-access-station-micro/reg-smbs-t4>

<sup>5</sup> <https://www.silabs.com/documents/public/presentations/wsn-101-introduction-to-wi-sun.pdf>

# Deloitte.

Os valores da Tabela 4.2.6 são estimativas e podem variar dependendo do fornecedor, da quantidade de dispositivos e da complexidade da implementação. Há outros protocolos no mercado, os quais não foram citados, como, por exemplo, Weightless e Symphony Link. Além disso, a tecnologia NB-IoT está em processo evolutivo para a rede 5G, porém, essa é uma tecnologia incipiente no Brasil, por esse motivo, não foi considerada uma boa alternativa. Para o projeto de iluminação pública inteligente, o protocolo de comunicação escolhido foi o Wi-SUN, dada a sua capacidade de oferecer interoperabilidade, baixo consumo de energia, cobertura ampla e segurança robusta, contudo, isso não significa que ele seja o melhor protocolo para todos os casos.

Novos protocolos de IoT estão surgindo a todo momento e é impossível testá-los individualmente devido a restrições de orçamento e tempo. Além de que, após uma análise do padrão das cidades do projeto e dos custos de telefonia, foi concluído que o Wi-SUN é a tecnologia mais econômica para esse projeto pois utiliza conexão mesh e possui poucos pontos de comunicação com a rede.

## **4.4 Descrição da Solução Testada – Etapa 2**

A etapa inicial do processo de implementação da telegestão é a instalação dos dispositivos inteligentes para habilitar o monitoramento e controle remotos da iluminação para as cidades de Santa Rita do Sapucaí e Caxambu-MG e Pirai-RJ. Buscando utilizar soluções já existentes no mercado para a viabilidade econômica da solução, a empresa parceira Nouvenn se tornou a responsável pelo fornecimento de equipamentos, componentes, software e determinados serviços para o sistema de IP inteligente [41]. Os equipamentos e serviços são:

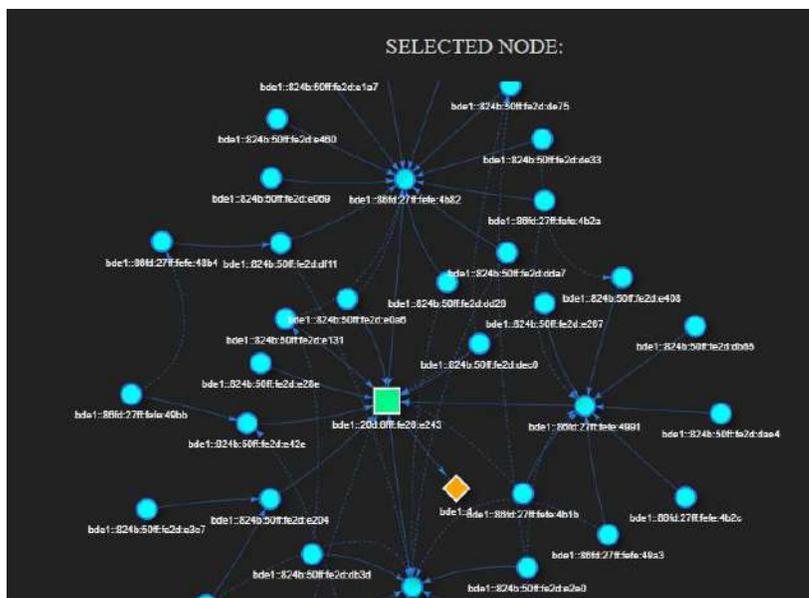
- Controladoras de Iluminação Inteligente modelo SLC-X;
- Concentradores modelo GWW-2100BR;
- Licenças perpétuas do software de telegestão NLM Lite;
- Monitoramento remoto dos concentradores de dados;

- Suporte técnico remoto às equipes de operação e manutenção;
- Atualizações de software dos equipamentos para melhorias e/ou correções;
- Atualização do software de telegestão NLM Lite para melhorias e/ou correções;

Na cidade de Santa Rita do Sapucaí/MG foram instalados 600 pontos de luz com sistema de telegestão, do total de 5000 pontos. Os sensores foram interconectados por uma rede que utiliza o protocolo de comunicação Wi-SUN, o qual possui concentradores de dados (gateways) para receberem os dados transmitidos dos pontos de luz e, em seguida, os transmitir para a nuvem através da internet, por um modem 4G.

A rede de malha do município é apresentada na Figura 4.3.1, onde o gateway é representado pelo quadrado verde, o ponto de luz pelo círculo azul, o modem 4G pelo losango laranja e as possíveis rotas de transmissão dos dados pelas setas azuis.

**Figura 4.3.1:** Rede de IoT de Santa Rita do Sapucaí/MG



# Deloitte.

Na figura acima observa-se que, há pontos de luz que não se comunicam diretamente com o gateway, precisando transmitir seus dados para pontos intermediários, ou seja, os dados saltam entre os pontos até chegarem ao destinatário.

Os dados coletados, para serem tratados e analisados, são transmitidos à central de controle de monitoramento de câmeras da cidade e o processamento é realizado através do software NLM Lite que disponibiliza todas as informações do sistema, de acordo com os serviços desejados. No caso do município de Santa Rita do Sapucaí, as principais funcionalidades são: coleta de dados de iluminação e do consumo de energia, dimerização, acionamento e desligamento da lâmpada.

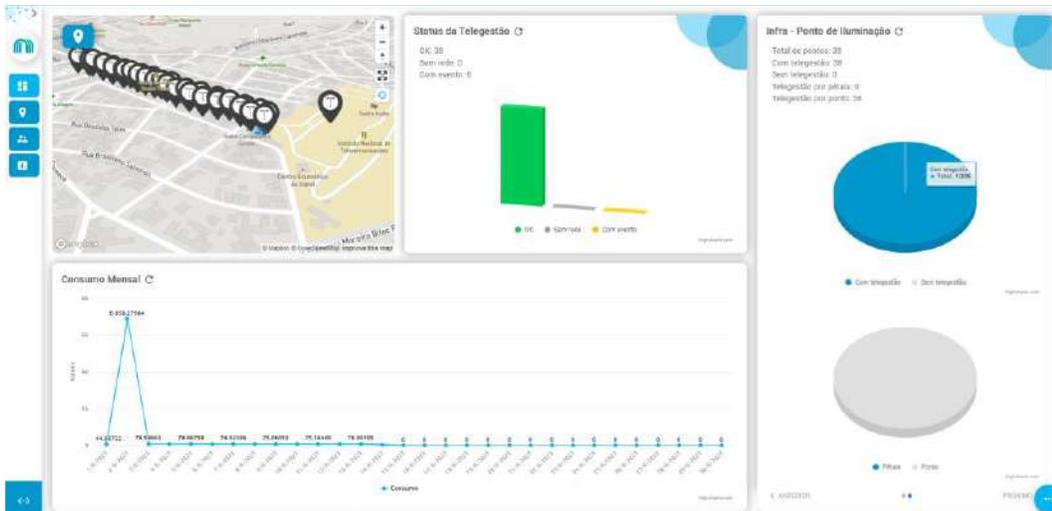
A tela principal da aplicação, mostrada na Figura 4.3.2, é um painel com os campos:

i ) mapa, onde o usuário poderá acessar o mapa da cidade; ii ) status da telegestão, para verificar se estão funcionando corretamente os pontos de luz ou se há algum sem rede ou com evento; iii ) informações sobre a infraestrutura, apresentando o total de pontos de luz, quantos destes estão habilitados ou não para telegestão e quantos possuem telegestão por ponto e; iv ) consumo mensal, informando o valor do consumo diário.

Ao clicar no espaço do mapa, será mostrada uma tela semelhante a Figura 4.3.3, onde são apresentadas as posições espaciais de cada ponto de luz que possui o sistema de telegestão instalado. Ao clicar em um determinado ponto, são fornecidas suas informações, como apresentado na Figura 4.3.4.

Além das informações, também são fornecidas as ações de controle da iluminação:

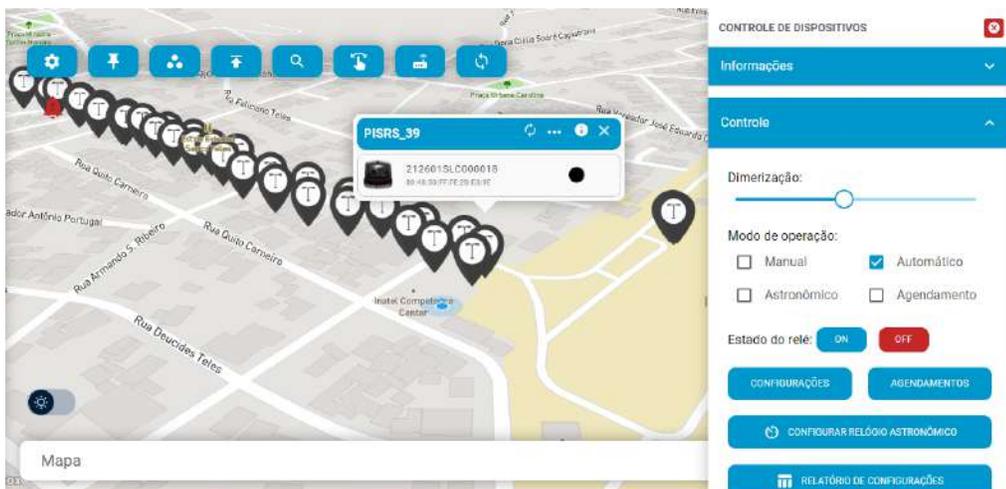
i ) dimerização, em que é possível alterar o fator de dimerização da lâmpada; ii ) modo de operação manual, automático, astronômico ou agendamento; iii ) estado do relé, ligado ou desligado; iv ) configurações e; v ) relatório de configurações.



**Figura 4.3.2:** Informações Gerais do Sistema de Iluminação Pública



**Figura 4.3.3:** Pontos de luz de Santa Rita do Sapucaí/MG

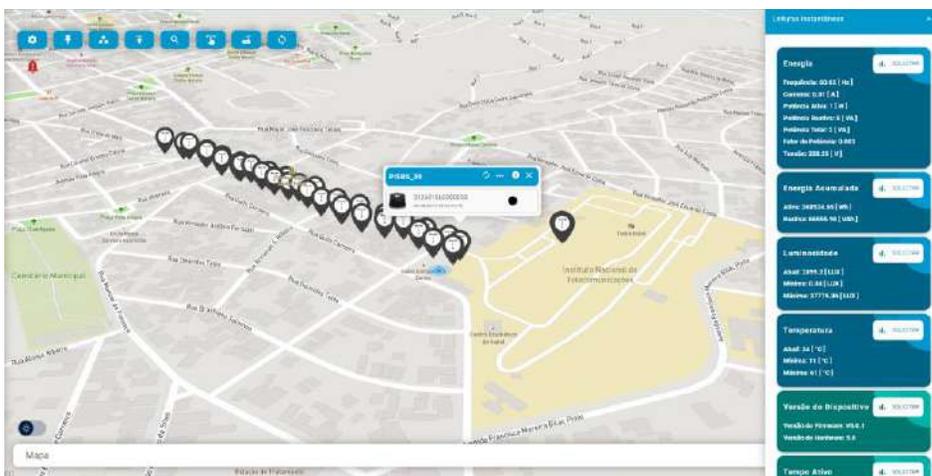


**Figura 4.3.4:** Informações de controle sobre um ponto de luz inteligente

As informações dos sensores de cada ponto de luz são classificadas em 5 áreas principais, como apresentado na Tabela 4.3.1. Esses parâmetros são apresentados ao usuário, como mostrado na Figura 4.3.5.

**Tabela 4.3.1:** Parâmetros do sistema de Iluminação Pública inteligente

Setor	Indicadores
Energia	Tensão; Corrente; Energia Ativa Acumulada; Energia Reativa Acumulada; Frequência; Fator; Potência Ativa; Potência Reativa; Potência Aparente; Gráficos de tensão e corrente.
Status de Controle	Status da lâmpada; Luminosidade mínima para acionar a lâmpada; Luminosidade máxima para desligar a lâmpada; Modo de operação; Percentual de dimerização.
Luminosidade	Luminosidade (lux); Gráfico de luminosidade.
Microfone	Nível de pressão sonora; Gráfico do nível de pressão sonora.
Temperatura	Temperatura (Celsius)



**Figura 4.3.5:** Informações sobre um ponto de luz inteligente

## 4.4.1 Desafios de implementação

A implementação da iluminação pública inteligente é uma tarefa que requer planejamento cuidadoso e atenção aos detalhes. Embora traga muitos benefícios, como economia de energia e aumento da segurança nas ruas, é importante lembrar que existem desafios a serem superados para garantir seu sucesso. É preciso considerar aspectos técnicos, operacionais, regulatórios e de expectativas da população, tais como:

- Adequação de infraestrutura para recebimento da tecnologia: a integração do sistema de iluminação pública inteligente com a infraestrutura existente, como postes e cabos de energia elétrica requer planejamento cuidadoso para garantir a compatibilidade como por exemplo a adoção de luminárias de LED dimerizáveis.
- A disponibilidade de componentes eletrônicos no mercado nacional também é um ponto de atenção tendo em vista que parte das placas utilizadas nos dispositivos são itens de importação.
- Coleta e análise de dados: a coleta e análise de dados gerados pelo sistema de iluminação pública inteligente é uma tarefa que requer o desenvolvimento de algoritmos de processamento de dados e a infraestrutura de armazenamento e gerenciamento de dados adequada.
- Custo: a implementação de uma infraestrutura de iluminação pública inteligente sem uma linha de financiamento especialmente para cidades menores com orçamentos limitados pode ser um ponto de atenção, que pode ser elucidado com a análise de viabilidade econômico-financeira que está apresentada no item 11.5 deste documento.
- Manutenção e suporte: a infraestrutura de IoT precisa de manutenção e suporte contínuos para garantir que esteja funcionando corretamente e para

evitar problemas de segurança. Isso pode ser um desafio em grandes cidades com muitos dispositivos.

- Capacitação: o manuseio dos equipamentos instalados requer uma equipe de funcionários qualificados, isso exigiria treinamentos de toda a equipe responsável por essa área, podendo elevar os gastos.
- Privacidade e segurança dos dados coletados: a coleta de dados pelo sistema de iluminação pública inteligente deve ser realizada de modo transparente e respeitando a privacidade dos cidadãos. Além disso, medidas de segurança devem ser implementadas para proteger os dados coletados de potenciais ameaças.

## **4.5 Avaliação de requisitos relacionados à segurança e privacidade – Etapa 2**

A solução de telegestão é uma aplicação em nuvem com segurança e controle de acesso que recebe os dados dos gateways que por sua vez recebem os dados dos sensores.

A comunicação entre os dispositivos é realizada através da utilização do protocolo Wi-SUN (Wireless Smart Utility Network) que é projetado para fornecer conectividade segura e eficiente para redes de cidades inteligentes e outras aplicações IoT. Ele incorpora vários níveis de segurança para proteger os dados e a comunicação onde os principais níveis de segurança do Wi-SUN [34,39] são:

- Autenticação Mútua: Garante que tanto o dispositivo quanto a rede se autenticuem mutuamente antes de estabelecer uma conexão, prevenindo acessos não autorizados.
- Criptografia de Dados: Utiliza criptografia avançada para proteger os dados transmitidos, garantindo que apenas as partes autorizadas possam acessar as informações.

# Deloitte.

- Integridade dos Dados: Implementa mecanismos para assegurar que os dados não sejam alterados durante a transmissão, mantendo a integridade das informações.
- Gestão de Chaves: Inclui sistemas robustos para a geração, distribuição e gerenciamento de chaves de criptografia, essencial para manter a segurança contínua da rede<sup>1</sup>.

Esses níveis de segurança tornam o Wi-SUN uma escolha confiável para aplicações que exigem alta segurança e confiabilidade, juntamente com a camada de segurança da aplicação de telegestão estabelecem um ambiente para gerenciamento da segurança das informações.

