



**Projeto Piloto de IoT para Cidades
Inteligentes - Implantação de um Sistema
de Medição de Energia em Prédios
Públicos**

INATEL - INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES
ICC - INATEL COMPETENCE CENTER

**Santa Rita do Sapucaí
Dezembro de 2023**

Sumário

Lista de Figuras	ii
Lista de Tabelas	iii
Acrônimos	iv
1 Introdução	1
2 Contexto do Projeto	2
2.1 Informações sobre os municípios do projeto	4
2.2 Parceiros Envolvidos no Sistema de Medição de Energia em Prédios Públicos	5
3 Contexto da Medição de Energia em Prédios Públicos	7
3.1 Documentos Importantes para a Medição de Energia em Prédios Públicos	7
3.2 Sistema de Medição Energia atual	8
3.3 Sistema de Medição de Energia Inteligente	9
3.4 Tecnologias	9
4 Descrição da Solução de IoT testada	11
5 Desafios de implementação	15

Lista de Figuras

2.1	Santa Rita do Sapucaí/MG. Fonte: [9]	4
2.2	Caxambu/MG. Fonte: [11]	5
2.3	Piraí/RJ. Fonte: [13]	5
4.1	Diagrama Geral.	12
4.2	Autenticação de Usuário.	12
4.3	Medição Tensão das Fases.	12
4.4	Seleção Medidor do Grupo de Medidores.	13
4.5	Seleção Intervalo de tempo para Exibição nos Gráficos.	13
4.6	Medição Corrente das Fases.	14
4.7	Medição Potências Ativa e Reativa nas Fases.	14
4.8	Medição Fator de Potência nas Fases.	14

Lista de Tabelas

2.1 Setores e Aplicações	3
------------------------------------	---

Acrônimos

BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

FINATEL Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações

GPS *Global System Positioning*

ISM *Industrial, Scientific, and Medical*

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Inatel Instituto Nacional de Telecomunicações

IoT *Internet of Things*

LGPD Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

LoRa *Long Range*

LTE *Long Term Evolution*

MCTIC Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Capítulo 1

Introdução

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, cumprimento de metas de energia verde é prioritário que se combata o desperdício no consumo de energia e neste cenário é imprescindível que os prédios públicos possam guiar pelo exemplo e reduzir o seu consumo e combatendo o desperdício. Para que se possa adotar medidas e ações para combater este desperdício é necessário que a medição do consumo desta energia possa ser feita de forma mais eficiente e segmentada e neste contexto soluções para medição inteligente de energia se tornem necessárias e incentivadas, estes 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 seja 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 gerarmos os 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.

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

Capítulo 2

Contexto do Projeto

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), liderou um estudo denominado “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil” e propôs um plano de ação para o desenvolvimento da Internet das Coisas no Brasil [3, 4]. Esse estudo foi dividido em 4 fases e cada uma dessas em objetivo e principais produtos. O produto 8A da terceira fase, nomeado “Relatório do plano de ação – Iniciativas e Projetos Mobilizadores”, cita que a adoção de IoT traz benefícios socioeconômicos para a sociedade, assim como, auxilia no cumprimento das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), abrangendo 43% desses objetivos [4].

Uma das verticais priorizadas no estudo é o ambiente de Cidades, que possui 4 objetivos estratégicos: mobilidade, segurança pública, eficiência energética e saneamento e inovação [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 2.1.

Em 2012 o Governo Federal criou um programa chamado Programa Esplanada Sustentável[5], liderado pelo Ministério do Planejamento e 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 2013 onde entrariam os órgãos ligados aos ministérios que aderissem ao programa na esplanada dos ministérios na capital federal e outra etapa que iria até junho 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 re-

Tabela 2.1: Setores e Aplicações

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

sultado de um trabalho realizado pela UFPel (Universidade Federal de Pelotas-RS) realizado em parceria com o Ministério do Planejamento e o Ministério do Meio Ambiente para o Programa Bom Uso Energético para a Esplanada dos Ministérios; neste estudo foi apresentado que entre setembro de 2006 e setembro de 2015, se valendo de medidas técnicas e administrativas a UFPel havia reduzido o valor gasto com energia elétrica em cerca de R\$2.8 Milhões[6] e dado o caso de sucesso na aplicação destas 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 a 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, etc ou ainda segmentado por ambientes dentro do prédio, como por exemplo: recepção, administração, atendimento ao público, desta forma o gestor poderá medir e acompanhar este consumo e direcionar as suas ações aqueles segmentos onde haja uma indicação de excesso deste consumo e aplicar 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 referente 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. As soluções tecnológicas serão testadas e avaliadas em três municípios, Santa Rita do Sapucaí/MG, Caxambu/MG e Pirai/RJ, entretanto para o escopo da medição de energia em prédios públicos foi implantado apenas no município de Santa Rita do Sapucaí-MG no prédio

da Incubadora Municipal de Empresas (Prointec).

