



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

PEDRO HENRIQUE SILVA COSTA RODRIGUES

**SISTEMA INTEGRADO DE CONTROLE METROLÓGICO
PARA ESTAÇÕES PETROLÍFERAS UTILIZANDO TECNOLOGIAS MÓVEIS**

MOSSORÓ-RN

2025

PEDRO HENRIQUE SILVA COSTA RODRIGUES

**SISTEMA INTEGRADO DE CONTROLE METROLÓGICO
PARA ESTAÇÕES PETROLÍFERAS UTILIZANDO TECNOLOGIAS MÓVEIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Petróleo.

Orientador: Antônio Robson Gurgel, Prof. Dr.

MOSSORÓ-RN

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R696s Rodrigues, Pedro Henrique Silva Costa.
 Sistema Integrado De Controle Metrológico Para
 Estações Petrolíferas Utilizando Tecnologias Móveis
 / Pedro Henrique Silva Costa Rodrigues. - 2025.
 35 f. : il.

 Orientador: Antônio Robson Gurgel.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
 Petróleo, 2025.

 1. Medição Fiscal. 2. Metrologia. 3. Controle
 Metrológico. 4. Power BI. 5. Tecnologias Móveis. I.
 Robson Gurgel, Antônio, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PEDRO HENRIQUE SILVA COSTA RODRIGUES

**SISTEMA INTEGRADO DE CONTROLE METROLÓGICO
PARA ESTAÇÕES PETROLÍFERAS UTILIZANDO TECNOLOGIAS MÓVEIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Petróleo.

Defendida em: 04 / 08 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Robson Gurgel - UFERSA
Membro Examinador

Prof. Dr. Jardel Dantas da Cunha - UFERSA
Membro Examinador

Prof.^a Dra. Keila Regina Santana - UFERSA
Membro Examinador

*Com amor, dedico este trabalho à **Leidemar S. C.***

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus.

Agradeço à minha mãe, Leidemar S. Costa.

Agradeço aos meus familiares e amigos.

Agradeço ao setor de Medição Fiscal da PetroRecôncavo.

Agradeço ao meu orientador, Antônio Robson Gurgel

Muito obrigado!

RESUMO

A crescente demanda por eficiência e confiabilidade nos processos de medição fiscal em estações petrolíferas impulsiona a busca por soluções tecnológicas para o controle de instrumentos e dispositivos de segurança. Este trabalho propõe o desenvolvimento e a implementação de um painel interativo *mobile*, concebido a partir de bases de dados estruturadas em *Microsoft Excel* e integradas ao *Power BI* Service. O objetivo principal é centralizar, padronizar e disponibilizar dados metrológicos de forma simplificada e acessível, abrangendo registros de calibração, datas de vencimento de instrumentos e o controle de lacres em estações petrolíferas compreendidas por normativas relacionadas à Medição Fiscal de fluidos. Este projeto também compreende a implementação de acesso rápido e direto ao painel via *QR Codes* e a integração com etiquetas NFC (*Near Field Communication*), objetivando consulta ágil das informações em campo por meio de dispositivos móveis, eliminando a necessidade de interfaces complexas. Tal abordagem, caracterizada por um baixo custo inicial, visa otimizar a gestão metrológica e operacional, elevar a rastreabilidade e a confiabilidade dos dados, e garantir a conformidade com as rigorosas exigências regulatórias, como a ABNT NBR ISO 10012 e o Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural (RTM 2013) da ANP/INMETRO.

Palavras-chave: Medição Fiscal, Metrologia, Controle Metrológico, *Power BI*, Tecnologias Móveis, Estações Petrolíferas, Digitalização.

ABSTRACT

The increasing demand for efficiency and reliability in fiscal measurement processes at oil stations drives the search for advanced technological solutions for the control of instruments and safety devices. This work proposes the development and implementation of an interactive *mobile* dashboard, designed from databases structured in *Microsoft Excel* and integrated into *Power BI* Service. The main objective is to centralize, standardize, and make metrological data available in a simplified and accessible manner, covering calibration records, instrument expiration dates, and seal control in oil stations covered by regulations related to fiscal measurement of fluids. This project also includes the implementation of quick and direct access to the dashboard via *QR Codes* and integration with *NFC (Near Field Communication)* tags, aiming for agile consultation of information in the field using *mobile* devices, thereby eliminating the need for complex interfaces. This approach, characterized by a low initial cost, aims to optimize metrological and operational management, increase data traceability and reliability, and ensure compliance with stringent regulatory requirements, such as ABNT NBR ISO 10012 and the Technical Regulation for Oil and Natural Gas Measurement (RTM 2013) from ANP/INMETRO.

Keywords: Fiscal Measurement, Metrology, Metrological Control, *Power BI*, *Mobile* Technologies, Oil Stations, Digitalization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação de QR Code	20
Figura 2 - Representação de etiquetas NFC	21
Figura 3 – Tabela de cadastro e monitoramento de instrumentos utilizada como base de dados primária no Excel.....	24
Figura 4 - Planilha de controle de calibração e vencimentos de calibrações de instrumentos com integração à base principal (parte 1).....	26
Figura 5 – Planilha de controle de calibração e vencimentos de calibrações de instrumentos com integração à base principal (parte 2).....	26
Figura 6 – Planilha de controle de lacres removidos ou instalados (parte 1).	27
Figura 7 – Planilha de controle de lacres removidos ou instalados (parte 2).	27
Figura 8 – Tratamento de Dados via Power Query (ilustração).	28
Figura 9 - Aba de Exibição de Modelo com representação dos relacionamentos entre tabelas.	29
Figura 10 – Painel Mobile com representação da interface montada.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa de custos para implantação do sistema mobile.....	22
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
API	American Petroleum Institute
BSW	<i>Basic Sediments and Water</i> (Sedimentos Básicos e Água)
E&P	Exploração e Produção
ETL	Extração, Transformação e Carregamento
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Padronização)
NFC	<i>Near Field Communication</i> (Comunicação por Campo Próximo)
NR	Norma Regulamentadora
QR	<i>Quick Response Code</i> (Código de Resposta Rápida)
RTM	Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural
SI	Sistema Internacional de Unidades
SM	Sistema de Medição
TAG	Não é explicitamente definida, mas é amplamente utilizada no texto para se referir a identificadores de instrumentos e equipamentos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivo geral.....	13
1.2. Objetivos específicos.....	14
2. GESTÃO DO CONHECIMENTO (GC)	15
2.1 Metrologia Aplicada.....	15
2.1.1 Bases Normativas e Inovação na Gestão de Medições e Lacres	15
2.1.2 Sistemas de Gestão da Medição partindo da NBR ISO 10012	15
2.1.3 Controle Metrológico no Setor Petrolífero com base no RTM de 2013	17
2.2 Experiências de Digitalização e Inovação do Projeto	18
2.3 Conceituação de <i>Softwares</i> associados ao sistema desenvolvido.....	19
2.1. Estimativa de custo associado	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1. Procedimento para construção da base de dados.....	24
3.1.1. Estruturação de dados.....	24
3.1.2. Tabela de controle de calibrações	25
3.1.3. Tabela de controle de lacres	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por eficiência e confiabilidade nos processos industriais de medição fiscal em estações petrolíferas tem impulsionado a busca por soluções tecnológicas avançadas para o controle de instrumentos e dispositivos de segurança. Métodos tradicionais de controle, que se baseiam em registros manuais ou planilhas descentralizadas, podem gerar ineficiências operacionais, como retrabalho, falhas no acompanhamento, perda de informações e baixa eficiência na inspeção e calibração de equipamentos. Essa dispersão de dados e a dificuldade de acesso comprometem a agilidade na tomada de decisões por parte dos gestores. Diante dessa problemática, torna-se essencial a busca por soluções tecnológicas avançadas. Nesse contexto, a digitalização da informação metrológica, aliada à visualização em tempo real, apresenta-se como uma alternativa eficaz, capaz de reduzir retrabalhos, aumentar a rastreabilidade e otimizar as decisões operacionais.