## 4.6 Referências Bibliográficas – Etapa 2

- [1] (2022) Iluminação Pública. [Online]. Available: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/iluminação-publica>
- [2] BNDES Hub de Projetos. Iluminação Pública. [Online]. Avaliável: <https://hubdeprojetos.bndes.gov.br/pt/setores/Iluminacao-Publica>
- [3] G. A. Soares, P. R. M. Baratella, and C. Griebenow, "Iluminação pública municipal - programas e políticas públicas - orientações para gestores municipais," 2018. [Online]. Available: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/sef/livreto-iluminação-publica-2018-02-19.pdf>
- [4] (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-ot.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m5WVId>
- [5] Sebrae. (2023) O que é crédito de carbono? [Online]. Available: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/o-que-e-credito-de-carbono,0371bc6d15757810VgnVCM1000001b00320aRCRD>
- [6] (2004) LEI Nº 11.079, DE 30 DE DEZEMBRO DE 2004. [Online]. Avaliável:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2004/lei/l11079.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/lei/l11079.htm)

[7] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>

[8] ——. (2021) Estimativas da População. [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>

[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] (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>

[11] "Los Angeles Saves Millions with Smart Street Lights," Electrical Contractor. [Online]. Available: <https://www.ecmag.com/section/your-business/los-angeles-saves-millions-smart-street-lights>

[12] Smart Outdoor Lighting Alliance Annual Report 2019. [Online]. Available: <https://www.solalliance.org/2019-sola-annual-report/>

[13] Smart Street Lighting NY: Final Report. [Online]. Available: [https://www.nyserda.ny.gov/-/media/NYSun/files/Smart Street Lighting NY Final Report.pdf](https://www.nyserda.ny.gov/-/media/NYSun/files/Smart%20Street%20Lighting%20NY%20Final%20Report.pdf)

[14] Prefeitura de Osasco. (2018) Osasco instala sistema de telegestão de iluminação pública. [Online]. Available: <http://www.osasco.sp.gov.br/noticias/osasco-instala-sistema-de-telegestao-de-iluminacao-publica/>

[15] Agência Brasil. (2019) Porto alegre reduz em 60% o consumo de energia em iluminação pública. [Online]. Available: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-09/porto-alegre-reduz-em-60-o-consumo-de-energia-em-iluminacao-publica>

[16] Revista Gestão Pública em Curitiba. (2019) Eficiência energética:

# Deloitte.

Uma nova realidade para a iluminação pública. [Online]. Available:

<https://gestaopublica.curitiba.pr.gov.br/sites/gestaopublica.curitiba.pr.gov.br/files/2019-12/Revista%20Gest%C3%A3o%20P%C3%ABlica%20Curitiba%20-%20Edi%C3%A7%C3%A3o%202.pdf#page=64>

[17] 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>

[18] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/santa-rita-do-sapuca.html>

[19] Google. (2022) Google Earth. [Online]. Available:

<https://earth.google.com/web/@-22.2481203,-45.69771196,891.26221225a,12999.80446118d,35y,0h,0t,0r>

[20] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/caxambu.html>

[21] 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=CigiJgokCTA3ABtNTbAEU85juCYSTbAGQzJqvTm00bAIUXBiEu23kbA>

[22] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/pirai.html>

[23] 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>

[24] ANEEL. (2019) RESOLUC, ~AO HOMOLOGAT ´ORIA N° 2.590, DE 13 DE AGOSTO DE 2019. [Online]. Available: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20192590ti.pdf>

[25] (2021) RESOLUCAO NORMATIVA ANEEL N° 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO

- DE 2021. [Online]. Available: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.000-de-7-de-dezembro-de-2021-368359651>
- [26] ANEEL. (2022) DESPACHO Nº 3.423, DE 29 DE NOVEMBRO DE 2022. [Online]. Available: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/dsp20223423ti.pdf>
- [27] INMETRO. (2022) PORTARIA Nº 62, DE 17 DE FEVEREIRO DE 2022. [Online]. Available: <http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002921.pdf>
- [28] ——. (2022) Portaria nº 221, de 23 de maio de 2022. [Online]. Available: <http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002983.pdf>
- [29] (2018) Cartilha de Cidades. [Online]. Available: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/db27849e-dd37-4fbd-9046-6fda14b53ad0/produto-13-cartilha-das-cidades-publicada.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m7tz8bf>
- [30] Orolux. Lâmpada Sódio Ovoide 100W E40. [Online]. Available: <https://ourolux.com.br/produtos/iluminac-o/lampadas-de-descarga/lampada-sodio-ovoide-100w-e40.html>
- [31] LEDSTAR. Luminária Pública LED 72W LEDSTAR® DURA. [Online]. Available: <https://ledstar.com.br/produto/luminaria-publica-led-72w-dura/>
- [32] Cemig. VALORES DE TARIFAS E SERVIÇOS. [Online]. Available: <https://www.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>
- [33] A. Ukovich. (2022) NB-IoT Explained: What Is It, and How Does It Work? [Online]. Available: <https://www.telit.com/blog/nb-iot-new-cellular-standard-means-business/#:~:text=NB-IoT%20is%20a%20Low%20Power%20Wide%20Area%20Network,and%20businesses%20while%20expending%20low%20amounts%20of%20energy.>
- [34] Wi-SUN Alliance. (2017) Comparing IoT Networks at a Glance. [Online]. Available: <https://www.wi-sun.org/wp-content/uploads/Wi-SUN-Alliance-Comparing-IoT-Networks-r1.pdf>

[35] The Things Network. LoRaWAN®. [Online]. Available: <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/modulation-data-rate/>

[36] LoRa Alliance. What is LoRaWAN® Specification. [Online]. Available: <https://lora-alliance.org/about-lorawan/>

[37] Gabriel. (2019) An Introduction to Sigfox Technology – Basics, Architecture and Security Features. [Online]. Available: <https://circuitdigest.com/article/what-is-sigfox-basics-architecture-and-security-features#:~:text=Sigfox%20is%20a%20long%20range%20cellular%20wireless%20communication,stations%20that%20are%20integrated%20with%20software%20defined%20radios.>

[38] Sigfox. (2023) SIGFOX 0G TECHNOLOGY. [Online]. Available: <https://www.sigfox.com/technology/>

[39] RF Wireless World. (2012) Wi-SUN FAN architecture — Benefits or Advantages of Wi-SUN network. [Online]. Available: <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Benefits-or-Advantages-of-Wi-SUN-technology.html>

[40] M. Besch. (2018) The Hidden Problem of the Wi-SUN Alliance. [Online]. Available: <https://blog.sensus.com/the-hidden-problem-of-the-wi-sun-alliance/>

[41] Nouvenn. Cidades Inteligentes. [Online]. Available: <https://www.nouvenn.com/areas-de-atuacao/cidades-inteligentes>

## **5. Visão Geral Piloto – Etapa 3 (Implantação do Sistema de Vídeo Monitoramento)**

### **5.1 Objetivo do Piloto – Etapa 3**

Implementar sistema de vídeo monitoramento para monitoramento de pessoas e placas de veículos.

## 5.2 Considerações iniciais – Etapa 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 5.2.1 são apresentadas as normas, resoluções e portarias importantes para o desenvolvimento de projetos com sistema de videomonitoramento. Nas seções 5.2.2 e 5.2.3 são apresentados os Sistemas de videomonitoramento atual e o inteligente, respectivamente. Por fim, na seção 5.2.4 são descritas e comparadas as tecnologias disponíveis para a implementação do videomonitoramento.

### 5.2.1 Regulamentos para o Videomonitoramento

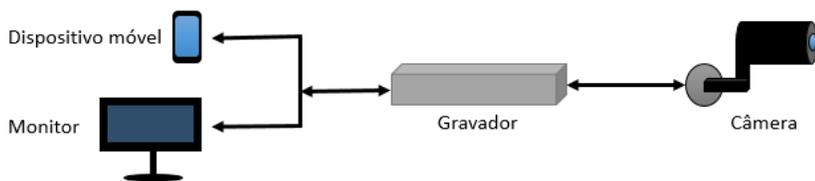
Há requisitos importantes para serem cumpridos a fim de desenvolver uma solução de videomonitoramento que atenda ao que é estabelecido nas normas, resoluções e portarias. A seguir são citados os documentos principais para garantir a correta implantação e funcionalidade do sistema e seus dispositivos.

- 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].

## 5.2.2 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 e não eram armazenadas para análises posteriores. Com o avanço da tecnologia e dos materiais dos equipamentos, o sistema de videomonitoramento, chamado de CFTV, também tem avançado, possuindo câmeras com resoluções maiores, equipamentos para armazenamento das imagens, assim como funções inteligentes, como 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 na Figura 5.2.1. 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 das 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 5.2.1:** 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

# Deloitte.

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 desses 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 das de uma 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 mostrado na Tabela 5.2.1, que exhibe parte das especificações das câmeras dos produtos VIP 3230 B SL G3 e VIP 3230 D SL G3 da Intelbras [30].

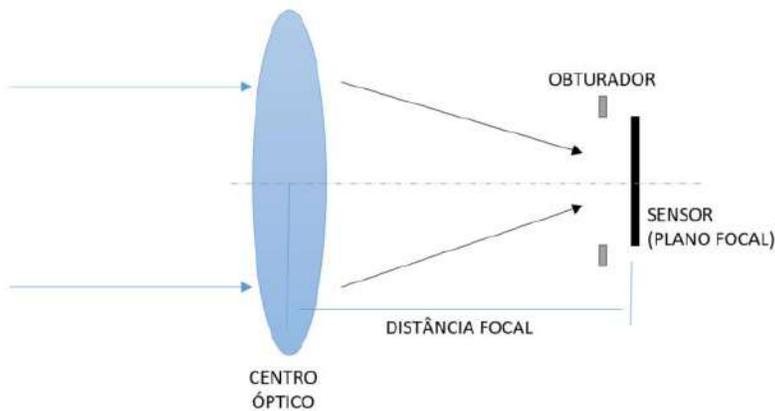
**Tabela 5.2.1:** Especificações técnicas da câmera

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 importantes desse elemento é a distância focal, que

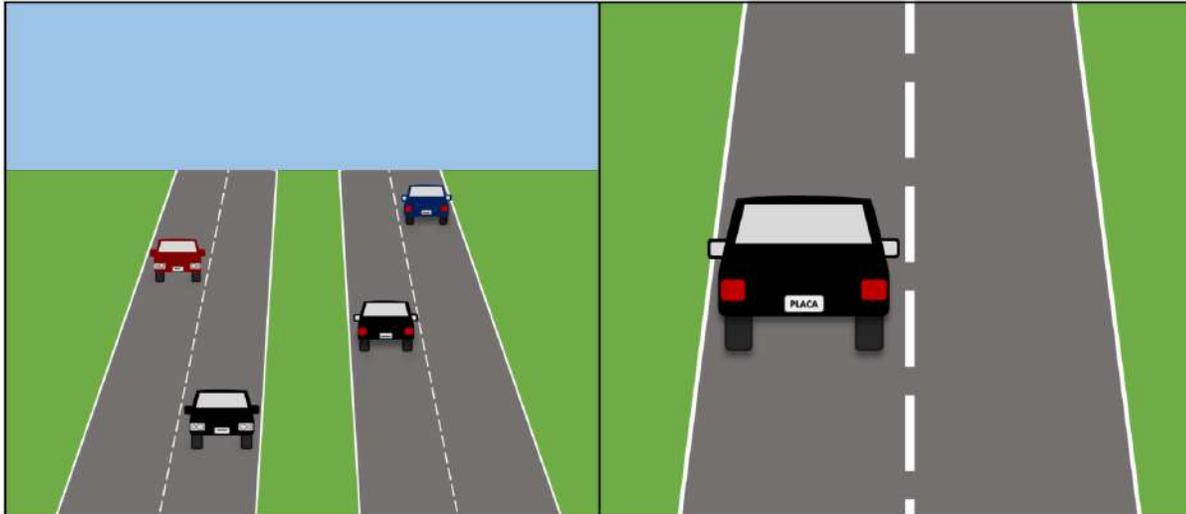
# Deloitte.

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, a 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 12 mm [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 5.2.2 ilustra a chegada dos raios de luz na lente e a convergência deles no plano focal, neste caso, o sensor da câmera, onde será formada a imagem.



**Figura 5.2.2:** Formação da Imagem no Plano Focal

A relação da distância focal com o campo de visão e o detalhamento da imagem é a seguinte: 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 12 mm [27], possui um ângulo de visão maior e detalhamento menor, mantendo todos os outros elementos da câmera iguais. Na Figura 5.2.3, 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 5.2.3:** Comparação entre lentes com distâncias focais diferentes

Outro dispositivo essencial para a câmera é o sensor, o qual é formado por elementos sensíveis à 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. 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,

# Deloitte.

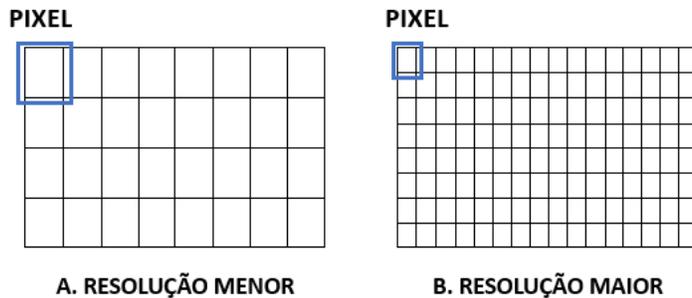
menor é o tempo de exposição e menos luz chega ao sensor. Por exemplo, uma velocidade de 1/20 segundos é considerada baixa, com tempo de exposição mais alto do que uma velocidade de 1/2000 segundos, que é considerada alta [34]. Altas velocidades são utilizadas para capturar movimentos rápidos, sem desfoque, 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 à 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 do 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 expressa 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 Standard 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 será 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 5.2.4. O pixel menor capta

# Deloitte.

menos fótons e, conseqüentemente, gera um valor de sinal menor. Dessa maneira, em ambientes com pouca luminosidade, a SNR pode ser mais baixa, assim como, em ambientes com boa luminosidade, um longo tempo de exposição à luz poderá saturar o pixel, gerando uma imagem de baixa qualidade e difícil manipulação [35]. Portanto, nem sempre a maior resolução obterá a melhor qualidade de imagem e, para ambientes escuros, a câmera deverá ser mais sensível à 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 em 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, nessas circunstâncias, a potência do ruído da imagem é alta 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 disso, existem outras tecnologias que captam imagens noturnas coloridas [32]. Ressalta-se que o IR possui um limite máximo de distância, em metros, para captar imagens.



**Figura 5.2.4:** Diferentes resoluções de imagem para um mesmo tamanho de sensor

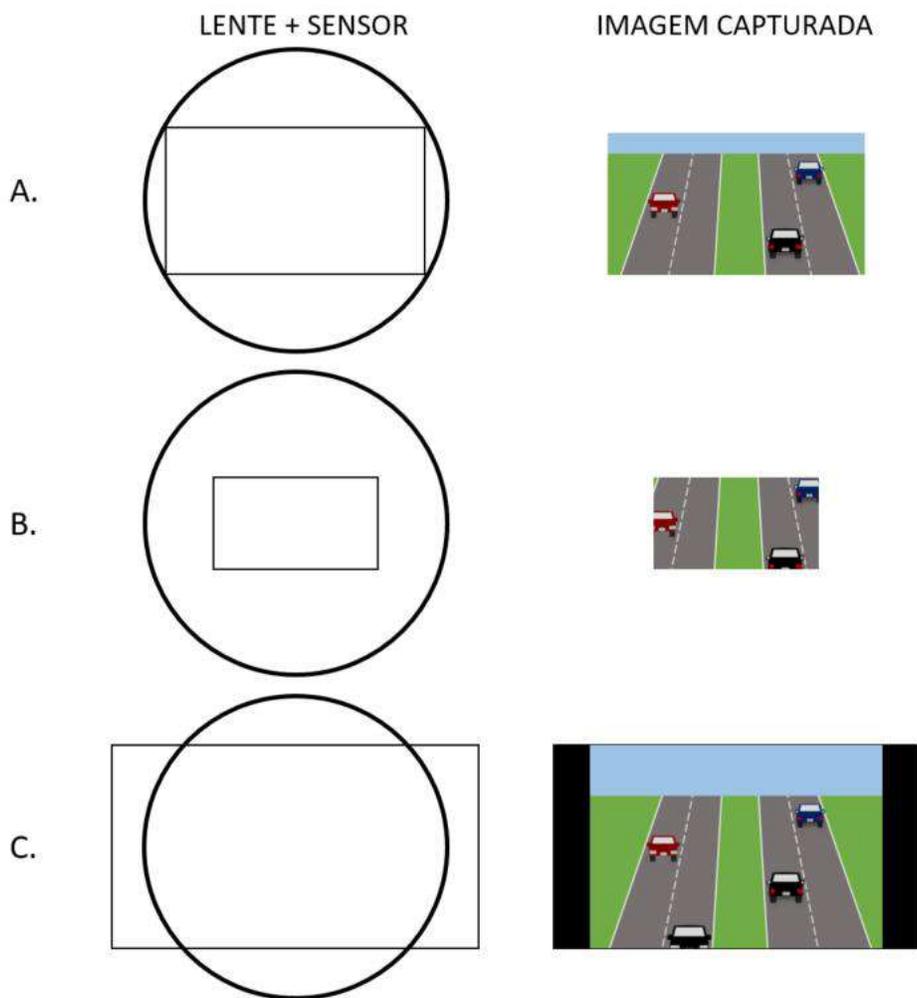
Em relação aos tipos de sensores, os dois mais conhecidos são: i) Semicondutor de Óxido Metálico Complementar (do inglês Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)) e ii) Dispositivo de Carga Acoplada (do inglês Charge Coupled Device (CCD)). O sensor CMOS possui custo de fabricação menor, assim como 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 5.2.5, assim como entre o tamanho do sensor e a resolução de imagem (apresentado anteriormente nesta seção).

A Figura 5.2.5 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,

# Deloitte.

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 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].



**Figura 5.2.5:** Relação do tamanho do sensor com a lente da câmera

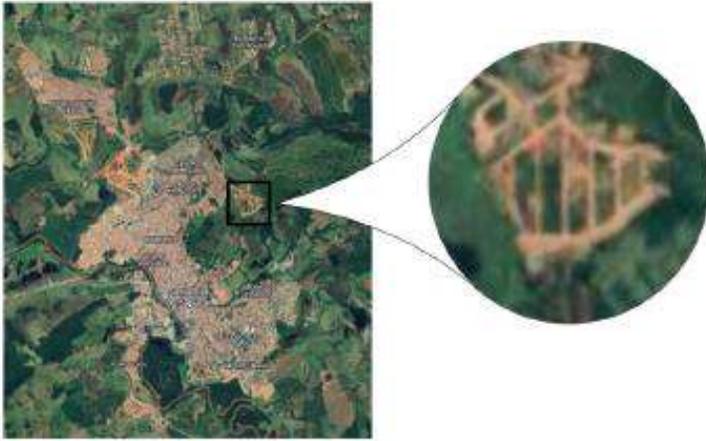
# Deloitte.

A título de exemplo, na especificação técnica da câmera apresentada na Tabela 5.2.1, não há informação do zoom óptico, por ter um tipo de lente fixa. O valor máximo do zoom óptico é definido pela equação 5.2.1 [40]:

$$\text{Zoom óptico} = \frac{\text{distância focal máxima (mm)}}{\text{distância focal mínima (mm)}} \quad (5.2.1)$$

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 5.2.1, 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 à redução da nitidez da imagem. Ressalta-se que as câmeras podem ter ou não zoom óptico e/ou digital. A Figura 5.2.6 apresenta um exemplo de ampliação de uma pequena área da imagem original, exemplificando a diminuição da qualidade e nitidez da imagem.



**Figura 5.2.6:** 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)) sendo 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

# Deloitte.

o tamanho deste, otimizando sua transmissão 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 5.2.7:** 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 5.2.8:** 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 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 às outras câmeras. Contudo, sua instalação é mais delicada, porque seus cabos são aterrados, necessitando de profissionais qualificados para tal tarefa. Além disso custo de investimento é mais alto que os outros modelos [29], contudo para muitas aplicações existem demandas de maior resolução de imagem.



**Figura 5.2.9:** 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

# Deloitte.

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 à 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 às partes perigosas por pessoas. O IP67 indica que o equipamento é protegido contra penetração de poeira, efeitos de imersão temporária em água, acesso às 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 5.3. 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].

### **5.2.3 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 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 possam ser detectados detalhes da cena, objetos e pessoas e assim, melhorar o resultado das funções inteligentes, 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.

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.

## **5.3 Abordagem tecnológica para a implantação das funcionalidades – Etapa 3**

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 coaxiais 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

# Deloitte.

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 à 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 acontecem 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 à compatibilidade dos equipamentos. Os gravadores digitais podem ser de dois tipos: Gravador de vídeo digital (do inglês Digital Vídeo Recorder (DVR)) e Gravador de vídeo em rede (do inglês Network Vídeo Recorder (NVR)). O DVR converte sinais analógicos em formato digital e são conectados por meio de cabos

à 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 à 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].

