

**APLICAÇÃO DO BUSINESS INTELLIGENCE PARA DESENVOLVIMENTO E
ACOMPANHAMENTO DO INDICADOR MTBF EM POÇOS PETROLÍFEROS**

**APPLICATION OF BUSINESS INTELLIGENCE FOR DEVELOPMENT AND
MONITORING OF THE MTBF INDICATOR IN OIL WELLS**

Emmily Raquel Freire Bezerra¹
André Pedro Fernandes Neto²

RESUMO

A utilização de *softwares* e sistemas de informação traz diversos benefícios para as empresas, destacando-se a redução de custos operacionais e o aumento da eficiência. Este estudo foca na aplicação do indicador MTBF (*Mean Time Between Failures*) na gestão da manutenção de poços petrolíferos em campos maduros, visando melhorar a eficiência e a rentabilidade. Nesse contexto, o *Business Intelligence* (BI), especificamente a ferramenta Microsoft Power BI, foi implementado para monitorar o MTBF de forma contínua, automatizando a análise dos dados e facilitando a tomada de decisões. O estudo aborda conceitos fundamentais relacionados ao MTBF e ao uso do BI, destacando o papel dessas tecnologias na transformação de grandes volumes de dados em informações acionáveis, que apoiam tanto decisões operacionais quanto estratégicas. A metodologia inclui o desenvolvimento de relatórios dinâmicos que permitem aos engenheiros e gestores monitorarem o desempenho dos poços com maior precisão, promovendo ajustes proativos nas operações. Ao final, a análise demonstra que a integração do Power BI ao monitoramento do MTBF não só atendeu aos objetivos, mas também resultou em uma gestão de manutenção mais eficiente, com maior agilidade na resposta a falhas, redução de custos operacionais e maior competitividade no mercado.

Palavras-chave: Indústria petrolífera; indicador; MTBF; *Power BI*; eficiência operacional.

ABSTRACT

The use of software and information systems brings several benefits to companies, notably the reduction of operational costs and increased efficiency. This study focuses on the application of the MTBF (Mean Time Between Failures) indicator in the maintenance management of oil wells in mature fields, aiming to improve efficiency and profitability. In this context, Business Intelligence (BI), specifically the Microsoft Power BI tool, was implemented to monitor MTBF continuously, automating data analysis and facilitating decision making. The study addresses fundamental concepts related to MTBF and the use of BI, highlighting the role of these technologies in transforming large volumes of data into actionable information, which supports both operational and strategic decisions. The methodology includes the development of dynamic reports that allow engineers and managers to monitor well performance with greater precision, promoting proactive adjustments in operations. In the end, the analysis demonstrates that the integration of Power BI with MTBF monitoring not only met the

objectives, but also resulted in more efficient maintenance management, with greater agility in responding to failures, reduced operational costs and greater competitiveness in the market.

Key words: Oil industry; indicator; MTBF; PowerBI; operational efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial e a globalização intensificaram a competitividade empresarial, impulsionando a busca por eficiência em todos os processos, incluindo a manutenção. Nesse contexto, a análise de dados emergiu como uma ferramenta estratégica para prever falhas, reduzir custos e otimizar operações.

Conforme aponta Grego (2014), a digitalização dos processos de manutenção tem gerado uma explosão de dados. No entanto, apenas uma pequena parcela desses dados é efetivamente analisada. As ferramentas de Business Intelligence (BI), como destaca Rezende (2002), oferecem um caminho para transformar esses dados em insights valiosos, permitindo que as empresas identifiquem padrões, tomem decisões mais assertivas e descubram novas oportunidades de otimização.

Nos processos produtivos dos poços de petróleo no Brasil, especialmente em campos maduros que enfrentam um declínio gradual após atingir seu pico de produção, as indústrias petrolíferas têm enfrentado diversos desafios em busca de maior eficiência e rentabilidade. Um dos pontos críticos nessa trajetória é a gestão da manutenção de poços petrolíferos.