O presente trabalho detalha o desenvolvimento e a implementação de um painel interativo *mobile* visando digitalizar e otimizar parte do processo de visualização e controle de lacres e instrumentos em estações petrolíferas, criado a partir de bases de dados organizadas no *Microsoft Excel* e integrado ao *Power BI Desktop*. Entre os recursos implementados, destaca-se a criação de um sistema que permite o acesso e acompanhamento do painel por meio de QR Code e a possibilidade de integração com etiquetas NFC (*Near Field Communication* ou Comunicação por Campo Próximo). A implementação de tais soluções possibilita uma leitura rápida utilizando dispositivos móveis compatíveis que tenham acesso à internet, transformando e favorecendo a consulta às informações diretamente em campo, sem a necessidade de interfaces complexas ou computadores.

Para a implementação do projeto de controle de lacres e instrumentos, é necessário um investimento considerado de baixo custo inicial, apesar dos desafios de acesso. Isso se deve ao fato de ser preciso ter uma licença *Power BI Pro* para cada usuário que necessitará de acesso completo e capacidade de compartilhamento do relatório, o que representa um custo adicional. Assim, é necessário um investimento inicial para que todos possam acessar a ferramenta remotamente, porém, ainda é possível acessar o painel do *Power BI* via compartilhamento de pastas através da rede local. Adicionalmente, surgem custos extras relacionados à impressão de QR Codes em adesivos apropriados e à aquisição de etiquetas NFC, que são aspectos importantes para a escalabilidade futura da solução.

A implementação definitiva de projetos como este, que visam a digitalização e a visualização de informações em tempo real, contribui diretamente para a melhoria do controle metrológico e operacional em estações petrolíferas. Tal contribuição se baseia em rigorosas normas e diretrizes técnicas, como a ABNT NBR ISO 10012 (ABNT, 2004) que estabelece requisitos para a gestão de processos de medição e comprovação metrológica, sendo especialmente relevante em empresas onde os resultados dos sistemas de medição são parte das especificações do cliente. Outra base é a Resolução Conjunta nº 1/2013 (RTM) da ANP/INMETRO (ANP/INMETRO, 2013), documento regulatório mandatório no Brasil para a medição fiscal no setor de petróleo e gás natural, que define condições e requisitos técnicos, construtivos e metrológicos mínimos para sistemas de medição (ANP/INMETRO, 2013). As diretrizes do INMETRO e as exigências da ANP são cruciais para garantir a credibilidade dos resultados de medição e aprovar a execução e implementação de projetos de sistemas de medição (ANP/INMETRO, 2013).

Adicionalmente, o sucesso na implementação de soluções como esta pode desencadear sua utilização em outros setores da indústria (VALE, 2018). Um exemplo prático de aplicação para a melhoria de processos é a gestão de estoques e materiais, que igualmente demanda boa organização e gestão de objetos armazenados. Estudos de caso demonstram que a implantação de ferramentas de *Business Intelligence (BI)*, como o *Power BI*, é eficaz para o gerenciamento de estoque, proporcionando otimização de processos, redução de custos, e aprimoramento da análise de dados e informações (DIAS, 2023).

1.1. Objetivo geral

O principal objetivo deste trabalho é descrever a metodologia para o desenvolvimento e a implementação de um sistema integrado de controle metrológico para estações petrolíferas, visando superar as ineficiências decorrentes dos métodos tradicionais de gerenciamento de instrumentos e lacres. Este sistema é concebido como um painel interativo *mobile*, construído a partir de bases de dados estruturadas em *Microsoft Excel* e integradas ao *Power BI Desktop*. A sua finalidade é centralizar, padronizar e disponibilizar dados metrológicos de forma simples e acessível, incluindo registros de calibração, datas de vencimento de instrumentos e o controle de lacres. Com isso, busca-se otimizar a gestão de instrumentos e lacres, aumentar a rastreabilidade e a confiabilidade dos dados, e garantir a conformidade com as rigorosas exigências normativas e regulatórias, tais como a ABNT NBR ISO 10012 e o Regulamento

Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural (RTM 2013) da ANP/INMETRO, em estações de petrolíferas.

1.2. Objetivos específicos

O projeto apresenta uma solução tecnológica inovadora para um desafio operacional real do setor petrolífero. A integração proposta entre *Power BI*, *QR Codes* e *NFC* demonstra potencial significativo para transformar os processos de controle metrológico, trazendo ganhos mensuráveis de eficiência e confiabilidade. O projeto em questão visa inicialmente:

- O desenvolvimento e a implementação de uma base de dados centralizada para todas as informações metrológicas como gestão de instrumentos instalados, calibrações e validades, bem como controle de lacres em instrumentos dispostos na cadeia petrolífera;
- Integração do sistema de gerenciamento de instrumentos com a gestão de lacres associados aos instrumentos de medição fiscal da uma companhia;
- Desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de informações *mobile* para acesso remoto com fácil acessibilidade mediante liberação de acesso de um *host* (responsável pela aprovação de leitura dos usuários).

Portanto, a transformação do controle de metrológico em concomitância com a conformidade com normas e regulamentos conforme citado no item 1.1 deste trabalho, surge como uma proposta inovadora capaz de transformar rotinas operacionais, de fiscalização e acompanhamento de controle gerencial, visando otimização e digitalização de processos operacionais e contribuindo para a modernização e fiabilidade do gerenciamento da Medição Fiscal em uma organização.

2. GESTÃO DO CONHECIMENTO (GC)

O desenvolvimento deste projeto fundamenta-se em pilares conceituais relacionados a gestão metrológica, especialmente em resoluções da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), órgão regulador da indústria do petróleo no Brasil atualmente. Ademais este projeto apresenta uma abordagem cuidadosa em relação à Gestão de Dados Industriais e, para isso, foi necessário aprofundar-se em conteúdos avançados de dois principais *Softwares* comumente utilizados na indústria, o Excel e o *Power BI*. Tais ferramentas foram utilizadas e podem ser utilizadas de forma paralela permitindo transformar dados brutos em *insights* acionáveis através de visualizações interativas.

2.1 Metrologia Aplicada

2.1.1 Bases Normativas e Inovação na Gestão de Medições e Lacres

O setor de Medição Fiscal em organizações petrolíferas desempenha um papel crucial na garantia da confiabilidade dos dados de medição de escoamento de hidrocarbonetos e no cumprimento das exigências regulatórias. O controle eficaz de instrumentos de medição (tais como medidores de pressão, medidores de temperatura e vazão) e de lacres (associados a garantia da confiabilidade) é uma atividade essencial, pois garante a integridade dos dados coletados em campo, a rastreabilidade das intervenções realizadas em cada equipamento, e a credibilidade dos resultados de medição. No entanto, métodos tradicionais, que se baseiam em registros manuais ou planilhas descentralizadas, pode resultar em retrabalho, falha no acompanhamento da gestão, perda de informações e baixa eficiência na inspeção e calibração dos equipamentos. Portanto, a adoção de tecnologias digitais, acessíveis por dispositivos fixos e móveis, surge como solução moderna e eficaz para a digitalização e centralização de dados no ambiente industrial (PEREIRA, 2023).

2.1.2 Sistemas de Gestão da Medição partindo da NBR ISO 10012

A Norma Brasileira ISO 10012:2004 é uma norma fundamental que fornece requisitos e oferece orientação sobre a gestão de processos de medição e comprovação metrológica de equipamento de medição. ISO 10012 é utilizada principalmente por organizações que realizam

medições como parte de um sistema de gestão global, visando assegurar que os requisitos metrológicos sejam atendidos. É particularmente relevante em empresas onde os resultados do sistema de medição (SM) são parte das especificações do cliente (ISO 10012, 2004).