## 5.4 Descrição da Solução Testada – Etapa 3

Nesta seção é descrita a solução tecnológica de IoT proposta pelo Inatel para a implementação do sistema de videomonitoramento inteligente. Esse sistema foi implementado em Santa Rita do Sapucaí e Caxambu-MG e Piraí-RJ.

A etapa inicial do processo de implementação do videomonitoramento é a instalação das câmeras de vídeo nos pontos estratégicos, como local com maior circulação de veículos e pessoas e principais cruzamentos que foram 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 foram instaladas 10 câmeras Speed Dome de alta resolução e sensibilidade modelo Intelbras VIP 5232 SD IA<sup>6</sup> 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 <sup>7</sup>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<sup>8</sup>.

Na cidade de Piraí/RJ foram instaladas 05 câmeras Speed Dome de alta resolução e sensibilidade modelo Intelbras VIP 5232 SD IA com licença de conexão de

---

<sup>6</sup> [32x Optical Zoom Speed Dome IP Camera VIP 5232 SD IA | Intelbras](#)

<sup>7</sup> [Ficha Técnica VIP 7260 LPR IA FT V2.pdf](#)

<sup>8</sup> [16-Channel Smart Network Digital Video Recorder iNVD 9116 PE FT | Intelbras](#)

reconhecimento facial e 05 câmeras fixas para leitura automática de placa para até 120km/h modelo Intelbras VIP 94120 LPR IA FT V3 <sup>9</sup>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 foram 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.

## **5.4.1 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;

---

<sup>9</sup> [VIP 94120 LPR IA FT KIT.pdf](#)

- 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.

## 5.4.1 Estimativa de custo para a solução de videomonitoramento:

**Tabela 5.3.1:** Estimativa de custos para videomonitoramento

Item	Modelo	Especificação Técnica	QTDE	Valor unitário	Valor total
Câmera	VIP 5232 SD IA	<b>Resolução:</b> 2 megapixels (1920 x 1080) <b>Zoom Óptico:</b> 32x <b>Inteligência Artificial:</b> Detecção de faces, rastreamento automático, detecção de objetos abandonados/retirados <b>Proteção:</b> IP66 e IK10 <b>Alimentação:</b> PoE Ativo (IEEE 802.3at)	22	R\$ 4.500,00	R\$ 99.000,00
	VIP 7260 LPR IA FT V2	<b>Resolução:</b> 2 megapixels (1920 x 1080) <b>Leitura de Placas:</b> Até 60 km/h, identificação de cor e marca do veículo <b>Zoom Óptico:</b> 5x <b>Distância IR:</b> 30 metros <b>Proteção:</b> IP67 <b>Alimentação:</b> 12Vdc, 24Vac, PoE+	2	R\$ 6.000,00	R\$ 12.000,00
	VIP 94120 LPR IA FT V3	<b>Resolução:</b> 4 megapixels (2688 x 1520) <b>Leitura de Placas:</b> Até 120 km/h, identificação de cor e marca do veículo <b>Zoom Óptico:</b> 4x <b>Distância IR:</b> 30 metros <b>Proteção:</b> IP67 <b>Alimentação:</b> 12V DC, 36V DC, PoE	8	R\$ 8.000,00	R\$ 64.000,00
Dispositivo de armazenamento de dados.	iNVD 9116 PE FTU.	<b>Canais:</b> 16 canais IP <b>Resolução:</b> Até 16 MP <b>Inteligência Artificial:</b> Reconhecimento facial, leitura de placas, contagem de pessoas, mapa de calor	3	R\$ 10.000,00	R\$ 30.000,00

		<b>Armazenamento:</b> Até 2 HDs de 10 TB cada <b>Alimentação:</b> ePoE			
Licença de software – para as 3 cidades	Defense - Intelbras	Gestão Centralizada Videomonitoramento Inteligência Artificial Gestão de Evidências	1	R\$ 142.118,28	R\$ 142.118,28
Instalação das cameras			36	R\$ 300,00	R\$ 10.800,00
<b>Total:</b>					R\$ 357.918,30

Os valores da Tabela 5.3.1 são estimativas e podem variar dependendo do fornecedor, da quantidade de dispositivos e da complexidade da implementação, também não está considerando a infraestrutura de rede que deve ser provisionada pelo município que adquirir a solução.

## 5.5 Avaliação de requisitos relacionados à segurança e privacidade – Etapa 3

Não foi passadas as informações relacionadas à segurança e privacidade o que se sabe é que o sistema de monitoramento seguirá para processo de inclusão no sistema existente de monitoramento e as informações são confidenciais da Polícia, quanto ao sistema de leitura de placas foi realizada a integração com o sistema Helios da Polícia Militar de Minas Gerais em atendimento ao sistema de videomonitoramento das cidades de Santa Rita do Sapucaí e Caxambu conforme informações listadas abaixo pelo INATEL:

### Aspectos importantes:

1. No projeto, nem todas as câmeras faziam reconhecimento facial, porém todas as câmeras instaladas foram *Speed Dome* com reconhecimento facial (Sistema de videomonitoramento Intelbras). Foram realizados alguns testes de com reconhecimento facial colocando fotos no banco de dados do próprio servidor local e fazendo a comparação dessas fotos com as imagens

# Deloitte.

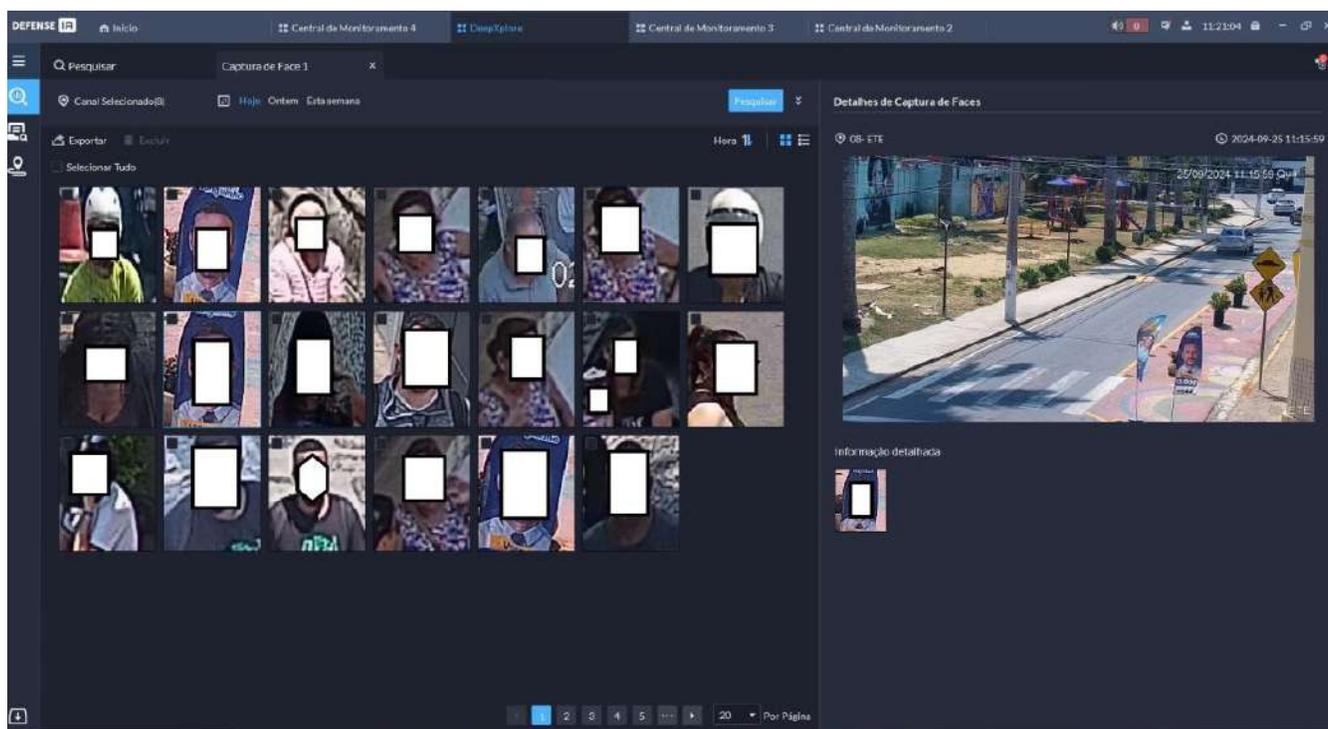
capturadas pelas câmeras identificando e correlacionando 100% das imagens. O grande, porém, dessa história é que oficialmente não foi permitido realizar reconhecimento facial devido a LGPD. O que pode ser feito é disponibilizar os dados para as autoridades de segurança pública, que aí sim, podem realizar a verificação facial. Em Santa Rita do Sapucaí, os dados poderiam ser disponibilizados para as autoridades do Estado de MG e via PRODEMGE consumir os dados e transformá-los em serviço de reconhecimento facial para as autoridades policiais locais. Não houve engajamento do Estado para fazer essa integração com as câmeras utilizadas em Santa Rita do Sapucaí e Caxambu, pois seria necessário um convênio entre as prefeituras e a Polícia Civil (que é quem cuida das identidades dos cidadãos). Na cidade de Piraí-RJ a prefeitura firmou convênio com a Polícia Militar e o sistema de videomonitoramento foi integrado ao sistema estadual da PM, com relação ao acesso aos dados também são restritos a uso das forças de segurança.

Visitando outros sistemas já utilizados em outros lugares, quando a câmera utilizada no projeto detecta uma face e o resultado é de pelo menos 75% de verossimilhança, então os policiais em campo, poderiam abordar tal cidadão para fazer a verificação final. É claro que o sistema ainda gera algumas falhas, mas a abordagem final é que realmente determinará se se trata de algum foragido da justiça, ou não.

Trata-se de um potencial enorme para melhoria da segurança pública e está cada vez mais sendo utilizado pelas autoridades policiais.

2. Com relação as duas câmeras para leitura de placas de veículos (LPR – License Plate Recognition), foi realizada a integração com o sistema Helios da Polícia Militar de Minas Gerais. Da mesma forma, como deve acontecer com o reconhecimento facial, os dados gerados pelas câmeras são disponibilizados via API para o sistema da Polícia Militar de Minas Gerais

(sistema Helios), ou seja em Santa Rita do Sapucaí o sistema já está integrado com o sistema da Polícia Militar, em Caxambu isso ainda não ocorreu devido a necessidade de estabelecer convenio entre a prefeitura e a Polícia Militar embora ainda nós não podemos manipular os dados a não ser que sejam requisitados pelas forças policiais (Guarda Civil Municipal, Polícia Civil, Polícia Militar). Com o sistema em funcionamento o policial militar recebe a notificação quando algum carro suspeito é identificado. Através dessas câmeras, alguns crimes já foram desvendados como, desmontagem de célula de uma organização criminoso, abordagem de veículos com documentação em atraso, veículos roubados/furtados, contudo essas informações foram apenas mencionadas e não podemos aprofundar nelas devido a confidencialidade dos casos.



**Figura 5.5.1:** Imagem anonimizada de sistema de monitoramento

## 5.6 Referências Bibliográficas – Etapa 3

[1] (1988) CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. [Online]. Available:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](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-centenriors.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-](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.)

[cities/#:~:text=O%20videomonitoramento%20tamb%C3%A9m%20pode%20](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.)

[ser,melhorar%20a%20seguran%C3%A7a%20nas%20ruas.](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-sapuca.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](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=CigiJgokC](https://earth.google.com/web/search/Caxambu,+MG/@-21.98459963,-44.93253246,930.91344124a,12991.18165254d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokC)

[TA3ABtNTbAEU85juCYSTbAGQzJqvTm00bAIUXBiEu23kbA](https://earth.google.com/web/search/Caxambu,+MG/@-21.98459963,-44.93253246,930.91344124a,12991.18165254d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCTA3ABtNTbAEU85juCYSTbAGQzJqvTm00bAIUXBiEu23kbA)

[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=CigiJgokC](https://earth.google.com/web/search/Pira%C3%AD,+RJ/@-22.62736872,-43.90356159,368.07216204a,17946.77045051d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokC)

[Vd5Sp7x8TXAEY69TAcpBjbAGcmUnln1cUbAIVWcPKFFeBa](https://earth.google.com/web/search/Pira%C3%AD,+RJ/@-22.62736872,-43.90356159,368.07216204a,17946.77045051d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCVd5Sp7x8TXAEY69TAcpBjbAGcmUnln1cUbAIVWcPKFFeBa)

[22] (2018) LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018. [Online]. Available:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm)

[23] (2022) RESOLUÇÃO CONTRAN Nº 909, DE 28 DE MARÇO DE 2022.

[Online]. Available: [https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-](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)

[br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucao-contran-no-909-de-28-de-marco-de-](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)

[2022#:~:text=Consolida%20normas%20de%20fiscaliza%C3%A7%C3%A3o%20de,VII%20e%20XI%20do%20art](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-](https://www.interelectronix.com/br/abnt-nbr-iec-62262-ik-grau-de-resistencia-ao-impacto.html)

[ik-grau-de-resistencia-ao-impacto.html](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%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 óptico 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>

## **6. Visão Geral Piloto – Etapa 5 (Monitoramento de frota municipal)**

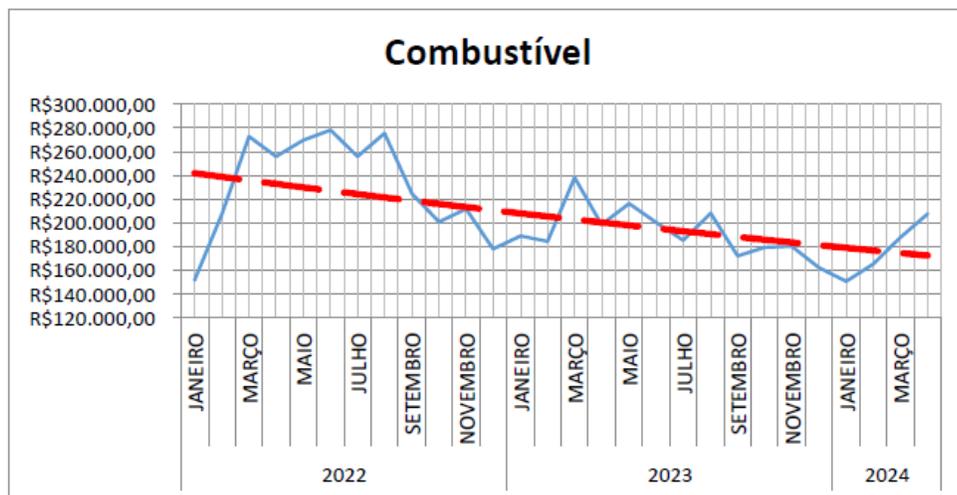
Esta etapa consiste na frente de Monitoramento da Frota Municipal da prefeitura da cidade de Santa Rita do Sapucaí – MG que foi instalada e está em operação desde 2022.

Conforme documento Ofício Inatel.pdf emitido pela prefeitura o uso da solução trouxe benefícios como:

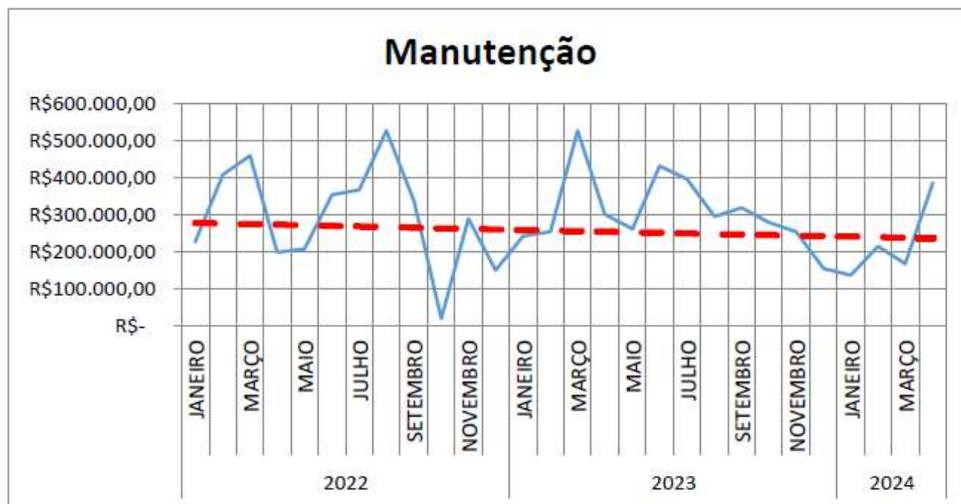
- Localização dos veículos em tempo real (Mostra trajetória de ônibus, agilidade de envio de suporte de veículos quebrado)
- Controle de diárias de servidores fora do município para prestação de contas públicas.
- Controle de uso correto do veículo para notificação de eventual irregularidade de uso de veículo público.

Abaixo é possível observar a tendência de diminuição do consumo de combustível e custo de manutenção da frota desde quando o rastreamento foi implantado.

**Tabela 6.1:** Consumo de Combustível



**Tabela 6.2:** Custo de Manutenção



Isso ocorreu devido a utilização eficiente das informações relacionadas ao rastreamento dos veículos e disponibilidade para gerenciamento da frota pública.

## **6.1 Objetivo do Piloto – Etapa 5 (Monitoramento da Frota Municipal)**

O objetivo do Piloto na Etapa 5 consiste na implementação da solução IoT para controle de frota municipal.

## **6.2 Descrição da Solução Testada – Etapa 5**

Controle e monitoramento de frota dos veículos da Prefeitura de Santa Rita do Sapucaí através de instalação de solução de IoT que possui uma plataforma web de gerenciamento de veículo da Getrack que utiliza de sensores com geolocalização através de comunicação com a rede NB-IoT da operadora de telefonia TIM com cobertura na região de Santa Rita do Sapucaí . Os sensores foram instalados em na frota municipal de 130 veículos

## Arquitetura Esquemática da Solução<sup>10</sup>(Ilustrativo)



**Figura 6.1:** Arquitetura Getrak e TIM

O fornecedor Getrak foi responsável pela instalação dos dispositivos IoT e implementação da plataforma web de serviços de gerenciamento da frota.