Nesse cenário, o indicador MTBF (*Mean Time Between Failures*), ou tempo médio entre falhas, surge como uma ferramenta para avaliar o desempenho dos poços e otimizar suas operações, fornecendo *insights* sobre a confiabilidade dos métodos de elevação e a eficácia geral do campo. A importância do acompanhamento do MTBF em campos maduros da indústria petrolífera reside na capacidade de reduzir custos, aumentar a produção e prolongar a vida útil dos campos. Assim, o *Business Intelligence* se apresenta como uma solução eficaz para otimizar a tomada de decisões, desde a coleta até a disseminação de dados. Este estudo destaca a relevância do BI na indústria de petróleo e gás, considerando sua aplicabilidade em diversas áreas industriais.

Com o intuito de antecipar informações que sinalizem possíveis falhas, este estudo tem como objetivo desenvolver um sistema de monitoramento do MTBF em poços petrolíferos de campos maduros, utilizando a ferramenta de *Business Intelligence* Microsoft Power BI. Ao analisar os modos de falha, suas causas raízes e a variabilidade do MTBF ao longo do tempo, busca-se implementar medidas preventivas eficazes, otimizar os métodos de elevação e garantir a estabilidade do sistema.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1. Manutenção e Indicadores de desempenho

A palavra manutenção é originária do latim “*manus tenere*” que significa ter em mãos, manter o que se tem ou até mesmo uma série de medidas, tanto técnicas quanto administrativas que visam preservar ou restaurar a funcionalidade de um item de acordo com sua demanda. Ela pode ser caracterizada como uma metodologia, onde um conjunto de regras são integrados

propondo manter a operação sem interrupções, funcionando como uma ferramenta que agrega valor aos processos. Quando alinhada as políticas e estratégias da empresa, é possível alcançar um aumento significativo da confiabilidade, proporcionando aprimoramento das produções e redução de custos.

Segundo Viana (2014), a séculos, teóricos vem realizando pesquisas com o intuito de buscar respostas acerca da origem da manutenção, mas é impossível determinar quando e onde ela foi criada. Sabe-se apenas que ela faz parte da cultura humana e está presente na vida do homem desde o princípio em que os primeiros indivíduos começaram a manusear equipamentos.

Para Jimenez-Cotadi et al (2020), a manutenção pode ser classificada com base nos objetivos e nas técnicas empregadas em sua execução. Nem todos os tipos de manutenção são aplicáveis a todos os processos e seguimentos, no entanto, aqueles que se mostrarem eficazes podem ser adaptados para atender aos propósitos da organização. Atualmente, as demandas individuais de cada empresa guiam a escolha da abordagem mais adequada para a realização das manutenções, visando otimizar seus recursos. Essas escolhas podem ser definidas com base em indicadores de desempenho específicos.

Segundo Pinto (2005) para que um sistema de controle de manutenção seja eficiente e eficaz, é essencial dispor de informações sobre seu desempenho em forma de relações ou índices. Esses indicadores devem ser empregados para identificar tanto os pontos fortes quanto os possíveis problemas que estão ocasionando resultados indesejáveis. Portanto, os indicadores de manutenção desempenham o papel de traduzir o comportamento dos equipamentos e sistemas de produção diante das ações de manutenção. De acordo com Sinclair e Zairi (1995, p. 75): “Indicadores são medidas quantificáveis que fornecem informações sobre um sistema ou processo. Eles são usados para monitorar o desempenho, identificar áreas de melhoria e tomar decisões.”

Existem diferentes tipos de indicadores e aplicabilidades, que variam conforme a finalidade para qual se deseja. Viana (2002) os classificam como:

- 1) MTBF: do inglês *Mean Time Between Failure*, o tempo médio entre falhas é definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação (HD), pelo número de intervenções corretivas (NC), conforme mostrado na equação (2.1):

$$(2.1) \quad MTBF = \frac{\sum HD}{NC}$$

Onde,

MTBF = Tempo médio entre falhas;

HD = Horas disponíveis do equipamento para operação;

NC = Quantidade de intervenções corretivas neste equipamento;

- 2) MTTR: do inglês *Mean Time to Repair*, o tempo médio de reparo é dado como sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção (HIM) pelo número de intervenções corretivas no período (NC), conforme mostrado na equação (2.2):

$$(2.2) \quad MTTR = \frac{HIM}{NC}$$

Onde,

MTTR = Tempo médio para reparo;

HIM = Horas não disponíveis do equipamento para operação devido manutenção;

NC = Quantidade de intervenções corretivas neste equipamento;