Entre os requisitos essenciais estabelecidos por esta norma e padrões relacionados, destacam-se:

- A necessidade de determinar as medições e equipamentos de medição necessários para fornecer evidências da conformidade do produto com os requisitos.
- O estabelecimento de processos para assegurar a realização das medições conforme os requisitos de monitoramento.
- Assegurar resultados válidos para as calibrações de equipamentos de medição, com devida rastreabilidade definida por padrão.
- Manter os registros dos resultados de calibração e verificação por tempo estabelecido conforme o RTM de 2013.

Todos os resultados de medição devem ser rastreáveis às unidades padrões do SI (Sistema Internacional de Unidades). Essa rastreabilidade é usualmente alcançada através de laboratórios de calibrações confiáveis, que possuem sua própria rastreabilidade a laboratórios nacionais de calibração. Os laboratórios de calibração de chão de fábrica, por sua vez, devem atender aos requisitos do cliente (legais) e os padrões utilizados em suas calibrações devem ser calibrados em laboratórios de referência e certificação comprovada.

O projeto do painel interativo *mobile* descrito neste trabalho, aborda a NBR ISO 10012 no que diz respeito aos seguintes aspectos:

- Centralizar e padronizar os registros de calibração, permitindo um acompanhamento e respostas ágeis a depender da situação.
- Facilitar a manutenção e acessibilidade dos registros dos resultados de calibração, essenciais para a rastreabilidade metrológica.
- Apoiar a programação e gestão das datas de vencimento de calibrações, garantindo que os equipamentos estejam sempre aptos a fornecer resultados válidos.

2.1.3 Controle Metrológico no Setor Petrolífero com base no RTM de 2013

A Resolução Conjunta ANP/Inmetro nº 1, de 10 de junho de 2013, que aprova o Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural (RTM 2013), é o documento regulatório mandatório no Brasil para o setor de Medição Fiscal na indústria do petróleo. Tal regulamento estabelece as condições e os requisitos técnicos, construtivos e metrológicos mínimos que os sistemas de medição de petróleo e gás natural devem seguir para garantir a credibilidade dos resultados de medição, se aplicando ao projeto, instalação, operação, teste e manutenção de sistemas de medição fiscal, de apropriação, de transferência de custódia e operacionais.

Dentre os requisitos específicos do RTM 2013 que o presente trabalho visa atender, destacam-se:

- Sistema de Gestão da Medição: Exige a aplicação de um modelo de sistema de gestão da medição para assegurar a eficácia e adequação dos sistemas ao uso pretendido, e gerenciar o risco de resultados de medições incorretas bem como notificar falhas ocorrentes.
- Calibrações e Inspeções Dimensionais: Determina que todas as calibrações e inspeções dimensionais devem ser realizadas por laboratórios acreditados. O Anexo B do RTM 2013 detalha as periodicidades de calibração para uma vasta gama de instrumentos (exemplos: medidores de vazão, instrumentos de temperatura e pressão, analisadores em linha) e componentes dos sistemas de medição. O agente regulado pode solicitar extensão ou redução dessas periodicidades, com base em relatórios do histórico de calibrações.
- Proteção dos Sistemas de Medição: Os sistemas devem ser protegidos contra acesso não autorizado, e devem ser instalados lacres para evitar acesso não autorizado a operações que possam afetar o desempenho dos instrumentos. Senhas ou outros meios devem impedir o acesso não autorizado a sistemas e programas de configuração, ajuste e calibração.
- Registros de Lacres: Os lacres devem ser numerados, e um registro de todos os lacres utilizados deve ser elaborado e mantido permanentemente atualizado e disponível para fiscalização da ANP ou do Inmetro. Este registro deve conter, no mínimo, nome do agente regulado, identificação da instalação, relação dos

pontos de instalação dos lacres (com número, data e hora de instalação), e histórico de remoção/instalação de lacres (com data, hora e identificação).

- Relatórios e Armazenamento de Dados: As principais variáveis de processo dos sistemas de medição devem ser medidas, exibidas, registradas e disponibilizadas em sistemas de supervisão para acompanhamento das operações. Relatórios de medição, calibração, testes de poços e análises, documentos, certificados e dados exigidos devem ser elaborados e armazenados por um período não inferior a dez anos, com garantia de inviolabilidade.

2.2 Experiências de Digitalização e Inovação do Projeto

Conforme mencionado, o método tradicional de controle de instrumentos e lacres, baseado em registros manuais ou planilhas descentralizadas, acarreta ineficiências como retrabalho, falhas no acompanhamento e perda de informações. Reconhecendo essas limitações e as rigorosas exigências normativas e regulatórias do setor de E&P, o projeto desenvolvido propõe uma solução de transformação digital através da digitalização e integração de dados relacionados aos instrumentos e lacres através de uma plataforma criada por meio do *Power BI Desktop*, em interação com fontes de dados (via *Microsoft Excel*) internos a uma companhia de exploração e produção de petróleo *onshore* situada na bacia Potiguar.

A abordagem do projeto representa um avanço no que se diz respeito à gestão metrológica e de ativos ao:

- Centralizar, padronizar e disponibilizar dados de forma simples e acessível, abordando diretamente a dispersão de informações e a dificuldade de acesso em campo.
- Permitir o acesso e acompanhamento do painel por meio de QR Code, além da possibilidade de integração com etiquetas NFC (*Near Field Communication*). Tecnologias que por sua vez possibilitam uma leitura rápida usando dispositivos móveis compatíveis com acesso à internet, favorecendo a consulta às informações diretamente em campo, sem a necessidade de computadores ou interfaces complicadas, otimizando a verificação do status de calibração dos instrumentos e o controle de lacres, elementos críticos para a conformidade com as periodicidades de calibração do Anexo B do RTM 2013 e a manutenção dos registros de lacres exigidos no subitem 5.4.2.4 do mesmo regulamento.

- Garantir que as variáveis de processos sejam exibidas, registradas e disponibilizadas em sistemas de supervisão de forma eficiente, contribuindo para a tomada de decisões ágil e o cumprimento das exigências de armazenamento e inviolabilidade de dados.

Dessa forma, o painel interativo *mobile* não apenas otimiza as operações de campo, mas também fortalece a gestão da medição e a conformidade regulatória da empresa, agindo como mais uma das ferramentas de gestão metrológica e garantindo a confiabilidade e rastreabilidade em um setor de alta criticidade como o de exploração e produção de petróleo e gás.

2.3 Conceituação de *Softwares* associados ao sistema desenvolvido

Segundo a *Microsoft*, o Excel é definido como uma ferramenta para tratamento e manipulação de vasta quantidade de dados por meio de um gradeamento de células que pode ser composta por textos, números ou fórmulas e possibilita a execução de cálculos simples aos avançados, bem como o rastreio de informações via filtragem e classificações avançadas. Mesmo não sendo esse o foco, há funções no Excel que permitem a criação de indicadores e *insights* gráficos para análise de dados. Os dados podem estar em uma planilha do Excel ou em uma coleção de data *warehouses* híbridos locais ou baseados na nuvem (*MICROSOFT*, 2024).

Por outro lado, o *Power BI* surge como uma solução própria para a análise de dados. A *Microsoft*, define o *Power BI* como uma coleção de serviços de *Software*, aplicativos e conectores que trabalham juntos para transformar as fontes de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas. Com o *Power BI*, pode-se conectar facilmente fontes de dados (seja uma planilha do Excel ou em uma coleção de data *warehouses* híbridos locais ou baseados na nuvem), visualizar e descobrir conteúdo importante e compartilhá-lo com outras pessoas (*MICROSOFT*, 2024).