### 6.2.1 Estimativa de custo da solução de monitoramento de frota:

**Tabela 6.3:** Estimativa de custo para a solução de monitoramento de frota:

Item	Modelo	Especificação Técnica	QTDE	Valor unitário	Valor total
Controlador Eletrônico	Getrak	Controlador eletrônico	130	R\$ 846,15	R\$ 77.000,00
Licença de software – de rastreamento Getrak	Plataforma de Monitoramento	Monitoramento de frota	1	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
Instalação dos dispositivos		Controlador eletrônico	130	R\$ 100,00	R\$ 13.000,00
Pacote de dados			130	R\$ 40,00	R\$ 62.400,00
<b>Total:</b>					R\$ 172.400,00

<sup>10</sup> <https://getrak.com.br/wp-content/uploads/manual-tr05.pdf>

Os valores da Tabela 6.2.1 são estimativas e podem variar dependendo do fornecedor, da quantidade de dispositivos e da complexidade da implementação.

## **6.3 Avaliação de requisitos relacionados à segurança e privacidade - Etapa 5**

### **6.3.1 Proteção de dados**

Com adoção do sistema de gerenciamento de ativos da frota municipal (carros da prefeitura, ônibus, ambulâncias, viaturas policiais etc.), a prefeitura passa a ter um controle maior sobre sua frota e tem um papel fundamental nas questões relacionadas à privacidade das mensagens contêm a posição e a identificação do carro emissor.

A solução possibilita a estruturação de modelo de negócio sustentável e com escalabilidade que possibilita a difusão para cidades inteligentes e monitoramento de frotas através de convênios com prefeituras de todo país.

## **7. Visão Geral Piloto – Etapa 6 (Monitoramento de consumo de energia em prédios públicos)**

A solução de monitoramento e consumo de energia elétrica em prédio público foi implementado em 2023 pela empresa Ativa Soluções, na cidade de Santa Rita do Sapucaí-MG, após a Concessionária de energia elétrica de Minas Gerais (Cemig) autorizar o acesso ao quadro de distribuição geral do edifício onde foi instalado o sistema.

### **7.1 Objetivo do Piloto – Etapa 6**

## 7.2 Considerações iniciais – Etapa 6

De acordo com a Constituição Federal do Brasil, é dever da União a competência para explorar, diretamente ou por seus concessionários, os serviços e instalações de energia elétrica (artigo 21, inciso XII, alínea “b”, da Constituição Federal) e para legislar privativamente sobre energia (artigo 22, inciso IV) [1]. Com base nessa competência, a União editou a Lei 9.427/1996, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e previu, entre suas atribuições, a gestão dos contratos de concessão ou de permissão de tais serviços [2].

Para atender aos critérios cada vez mais exigentes para diminuição da pegada de carbono e cumprimento de metas de energia verde, é prioritário combater o desperdício no consumo de energia. Nesse cenário, é imprescindível que os prédios públicos possam guiar pelo exemplo, reduzindo seu consumo e combatendo o desperdício.

Para que se possa adotar medidas e ações para combater esse desperdício, é necessário que a medição do consumo de energia seja feita de forma mais eficiente e segmentada. Nesse contexto, soluções para medição inteligente de energia se tornam necessárias e incentivadas. Esses sistemas de medição inteligentes, dentro de um conceito de Internet of Things (IoT), devem possuir a capacidade de medir a tensão e corrente instantâneas, potência ativa, reativa e aparente, acumulado do consumo por período, acessibilidade para comunicação remota, seja por rede cabeada ou com a utilização de tecnologias de redes móveis como o 3G, 4G ou 5G.

As interfaces de gerenciamento remoto devem ainda possuir a capacidade de gerar relatórios de medidas históricas, para o acompanhamento da evolução do consumo e permitir traçar um padrão de consumo de cada segmento avaliado, encontrando oportunidades de redução do consumo e eliminação do desperdício.

# Deloitte.

Diante deste cenário, soluções de IoT possuem grande potencial de aplicação na medição de consumo de energia em prédios públicos.

## **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 [3, 4]. Esse estudo foi dividido em 4 fases, cada uma com objetivos 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 [4].

Uma das verticais priorizadas no estudo é o ambiente de Cidades, que possui 4 objetivos estratégicos: mobilidade, segurança pública, eficiência energética, saneamento e inovação [4].

Dentre as ações para o cumprimento dessas metas está a implantação de um sistema de medição de energia em prédios públicos que pode ser integrado com políticas de redução do consumo de energia pelo poder público com a redução de desperdícios, resultando numa economia para os cofres dos municípios, auxiliando os setores social, econômico e ambiental, como apresentado na Tabela 7.2.1.

Em 2012, o Governo Federal criou um programa chamado Programa Esplanada Sustentável [5], liderado pelo Ministério do Planejamento, que tinha como objetivo criar políticas sustentáveis para os mais diversos órgãos e autarquias da administração pública federal.

Entre os objetivos do plano estava a redução de despesas operacionais em prédios públicos federais e, dentre estas, a redução do consumo de energia elétrica. O projeto previa duas etapas de implementação: uma até junho de 2013, onde entrariam os órgãos ligados aos ministérios que aderissem ao programa na

# Deloitte.

esplanada dos ministérios na capital federal, e outra etapa que iria até junho de 2014, onde todos os demais órgãos da administração pública federal, incluindo as faculdades e universidades federais, poderiam aderir ao programa.

O programa incluía, entre outras ações, a medição inteligente de energia em prédios públicos e a substituição dos equipamentos menos eficientes do ponto de vista do consumo de energia por aqueles com maior eficiência, alteração de rotinas de trabalho e conscientização dos servidores acerca da importância da redução no consumo de energia elétrica. Durante o evento Diálogo 2015 foi apresentado o resultado de um trabalho realizado pela UFPel (Universidade Federal de Pelotas-RS), em parceria com o Ministério do Planejamento e o Ministério do Meio Ambiente para o Programa Bom Uso Energético para a Esplanada dos Ministérios, foi apresentado durante o evento Diálogo 2015. Neste estudo, foi demonstrado que, entre setembro de 2006 e setembro de 2015, valendo-se de medidas técnicas e administrativas, a UFPel havia reduzido o valor gasto com energia elétrica em cerca de R\$2.8 milhões [6].

Dado o sucesso na aplicação dessas medidas, o modelo deveria ser replicado como parte do Programa Esplanada Sustentável nos prédios do Distrito Federal.

O conceito de redução de custos com energia elétrica está umbilicalmente ligado à capacidade do órgão público em medir o uso de energia atual da forma mais segmentada possível, como por exemplo, iluminação, sistema de ar-condicionado, equipamentos de informática, ou ainda segmentado por ambientes dentro do prédio, como recepção, administração, atendimento ao público. Dessa forma, o gestor poderá medir e acompanhar esse consumo e direcionar suas ações para aqueles segmentos onde haja uma indicação de excesso de consumo, aplicando medidas que podem ir desde a criação de uma cultura de valorização da economia de energia até a substituição dos equipamentos menos eficientes energeticamente.

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 referido projeto foi aceito e tem como objetivo implantar a telegestão na rede de iluminação inteligente e integrá-la com videomonitoramento para segurança pública [7], bem como realizar medição de energia em prédios públicos. A solução tecnológica foi testada e avaliada no município de Santa Rita do Sapucaí/MG.

**Tabela 7.2.1: 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.

## 7.2.1 Informações sobre os municípios do projeto

O foco deste 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 ocorreu em Santa Rita do Sapucaí-MG.

## 7.2.2 Parceiros Envolvidos no Sistema de Medição de Energia em Prédios Públicos

Para que o projeto de Medição de Energia em Prédios Públicos 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, prefeitura, a empresa Ativa Soluções [14], que possui uma parceria com a empresa Telefônica Brasil S/A [15], e o Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel). Cada um desses parceiros traz competências e habilidades específicas que são fundamentais para o sucesso do projeto de medição de energia em prédios públicos.

### 7.2.3 Sistema de Medição de Energia Atual

No Brasil, o sistema de medição de energia em prédios públicos, assim como em edifícios comerciais e residenciais, é regulado e supervisionado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a agência reguladora do setor elétrico no país. A medição de energia elétrica em prédios públicos segue diretrizes específicas para garantir a justa medição do consumo de eletricidade e o controle dos custos associados.

Aqui estão alguns aspectos relevantes sobre o sistema de medição de energia em prédios públicos no Brasil:

- **Medidores de Energia:** Em prédios públicos, assim como em outros tipos de edifícios, a energia elétrica é medida por meio de medidores de energia, que registram o consumo de eletricidade em kWh (quilowatt-hora);
- **Contrato de Fornecimento:** A medição de energia começa com um contrato de fornecimento entre o órgão público (ou entidade responsável pelo edifício) e a concessionária de energia local. Esse contrato define os termos e condições do fornecimento de energia, incluindo as tarifas, a demanda contratada e as responsabilidades de ambas as partes;

# Deloitte.

- **Tarifas de Energia:** Os prédios públicos pagam tarifas de energia elétrica de acordo com a categoria de consumo e as tarifas vigentes definidas pela ANEEL. As tarifas podem variar de acordo com a demanda contratada e a hora do consumo;
- **Demanda Contratada:** A demanda contratada é a quantidade máxima de energia que o prédio público se compromete a consumir. A tarifa de demanda é baseada nesse valor e influencia o custo da energia elétrica. Prédios públicos geralmente negociam a demanda contratada com a concessionária com base em suas necessidades;
- **Medição Remota:** Em muitos prédios públicos e edifícios comerciais, a medição de energia é realizada de forma remota por meio de sistemas de medição automatizados. Isso ajuda a garantir a precisão e a eficiência da medição;
- **Fiscalização e Regulamentação:** A ANEEL regula o setor de energia elétrica e supervisiona a medição e o faturamento de energia. Isso é importante para garantir que as medições sejam justas e precisas, protegendo os consumidores, incluindo prédios públicos, de práticas indevidas;
- **Consumo Consciente:** A conscientização sobre o consumo de energia é uma parte importante da gestão de prédios públicos no Brasil. A otimização do uso de energia é fundamental para manter os custos sob controle e reduzir o impacto ambiental.

Os medidores de energia padrão utilizados em prédios públicos operam através de medição de tensão e corrente por meio de sensores específicos.

A operação se dá por princípio eletromagnético e registra esta medição em Wh (Watts x Hora), que mede a quantidade de potência consumida pelo tempo em que este consumo foi efetivamente realizado. O mais comum é que a fatura de energia elétrica seja expressa em kWh, que é um múltiplo (1000 vezes) da unidade de medida padrão. De maneira geral, o medidor da concessionária é

colocado na entrada da energia do prédio e mede toda a energia consumida pelo edifício. Em alguns casos, ainda existem medidores auxiliares para os andares ou salas do prédio, permitindo alguma individualização do consumo por setor/departamento.

## **7.2.4 Sistema de Medição de Energia Inteligente**

O sistema de medição de energia inteligente possui a mesma composição do sistema tradicional, aproveitando assim a infraestrutura existente. A diferença está no fato de podermos monitorar cada ambiente individualmente através de seu quadro de distribuição, permitindo que o controle do consumo elétrico possa ser feito de forma muito mais assertiva nos mais diversos ambientes dentro de um prédio público, como por exemplo: anfiteatros, escritórios, iluminação das áreas comuns, sistemas de ar-condicionado, etc.

Outro ponto a se destacar é a possibilidade de extrair relatórios específicos do consumo em cada um destes ambientes com escala de tempo de algumas horas, dias ou semanas, verificando assim potenciais usos indevidos ou consumo desnecessário.

As aplicações de um sistema de medição de energia inteligente são diversas. Além da individualização do consumo por ambiente, permite ainda diagnosticar uso desnecessário de energia em alguns ambientes.

Por exemplo, imaginemos que um determinado escritório ou grupo de escritórios de um prédio público tenha sua atuação exclusivamente em horário comercial. Porém, ao se monitorar o consumo de energia por meio do sistema de medição inteligente, verifica-se que todas as noites o consumo de energia com iluminação e ar-condicionado neste ambiente continua existindo. Isso indicaria que, mesmo ao sair, os servidores deste ambiente não têm a boa prática de desligar todas as lâmpadas e o sistema de ar-condicionado, gerando consumo desnecessário. Assim, podem ser implementadas políticas de redução deste consumo indevido, como campanhas de conscientização do uso racional de energia ou ainda uma ronda da

equipe de segurança nestes ambientes após encerrado o expediente para que sejam desligados os equipamentos indevidamente ainda ligados.

## **7.2.5 Tecnologias**

Quando tratamos de medição de energia, temos como tecnologias existentes os medidores fornecidos ou homologados pelas empresas concessionárias de energia, que podem medir a potência ativa consumida, além de, em alguns modelos, medir ou controlar também as potências aparente e reativa, sendo esta última com um limite de uso e com possibilidade de aplicação de multa por consumo excessivo. Esta medição se dá por dispositivos que medem as tensões e correntes em cada um dos condutores de energia conectados ao medidor. Eles podem ser de duas formas: analógicos ou digitais (eletrônicos).

O sistema de medição de energia inteligente utiliza o mesmo princípio. Ele deve estar conectado ao quadro de energia do ambiente que irá monitorar e tomar amostras de tensão e a medição da corrente consumida. Estas duas grandezas são tomadas com sensores específicos e ligadas a uma Unidade de Processamento Eletrônico, que é capaz de calcular os valores medidos e mostrar em um display as grandezas atuais e acumuladas, além de permitir, por uso de comunicação móvel por telefonia celular 3G/4G, o envio das informações para um processamento em nuvem e capacidade de exibição remotamente com uso de uma interface web.

## **7.2.6 Descrição da Solução de IoT Testada**

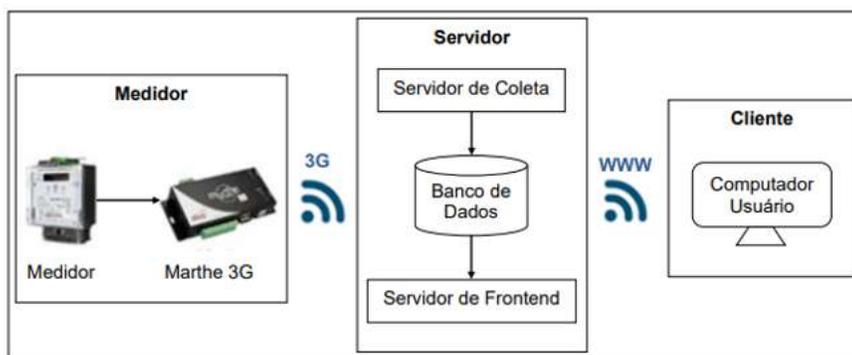
Nesta seção é descrita a solução tecnológica de IoT proposta pelo Inatel para a implementação do sistema de medição de energia inteligente.

Esse sistema foi implementado apenas no município de Santa Rita do Sapucaí, apresentado na seção 7.2.1. Como dito anteriormente, a solução de medição de energia inteligente prevê a tomada das medidas das grandezas elétricas e o envio

# Deloitte.

dos valores medidos para uma plataforma de nuvem que concentre os dados de um grupo de medidores, de forma que, pelo acesso de uma plataforma, os gestores públicos possam acessar os dados mais facilmente, agilizando o processo de tomada de decisões em políticas de mitigação de gastos desnecessários. Para tanto, precisou-se contar com soluções existentes no mercado e, neste sentido, a empresa escolhida para ser a parceira nesta implementação foi a Ativa Soluções, que possui um sistema com este propósito desenvolvido em parceria com a Telefônica Brasil S.A. por meio da vertical Vivo Empresas. A solução implementada contou com um medidor de energia produzido pela Rohde & Schwarz, modelo EM200, em conjunto com um equipamento Marthe 3G/4G da Ativa Soluções, além de sensores para medição de tensão e corrente. A este conjunto de equipamentos denominamos Medidor, e sua instalação é prevista em cada ambiente em que se deseja monitorar o consumo de energia dentro do prédio público.

No caso de Santa Rita do Sapucaí, foram instaladas 4 unidades deste medidor no prédio da Incubadora Municipal de Empresas, o PROINTEC. Os dados medidos por estes equipamentos são enviados para um servidor na nuvem por meio de comunicação móvel celular, onde são armazenados e servidos para a interface do usuário por meio de uma aplicação Front End. O diagrama geral da aplicação pode ser visto na Figura 7.2.1 abaixo:



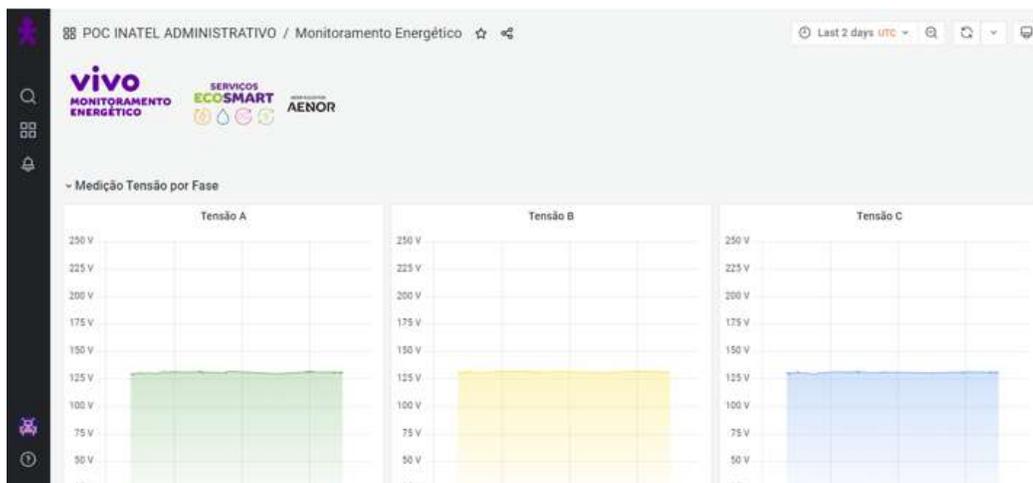
**Figura 7.2.1:** Diagrama Geral

Alguns exemplos das telas contidas na interface de usuário são: autenticação de usuário, medição de tensão das fases, seleção do medidor dentro de um grupo de

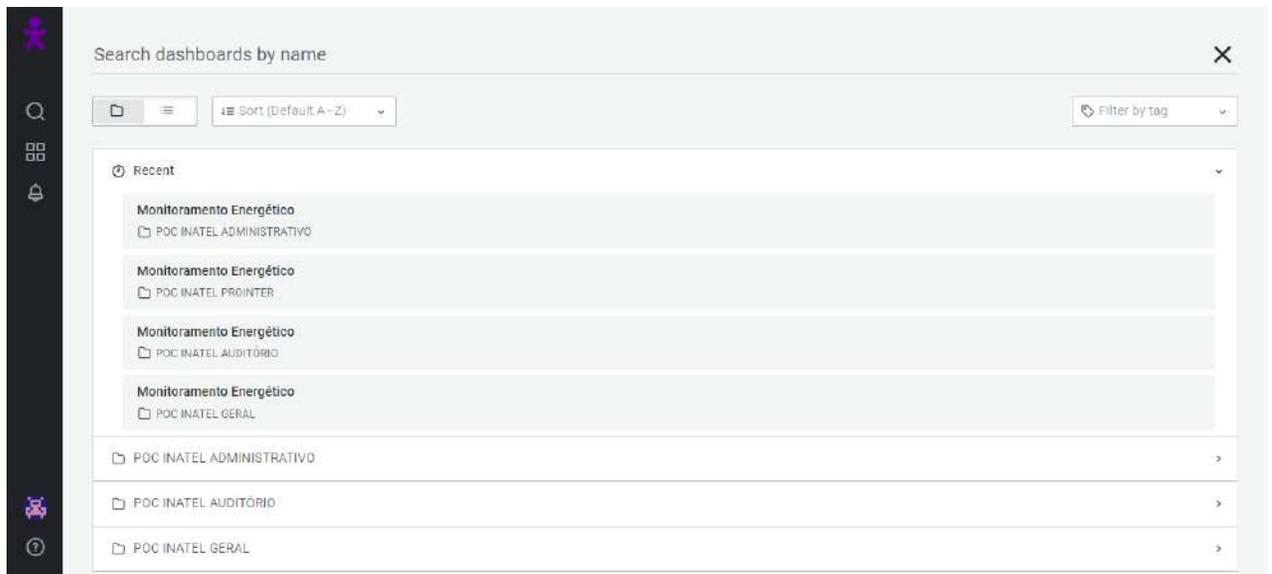
medidores e a seleção do intervalo de amostras para apresentação gráfica, respectivamente vistas nas Figuras 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4 e 7.2.5.