2.1 Informações sobre os municípios do projeto

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

- **Santa Rita do Sapucaí/MG:**

- População estimada: 44.226 pessoas (2021) [8]
- Área Territorial: 352,969 km^2 (2021) [8]
- Densidade demográfica: 106,96 hab/km^2 (2010) [8]
- Mapa:



Figura 2.1: Santa Rita do Sapucaí/MG. Fonte: [9]

- **Caxambu/MG:**

- População estimada: 21.566 pessoas (2021) [19] [10]
- Área Territorial: 100,483 km^2 (2021) [10]
- Densidade demográfica: : 216,01 hab/km^2 (2010) [10]
- Mapa:

- **Pirai/RJ:**



Figura 2.2: Caxambu/MG. Fonte: [11]

- População estimada: 29.802 pessoas (2021) [19] [12]
- Área Territorial: 490,255 km² (2021) [12]
- Densidade demográfica: : 52,07 hab/km² (2010) [12]
- Mapa:

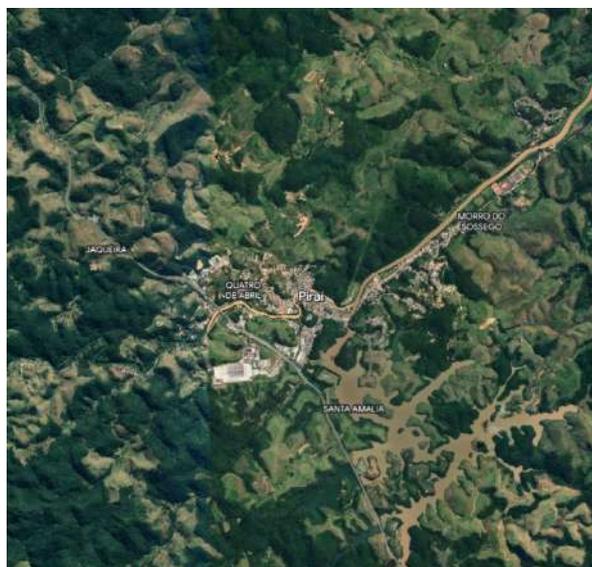


Figura 2.3: Pirajó/RJ. Fonte: [13]

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, as prefeituras e municípios, 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.

Capítulo 3

Contexto da Medição de Energia em Prédios Públicos

A quarta etapa do Projeto-Piloto de IoT Cidades é a implementação do sistema de medição de energia em prédios públicos, a qual será o objeto de estudo desse relatório. Na seção 3.1 são apresentados os regulamentos importantes para o desenvolvimento de projetos com sistema de monitoramento da frota. Na seção 3.2 são apresentados os sistemas atual e o inteligente. Por fim, na seção 3.4 são descritas e comparadas as tecnologias disponíveis para a implementação do monitoramento.

3.1 Documentos Importantes para a Medição de Energia em Prédios Públicos

Há requisitos importantes para serem cumpridos a fim de desenvolver uma solução de medição de energia em prédios públicos 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.

- **Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000, de 7 de Dezembro 2021** [16]: Esta Resolução Normativa estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica, nas quais estão dispostos os direitos e deveres do consumidor e demais usuários do serviço ;
- **Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, de 17 de Abril de 2012**[17]: Estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica;
- **Lei Nº 14.300, de 6 de Janeiro de 2022**[18]: Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências;

3.2 Sistema de Medição 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;
- **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, ou seja, a operação se dá por princípio eletromagnético e registram 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.

3.3 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 assim 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 se dá pelo fato de podermos 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 tem 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.

3.4 Tecnologias

Quando tratamos de medição de energia temos como tecnologias existentes os medidores fornecidos ou homologados pelas empresas concessionárias de energia e que

podem medir a potência ativa consumida, além de em alguns modelos medir ou controlar também as potências aparente e reativa, sendo esta última como 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 do mesmo princípio, ele deve estar conectado ao quadro de energia do ambiente que ele irá monitorar e tomar amostras de tensão e a medição da corrente consumida, estas duas grandezas são tomadas com sensores específicos e ligados 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.

Capítulo 4

Descrição da Solução de IoT testada

Nesta seção é descrita a solução tecnológica de IoT proposta pelo Inatel para a implementação do sistema de medição de energia inteligente. Esse sistema será implementado apenas no município de Santa Rita do Sapucaí, apresentado na seção 2.1.

Como dissemos anteriormente a solução de medição de energia inteligente, prevê a tomada das medidas das grandezas elétricas e o envio 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 precisamos contar com soluções existentes em mercado e neste sentido a empresa escolhida para ser a nossa 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 conta 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 4.1 abaixo:

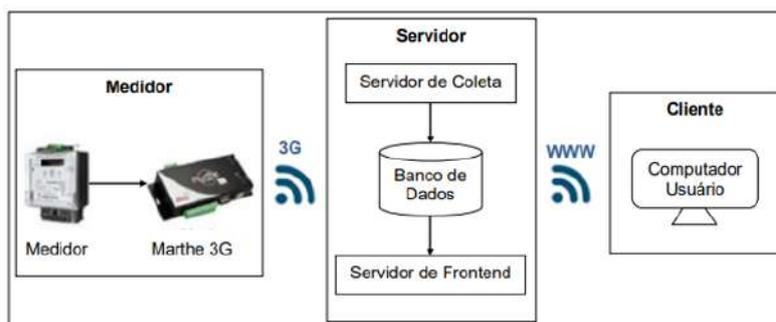


Figura 4.1: Diagrama Geral.