Uma das inovações ligadas ao objetivo final do projeto foi a criação de QR Codes que levam diretamente para o painel *mobile*. Isso permite que técnicos e operadores acessem rapidamente os registros com apenas uma leitura do código. O *Quick Response Code*, ou QR Code, é visto como a evolução do código de barras, que surgiu na década de 1970. Classificado como um código gráfico em 2D, o QR Code pode ser lido por câmeras de smartphones e tablets, e apresenta um formato quadrado com margens delimitadas. Essas margens contêm informações como números, letras e a função do código (FERNANDES, 2022).

Como uma tecnologia que atua como etiquetas fáceis de visualizar e identificar, o uso do QR Code em processos, materiais, áreas e equipamentos dentro da indústria pode ajudar a

criar uma organização mais eficiente e torna várias atividades mais simples. O código QR tem o formato de um quadrado cercado por margens, e em suas extremidades há outros quadrados que armazenam as informações presentes no código, como números, letras e a função para a qual o QR Code é destinado (Figura 1).

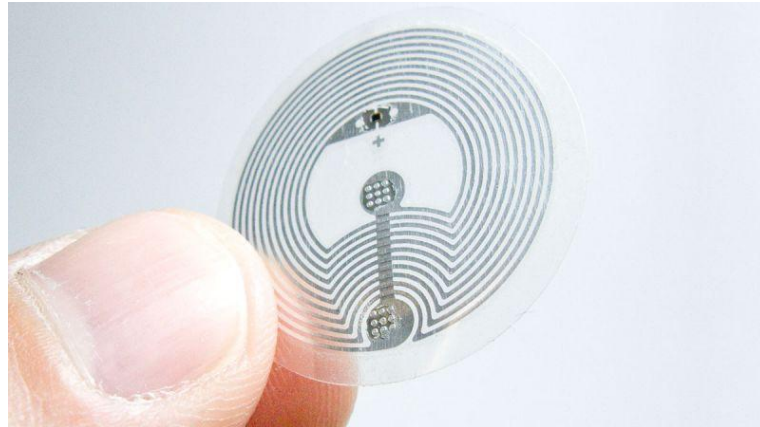
Figura 1- Representação de QR Code



Fonte: Autoria própria, 2025

Além disso, também foi explorada a tecnologia NFC (Comunicação por Campo Próximo), que possibilita a gravação do link do painel em pequenas etiquetas adesivas. Segundo a Samsung, a tecnologia NFC é comumente conhecida pela utilização cartões por aproximação em dispositivos móveis habilitados. A utilização mais comum da tecnologia NFC é fazer pagamentos de forma fácil e rápida, também podendo ser usado para se conectar rapidamente a dispositivos sem fio e transferir dados. (SAMSUNG, 2025). Para este trabalho, o emprego desta tecnologia permite que o usuário acesse o painel de forma rápida simplesmente aproximando um smartphone compatível para visualizar o painel, eliminando etapas manuais de acesso e proporcionando uma experiência mais fluida em campo. Vale ressaltar que, por motivos de segurança cibernética e proteção de dados, somente terão acesso ao painel, aqueles que possuem autorização do autor/administrador do painel para que o usuário consiga visualizar os dados presentes no relatório. A figura abaixo (Figura 2) ilustra etiquetas NFC habilitadas para gravação e utilização.

Figura 2 - Representação de etiquetas NFC



Fonte: SERITAG, 2025.

2.1. Estimativa de custo associado

Apesar de os recursos tecnológicos utilizados terem se mostrado viáveis e inovadores, a aplicação prática enfrentou limitações de acesso ao painel compartilhado, uma vez que, é necessário ter uma licença *Power BI Pro* para cada usuário, o que representa um custo a mais para o projeto ser implementado. Além disso, existem custos relacionados à impressão dos *QR Codes* e à compra das etiquetas NFC, que devem ser levados em conta em uma possível expansão da ferramenta. Mesmo assim, essa solução é considerada de baixo custo em comparação aos benefícios operacionais que se espera alcançar, caracterizando fator decisivo na escolha de tais ferramentas. O custo envolvido se torna ainda mais favorável quando confrontado com os benefícios potenciais em termos de ganhos operacionais e o aprimoramento da confiabilidade no controle metrológico. Esses são aspectos inerentes à implementação de tecnologias digitais no cenário industrial, que visam transformar dados brutos em informações úteis e acionáveis, substituindo métodos tradicionais de baixa eficiência (VALE, 2018). A tabela 1 abaixo apresenta de forma objetiva, os custos por item necessários para desenvolvimento, habilitação e gestão do processo, considerando que a empresa possua um profissional habilitado para gestão do *software*.

Tabela 1 - Estimativa de custos para implantação do sistema *mobile*

<i>Item</i>	<i>Descrição</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Preço (R\$)/ano</i>	<i>Dólar (US\$) [5,50 R\$] / year</i>
1	<i>Analista de Dados</i>	1	-	-
2	<i>Smartphone</i>	1	-	-
3	<i>Licença Power BI Pro</i>	1	R\$ 1.122,00	\$204,00
4	<i>Licença Excel</i>	1	R\$ 509,00	\$92,55
5	<i>Impressão de QR Code</i>	10	R\$ 5,00	\$0,91
6	<i>Etiqueta NFC</i>	10	R\$ 23,90	\$4,35
<i>Total Estimado por ano:</i>		-	R\$ 1.659,90	\$301,80

Fonte: Adaptado de *Microsoft* (2024) e fornecedores comerciais online.

O levantamento orçamentário apresentado contempla os itens essenciais à operação do sistema, bem como os respectivos custos anuais estimados, considerando valores de mercado atuais e conversão da moeda para dólares norte-americanos com base em uma cotação média de R\$ 5,50 (INVESTING, 2025).

Descrição dos itens e justificativa técnica:

- i. **Analista de Dados:** profissional responsável por alimentar, atualizar e manter a integridade das bases de dados e dashboards desenvolvidos. Considera-se que esse profissional já integra o quadro técnico da empresa, não representando custo adicional específico para o projeto.
- ii. **Smartphone:** o usuário deve ter um smartphone habilitado para leitura de etiquetas em QR Code ou NFC. Para este trabalho, considera-se que o profissional ou usuário já possua o aparelho, uma vez que, na maioria dos casos, operadores e corpo de engenharia já possuem dispositivos habilitados para a realização de suas atividades.
- iii. **Licença Power BI Pro:** ferramenta essencial para publicação e compartilhamento de relatórios com diferentes usuários. A licença deve ser adquirida individualmente por usuário ativo, permitindo atualização automática e visualização *mobile* remota.
- iv. **Licença Microsoft Excel:** necessária para criação e manutenção das planilhas de base de dados. A licença considerada no levantamento é voltada para uso profissional e compatível com integração ao *Power BI*. Vale considerar que tal

licença é necessária somente para aqueles que farão a gestão e manutenção da base de dados.

- v. **Impressão de QR Code:** solução prática e de baixo custo que permite o acesso ao relatório *mobile* por meio da leitura com a câmera de celulares. Empresas que contam com etiquetagem também podem utilizar da mesma impressora industrial para realizar a impressão das etiquetas de QR Code.
- vi. **Etiquetas NFC (*Near Field Communication*):** alternativa complementar ao QR *Code* que permite abertura automática do painel *mobile* ao aproximar um dispositivo compatível. Ideal para ambientes operacionais onde o manuseio de papel ou dispositivos é limitado (SERITAG, 2025).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Procedimento para construção da base de dados

3.1.1. Estruturação de dados

O desenvolvimento deste projeto foi feito de uma maneira prática e interativa, utilizando ferramentas que são acessíveis e conhecidas no ambiente corporativo (Excel e *Power BI*). Partindo da utilização de dados já historiados pela organização, foi possível aproveitar estruturas já existentes para adequação e padronização de um novo sistema de controle e gerenciamento. As bases de dados foram coletadas de fontes paralelas e organizadas inicialmente em planilhas do *Microsoft Excel*, onde foi realizada posteriormente a estruturação de tabelas com as devidas informações dos instrumentos de medição e lacres utilizados nas estações petrolíferas da companhia. Essa base de dados foi o ponto de partida para a modelagem e integração no *Power BI*.