- 3) TMPF: do inglês Mean time to Failure, o tempo médio para falha tem como enfoque componentes que não sofrem reparos, ou seja, após falharem são descartados, e substituídos por novos, consistindo na relação entre o total de horas disponíveis do equipamento para a operação (HD) dividido pelo número de falhas detectadas em componentes não reparáveis, conforme mostrado na equação (2.3):

$$(2.3) \quad TMPF = \frac{\sum HD}{N^{\circ} \text{ de Falhas}}$$

Onde,

TMPF = Tempo médio para falhas;

HD = Horas disponíveis do equipamento para operação;

Nº de Falhas = Quantidade de falhas detectadas em componentes não reparáveis;

- 4) Disponibilidade: capacidade de um item de estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado. A disponibilidade física (DF) é a quantidade de horas trabalhadas do equipamento em relação à quantidade de horas totais do período, conforme mostrado na equação (2.4):

$$(2.4) \quad DF = \frac{HT}{HG} \times 100\%$$

Onde,

DF = Disponibilidade Física;

HT = Horas trabalhadas do equipamento;

HG = Horas totais no período (calendário);

Diante de tantos benefícios para o alcance da excelência operacional, pode-se dizer que os indicadores de manutenção auxiliam nas tomadas de decisões, exercendo um papel importante na organização traduzindo o comportamento dos equipamentos e sistemas de produção frente ações de manutenção, facilitando seu gerenciamento.

2.2. Poços Petrolíferos

Desde suas origens pré-históricas até sua ascensão como a principal fonte de energia do mundo, a jornada do petróleo é repleta de inovações, desafios e impactos na sociedade. Quando se menciona petróleo, gás e seus derivados no Brasil, é comum associar diretamente Petrobras (sociedade de economia mista, sob controle da União), pois ela desempenhou um papel central na descoberta e exploração desses recursos.

Com o passar dos anos, por diversos motivos, que se interligam e visam otimizar a sua operação e garantir a sustentabilidade da sociedade a longo prazo, a Petrobrás começou a realizar desinvestimento em alguns de seus campos de petróleo em terra. Em sua monografia, Rodolpho Vasconcelos (2022), apresenta que em 2016 ela anunciou seu plano de desinvestimento, incluindo a venda de campos maduros e de menor rentabilidade, lançando o programa "Mais Rentabilidade", que detalha os ativos a serem vendidos e os critérios para a seleção dos compradores. Em 2018 ela realizou os primeiros leilões para a venda dos campos,

com 10 áreas no Polo Potiguar (Rio Grande do Norte) e 3 áreas na Bacia de Campos (Rio de Janeiro). A venda dos campos maduros da Petrobras envolve a alienação de áreas de produção de petróleo que atingiram um estágio avançado de exploração e extração, com reservatórios de petróleo em declínio de produção. Esses campos, denominados "maduros", geralmente têm custos de operação mais elevados em comparação com os campos em fase inicial de produção.

De acordo com Thomas (2001), todos os poços precisam de um sistema de elevação artificial a partir de um dado momento de sua vida produtiva, pois a tendência é o reservatório ir perdendo energia à medida que sua reserva vai sendo produzida.

A elevação artificial consiste em um sistema de bombeio de fundo que fornece energia sob forma de pressão ao fluido ou de um sistema de redução de perda de carga por injeção de gás no fundo do poço. No Brasil os métodos mais utilizados na indústria *onshore* são: Bombeio Centrifugo Submerso (BCS), Bombeio por Cavidade Progressivas (BCP) e Bombeio Mecânico (BM).

2.3. Processo de manutenção

Na indústria petrolífera, o processo de manutenção dos poços é uma parte fundamental na gestão de operações de extração. Esses poços, ao longo do tempo, enfrentam desgastes e desafios operacionais que podem comprometer não apenas a sua funcionalidade, como também a segurança e a integridade da organização.

As manutenções realizadas nos métodos de elevação, que são essenciais para trazer os recursos à superfície, são consideradas atividades críticas. Ela envolve uma série de medidas e procedimentos para prevenir falhas, identificar problemas e restaurar a funcionalidade dos poços.