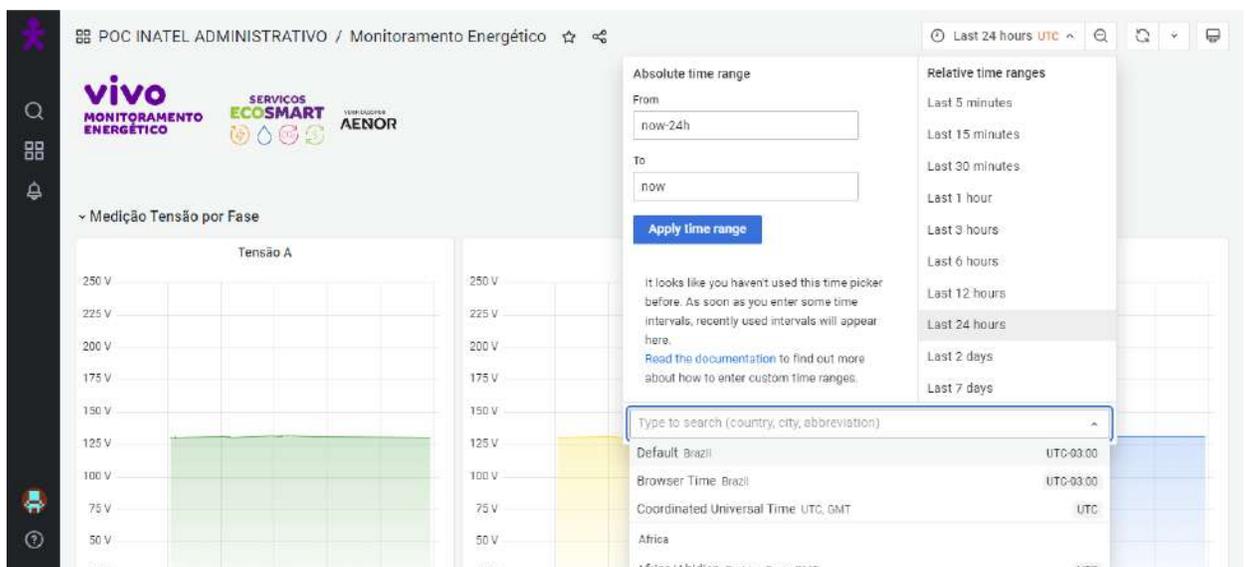
**Figura 7.2.2:** Autenticação de Usuário



**Figura 7.2.3:** Medição de Tensão das Fases



**Figura 7.2.4:** Seleção do Medidor do Grupo de Medidores



**Figura 7.2.5:** Seleção do Intervalo de Tempo para Exibição nos Gráficos

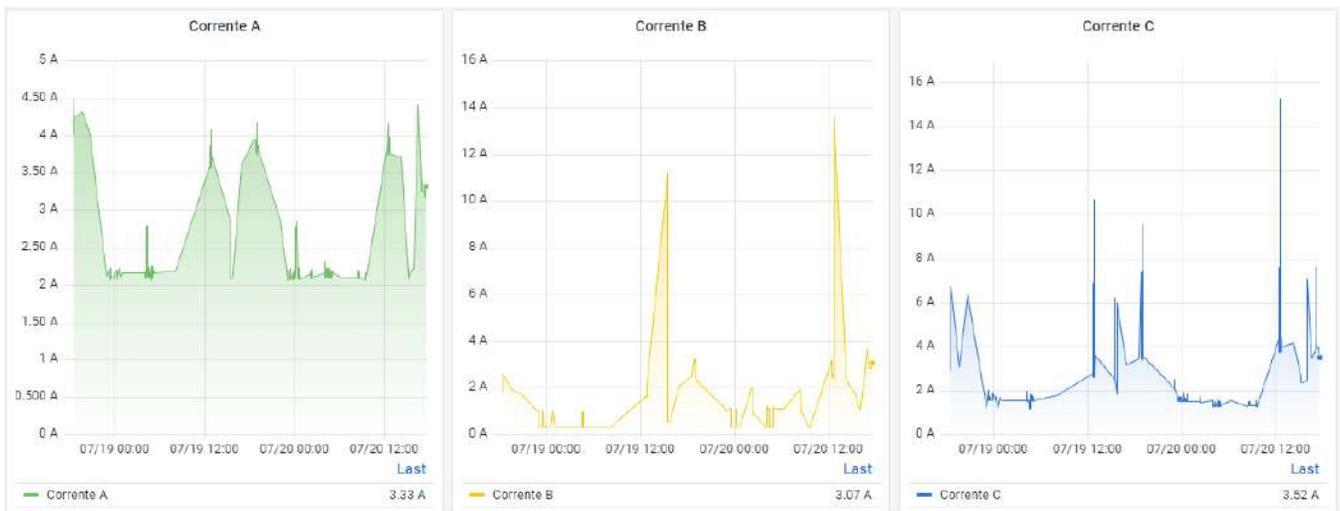
O sistema de medição de energia inteligente implementado permite que sejam medidas e monitoradas as seguintes grandezas elétricas:

- Medição de Tensão por Fase;
- Medição de Corrente por Fase;
- Medição de Potência Trifásica;

# Deloitte.

- Fator de Potência;
- Medição de Frequência;
- Consumo Acumulado;
- Tensão Entre Fases;
- Medição de Corrente de Neutro;
- Medição de THD Tensão por Fase;
- Medição de THD Corrente por Fase;

Exemplos de medição de corrente (Figura 7.2.6), potência ativa e reativa (Figura 7.2.7) e fator de potência (Figura 7.2.8) podem ser vistos abaixo:



**Figura 7.2.6:** Medição de Corrente das Fases



**Figura 7.2.7:** Medição de Potências Ativa e Reativa nas Fases



**Figura 7.2.8:** Medição do Fator de Potência nas Fases

## 7.2.7 Desafios de Implementação

A implementação do sistema de monitoramento de predial 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:

# Deloitte.

- Privacidade e segurança dos dados: Os dados coletados pelo sistema devem ser tratados, armazenados e analisados de acordo com as normas de segurança de dados. 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, assim como o tipo de estrutura de conexão que será utilizado entre estes. Entretanto, uma vez que a rede LTE já se encontra plenamente difundida em quase a totalidade do território nacional, os custos operacionais da implementação de uma rede NB-IoT passariam apenas pela disponibilização de planos de conectividade para os dispositivos implementados;
- Operação, manutenção e suporte: A operação de um sistema inteligente requer capacitação especializada dos profissionais para que o sistema funcione corretamente, assim como seja possível a manutenção e suporte contínuos para evitar problemas de segurança.

## **7.3 Descrição da Solução Testada – Etapa 6**

Referente a medição de energia em prédios públicos instalado em Santa Rita do Sapucaí-MG.

O medidor de energia inteligente está instalado desde março de 2023 a Figura 7.3.1 mostra os dados de antes e após a instalação.

2022				2023				2024			
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ADMINISTRAÇÃO				CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ADMINISTRAÇÃO				CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ADMINISTRAÇÃO			
MÊS	kw/h	R\$	valor	MÊS	kw/h	R\$	valor	MÊS	kw/h	R\$	valor
JANEIRO	2.461	R\$	2.612,98	JANEIRO	2.847	R\$	2.260,17	JANEIRO	3.067	R\$	3.009,24
FEVEREIRO	2.729	R\$	2.879,37	FEVEREIRO	2.880	R\$	2.494,17	FEVEREIRO	2.902	R\$	2.875,36
MARÇO	3.455	R\$	3.464,68	MARÇO	2.869	R\$	2.504,20	MARÇO	4.000	R\$	3.896,42
ABRIL	2.986	R\$	2.843,21	ABRIL	2.871	R\$	2.517,78	ABRIL	2.389	R\$	2.366,07
MAIO	1.831	R\$	1.581,56	MAIO	2.087	R\$	1.844,16	MAIO	2.252	R\$	2.228,95
JUNHO	2.187	R\$	1.850,61	JUNHO	2.464	R\$	2.467,59	JUNHO	1.495	R\$	1.676,78
JULHO	2.001	R\$	1.758,96	JULHO	2.489	R\$	2.437,29	JULHO	10.487	R\$	1.565,56
AGOSTO	2.152	R\$	1.669,18	AGOSTO	3.102	R\$	2.943,16	AGOSTO	0	R\$	-
SETEMBRO	2.179	R\$	1.732,49	SETEMBRO	3.043	R\$	3.006,40	SETEMBRO	0	R\$	-
OUTUBRO	2.465	R\$	1.964,24	OUTUBRO	3.660	R\$	3.528,13	OUTUBRO	0	R\$	-
NOVEMBRO	2.312	R\$	1.842,69	NOVEMBRO	3.248	R\$	3.173,04	NOVEMBRO	0	R\$	-
DEZEMBRO	2.228	R\$	1.778,47	DEZEMBRO	2.895	R\$	2.874,07	DEZEMBRO	0	R\$	-
<b>TOTAL</b>	<b>28.986</b>	<b>R\$</b>	<b>25.978,44</b>	<b>TOTAL</b>	<b>34.455</b>	<b>R\$</b>	<b>32.050,16</b>	<b>TOTAL</b>	<b>26.592</b>	<b>R\$</b>	<b>17.618,38</b>

**Figura 7.3.1** dados de consumo de energia elétrica

O sistema está instalado no prédio do PROINTEC em Santa Rita e abrange toda a área administrativa do prédio com exceção das empresas incubadas.

É o que chamamos de "Administração" (ou toda a área administrativa do prédio).

Conclusão: o monitoramento foi feito pelo responsável pela governança do prédio, inclusive com implantação de políticas de conscientização dos servidores públicos que trabalham no prédio. No entanto, devido as frequentes ondas de calor percebidas em 2023 (em comparação com 2022), foi necessário maior utilização de ar-condicionado em todos os ambientes. Em função disso, percebeu-se aumento no consumo.

Desde abril desse ano (2024), instalamos o sistema de acionamento remoto, o que possibilita programar e ligar/desligar os circuitos de alimentação dentro/fora do horário de expediente. Essa ação automatizada tem ajuda na governança.

A empresa Ativa Soluções <sup>11</sup>doou os equipamentos e estimou um custo de R\$ 46.000,00, (hardware + software) porém não foi passado maiores informações da solução empregada como "black box" por isso não foi possível detalhar os componentes envolvidos no custo, contudo pode se observar no site da empresa diversos produto para utilização na automação predial como o Netuno 50 4G que serviria como uma espécie de microcontrolador para soluções de IoT.

<sup>11</sup> [Netuno 50 4G - ATIVA Soluções](#)

## 7.4 Referências Bibliográficas – Etapa 6

- [1] (1988) CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. [Online]. Available:  
[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)
- [2] (1996) Lei 9427 de 1996. [Online]. Available:  
[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9427.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9427.htm)
- [3] (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=m5WVId>
- [4] (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>
- [5] (2012) Projeto Esplanada Sustentável. [Online]. Available:  
[https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-cosus/documentos-relacionados/projeto\\_esplanada\\_sustentavel\\_pes.pdf](https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-cosus/documentos-relacionados/projeto_esplanada_sustentavel_pes.pdf)
- [6] (2015) Notícia IBahia. [Online]. Available:  
<https://www.ibahia.com/sustentabilidade/predios-publicos-ganharao-medidores-inteligentes-para-auxiliar-na-economia-de-energia>
- [7] 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>
- [8] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:  
<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/santa-rita-do-sapuca.html>

[9] Google. (2022) Google Earth. [Online]. Available:

<https://earth.google.com/web/@-22.2481203,-45.69771196,891.26221225a,12999.80446118d,35y,0h,0t,0r>

[10] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/caxambu.html>

[11] 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=CigiJgokCTA3ABtNTbAEU85juCYSTbAGQzJqvTm00bAIUXBiEu23kbA>

[12] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/pirai.html>

[13] 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=CigiJgokCVd5Sp7x8TXAEY69TAcPbjbAGcmUnln1cUbAIVWcPKFfEbA>

[14] Ativa Soluções. Ativa Soluções. [Online]. Available:

<https://ativasolucoes.com.br/>

[15] Telefônica. Telefônica. [Online]. Available: <https://www.telefonica.com.br/>

[16] (2021) Resolução Normativa 1000. [Online]. Available:

<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html#:~:text=Art.%201%C2%BA%20Esta%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa,e%20demais%20usu%C3%A1rios%20do%20servi%C3%A7o>

[17] (2012) Resolução Normativa Aneel 482/2012, DE 17 DE ABRIL DE 2012.

[Online]. Available: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>

[18] (2022) Lei Nº 14.300, de 6 DE JANEIRO DE 2022. [Online]. Available:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2022/lei-14300-6-janeiro-2022-792217-norma-pl.html>

## 8. Visão Geral Piloto – Etapa 7 (Aplicativo Portal Cidade Inteligente)

O aplicativo 'Cidadão Online', foi disponibilizado durante 24 meses para a população de Santa Rita do Sapucaí-MG.

Implementou-se várias funcionalidades para além de apenas realizar a divulgação de eventos da cidade.

Havia um módulo de zeladoria municipal para engajamento da população quanto a solicitação de serviços tais como buracos nas ruas, lâmpadas públicas queimadas, poda de árvores etc. Além do botão de pânico para coibição da violência doméstica.

### Resultados:

Em um primeiro momento houve baixa adesão dos munícipes até que conseguimos juntos as autoridades locais uma lista com pessoas mais vulneráveis e com mais ocorrências passadas de violência doméstica. Fizemos em conjunto um trabalho de conscientização e da lista com 33 nomes, todos aderiram ao aplicativo. Essa foram as medições que fizemos com a Polícia Militar e Guarda Civil Municipal:

- Primeiros 6 meses de adesão dessas 33 pessoas: ocorrências diminuíram 96%
- Primeiros 12 meses de adesão dessas 33 pessoas: ocorrências diminuíram em 94%.
- Primeiros 18 meses: ocorrências diminuíram em 89%.
- E quando o APP foi desligado (não houve continuidade da prefeitura), medimos 92% de diminuição.
- No caso do botão de pânico, mostrou-se que realmente traz um impacto positivo significativo.

# Deloitte.

- A diminuição dos casos foi comparada as ocorrências passadas (contudo várias novas pessoas aderiram ao APP durante o projeto).

Para ter uma maior adesão seria necessário campanhas em parceria entre prefeitura e polícias Municipal, Militar e Civil para motivar pessoas em vulnerabilidade utilizar o aplicativo para denunciar abusos e violências.

No caso da zeladoria municipal, o resultado foi que a prefeitura não deu continuidade, não conseguiu atender a quantidade de chamados realizados.

A empresa parceria foi a Sonner Sistemas e ela também não cobrou pelos testes e estimou o custo do aplicativo em aproximadamente R\$ 30.000,00 anual.

O projeto teve duração de 1 ano e foi encerrado devido a não renovação da licença de uso do software pela prefeitura.

## **8.1 Descrição da Solução de IoT que foi Testada – Etapa 7**

Nesta seção é descrita a solução tecnológica de aplicativo de atendimento ao cidadão proposta pelo Inatel para a implementação do sistema proposto. Esse sistema será implementado apenas no município de Santa Rita do Sapucaí.

A etapa inicial do processo de implementação de uma solução de aplicação para atendimento ao cidadão é o desenvolvimento de um aplicativo capaz de atender aos requisitos definidos. Buscando utilizar aplicações já existentes no mercado para a viabilidade econômica da solução, a empresa parceira Sonner Sistemas se tornou a responsável pelo fornecimento do aplicativo para o atendimento ao cidadão.

O aplicativo proposto pela Sonner é o 'Cidadão Online', que é descrito como uma solução que aproxima o governo e a população. Trata-se de uma aplicação com solução modular, onde cada tipo de serviço público oferecido ao cidadão pode ser implementado de maneira gradual, o que permite ao município uma transição mais suave deste processo de digitalização. A empresa Sonner oferece soluções para módulos de Ouvidoria com serviços como tapa buracos, maus-tratos aos

# Deloitte.

animais, iluminação pública, poda de árvore e limpeza de terreno. Existe ainda um módulo de documentações que permite digitalizar o fluxo de documentação com serviços como gerir documentos, protocolos e processos de ouvidoria, gerar documentos eletrônicos automaticamente, cadastrar classificações diversas e parametrizar por tipo de documento, definir fluxos de tramitação dos processos, acompanhar movimentações dos processos digitais com rastreabilidade e segurança, vincular documentos e anexos às pastas digitais, ter assinaturas eletrônicas de padrão avançado bem como assinaturas com certificação digital A1 e A3, fazer o fluxo de tramitação utilizando a caixa de entrada de fácil usabilidade e similar ao e-mail.