A estrutura de identificação dos instrumentos presentes nas estações de produção foi disposta conforme ilustrado na Figura 3, desenvolvida de maneira que, tal base passe a ser utilizada como uma planilha central (fonte de dados primária) com colunas padronizadas que agrupam as informações essenciais para o rastreamento e a categorização dos instrumentos, como TAG, tipo de instrumento, tramo de escoamento referente, local de instalação e outros.

Figura 3 – Tabela de cadastro e monitoramento de instrumentos utilizada como base de dados primária no Excel.

POLC	ESTAÇÃO	LOCAL	PONTO DE MEDIÇÃO	ID OBJETO	TAG	DESCRIÇÃO DO OBJETO
ROD	MOT	MOT-SG-CV	Gás: FQI-3424.01-0202.001; Óleo: FQI-3424.01-0201.002	FY-3424.01001	FY-3424.01001	COMPUTADOR DE VAZAO
ROD	MOT	MOT-SG-G	FQI-3424.01-0202.001	PIT-3424.01001	PIT-3424.01001	TRANSMISSOR DE PRESSAO
PER	LE	LE-GQ	FQI-3403.04-0412.002	FIT-3403.04002	FT-3403.04-0200.000	TRANSMISSOR DE VAZAO
ROD	TM	TM-GEX-01	FQI-3430.01-0200.101	TIT-3430.02101	TIT-3430.01-0200.001	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA
ROD	TM	TM-SG-G	FQI-3430.02-0202.302	TE-3430.01302	TE-3430.02302	SENSOR DE TEMPERATURA
PER	MÓVEL-AL	MÓVEL-AL-SG-G	FQIT-3403.00-001	FX-3400.00001C	VP03320/1001	PORTA PLACA
PER	MÓVEL-AL	MÓVEL-AL-SG-G	FQIT-3403.00-001	FE-3400.00001A	FE-3403.00001	PLACA DE ORIFICIO

Fonte: Autoria própria

Além das colunas dispostas na tabela de ilustração na Figura 3, também é possível incluir o número de colunas desejado visando maior detalhamento dos instrumentos (item) que será analisado ou gerenciado pelo painel. Para casos em que não haja item ou descrição específica para preenchimento, é importante que a lacuna seja preenchida com “-” ou “N/A”, objetivando evitar possíveis problemas na análise e interpretação dos dados na fase de

processamento da informação. Exemplos de colunas extras que podem agregar a descrição de cada item (utilizando a área de gestão de instrumentos relacionados à medição fiscal como exemplo):

- i. Fabricante;
- ii. Modelo;
- iii. Número de série;
- iv. Faixa de calibração;
- v. Classificações de integridade;
- vi. Data da última calibração;
- vii. Data de planejamento para próxima calibração;
- viii. Número de calibrações corretivas (recorrência);
- ix. Outras.

3.1.2. Tabela de controle de calibrações

Na etapa seguinte, foi elaborada uma segunda planilha focada no controle de calibração, conforme exibido nas Figura 4 e Figura 5 abaixo. Essa tabela se conecta diretamente à planilha de instrumentos, utilizando campos comuns (TAG, tramo, instrumento, local) como chave de relacionamento entre os dados no *Power BI Desktop*. A integração entre essas planilhas garante que as conexões de dados sejam feitas corretamente e os filtros utilizados para consultas resultem em uma informação fidedigna.

Figura 4 - Planilha de controle de calibração e vencimentos de calibrações de instrumentos com integração à base principal (parte 1)

ESTAÇÃO	TRAMO	PONTO DE MEDIÇÃO	TAG	INSTRUMENTO
MOT	MOT-SG-G	FQI-3424.01-0202.001	PIT-3424.01001	TRANSMISSOR DE PRESSAO
MOT	MOT-SG-G	FQI-3424.01-0202.001	TE-3424.01001	SENSOR DE TEMPERATURA
MOT	MOT-SG-G	FQI-3424.01-0202.001	TIT-3424.01001	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA
MOT	MOT-SG-G	FQI-3424.01-0202.001	FIT-3424.01001	TRANSMISSOR DE VAZAO
ROD	ROD-GEX-02	FQI-3403.01-0200.002	PIT-3403.01001B	TRANSMISSOR DE PRESSAO
ROD	ROD-GEX-02	FQI-3403.01-0200.002	TE-3403.01001B	SENSOR DE TEMPERATURA
ROD	ROD-GEX-02	FQI-3403.01-0200.002	TIT-3403.01001B	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA
ROD	ROD-GEX-02	FQI-3403.01-0200.002	FIT-3403.01001B	TRANSMISSOR DE VAZAO
TM	TM-GLT	FQI-3430.01-0200.303	FE-3430.02303-1B	TRECHO RETO MONTANTE
TM	TM-GLT	FQI-3430.01-0200.303	FE-3430.02303-1C	TRECHO RETO JUSANTE
TM	TM-GLT	FQI-3430.01-0200.303	FE-3430.02303-1D	PORTA PLACA
MOT	MOT-SG-G	FQI-3424.01-0202.001	FX-3424.01001B	TRECHO RETO MONTANTE
MOT	MOT-SG-G	FQI-3424.01-0202.001	FX-3424.01001C	TRECHO RETO JUSANTE
MOT	MOT-SG-G	FQI-3424.01-0202.001	FX-3424.01001D	PORTA PLACA
LE	LE-GQ	FQI-3403.04-0412.002	PIT-3403.04-0200.000	TRANSMISSOR DE PRESSAO
LE	LE-GQ	FQI-3403.04-0412.002	TE-3403.04-0200.000	SENSOR DE TEMPERATURA
LE	LE-GQ	FQI-3403.04-0412.002	TIT-3403.04-0200.000	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA
ROD	ROD-SG-G	FQI-3403.01-0202.303	FX-3403.01303A	TRECHO RETO MONTANTE
ROD	ROD-SG-G	FQI-3403.01-0202.303	FX-3403.01303B	TRECHO RETO JUSANTE
ROD	ROD-SG-G	FQI-3403.01-0202.303	FE-3403.01303-1D	PORTA PLACA

Fonte: Autoria própria

Figura 5 – Planilha de controle de calibração e vencimentos de calibrações de instrumentos com integração à base principal (parte 2).

DATA DO PLANEJAMENTO	DATA DA VALIDADE	DATA DA CALIBRAÇÃO	CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO	LACRES ROMPIDOS (NO SISTEMA)	LACRES INSTALADOS (NO SISTEMA)
07/01/2024	17/01/2024	11/01/2024	OK	3	3
07/01/2024	17/01/2024	11/01/2024	OK	2	2
07/01/2024	17/01/2024	11/01/2024	OK	2	3
07/01/2024	17/01/2024	11/01/2024	OK	1	2
10/01/2024	20/01/2024	16/01/2024	OK	1	1
10/01/2024	20/01/2024	16/01/2024	OK	1	1
10/01/2024	20/01/2024	16/01/2024	OK	1	1
10/01/2024	20/01/2024	16/01/2024	OK	1	1
18/01/2024	30/01/2024	19/01/2024	EM REVISÃO	1	2
18/01/2024	30/01/2024	19/01/2024	EM REVISÃO	4	5
18/01/2024	30/01/2024	19/01/2024	OK	2	3
19/01/2024	31/01/2024	19/01/2024	EM REVISÃO	5	6
19/01/2024	31/01/2024	19/01/2024	EM REVISÃO	4	5
19/01/2024	31/01/2024	19/01/2024	EM REVISÃO	3	4
27/01/2024	06/02/2024	23/01/2024	OK	1	2
27/01/2024	06/02/2024	23/01/2024	OK	2	2
27/01/2024	06/02/2024	23/01/2024	OK	1	1
16/02/2024	26/02/2024	06/02/2024	OK	1	1
16/02/2024	26/02/2024	06/02/2024	OK	1	1
16/02/2024	26/02/2024	06/02/2024	OK	3	4

Fonte: Autoria própria

3.1.3. Tabela de controle de lacres

A tabela de controle de lacres foi estruturada a partir de dados já existentes e dispostos via sistema de registro de aplicação de lacres em nuvem. Assim, o procedimento envolvido baseia-se na identificação do lacre conforme a Resolução Conjunta ANP/Inmetro de 2013 e relacionamento com os instrumentos associados por meio da TAG conforme ilustra a Figura 6 e Figura 7 abaixo.