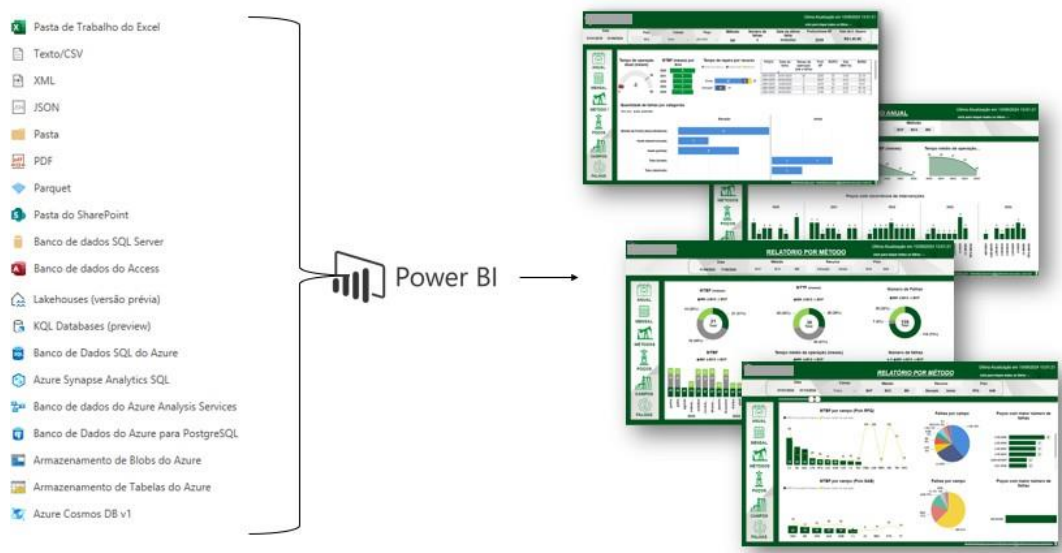
Com o objetivo de garantir a eficiência operacional, visando aumentar a vida útil e a lucratividade dos poços, é realizada uma avaliação do tempo médio entre falhas (MTBF) dos poços e consequentemente dos métodos de elevação, demonstrando como o indicador de desempenho pode ser utilizado para apoiar nas tomadas de decisões. Assim, a integração de uma abordagem analítica no processo de manutenção não só melhora a eficiência operacional, mas também promove a segurança e a sustentabilidade das operações a longo prazo.

2.4. Power BI

A expressão "Power BI" resulta da combinação da palavra "Power", que significa capacidade e força, com a sigla "BI", abreviação de *Business Intelligence*, que se refere a combinação de ferramentas analíticas, banco de dados, metodologias e aplicações, que permitem a extração e transformação de dados ativos em informações adequadas, com análises objetivas e de fácil compreensão.

Desenvolvido pela Microsoft, o Power BI é “uma coleção de serviços de software, aplicativos e conectores que trabalham juntos para transformar dados em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas” (site da Microsoft, 2024). Ele é uma ferramenta com ampla capacidade de integração, permitindo a conexão com diversas fontes de dados (figura 01), como planilhas do Excel, bancos de dados do *SQL Server Analysis Services*, *Google Analytics*, SAP, Oracle, redes sociais, arquivos PDF, Texto/CSV, JSON, GitHub, entre outras.

Figura 01 - Fluxo macro de entrada e transformação de dados no Power BI



Fonte: Autoria própria (2024)

Segundo Lago (2019), o Power BI rompe barreiras em usabilidade, custo e processamento de dados, oferecendo três versões: Desktop, Service e Mobile. O Power BI Desktop é gratuito e permite criar relatórios e *dashboards* ao integrar diversas fontes de dados. O Power BI Service é uma plataforma na nuvem, acessível pela internet, com foco em compartilhamento de relatórios. Já o Power BI Mobile oferece acesso a relatórios em dispositivos móveis, tornando a ferramenta ainda mais versátil e acessível. As três versões juntas proporcionam uma experiência completa de análise de dados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O processo utilizado para a realização deste estudo fundamentou-se em um estudo de caso, uma vez que ele aborda um aprofundamento técnico das características de um determinado objeto, que foi realizado em uma empresa petrolífera *onshore* localizada no Nordeste. O desenvolvimento do trabalho baseia-se em dados reais extraídos dos sistemas da empresa e, portanto, algumas informações serão omitidas para garantir a confidencialidade da organização. As atividades realizadas durante o processo permitirão a automatização e otimização do acompanhamento do indicador MTBF por meio do software Power BI.