Outro módulo importante é o de Gestão de Guarda Municipal, onde é possível realizar a gestão de ocorrências, gestão de agentes e/ou guardas, cadastro e gestão de equipamentos e a gestão da frota da guarda, entre outros.

Especialmente para o projeto implementado em Santa Rita do Sapucaí, em comemoração ao Dia Internacional da Mulher em 8 de março, foi incluído um botão de pânico para atendimento de ocorrências de violência doméstica e/ou contra as mulheres, que visa criar um mecanismo simplificado para que as vítimas possam pedir apoio da Guarda Civil Municipal em sua proteção pelo simples toque de um botão na tela do smartphone e, por meio de georreferenciamento, o despacho da viatura é feito imediatamente após recebida a ocorrência.

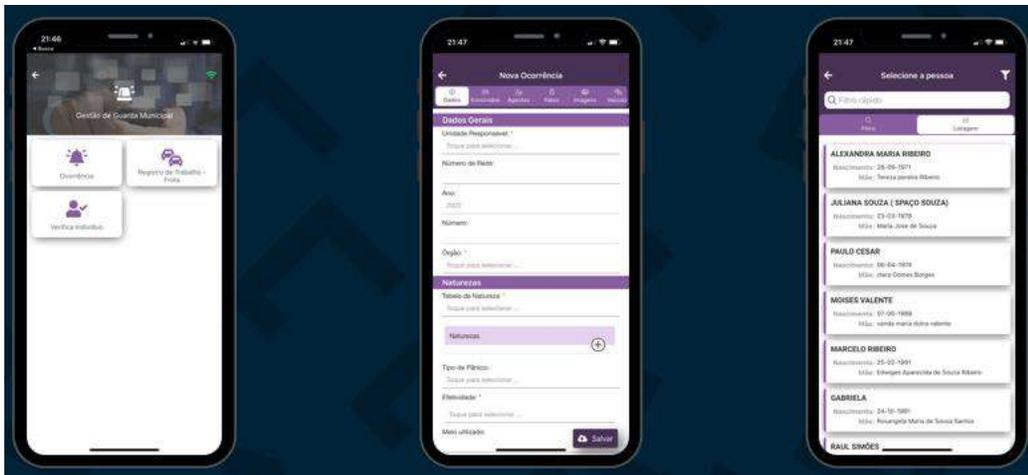
A Figura 8.1 apresenta a tela inicial do aplicativo implementado em Santa Rita do Sapucaí-MG.



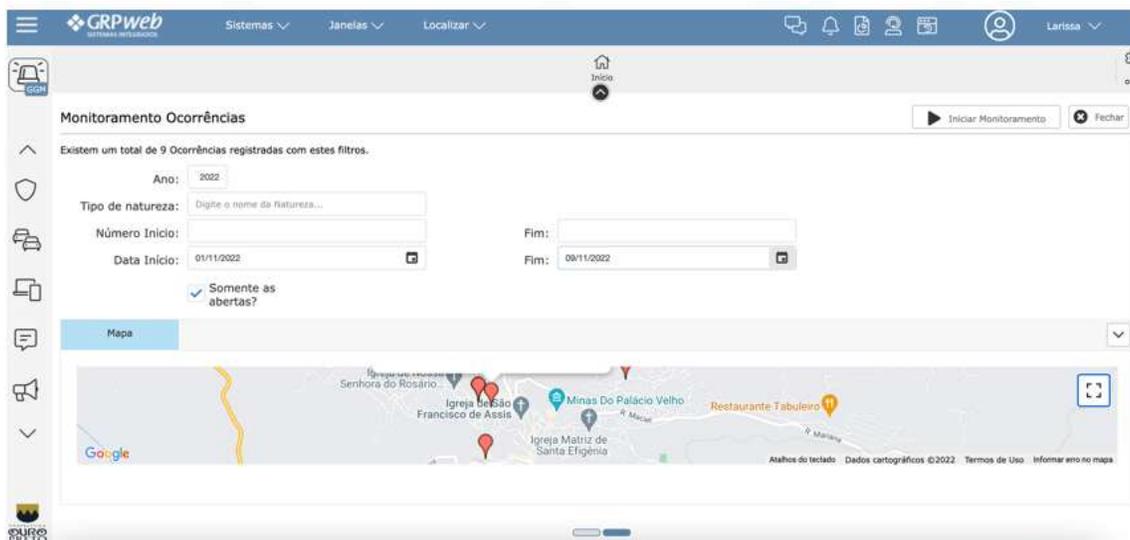
**Figura 8.1:** Tela Inicial

O módulo de Gestão de Guarda Civil Municipal pode ser implementado em duas versões: uma no aplicativo chamada 'GRP Mobile', que pode ser utilizada pelo agente em campo para os registros e consultas necessárias. A Figura 8.2 mostra as telas com a aplicação móvel.

A segunda versão seria a central de monitoramento, onde a aplicação funciona em um navegador de internet e permite aos operadores no Quartel General visualizar a tela com georreferenciamento das patrulhas e das ocorrências registradas. As Figuras 8.3 e 8.4 mostram as telas de monitoramento disponíveis para o operador. O sistema de Botão de Pânico implementado na aplicação para a comemoração do Dia Internacional da Mulher em Santa Rita do Sapucaí pode ser visto na Figura 8.5. Para minimizar as fraudes ou chamados falsos realizados pelo Botão de Pânico, foi implementada uma camada de segurança que registra, além do georreferenciamento, também o usuário cadastrado no smartphone, seja a conta do Google ou do iOS, para registrar o solicitante do chamado e identificar os responsáveis em caso de fraude ou chamados falsos.



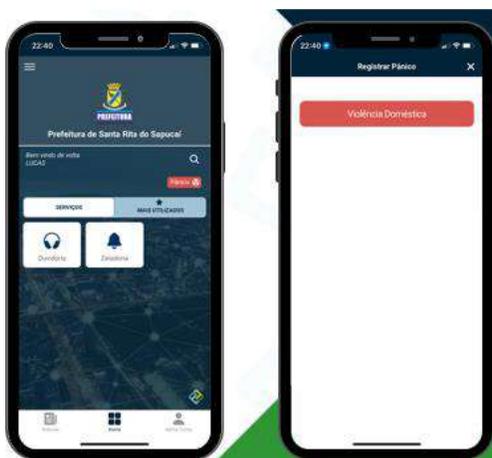
**Figura 8.2:** Telas da Aplicação GRP Mobile de Gestão Guarda Civil Municipal



**Figura 8.3:** Telas de Monitoramento Patrulhas e Ocorrências com Detalhe



**Figura 8.4:** Telas de Monitoramento Patrulhas e Ocorrências



**Figura 8.5:** Tela Aplicação Cidadão Online com Botão de Pânico

## 8.1.1 Desafios de Implementação

A implementação de uma aplicação para atendimento ao cidadão 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 devem ser tratados, armazenados e analisados de acordo com as normas de segurança de dados. 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 solução de aplicação para atendimento ao cidadão pode, dependendo da abrangência, dos módulos implementados, da estrutura de servidores locais ou em nuvem, ter custos consideráveis que devem ser considerados para um correto dimensionamento da solução a ser implementada.
- Operação, manutenção e suporte: A operação de um sistema de aplicação para atendimento ao cidadão requer capacitação especializada dos profissionais para que o sistema funcione corretamente. A manutenção e suporte contínuos devem ser garantidos para evitar problemas de segurança.

## 8.2 Referências Bibliográficas – Etapa 7

- [1] (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>
- [2] (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=m5WVId>
- [3] (2024) PREFEITURA DE JAGUARIÚNA LANÇA APLICATIVO 'CIDADÃO MAIS'. [Online]. Available:

<https://municipio.jaguariuna.sp.gov.br/noticias/governo/2966/prefeitura-de-jaguariuna-lanca-aplicativo-cidadao-mais.html>

[4] (2024) Prefeituras começam a usar aplicativo para receber reclamação de cidadãos. [Online]. Available:

<https://cnm.org.br/comunicacao/noticias/prefeituras-come%C3%A7am-a-usar-aplicativo-para-receber-reclama%C3%A7%C3%A3o-de-cidad%C3%A3os/>

[5] 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>

[6] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/santa-rita-do-sapucaia.html>

[7] Google. (2022) Google Earth. [Online]. Available:

<https://earth.google.com/web/@-22.2481203,-45.69771196,891.26221225a,12999.80446118d,35y,0h,0t,0r>

[8] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/caxambu.html>

[9] 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=CigiJgokCTA3ABtNTbAEU85juCYSTbAGQzJqvTm00bAIUXBiEu23kbA>

[10] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/pirai.html>

[11] Google. Google Earth. [Online]. Available:

<https://earth.google.com/web/search/Pirai,+RJ/@-22.62736872,-43.90356159,368.07216204a,17946.77045051d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCVd5Sp7x8TXAEY69TAcPbjbAGcmUnln1cUbAIVWcPKFfEbA>

[12] Sonner Sistemas. Sonner Sistemas. [Online]. Available:

<https://lp.sonner.com.br/cidadao-online>

[13] (1988) CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. [Online]. Available:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)

[14] (2018) LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018. [Online]. Available:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm)

## **9 Visão Geral Piloto – Etapa 8 (Plataforma Big Data)**

A Plataforma de Big Data, foi obtida através de uma parceria com uma empresa VS Telecom que desenvolveu um protótipo de uma plataforma e fez a interconexão entre o sistema de iluminação inteligente (com sensor de pressão sonora embutido) e as câmeras.

A ideia foi demonstrar a integração entre o sistema de iluminação e videomonitoramento que também já está sendo implementado em Santa Rita do Sapucaí-MG e Piraí-RJ onde estas cidades ainda não aderiram à Plataforma.

Dessa forma a Plataforma foi instalada somente em Caxambu-MG onde foram realizados dos testes e futuramente poderia atender Santa Rita do Sapucaí -MG em virtude de contratação de serviços pela prefeitura de cada cidade tendo em vista que o sistema de Vídeo Monitoramento e Iluminação Inteligente dessas cidades já estão em operação.

### **9.1 Objetivo do Piloto – Etapa 8**

A criação de uma plataforma de Big Data para integração de soluções Cidades Digitais tem por princípio integrar em uma única interface as diversas iniciativas implementadas nos municípios.

### **9.2 Considerações iniciais – Etapa 8**

# Deloitte.

Aplicações reais de plataformas de integração, principalmente de câmeras de vigilância de diversos fabricantes, já podem ser observadas em diversas cidades. O município de São Paulo, por exemplo, implantou um sistema chamado “Smart Sampa” que busca até o final de 2024 integrar cerca de 20 mil câmeras de vigilância da cidade, agregando conceitos de Cidades Inteligentes com o uso de analíticos. Isso permite a filtragem de imagens, reconhecimento facial, veicular e integração com serviços como o CET, SAMU, Defesa Civil e GCM. Além disso, a iniciativa prevê ainda o monitoramento das escolas públicas e UBS, podendo contar ainda com sensoriamento de calor para áreas de parques onde as árvores podem interromper a visibilidade das câmeras implementadas [5].

Em 2022, o município de Belo Horizonte, em Minas Gerais, também implementou uma plataforma de integração para as câmeras de vigilância municipais, chamada Belo Horizonte Mais Segura, que é uma iniciativa que permite a adesão de clientes de empresas particulares de segurança eletrônica ao sistema de videomonitoramento realizado no Centro Integrado de Operações de Belo Horizonte (COP-BH). O objetivo é ampliar, de forma colaborativa, a capacidade de monitoramento preventivo e inteligente da cidade, permitindo qualificar o atendimento das ocorrências pelas instituições, bem como contribuir para a coordenação de operações integradas e planejadas e na gestão de grandes eventos e crises, inclusive as decorrentes de chuvas. A Secretaria Municipal de Segurança e Prevenção (SMSP) selecionou uma plataforma colaborativa integradora especialmente para permitir que diferentes empresas de vigilância eletrônica possam se credenciar e compartilhar com o município as imagens captadas pelas câmeras de segurança de seus clientes, desde que tenham o foco voltado para ruas, praças ou demais espaços públicos [6].

É importante ressaltar que as soluções tecnológicas de IoT para Cidades Inteligentes são diversas, visto que cada cidade possui diferentes desafios particulares. Com este intuito, é preciso desenvolver, testar e avaliar as diferentes tecnologias disponíveis, em cenários diversificados, para verificar os impactos de

# Deloitte.

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 referido projeto foi aceito e tem como objetivo implantar a telegestão na rede de iluminação inteligente e integrá-la com videomonitoramento para segurança pública [7], bem como realizar o monitoramento dos veículos da Administração Pública. As soluções tecnológicas serão testadas e avaliadas em três municípios: Santa Rita do Sapucaí/MG, Caxambu/MG e Pirai/RJ. Entretanto, apenas na primeira cidade será implantado a Plataforma de Big Data.

## **Contexto da Plataforma Big Data**

A criação de uma plataforma de Big Data para integração de soluções Cidades Digitais tem por princípio integrar em uma única interface as diversas iniciativas implementadas nos municípios. Desta forma, todas as regulamentações aplicáveis a cada uma das iniciativas igualmente se aplicam à plataforma Big Data.

## **9.3 Regulamentos para Plataforma Big Data – Etapa 8**

A seguir são citados os documentos principais sobre o contexto de plataforma Big Data:

- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 [1];
- Lei Nº 13.709, de 14 de agosto de 2018: Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) [15].

## **9.4 Plataforma Big Data Inteligente – Etapa 8**

# Deloitte.

Atualmente, as iniciativas existentes de Cidades Inteligentes nos municípios são, via de regra, administradas individualmente, cada uma em sua própria interface, como por exemplo, o Rastreamento de Frota Veicular, Iluminação Inteligente, Serviço de Câmeras de Vigilância, entre outros.

Embora estas iniciativas tenham inúmeros pontos positivos, a sua administração de forma individual apresenta o desafio de que se necessite de servidores cuidando de cada uma das áreas ou ainda que o servidor fique alternando entre as diversas interfaces disponíveis, além de não aproveitar em sua totalidade todos os benefícios que uma operação coordenada e integrada pode trazer, como pontos de sinergia e sobreposição. Só como exemplo, tomemos um caso em que o sensor de ruído do sistema de iluminação inteligente detecte um nível acima do limiar pré-estabelecido. O operador que receber esta notificação deverá em seguida solicitar ao operador do sistema de câmeras de vigilância, ou ele próprio alternar para este sistema, para que busque nas câmeras disponíveis alguma informação de imagem sobre o que poderia ter gerado o ruído captado. Uma vez identificado o ruído como sendo, por exemplo, uma tentativa de invasão de propriedade, eles deveriam entrar em contato com as forças de segurança, reportar os seus achados e solicitar o despacho de viaturas para atender a esta ocorrência. Veja, embora os sistemas individualmente tenham operado de forma muito satisfatória, identificando e alertando sobre uma ocorrência extraordinária, o tempo para que todas as interfaces e responsáveis pudessem se coordenar poderia ser bastante reduzido em um sistema centralizado e integrado como uma plataforma Big Data. Baseado nisso, a implantação de uma plataforma Big Data de integração das iniciativas de Cidades Inteligentes permite que todas as vertentes implementadas no município possam ser integradas em um único sistema, capaz de aproveitar, por meio da coordenação das iniciativas individuais, todas as informações e recursos disponíveis nos equipamentos já instalados no município. Podendo ainda criar e editar cenários para que ações automáticas possam ser realizadas sempre que ocorrer um determinado evento. Esta plataforma poderia integrar de forma

# Deloitte.

customizada todos os dispositivos que possuam capacidade de se comunicar por meio de uma API ou de protocolo MQTT, e as informações disponíveis seriam todas aquelas que o fabricante dos dispositivos disponibilizem por meio destes protocolos de comunicação. Por exemplo, o sensor de ruído do sistema de iluminação pode fornecer sua posição geográfica em coordenadas. Estas coordenadas podem ser trianguladas com o sistema de câmeras de monitoramento para identificar qual a câmera mais próxima desta localização. Por sua vez, dependendo do fabricante, as câmeras de monitoramento permitem que seja enviado um comando de panorâmica para apontar a câmera para a direção desejada, no caso em questão, as coordenadas reportadas pelo sensor de ruído. Isso tudo poderia ser realizado automaticamente através de scripts customizáveis através de uma plataforma Big Data. Outro grande benefício quando se trata de uma plataforma Big Data customizável, e não uma das plataformas comerciais que são ofertadas no mercado, é a possibilidade de se reunir vários fabricantes distintos para os mais diversos dispositivos empregados, bastando para isso que cada um individualmente possa se comunicar em um dos padrões de comunicação citados. Isso permite que o município não fique obrigado ao uso de um único modelo e fabricante de dispositivos em caso de ampliação ou substituição em casos de falha. Ressalta-se que a segurança do acesso e dos dados são importantes para esse sistema e devem estar em conformidade com as regras da LGPD, assim como utilizar softwares de proteção para evitar invasões e ataques cibernéticos.

## **9.5 Tecnologias - Etapa 8**

Na Plataforma Big Data para integração de soluções de Cidades Inteligentes, como apresentado na seção anterior, são utilizados dispositivos de vários fabricantes possíveis, e para que eles possam se comunicar de forma eficiente é necessário o uso de alguns protocolos de comunicação padronizados que permitam que possam interagir entre si, tais como:

# Deloitte.

- **MQTT:** O MQTT é um protocolo de mensagens baseado em padrões, ou conjunto de regras, usado para comunicação de computador para computador. Sensores inteligentes, dispositivos acessórios e outros dispositivos da Internet das Coisas (IoT) normalmente precisam transmitir e receber dados por meio de uma rede com limitação de recursos e largura de banda limitada. Esses dispositivos IoT usam o MQTT para transmissão de dados, pois é fácil de implementar e pode comunicar dados IoT com eficiência. O MQTT oferece suporte a mensagens entre dispositivos para a nuvem e da nuvem para o dispositivo.
- **API:** API significa Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicação). No contexto de APIs, a palavra Aplicação refere-se a qualquer software com uma função distinta. A interface pode ser pensada como um contrato de serviço entre duas aplicações. Esse contrato define como as duas se comunicam usando solicitações e respostas. A documentação de suas respectivas APIs contém informações sobre como os desenvolvedores devem estruturar essas solicitações e respostas.