Figura 6 – Planilha de controle de lacres removidos ou instalados (parte 1).

Número	Lote	Local	Número de série	Tag	Identif. Equip.
146	INS-AD-003	FIT - TAMPÁ TRASEIRA	146	FIT-3403.01303	ROD-SG-G
530	INS-AR-003	FX - VÁLVULA EQUALIZADORA (MANIFOLD)	530	FIT-3403.01303	ROD-SG-G
147	INS-AD-003	TIT - TAMPÁ TRASEIRA	147	TIT-3403.01303	ROD-SG-G
150	INS-AD-003	FIT - TAMPÁ FRONTAL	150	FIT-3403.01303	ROD-SG-G
521	INS-AR-003	FIT - VÁLV. TOMADA DE PRESSÃO À MONTANTE	521	FIT-3403.01303	ROD-SG-G
545	INS-AD-003	PIT - TAMPÁ TRASEIRA	545	PIT-3403.01303	ROD-SG-G
139	INS-AD-003	PIT - TAMPÁ TRASEIRA	139	PIT-3403.01300	ROD-SG-O
143	INS-AD-003	TIT - TAMPÁ TRASEIRA	143	TIT-3403.01300	ROD-SG-O
140	INS-AD-003	PIT - TAMPÁ FRONTAL	140	PIT-3403.01300	ROD-SG-O
1143	INS-AD-002	PIT - TAMPÁ TRASEIRA	1143	PIT-3403.01303	ROD-SG-G
173	INS-AR-003	PIT - VALV. MANIFOLD BLOQUEIO	173	PIT-3430.01-0200.100	TM-GQ
628	INS-AD-003	PIT - TAMPÁ FRONTAL	628	PIT-3430.01-0200.100	TM-GQ
620	INS-AD-003	TIT - TAMPÁ FRONTAL	620	TIT-3430.01-0200.100	TM-GQ
624	INS-AD-003	PIT - TAMPÁ TRASEIRA	624	PIT-3430.01-0200.100	TM-GQ
617	INS-AD-003	TE - TAMPÁ	617	TE-3430.01-0200.100	TM-GQ
1410	INS-AD-004	TE - TAMPÁ	1410	TE-3430.01-0200.001	TM-GEX-01
1395	INS-AD-004	FIT - TAMPÁ TRASEIRA	1395	FIT-3430.01-0200.103	TM-GEX-02
1398	INS-AD-004	PIT - TAMPÁ TRASEIRA	1398	PIT-3430.01-0200.103	TM-GEX-02
579	INS-AR-004	FIT - VÁLVULA DE BAIXA (MANIFOLD)	579	FIT-3430.01-0200.103	TM-GEX-02
1388	INS-AD-004	TIT - TAMPÁ TRASEIRA	1388	TIT-3430.01-0200.100	TM-GQ

Fonte: Autoria própria

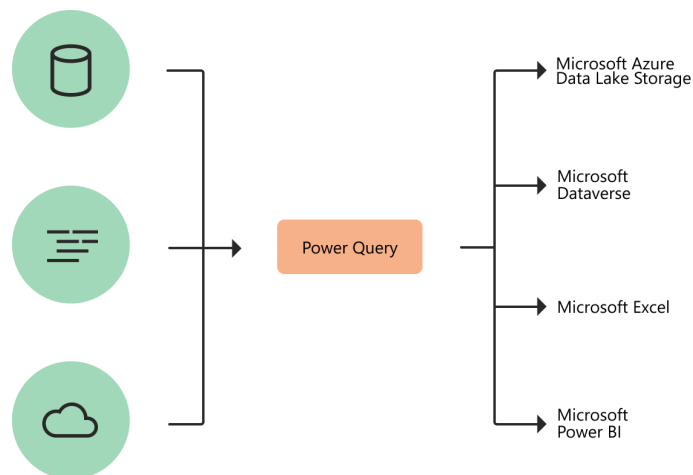
Figura 7 – Planilha de controle de lacres removidos ou instalados (parte 2).

Identif. Equip.	Operador Inst.	Dt Inst.	Operador Rem.	Dt. Rem.	Remoção ou Instalação	Mês de Referência
ROD-SG-G	JOSE	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-G	JOSE	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-G	JOSE	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-G	JOSE	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-G	JOSE	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-G	THIAGO	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-O	THIAGO	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-O	JOSE	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-O	JOSE	12/04/2023	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
ROD-SG-G	WAGNER	16/10/2022	JOSE	15/03/2024	Removido	3/2024
TM-GQ	WAGNER	18/12/2013	NETO	08/03/2024	Removido	3/2024
TM-GQ	WAGNER	18/12/2013	NETO	08/03/2024	Removido	3/2024
TM-GQ	WAGNER	18/12/2013	NETO	08/03/2024	Removido	3/2024
TM-GQ	WAGNER	18/12/2013	NETO	08/03/2024	Removido	3/2024
TM-GQ	WAGNER	18/12/2013	NETO	08/03/2024	Removido	3/2024
TM-GEX-01	JOSE	16/01/2025	-	-	Instalado	1/2025
TM-GEX-02	JOSE	09/01/2025	-	-	Instalado	1/2025
TM-GEX-02	JOSE	09/01/2025	-	-	Instalado	1/2025
TM-GEX-02	JOSE	09/01/2025	-	-	Instalado	1/2025
TM-GQ	JOSE	09/01/2025	-	-	Instalado	1/2025

Fonte: Autoria própria

Na etapa seguinte, foi realizado a conexão das tabelas apresentadas anteriormente ao *Power BI* por meio do Power Query. Por definição, o Power Query é um mecanismo de conexão, preparação e transformação de dados. Partindo de uma fonte de dados armazenada na máquina digital ou em nuvem pode-se executar o tratamento e processamento de dados ETL (extração, transformação e carregamento) para utilização em diversos sistemas conforme ilustrado na Figura 8 abaixo (MICRISOFT, 2025).