3.1. Classificação da pesquisa

A pesquisa científica apresenta características específicas que devem seguir padrões acadêmicos, como defendem Marconi e Lakatos (2017). Ela pode ser classificada conforme sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos metodológicos. Neste estudo, adotaremos uma abordagem quantitativa, exploratória e aplicada.

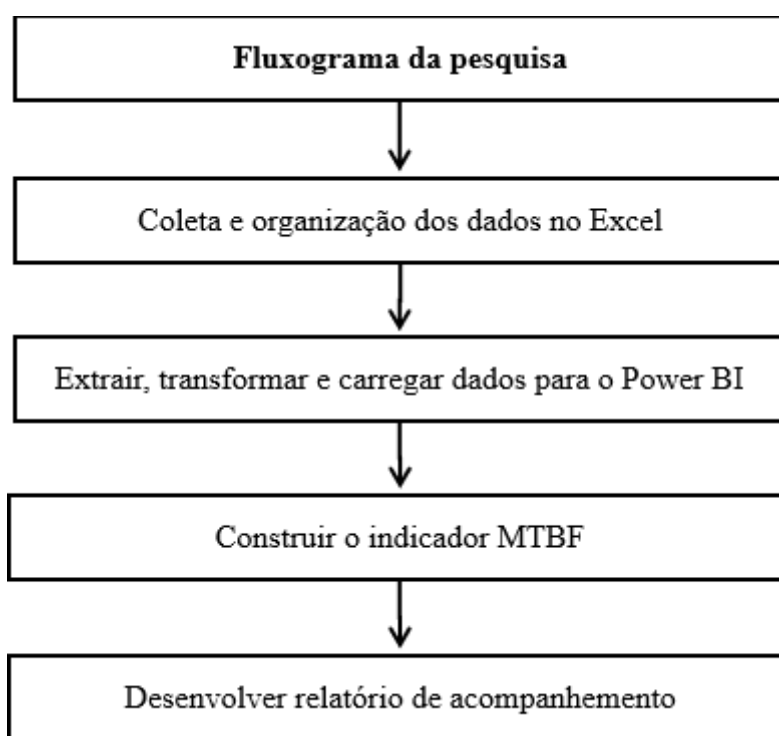
A pesquisa quantitativa permite mensurar dados de forma objetiva, utilizando métricas para fornecer resultados. Será aplicada à indústria petrolífera, com o intuito de gerar

conhecimento prático que possa ser diretamente implementado. Ao adotar o caráter exploratório, o estudo visa aprofundar a compreensão dos fenômenos relacionados ao desempenho do MTBF (*Mean Time Between Failures*) em campos petrolíferos maduros, uma área ainda pouco estudada no contexto específico da empresa analisada.

Em termos de procedimentos metodológicos, o estudo de caso será a estratégia escolhida, pois permitirá uma análise detalhada e contextualizada do problema dentro de uma situação real. Isso proporcionará *insights* valiosos sobre o comportamento do indicador de desempenho, possibilitando a identificação de soluções práticas para otimizar processos e melhorar a eficiência operacional da empresa.

A figura 02 mostra de forma esquemática as etapas do desenvolvimento da pesquisa.

Figura 02 - Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2024)

3.2. Coleta e Organização dos dados

A primeira etapa consiste em identificar todas as informações essenciais para a elaboração do indicador. Assim, foram coletados dados diretamente do sistema da empresa, abrangendo um período de quatro anos. Inicialmente, o software Excel foi utilizado para organizar os dados, tratar as variáveis e realizar os cálculos preliminares, otimizando os processos e as informações que foram posteriormente utilizados no Power BI. A base de dados resultante (Figura 03) apresenta um detalhamento de cada poço.

Figura 03 - Planilha utilizada como base de dados para armazenar as informações

CADASTRO: Cadastra										
ANO	MÊS	POÇO	TIPO	FLUIDO	MÉTODO	ÓLEO	GÁS	BOE	INÍCIO OP	DATA DA FALHA

DATA 24/10/2024		POTENCIAL								
ANO	MÊS	POÇO	TIPO	FLUIDO	MÉTODO	ÓLEO	GÁS	BOE	INÍCIO OP	DATA DA FALHA
2018	Junho		Produtor	Líquido	BM	23	0	23	01/06/2018	24/01/2020
2020	Janeiro		Produtor	Líquido	BM	33	0	33	30/01/2020	20/02/2020
2020	Fevereiro		Produtor	Líquido	BM	19	0	20	27/02/2020	13/08/2020
2020	Agosto		Produtor	Líquido	BM	61	0	61	29/08/2020	15/02/2021
2021	Fevereiro		Produtor	Líquido	BM	61	0	61	20/02/2021	04/03/2021
2021	Março		Produtor	Líquido	BM	10	0	10	15/03/2021	29/10/2021
2022	Janeiro		Produtor	Líquido	BM	49	0	50	27/01/2022	24/09/2022
2022	Outubro		Produtor	Líquido	BM	6	0	7	27/10/2022	18/03/2023