## 9.5.1 Descrição da Plataforma de Integração de Dispositivos

### IoT

Esta seção descreve o sistema de integração de dispositivos IoT desenvolvido pela VS Telecom para o projeto Pilotos IoT. O sistema se baseia no conceito de interoperabilidade de dispositivos multimarca, ou seja, trata-se de uma plataforma unificada capaz de integrar uma ampla gama de hardwares IoT, como câmeras, sensores e rastreadores, desde que seja possível acessá-lo via Application Programming Interface (API) ou Broker Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Para o acesso via API, é necessário configurar um servidor web

# Deloitte.

para hospedar uma API RESTful, além de existirem diversos frameworks e bibliotecas disponíveis para facilitar a criação de API (e.g., Flask, Express, Django). Já o MQTT foi projetado especificamente para comunicação eficiente com dispositivos IoT, com cabeçalho relativamente pequeno e suporte para redes intermitentes. Portanto, o objetivo da plataforma de integração é centralizar a gestão e o monitoramento de diversos dispositivos IoT presentes em uma cidade, reduzindo a complexidade de monitoramento de diversas plataformas independentes, múltiplas páginas web ou aplicativos distintos. Isso facilita o trabalho dos operadores, permitindo que monitorem diversos dispositivos a partir de um único painel de controle, economizando tempo e esforço. Além disso, a plataforma possibilita promover a cognição da rede ao permitir que dispositivos de diferentes fabricantes e tipos interajam entre si. Por exemplo, um sensor de ruído do fabricante A pode fornecer dados que acionam uma câmera de monitoramento ou alertam um rastreador de veículos. Essa interconectividade abre possibilidades para o desenvolvimento de novas aplicações inteligentes, utilizando dados de múltiplos dispositivos para fornecer serviços aprimorados, podendo melhorar a gestão de tráfego, resposta a emergências, segurança pública e monitoramento das cidades.

A plataforma de integração de dispositivos IoT foi implementada na cidade de Caxambu - MG, integrando as lâmpadas inteligentes e sensores de ruído da fornecedora Nouvenn com câmeras de monitoramento da empresa Intelbras. A etapa inicial do processo de implementação da plataforma de integração foi identificar os dispositivos IoT presentes na cidade de Caxambu: 8 câmeras e 69 lâmpadas inteligentes. Posteriormente, foi necessário o acesso via API tanto das lâmpadas inteligentes quanto das câmeras da cidade, possibilitando controlar o liga/desliga das lâmpadas, bem como ajustar a sua dimerização, acessar os sensores de ruído e definir a operação e posição de apontamento das câmeras. O acesso a essas funcionalidades permite integrar as lâmpadas, os sensores de ruído

# Deloitte.

e as câmeras de monitoramento à plataforma da VS Telecom, como é possível observar na Figura 9.2.1.

Na plataforma SinapseCloud, a interface do usuário é projetada para fornecer um controle eficiente e intuitivo de diversos dispositivos IoT. Um print da tela principal da plataforma apresenta várias seções cruciais para a gestão e monitoramento dos dispositivos conectados. No canto esquerdo da tela, encontramos a barra de controle de equipamentos, onde são exibidos os dados detalhados de cada dispositivo IoT integrado. Esta barra permite aos usuários acessar rapidamente informações sobre o estado e o desempenho de câmeras, sensores, lâmpadas e outros dispositivos conectados. A página de controle das lâmpadas é uma seção específica onde os usuários podem monitorar e ajustar as configurações das lâmpadas conectadas à rede. Aqui, é possível visualizar o status de cada lâmpada, controlar sua intensidade, ligar ou desligar, e programar horários de funcionamento. Outra seção importante é a das Actions. Nesta área ocorrem as interações entre os dispositivos, possibilitando definir e gerenciar ações automatizadas baseadas em dados recebidos dos sensores. Por exemplo, é possível configurar ações para que determinadas câmeras sejam apontadas automaticamente para a localização de um sensor específico quando certos critérios forem atendidos.

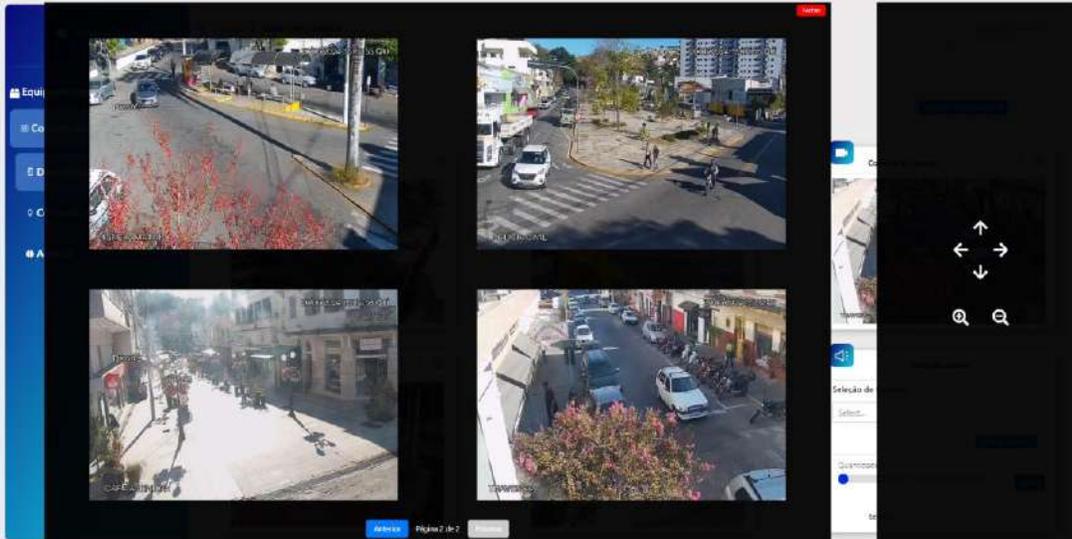
Além disso, nos dados de dispositivos, uma das funcionalidades destacadas é a capacidade de observar somente as câmeras que foram selecionadas. O usuário pode selecionar individualmente uma câmera ou um grupo de câmeras para monitoramento em tempo real. Além disso, há uma funcionalidade avançada de configuração, onde é possível selecionar a câmera ou o grupo de câmeras que serão apontadas para a localização desejada.

A localização de um sensor específico quando um valor predeterminado de ruído for ultrapassado. Neste caso, a configuração foi feita para que as câmeras reajam quando o nível de ruído ultrapassar 81 dB. Essa integração permite uma resposta

# Deloitte.

rápida e eficiente a eventos específicos, como altos níveis de ruído, melhorando a segurança e o monitoramento urbano.

Na Figura 9.2.1 da plataforma SinapseCloud, os usuários têm acesso completo a todas as câmeras conectadas ao sistema, proporcionando uma visão abrangente e controle detalhado do monitoramento urbano. Esta tela oferece funcionalidades avançadas que permitem um controle manual e preciso das câmeras, além de configurações automatizadas para otimização do monitoramento. Os usuários podem acessar uma lista completa de câmeras disponíveis, podendo selecionar qualquer uma delas para visualização em tempo real. Esta funcionalidade é essencial para a verificação manual de ocorrências específicas, onde o operador pode direcionar a câmera para áreas de interesse ou onde uma possível atividade suspeita foi detectada. A interface para controle das câmeras é intuitiva, com controles de direção que permitem o ajuste fino da posição da câmera. Isso facilita a investigação de eventos em tempo real, permitindo aos operadores responder rapidamente a incidentes e garantir uma cobertura de vídeo abrangente. Além do controle manual, a plataforma permite a configuração de pré-sets de movimentação para as câmeras. Esses pré-sets são rotinas automatizadas onde a câmera se move entre pontos de interesse predefinidos, focando alguns segundos em cada local de importância antes de se mover para o próximo. Essa funcionalidade é particularmente útil para áreas que requerem monitoramento contínuo e dinâmico, garantindo que nenhum ponto crítico fique fora da vigilância por muito tempo.



**Figura 9.2.1:** Controle total das câmeras pela plataforma unificada da VS Telecom

O escopo deste projeto foi definido para abordar um problema específico identificado pela cidade de Caxambu, relacionado aos ruídos excessivos gerados por motocicletas e carros sem escapamento ou com escapamentos alterados. A Figura 9.2.3 ilustra o cenário da plataforma empregada na cidade de Caxambu. Esses ruídos eram considerados prejudiciais ao bem-estar dos moradores, além de infringir a regulamentação de níveis sonoros impostos pelos motores. A configuração e operação da plataforma foram realizadas em estreita colaboração com o time da prefeitura de Caxambu. Logo, a plataforma, por ser agnóstica em termos de integração, permite funcionar com diversos fabricantes e dispositivos IoT diferentes. Essa característica foi crucial para a realização de uma operação conjunta que envolveu câmeras e lâmpadas inteligentes. As pré-definições necessárias para a configuração incluíram a seleção e integração de câmeras e sensores de ruído. Estes sensores foram configurados para detectar níveis de ruídos superiores a 81 dB, um valor predeterminado que indica a presença de ruídos excessivos. Quando esse nível é ultrapassado, as câmeras são automaticamente direcionadas para a localização do sensor que detectou o ruído, permitindo a identificação visual do infrator. A operação conjunta entre câmeras e lâmpadas não apenas facilita a localização dos infratores, mas também possibilita

# Deloitte.

a iluminação adequada das áreas monitoradas, melhorando a visibilidade e a segurança durante a fiscalização.

Para extrair as informações necessárias das lâmpadas na cidade de Caxambu, foi desenvolvida uma aplicação no backend, a qual realiza todas as requisições necessárias. Devido à ausência de um broker MQTT para operação, o acesso aos dados das lâmpadas é feito diretamente através de suas APIs. Essa abordagem permite acessar diversas informações importantes, como o limiar atual do sensor de ruído e o estado das luminárias. Além disso, a aplicação backend possibilita realizar ações como ligar ou desligar as lâmpadas e ajustar sua dimerização conforme necessário. O processo de captação de dados começa com a aplicação backend enviando requisições às APIs das lâmpadas. As informações recebidas, incluindo o estado atual e as configurações dos sensores, são então armazenadas em um banco de dados específico, permitindo uma gestão eficiente e organizada dos dados, facilitando o monitoramento e o controle das luminárias. A Figura 9.2.4 ilustra todo o processo, desde a realização das requisições pela aplicação do backend, o concentrador da empresa Nouvenn, serviço de pooling e a configuração do temporizador. Esse fluxo garante que todas as informações relevantes das lâmpadas sejam capturadas e gerenciadas de forma eficiente, permitindo um controle preciso e uma resposta rápida a quaisquer necessidades de ajuste ou manutenção das luminárias na cidade de Caxambu. A integração e controle eficazes são cruciais para o sucesso do projeto, permitindo não apenas a mitigação do problema de ruídos excessivos, mas também a manutenção de uma infraestrutura de iluminação pública eficiente e responsiva.

A Figura 9.2.1 ilustra as etapas da aplicação das câmeras, mostrando desde a captura do vídeo pelo NVR, passando pelo tratamento de dados pela aplicação Python, até a apresentação das imagens como vídeo no frontend. Esse fluxo integrado garante uma experiência de monitoramento mais fluida e responsiva para o usuário final, permitindo uma gestão eficaz da vigilância urbana em Caxambu. A aplicação referente às câmeras é executada em um servidor próprio

# Deloitte.

localizado na sede da VS Telecom, responsável pelo tratamento do vídeo capturado. As câmeras estão conectadas a um Network Video Recorder (NVR), o qual disponibiliza APIs, um endereço IP para acesso e vídeo via Real Time Streaming Protocol (RTSP). A captura de vídeo é realizada por uma segunda aplicação desenvolvida em Python pela VS Telecom. Esta aplicação recebe o vídeo do NVR e disponibiliza os dados para uma terceira aplicação que opera no frontend da solução. O processo de captura e tratamento de vídeo começa com a execução de uma requisição RTSP direta no NVR. O vídeo é captado e seus dados são convertidos para o formato adequado ao navegador em uso. Ao invés de transmitir o vídeo completo, a aplicação envia milhares de imagens consecutivas que são exibidas como um vídeo para o usuário final. Este método reduz significativamente o delay de transmissão de 2 minutos para o vídeo completo para aproximadamente 3 segundos nessa configuração. Essa abordagem não só melhora a eficiência da transmissão ao vivo, mas também proporciona um controle mais ágil das câmeras. Com o acesso a todas essas informações, os operadores podem controlar as câmeras em tempo real, tirar fotos e gravar vídeos conforme necessário.

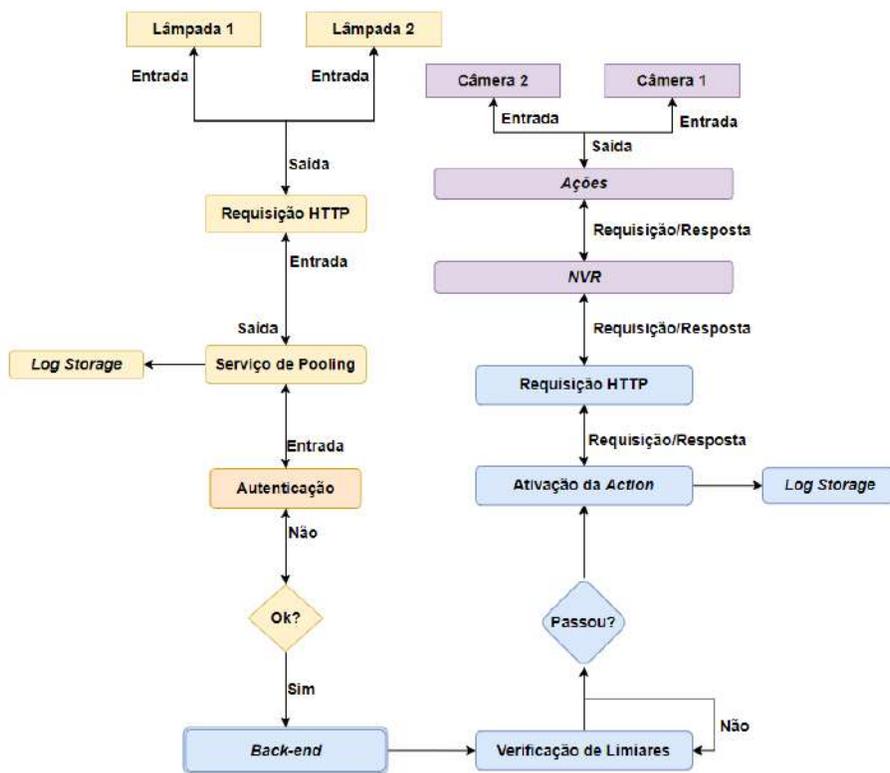
A Figura 9.2.2 ilustra a integração completa das lâmpadas e câmeras. Essa integração foi essencial para atender à principal demanda da prefeitura de Caxambu: que todos os equipamentos adquiridos por eles previamente funcionassem como um único sistema de segurança para o município. A cidade de Caxambu, como muitas outras, realiza licitações distintas para a aquisição de equipamentos destinados ao monitoramento e operação da cidade, dado que a verba sempre é específica além de ser extremamente árduo encontrar um fornecedor que tenha todos os dispositivos necessários. Isso resulta em um ecossistema diversificado de dispositivos de diferentes fornecedores, cada um com suas próprias especificações e métodos de comunicação. Assim, essa demanda foi plenamente atendida com a implementação da plataforma unificada SinapseCloud para integrar esses diversos equipamentos de maneira transparente. A integração

# Deloitte.

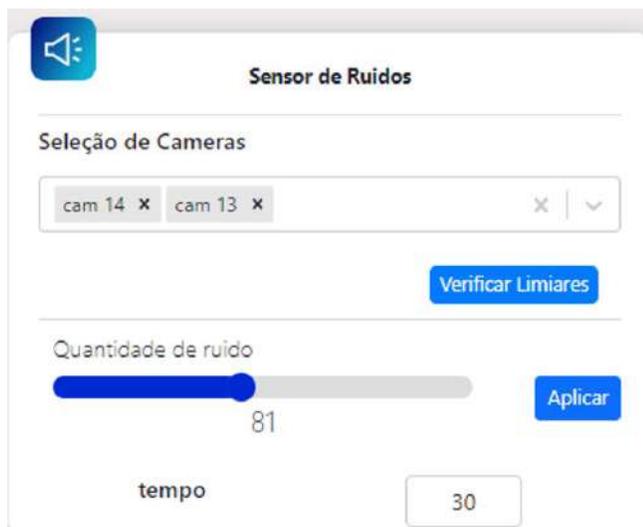
dessas tecnologias na plataforma unificada SinapseCloud permite que os dispositivos de segurança adquiridos pela prefeitura de Caxambu funcionem de maneira coordenada e eficiente. A plataforma centraliza o controle e monitoramento de todos os dispositivos, proporcionando uma resposta rápida e eficaz a incidentes por meio de logs quando ocorrem ruídos excessivos.

A solução implementada em Caxambu integra de forma eficiente sensores de ruído e câmeras para monitorar e registrar infrações relacionadas a ruídos excessivos de veículos. Atualmente, o sistema funciona da seguinte maneira: um grupo de 4 a 5 sensores de ruído, instalados em lâmpadas inteligentes, é interligado a uma câmera específica. Esses sensores têm um limiar aceitável de ruído definido pelo cliente, como apresentado na Figura 9.2.3 Quando o nível de ruído ultrapassa esse limiar, no caso 81 dB, ocorre um processamento para identificar a posição da maior emissão do ruído e direciona o apontamento da câmera para a posição correta, a fim de registrar a placa do veículo infrator.

Além do registro visual, o sistema mantém um log detalhado das ações em um banco de dados acessível aos usuários. Esse log inclui informações cruciais como a localização do evento, o limiar de ruído definido, o sensor específico que fez a detecção, o nível de ruído detectado, e a data e hora da ocorrência. Esse registro permite aos usuários verificar todas as ocorrências dentro de um intervalo de tempo específico. A Figura 9.2.4 ilustra o formato de apresentação dos logs. Os dados armazenados no banco de dados podem ser baixados, proporcionando uma visão detalhada dos eventos, facilitando a análise e o acompanhamento das infrações. Isso não só melhora a eficiência na gestão do monitoramento urbano, mas também ajuda na aplicação de medidas corretivas, contribuindo para um ambiente mais silencioso e seguro para os moradores de Caxambu.