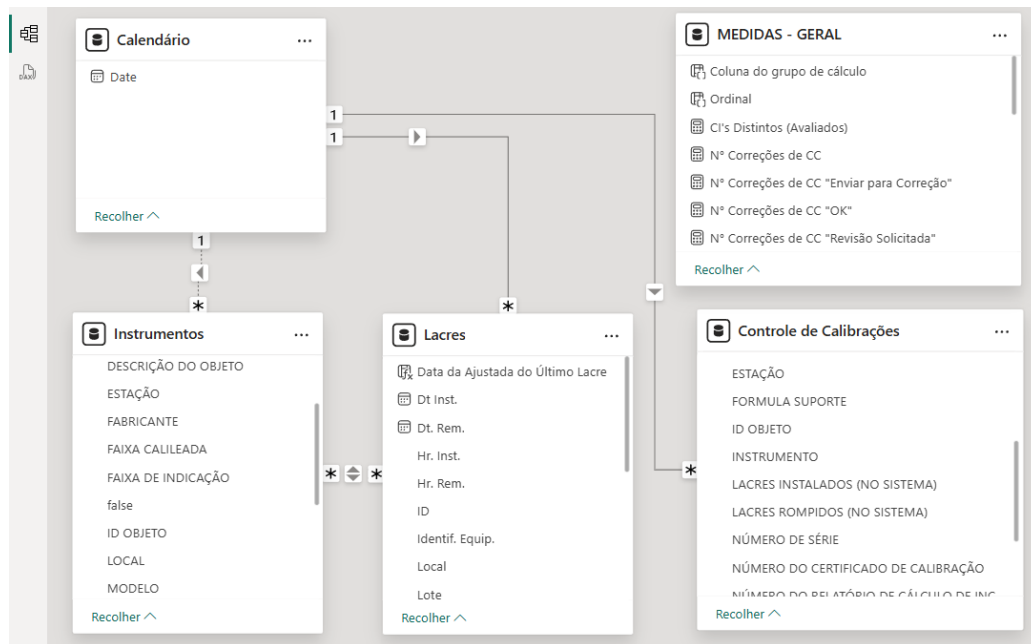
Figura 8 – Tratamento de Dados via Power Query (ilustração).



Fonte: *Microsoft*, 2025.

Após a fase de extração, transformação e carregamento, foi possível realizar as devidas conexões entre planilhas por meio dos relacionamentos de tabelas na aba de Exibição de Modelo do *Power BI Desktop* conforme ilustra a Figura 9. Por meio dessa aba, é possível visualizar como as diferentes fontes de dados, como a tabela de instrumentos e a de controle de calibração, estão conectadas entre si. Esses relacionamentos foram criados com base em colunas-chave, como TAG ou INSTRUMENTO (não se restringe a tais colunas), que garantem a integridade dos dados ao integrar informações de diferentes tabelas.

Figura 9 - Aba de Exibição de Modelo com representação dos relacionamentos entre tabelas.



Fonte: Autoria própria.

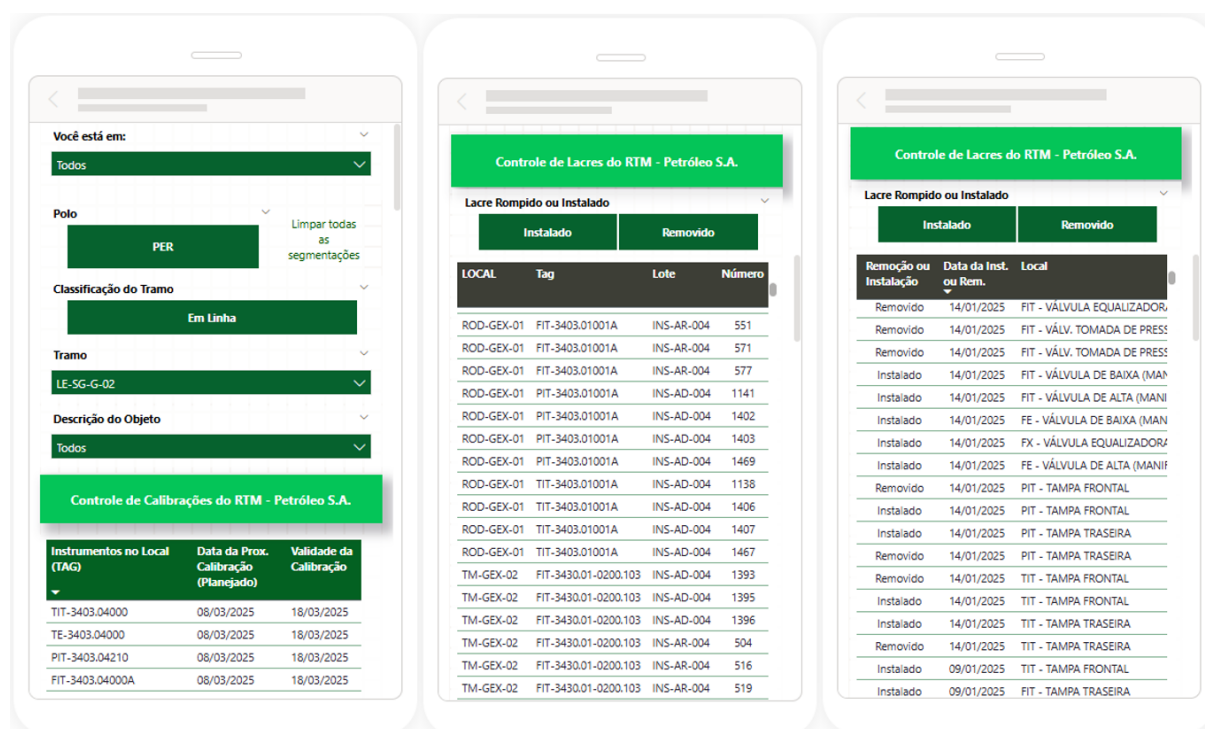
A tabela “Calendário” foi inserida e utilizada como base para aplicação de filtros em função do tempo no painel. Para esse caso, um filtro com a coluna data presente nessa tabela é capaz de alterar todo o dashboard dinâmico por meio dos relacionamentos (conexão de dados entre tabelas).

O principal objetivo desses relacionamentos é assegurar que as tabelas relacionem dados consistentes entre si, permitindo que informações cruciais, como a validade da calibração e a troca de lacres, sejam atualizadas e apresentadas com fiabilidade na aplicação. Dessa forma, por meio do *Power BI* é possível combinar os dados entre tabelas distintas e apresentar visualizações dinâmicas, proporcionando uma análise mais eficiente e confiável. A criação desses vínculos garante que, ao filtrar ou atualizar uma tabela, todas as outras se ajustem automaticamente, permitindo que as decisões sejam baseadas em dados completos e interconectados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após consolidação das estruturas de fontes de dados criadas e as devidas conexões de dados realizadas, deu-se início a construção do painel interativo de gerenciamento de calibrações e controle de lacres com o *Power BI Desktop*. As visualizações criadas apresentam foco na identificação de instrumentos, indicação de datas de calibração prevista e validade atual da calibração do equipamento. No que se refere aos lacres, o painel apresenta indicadores principais como número de lacres rompidos e instalados, identificação e rastreio, contando com uma diversidade de filtros suspensos, intuitivos e de boa visualização, que por sua vez, auxiliam na busca por informações específicas de acordo com o Polo, Estação, Tramo ou Instrumento associado, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Painel *Mobile* com representação da interface montada.



Fonte: Autoria própria.

Conforme apresentado na Figura 10 acima, os painéis criados no *Power BI* visam permitir o acompanhamento de calibrações, localização e trocas de instrumentos, status de lacres, consulta de composição de instrumentos por tramo e outras. A escolha do *Power BI* como ferramenta central se justifica por sua capacidade de transformar dados brutos em insights acionáveis através de visualizações interativas.

A implementação de ferramentas de análise de negócios (BI), como o *Power BI*, apresenta diversas vantagens. Abordagens recentes destacam sua contribuição para o aprimoramento do pensamento estratégico e da gestão de processos, especialmente em áreas de controle e gestão, conforme demonstrado em diferentes estudos (DIAS, 2023; PEREIRA et al., 2023; SIMÃO et al., 2023), é possível citar benefícios diretos como:

- Automação de relatórios anteriormente feitos manualmente.
- Análise de dados não utilizados anteriormente para melhorar o desempenho.
- Clareza nas visualizações dos relatórios.
- Otimização da gestão metrológica e operacional.
- Aumento da rastreabilidade e confiabilidade dos dados.
- Melhoria na tomada de decisão, tornando-a mais rápida e assertiva devido à disponibilidade de informações em tempo real.