INI. DA INTER.	FIM DA INTER.	RETORNO	TEMPO DE OPERAÇÃO (ATE A FALHA)	TEMPO DE INTERVENÇÃO	TEMPO PARA RETORNO APÓS INTERVENÇÃO	FALHA PROVÁVEL	FALHA IDENTIFICADA

INI. DA INTER.	FIM DA INTER.	RETORNO	TEMPO DE OPERAÇÃO (ATE A FALHA)	TEMPO DE INTERVENÇÃO	TEMPO PARA RETORNO APÓS INTERVENÇÃO	FALHA PROVÁVEL	FALHA IDENTIFICADA
26/01/2020	30/01/2020	30/01/2020	20	4	0	Haste (partida/desenroscada)	Haste (partida)
20/02/2020	26/02/2020	27/02/2020	1	6	1	Bomba de Fundo (baixa eficiência)	Bomba de Fundo (baixa eficiência)
25/08/2020	28/08/2020	29/08/2020	6	3	1	Tubo (furado/desenroscado/obstruído)	Tubo (furado)
15/02/2021	19/02/2021	20/02/2021	6	4	1	Tubo (furado/desenroscado/obstruído)	Tubo (furado)
05/03/2021	13/03/2021	15/03/2021	0	8	2	Haste (partida/desenroscada)	Haste (partida)
07/01/2022	18/01/2022	27/01/2022	8	11	9	Tubo (furado/desenroscado/obstruído)	Tubo (obstruído)
24/09/2022	25/10/2022	27/10/2022	8	31	2	Bomba de Fundo (baixa eficiência)	Bomba de Fundo (baixa eficiência)
22/03/2023	26/03/2023	26/03/2023	5	4	0	Bomba de Fundo (baixa eficiência)	Bomba de Fundo (baixa eficiência)

Fonte: Autoria própria (2024)

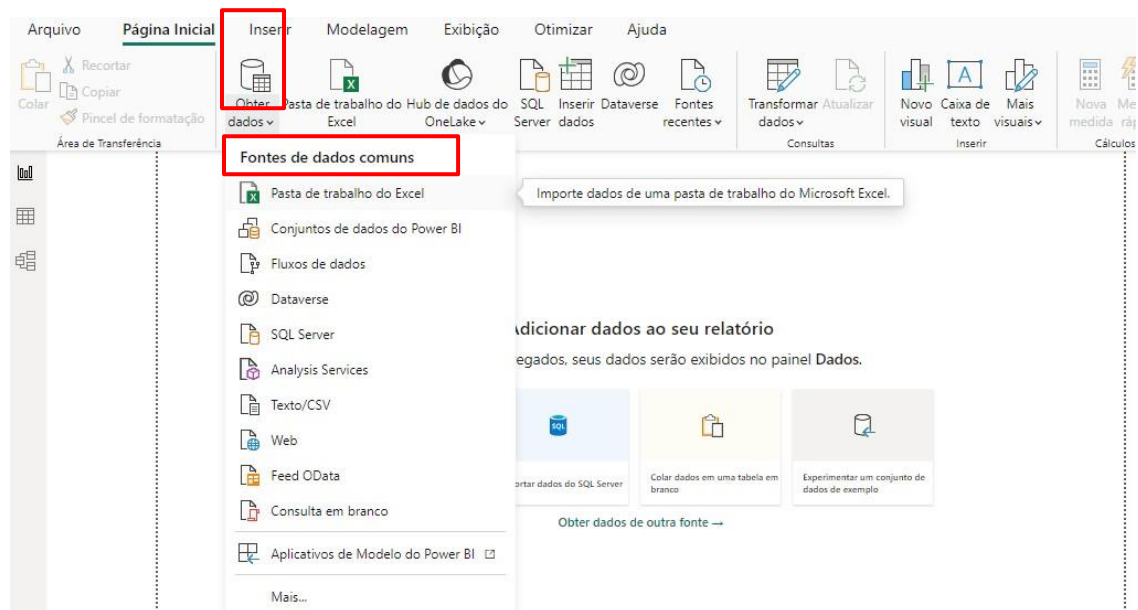
A tabela tem informações de data das intervenções, tipo de falha, tempo de funcionamento, causa da falha, produção por dia, método de reparo entre outras informações. Ademais, foi inserido também o link para o relatório de anomalias, programa do poço, relatório da oficina de bombas e relatório de desparafinação. Essa coleta abrangente garantiu uma análise completa do MTBF e permitiu identificar padrões e tendências.