**Figura 9.2.2:** Fluxo demonstrando a integração entre as lâmpadas e as câmeras da cidade



**Figura 9.2.3:** Limiar de ruído aceitável definido em 2 grupos de câmeras

Câmera	Limiar Definido	Sensor	Ruído	Data e hora
Igreja	85	p03	85	20/06/2024 18:46
Calçada	85	p61	88	19/06/2024 02:28
Calçada	85	p62	86	16/06/2024 23:55
Travessa	90	p42	93	16/06/2024 12:14
Igreja	85	p07	93	10/06/2024 22:10
Travessa	80	p80	81	09/06/2024 19:02
Realce	88	p12	89	09/06/2024 04:52
Realce	88	p12	90	08/06/2024 16:25
Igreja	85	p07	89	07/06/2024 01:10
Travessa	80	p80	81	05/06/2024 19:45
Realce	90	p11	91	04/06/2024 13:22
Calçada	85	p56	86	28/05/2024 21:12
Travessa	80	p42	83	27/05/2024 15:18
Realce	90	p12	92	27/05/2024 15:12

**Figura 9.2.4:** Informações dos logs gerados pela plataforma SinapseCloud

## 9.5.2 Desafios de Implementação

A implementação de uma plataforma Big Data para integrar as iniciativas de Cidades Inteligentes 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 devem ser tratados, armazenados e analisados de acordo com as normas de segurança de dados. Dessa maneira, é preciso tomar medidas de segurança para proteger os dados coletados e o sistema de potenciais ameaças e invasões;
- **Operação, manutenção e suporte:** A operação de um sistema inteligente requer capacitação especializada dos profissionais para que o sistema funcione corretamente, assim como seja possível a manutenção e suporte contínuos para evitar problemas de segurança;
- **Disponibilização dos Dados dos Dispositivos:** A implementação de um sistema inteligente requer que os dispositivos implementados no município possuam acesso remoto por meio de protocolos de comunicação como API ou MQTT, por exemplo, e que estes protocolos

sejam disponibilizados pelo fabricante, de forma que possam ser incluídos na fase de coleta de dados da plataforma Big Data.

## 9.6 Descrição da Solução Testada – Etapa 8

A empresa VS Telecom concluiu o desenvolvimento do protótipo de uma Plataforma de integração (Big Data) entre os sistemas de iluminação inteligente e videomonitoramento inteligente. A Plataforma proprietária é baseada em ‘ferramentas’ e features da Amazon com objetivo de ser escalável, ou seja, permita a integração entre transacionais de Internet das Coisas à medida que estes forem sendo instalados e utilizados pelos municípios.

A empresa VS Telecom está contribuindo para o projeto sem qualquer contrapartida financeira.

Para efeito de estimativa ela considerou de custo de desenvolvimento aproximado em R\$ 70.000,00 referente a 450 horas de desenvolvimento.

A plataforma desenvolvida é um protótipo e continuará sendo aprimorada com intuito de ser oferecida ao mercado.

## 9.7 Referências Bibliográficas – Etapa 8

[1] (1988) CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988.

[Online]. Available:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](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] (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=m5WVId

[4] (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>

[5] (2022) Nova Plataforma de Videomonitoramento Smart Sampa. [Online]. Available:

<https://participemais.prefeitura.sp.gov.br/legislation/processes/209/topics>

[6] (2024) PLATAFORMA COLABORATIVA BELO HORIZONTE MAIS SEGURA. [Online]. Available: <https://prefeitura.pbh.gov.br/seguranca/bh-mais-segura>

[7] 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>

[8] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/santa-rita-do-sapuca.html>

[9] Google. (2022) Google Earth. [Online]. Available:

<https://earth.google.com/web/@-22.2481203,-45.69771196,891.26221225a,12999.80446118d,35y,0h,0t,0r>

[10] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/caxambu.html>

[11] 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=CigiJgokCTA3ABtNTbAEU85juCYSTbAGQzJqvTm00bAIUXBiEu23kbA>

[12] IBGE. Cidades e Estados. [Online]. Available:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/pirai.html>

[13] 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=CigiJgokCVd5Sp7x8TXAEY69TAcpBjbAGcmUnln1cUbAIVWcPKFfEbA>

[14] VS Telecom. VS Telecom. [Online]. Available:

<https://www.vstelecom.com.br/>

[15] (2018) LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018. [Online]. Available:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm)

## 10. Visão Geral Piloto – Etapa 9 (Avaliação Econômica e Financeira do Projeto)

Para efeito de análise de viabilidade técnica e econômico-financeira foram consideradas somente os Pilotos de Iluminação Pública e videomonitoramento.



\*Key Process Indicator (KPI)

**Considerando a metodologia a avaliação será realizada conforme etapas a seguir.**

Nesta sessão são descritas as Premissas, Restrições e Dependência para a realização da análise e acompanhamento dos indicadores dentro do contexto da POC. A implementação técnica e elaboração e análise de viabilidade econômico-financeira para as frentes de Iluminação Pública e Videomonitoramento.

## **10.1 Etapa 2 - Item 0: Premissas, Restrições e Dependências**

### **Premissas**

Definem quais são condições necessárias e princípios as quais a definição de indicadores e as análises serão realizadas:

- Testes dos dispositivos em laboratório.
- Testes dos dispositivos em campo.
- Fornecimento de informações referente aos custos da Solução de IoT.

### **Restrições**

- A dimerização é compatível apenas com luminárias de LED.

### **Dependências**

- Massa de dados dos testes realizados em campo.
- Compra e instalação de hardwares envolvidos na implementação da solução de IoT.
- O projeto Pilotos de IoT não previu a compra das luminárias e a instalação do sistema de telegestão. O projeto previu apenas a aquisição do sistema de telegestão. As luminárias e instalação do sistema de telegestão foram providenciadas pela prefeitura.

## **10.2 Etapa 2 - Item I: Determinação dos Controles e Objetivos**

O objetivo da instalação da telegestão foi em verificar o impacto desse tipo de sistema (inovador) para a melhoria do serviço público prestado aos cidadãos bem como verificar a possibilidade de ganhos financeiros com o processo de dimerização (diminuição do consumo de energia e conseqüente impacto sobre o valor da CIP – Contribuição de Iluminação Pública).

## 10.3. Etapa 2 - Item II: Seleção, Avaliação e Atribuição

Nesta POC foram definidos os principais KPI's para análise e obtenção de resultados considerando o monitoramento de coleta de dados de dispositivos e respectivo consumo e custos relacionados.

## 10.4. Etapa 2- Item III: Definição de Valores-Alvo

Os indicadores serão classificados em duas perspectivas para que tenhamos clareza dos seus resultados e potenciais benefícios a serem alcançados, sendo essas dimensões: Financeira e Processos e Serviços.

Perspectivas	Objetivos	Motivadores	KPIs
<b>Financeira</b>	Diminuir o consumo de energia elétrica de iluminação pública	Uso eficiente da iluminação pública Eliminação de lâmpadas a base de mercúrio e redução de CO <sub>2</sub>	Controle de consumo de energia elétrica de iluminação pública
<b>Processos e Serviços</b>	Gerenciar disponibilidade sistema de iluminação pública	Programar manutenção e substituição de luminária com problemas	Atendimento das ocorrências do sistema de

			iluminação pública.
--	--	--	---------------------

## 10.5. Etapa 2 - Item IV: Performance e Controle

### Resultados esperados - Análise do desempenho técnico-econômico da solução de Sistema de Iluminação Inteligente.

Apresentação da análise econômica e financeira e viabilidade técnica.

O levantamento preliminar dos custos detectados com a utilização de tecnologia.

**Considerações:** Para efeito de avaliação da solução implementada foi considerado o consumo de 5332 luminárias não dimerizáveis da cidade de Santa Rita do Sapucaí comparado com as luminárias de Led aplicando dimerização de 30% o resultado mostrou uma economia média de R\$ 34.800,00 mensal.

### Dados da iluminação pública

- Referência Agosto de 2023
- Aproximadamente 5.332 lâmpadas
- Potência total instalada 631,88 KW
- Consumo mensal 223.790,25 KWh
- Conta paga à CEMIG R\$ 116.259,68

### Análise de viabilidade econômica

Itens	Valores estimados
Investimento Inicial da Implementação da Solução de IoT	R\$ 2.500.000,00

Taxa de desconto	12%
NPV	R\$ 491.961,16
TIR	0,19
Taxa de Lucratividade	1,20
PayBack	3,54 anos

## Resultados esperados - Análise qualitativa.

Através do uso da Solução de iluminação inteligente será possível gerenciar a disponibilidade do sistema de iluminação pública e programar manutenção e substituição de luminária com problemas fornecendo para população um serviço de qualidade e contribuindo para o processo de vigilância e monitoramento urbano que faz parte de estratégia<sup>12</sup> de inibição de criminalidade e redução de acidentes.

Os projetos de iluminação pública<sup>13</sup> além de promover melhoria dos níveis de iluminação das cidades, valoriza a utilização do espaço público, contribuindo para uso eficiente da energia e reduzindo a emissão de gases de efeito estufa e a poluição luminosa.

## 10.6 – Etapa 2 - Item V: Revisão e Ajuste do Controle do

### Modelo

## Estruturação de modelo de negócio sustentável para difusão da das soluções.

<sup>12</sup> [Ruas com iluminação pública diminuem o risco de crimes, segundo experimento | O Tempo; Experimento mostra que ruas com iluminação pública têm menor riscos de serem pontos de crime | Brasil: Diário de Pernambuco](#)

<sup>13</sup> [A iluminação pública como fator de segurança, inclusão e sustentabilidade](#)

# Deloitte.

Tendo em vista que a solução de IoT atende tanto tecnicamente como de forma econômico-financeira pode considerar as alternativas de fornecimento da solução que pode ser desenvolvida em grande escala para atender principalmente as cidades brasileiras com população menor que 100 mil habitantes através de convênios com prefeituras para fornecimento do sistema de Iluminação Inteligente.

## **Cenário de vendas da solução de Iluminação inteligente:**

No exemplo abaixo foi considerada uma amostra de venda da solução de iluminação inteligente considerando 748 dispositivos anuais.

<b>Venda direta de dispositivos</b>	
Item	Estimativa de Custo (R\$)
Vendas da Solução de IoT	874.400,00
Instalação da solução de IoT	22.440,00
Treinamento e Capacitação	7.000,00
<b>Total do CAPEX</b>	<b>903.840,00</b>

CAPEX (Despesas operacionais anuais)

<b>Venda direta de dispositivos (R\$)</b>	
Item	Estimativa de Custo Anual
Serviço de conectividade e armazenamento de dados	11.880,00
<b>Total do OPEX</b>	<b>11.880,00</b>

OPEX (Despesas operacionais anuais)

Venda direta de dispositivos (R\$)				
Fonte de Faturamento	Quantidade	Custo Unitário	Preço unitário de Venda	Total Faturamento
Venda dos dispositivos	778	1095,75	1.224,22	915.720

Projeção de faturamento anual

## Resumo financeiro:

- Total CAPEX: R\$ 903.840
- Total OPEX: R\$ 11.880,00
- Total faturamento anual: R\$ 915.720,00

## Conclusão.

O presente documento demonstra com avaliação favorável considerando que a tecnologia atende os requisitos técnico atendendo as demandas de segurança da informação e se coloca como uma alternativa economicamente viável para investimento e com potencial de escalabilidade nas cidades podendo ser replicada tanto pelo poder público como para iniciativa a privada.

## Sugestões e Recomendações

Em uma próxima atualização de dispositivo incluir computação de borda para auxiliar no processo de tomada de decisão principalmente para reparos pontuais em falha de comunicação possibilitando reset das luminárias que apresentarem falhas.

## **10.7. Modelo de Mercado, Escalabilidade e Barreiras –**

### **Identificação de oportunidades e barreiras para replicação das soluções – Etapa 2**

Tendo em vista que a solução de IoT atende tanto tecnicamente como de forma econômico-financeira pode considerar as alternativas de fornecimento da solução que pode ser desenvolvida em grande escala para atender principalmente as cidades brasileiras com população menor que 100 mil habitantes, que recebem menor percentual do FPM<sup>14</sup> (Fundo de Participação dos Municípios) pelo governo federal, onde a economia com a redução da energia elétrica poderia ser um fator motivador principalmente devido ao baixo orçamento municipal.

Segundo o IBGE<sup>15</sup> o Brasil possui 5570 municípios e cerca de 94% desse total têm menos de 100 mil <sup>16</sup>habitantes.

## **10.8 Contribuição para definição de padrões e certificações**

### **técnicas de soluções de IoT – Etapa 2**

Certificação de IoT <sup>17</sup>ainda é muito preliminar no Brazil existem um movimento entre a Associação Brasileira de Internet das Coisas (Abinc) que juntamente com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estão somando esforços para estabelecimento de padrões, nesse contexto dessa solução a certificação adotada no piloto utiliza-se das normativas já adotadas em os dispositivos eletrônicos com conectividade em rede de dados.

---

<sup>14</sup> Entenda como a contagem da população pelo IBGE influencia o orçamento das cidades | Economia | G1

<sup>15</sup> IBGE divulga as estimativas da população dos municípios para 2019 | Agência de Notícias

<sup>16</sup> Quantas cidades tem menos de 100 mil habitantes?

<sup>17</sup> Normas IoT: <https://teletime.com.br/05/07/2024/abinc-se-junta-a-abnt-para-normatizacao-no-mercado-de-iot/>

## **11. Etapa 3 - Sistema de videomonitoramento**

### **11.1. Etapa 3 - Item 0: Premissas, Restrições e Dependências**

#### **Premissas**

Definem quais são condições necessárias e princípios as quais a definição de indicadores e as análises serão realizadas:

- Testes de funcionamento das câmeras e gravação de dados
- Testes de identificação de placas de veículos
- Teste de reconhecimento facial
- Fornecimento de informações referente aos custos da Solução de IoT.

#### **Restrições**

- O piloto não está considerando implantar infraestrutura de rede de dados (cabeada por fibra óptica, rádio ou 4/5G).

#### **Dependências**

- Massa de dados dos testes realizados em campo.
- Compra e instalação de hardwares envolvidos na implementação da solução de IoT.

### **11.2 Etapa 3 - Item I: Determinação dos Controles e Objetivos**

O objetivo da instalação do sistema de videomonitoramento foi em verificar o impacto desse tipo de sistema (inovador) para a melhoria do serviço público

prestado aos cidadãos bem como a possibilidade de ganhos financeiros com o processo de videomonitoramento para identificação de pessoas e veículos.

## 11.3. Etapa 3 - Item II: Seleção, Avaliação e Atribuição.

Nesta POC foram definidos os principais KPI's para análise e obtenção de resultados considerando o monitoramento de coleta de dados de dispositivos e respectivo consumo e custos relacionados.

## 11.4. Etapa 3- Item III: Definição de Valores-Alvo.

Processos e Serviços.

Perspectiva	Objetivo	Motivadores	KPIs
Processos e Serviços	Aumentar o nível de vigilância urbana através de adoção de videomonitoramento público	Ação preventiva no combate ao crime e suporte à segurança dos cidadãos.	Suporte para atendimento das ocorrências identificadas através do sistema de videomonitoramento e reconhecimento facial.

## 11.5. Etapa 3 - Item IV: Performance e Controle

Apresentação da análise qualitativa e viabilidade técnica.

### Considerações:

Os testes realizados com o sistema de videomonitoramento atenderam os requisitos de identificação de placas de veículos e reconhecimento facial utilizando banco de dados local para comparação de imagens, porém não foi possível fazer testes no ambiente final devido à confidencialidade das imagens conforme LGPD. Apesar de não ser possível identificar os benefícios financeiros no piloto devido à restrição de compartilhamento de informações, como monitoramento e atuação

em infrações de trânsito, recuperação de veículos furtados, bem como apreensão de drogas, armas e identificação de foragido ou procurados pela justiça, é possível considerar que a utilização de sistema de videomonitoramento e reconhecimento facial pode contribuir para maior efetividades das ações policiais<sup>18</sup> no combate ao crime, possibilitando assim melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e aumento da sensação de segurança.

## **11.6 – Etapa 3 Item V: Revisão e Ajuste do Controle do Modelo**

### **11.6.1 Modelo de Mercado, Escalabilidade e Barreiras –**

#### **Identificação de oportunidades e barreiras para replicação das soluções**

Tendo em vista a efetividade da solução de IoT onde o piloto atendeu tecnicamente e apesar de não ter ocorrido o compartilhamento de informações sobre os benefícios econômico-financeiros com a implementação da solução, existe um mercado potencial<sup>19</sup> para fornecimento da solução em escala nacional para atender diversos segmentos como Órgãos de Segurança Pública, Empresas de Segurança Privadas, Grandes Eventos esportivos, shows e festivais que precisam de segurança reforçada.

A solução pode ser fornecida ao mercado principalmente através venda de pacotes de assinatura mensal para uso da plataforma de serviço em nuvem, ou ainda opcional de venda de dispositivos como câmeras e serviços de instalação.

---

<sup>18</sup> [Multa por vídeo monitoramento, pode ou não pode? | Jusbrasil](#)

<sup>19</sup> [Tamanho do mercado Sistemas de vigilância por vídeo e análise de participação - Relatório de Pesquisa da Indústria - Tendências de Crescimento](#)

# Deloitte.

## **A implementação da solução pode contribuir para:**

- Recuperação de veículos furtados
- Apreensão de Drogas e Armas
- Identificação de Foragido
- Suporte ao processo de vigilância
- Redução da criminalidade nas áreas monitoradas

## **Barreiras de Replicação.**

- Regulamentação de acordos para implementação e uso da tecnologia em conformidade com a LGPD.

# Deloitte.

## **About Deloitte**

As used in this communication, 'Deloitte' means Deloitte Touche Tohmatsu Limited and its member firms.

Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, a UK private company limited by guarantee ("DTTL"), its network of member firms, and their related entities. DTTL and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL (also referred to as "Deloitte Global") does not provide services to clients. Please see [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) for a more detailed description of DTTL and its member firms.

Deloitte provides audit, consulting, financial advisory, risk management, tax and related services to public and private clients spanning multiple industries. With a globally connected network of member firms in more than 150 countries and territories, Deloitte brings world-class capabilities and high-quality service to clients, delivering the insights they need to address their most complex business challenges. Deloitte's more than 220,000 professionals are committed to making an impact that matters.

This communication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, its member firms, or their related entities (collectively, the "Deloitte Network") is, by means of this communication, rendering professional advice or services. Before making any decision or taking any action that may affect your finances or your business, you should consult a qualified professional adviser. No entity in the Deloitte Network shall be responsible for any loss whatsoever sustained by any person who relies on this communication.

© 2023. For information, contact Deloitte Touche Tohmatsu Limited.