O projeto desenvolvido contou com a integração de tecnologias de acesso rápido para o painel mobile. A utilização dos *QR Codes* (*Quick Response Codes*) ou Códigos gráficos em 2D para leitura por celulares ou tablets visam direcionar o usuário diretamente para o painel mobile, permitindo acesso rápido aos registros. No contexto industrial, o uso de *QR Codes* pode otimizar a organização e simplificar atividades em locais estratégicos das estações, como salas de controle ou painéis de instrumentos assim como a tecnologia de etiquetas em NFC (*Near Field Communication*), que por sua vez, permitem a gravação do link de acesso ao painel em pequenas etiquetas adesivas. Ao aproximar um smartphone compatível da etiqueta NFC, o painel se abre automaticamente, eliminando etapas manuais de acesso e proporcionando uma experiência mais fluida em campo.

A funcionalidade e eficácia do sistema foram rigorosamente avaliadas por meio de testes. Para os *QR Codes* e etiquetas NFC, foram realizados testes que incluíram a leitura em diversos tipos de dispositivos móveis, o redirecionamento preciso para o painel, a otimização do tamanho e da resolução, a adequação de contraste e cor, além de verificar a rastreabilidade das informações e a estabilidade do acesso mesmo em condições de rede variáveis.

A segurança cibernética e a proteção de dados são cruciais. Por isso, somente usuários autorizados pelo administrador do painel devem ter o acesso aos dados, o que é fundamental para evitar redirecionamentos para sites maliciosos e proteger informações sensíveis da empresa. A implementação de autenticação em vários níveis também é uma medida de segurança importante que pode ser implementada de maneira conjunta.

Apesar dos benefícios, a aplicação prática do sistema enfrentou algumas limitações. Os custos relacionados à impressão dos *QR Codes* e à compra das etiquetas NFC são baixos e a

sua fácil implementação não exige profissional dedicado, porém, é necessário a liberação de uma licença *Power BI Pro* para cada usuário para acessar ao painel compartilhado, o que pode representar um custo adicional para a empresa.

No entanto, a solução é considerada de baixo custo inicial em comparação com os benefícios operacionais e o aumento da confiabilidade que se espera alcançar. O projeto apresenta uma solução tecnológica inovadora para um desafio operacional real enfrentado em estações petrolíferas. Uma implementação bem-sucedida tem o potencial de transformar rotina, melhorar e tornar mais rápidas as tomadas de decisão e otimizar processos não só na indústria do petróleo, como em diversos outros contextos industriais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A garantia da credibilidade dos resultados de medição é fundamental na indústria petrolífera e é assegurada por um conjunto de requisitos técnicos, construtivos e metrológicos estabelecidos por normativas específicas. O Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural (RTM 2013) da ANP/INMETRO define as condições e os requisitos mínimos para os sistemas de medição fiscal no Brasil, visando dentre outros fatores, a credibilidade dos resultados. Paralelamente, a norma ABNT NBR ISO 10012 oferece requisitos genéricos e orientações para a gestão de processos de medição e a comprovação metrológica de equipamentos, sendo crucial para assegurar que os requisitos metrológicos sejam atendidos, especialmente em contextos em que os resultados dos sistemas de medição são parte das especificações do cliente. Dessa forma, o sistema de gerenciamento proposto neste trabalho harmoniza a conformidade regulatória exigida pelo RTM 2013 com a excelência na gestão metrológica preconizada pela ABNT NBR ISO 10012, centralizando, padronizando e disponibilizando dados essenciais para ambas as esferas.

O desenvolvimento de um painel interativo mobile para o controle de instrumentos e lacres em estações petrolíferas representa uma inovação significativa para as operações *onshore*. A solução integrada de tecnologias acessíveis, como o *Microsoft Excel* para a estruturação das bases de dados, o *Power BI* para visualização e análise em tempo real, e as tecnologias de QR Code e NFC (*Near Field Communication*) para acesso ágil em campo. Essa combinação visa diretamente a necessidade prática de monitorar eficientemente os instrumentos e lacres, superando as ineficiências comuns dos métodos tradicionais, como retrabalho e perda de informações.

Portanto, este trabalho não apenas otimiza as operações de campo no presente, mas também abre caminhos para futuras iniciativas de digitalização e automação. O potencial de aplicação estende-se para diversos outros processos na indústria, além da Medição Fiscal de hidrocarbonetos, contribuindo significativamente para a modernização e a melhoria contínua dos processos industriais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP); INMETRO. RTM 2013 – Resolução Conjunta nº 1, de 4 de junho de 2013. Estabelece os Requisitos Técnicos e Metrológicos para sistemas de medição de petróleo, seus derivados e biocombustíveis. ANP; INMETRO, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 10012:2004 – Sistemas de gestão de medição – Requisitos para os processos de medição e equipamentos de medição. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

DIAS, Matheus Gonçalves. Integração entre ERP e Power BI para a gestão de estoque: um estudo de caso em uma distribuidora de perfis metálicos estruturais. FATEC Americana, 2023.

FERNANDES, Jonathan Ideião. Utilização de QR Codes no auxílio de manutenções elétricas industriais: estudo de caso em indústria cimenteira paraibana. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Instituto Federal da Paraíba, Local, 2022.

FORNECEDOR COMERCIAL ONLINE. Etiquetas NFC – Google Ads. 2025. Disponível em: <https://l1nk.dev/TCYKd>. Acesso em: 22 fev. 2025.

INVESTING, Brasil. Gráfico USD/BRL Hoje. Investing Brasil, 2025. Disponível em: <https://br.investing.com/currencies/usd-brl-chart>. Acesso em: 26 jun. 2025.

MICROSOFT CORPORATION. Power BI – Preços. Microsoft Power Platform, 2024. Disponível em: <https://www.Microsoft.com/pt-br/power-platform/products/power-bi/pricing>. Acesso em: 22 fev. 2025.

MICROSOFT CORPORATION. Produtos do Microsoft 365. Microsoft, 2024. Disponível em: <https://www.Microsoft.com/pt-br/Microsoft-365/buy/compare-all-Microsoft-365-products>. Acesso em: 22 fev. 2025.

MICROSOFT. Power BI overview. Disponível em: <https://learn.Microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>. Acesso em: 7 fev. 2025.

MICROSOFT. Tarefas básicas no Excel. Disponível em: <https://support.Microsoft.com/pt-br/office/tarefas-b%C3%A1sicas-no-excel-dc775dd1-fa52-430f-9c3c-d998d1735fca>. Acesso em: 7 fev. 2025.

PEREIRA, Karolaine Cristina; BARBOSA, Maria Luciene Borges; SANTOS, Aline Gonçalves dos; FONSECA JÚNIOR, Lázaro Antônio da. Aplicação do business intelligence para gerenciamento e controle de estoque. Brazilian Journal of Production Engineering, 2023.

SAMSUNG. NFC. Disponível em: <https://www.samsung.com/br/support/mobile-devices/o-que-e-nfc-e-como-usar/>. Acesso em: 8 maio 2025.

SERITAG. NFC tags explained: What is an NFC tag and how does it work. 2024. Disponível em: <https://seritag.com/learn/using-nfc/nfc-tags-explained>. Acesso em: 07 jul. 2025.

SIMÃO, José Augusto de Sales; SILVA, Isayelle Emille da; ANDRADE NETO, Manoel Lopes de; FONTANA, Marcele Elisa. Os efeitos da utilização do Power BI no controle de processos de armazenagem em um centro de distribuição do setor alimentício e petcare. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, 2023.

VALE, Thales Campelo Bedê. Implantação de ferramentas de business intelligence para gerenciamento da reposição automática de estoques em um grupo varejista: um estudo de caso. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.