Alguns exemplos das telas contidas na interface de usuário são: autenticação 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 visto nas Figuras 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5.



Figura 4.2: Autenticação de Usuário.

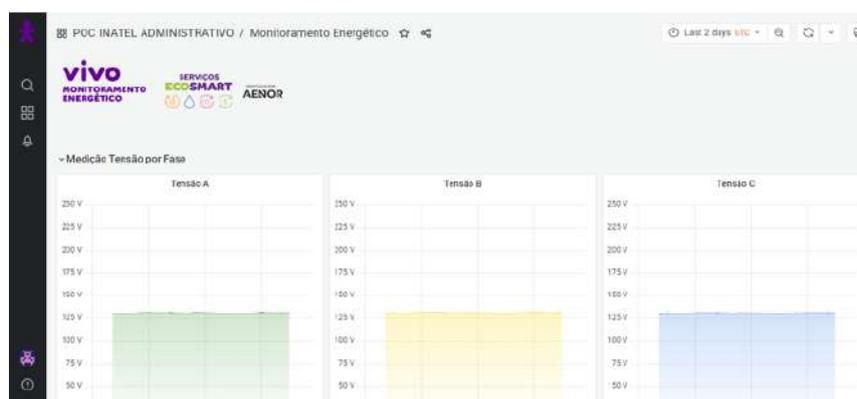


Figura 4.3: Medição Tensão das Fases.



Figura 4.4: Seleção Medidor do Grupo de Medidores.

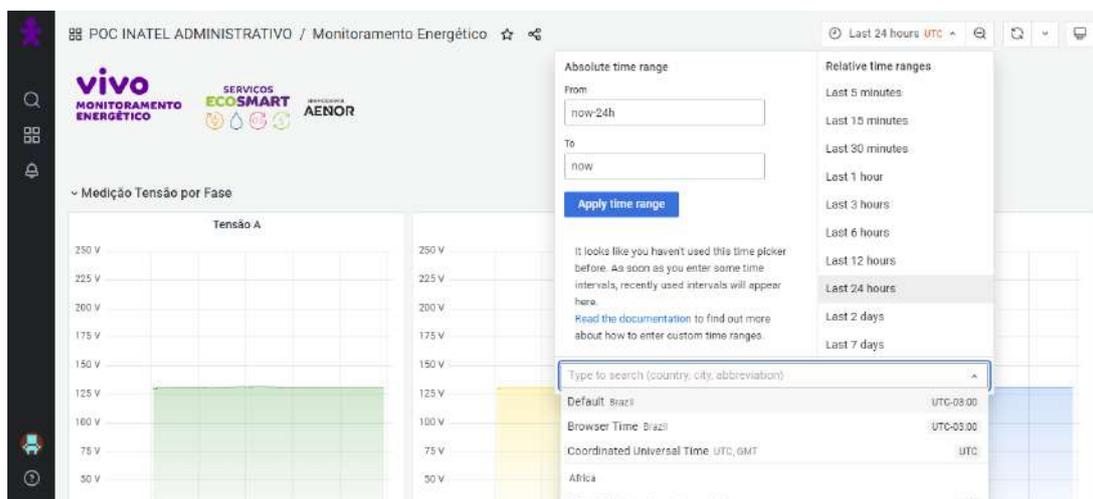


Figura 4.5: Seleção Intervalo de tempo para Exibição nos Gráficos.

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

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

- Medição de Corrente de Neutro;
- Medição THD Tensão por Fase;
- Medição THD Corrente por Fase;

Exemplos de medição de corrente (Figura 4.6), potência ativa e reativa (Figura 4.7) e fator de potência (Figura 4.8) podem ser vistas abaixo:



Figura 4.6: Medição Corrente das Fases.



Figura 4.7: Medição Potências Ativa e Reativa nas Fases.



Figura 4.8: Medição Fator de Potência nas Fases.

Capítulo 5

Desafios de implementação

A implementação do sistema de monitoramento da frota 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 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, qual 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, em assim sendo os custos operacionais da implementação de uma rede NB-IoT passaria 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.

Referências Bibliográficas

- [1] (1988) CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. [Online]. Available: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- [2] (1996) Lei 9427 de 1996. [Online]. Available: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.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=m5WVild>
- [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
- [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-sapucaia.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=CigiJgokCTA3_ABtNTbAEU85juCYSTbAGQzJqvTm00bAIUXBiEu23kbA
- [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=CigiJgokCVd5Sp7x8TXAEY69TAcpBjbAGcmUnln1cUbAIVWcPK_FfEbA
- [14] Ativa Soluções. Ativa Soluções. [Online]. Available: <https://ativasolucoes.com.br/>
- [15] Telefonica. Telefonica. [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>