3.3. Extração, transformação e carregamento dados

Após a coleta e organização, para extrair e importar os dados da pasta de trabalho criada no Excel para o Power BI foi utilizado o recurso de obtenção de dados (figura 04) fornecido pelo próprio Power BI.

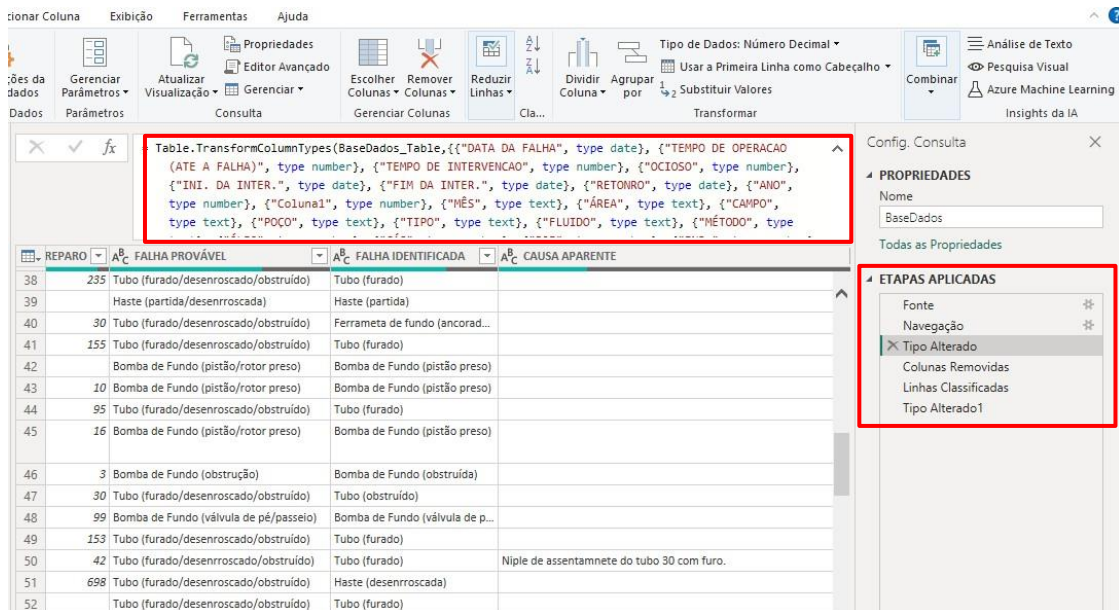
Após estabelecer a conexão entre a fonte de dados e o Power BI, utilizou-se o recurso Power Query (figura 05) para realizar operações de transformação, ajustando os dados conforme os requisitos do objetivo final.

Figura 04 - Extração de dados da pasta de trabalho do Excel



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 05 - Adequação da tabela no Power Query



Fonte: Autoria própria (2024)

3.4. Construção do indicador

Para a construção do indicador MTBF, razão entre o somatório da unidade de tempo em operação, pelo somatório do número de falhas ou defeitos, foi traduzido na linguagem DAX a fim de desenvolver uma medida que o representasse com precisão. A figura 06 demonstra como o conceito do tempo médio entre falhas, MTBF, essencial para medir a eficiência das atividades e dos procedimentos aplicados para restaurar o funcionamento dos equipamentos, foi implementado.

Figura 06 - Medida criada para cálculo do MTBF

```
MTBF =
CALCULATE( // Calcula uma expressão em um contexto modificado
    AVERAGE(BaseDados[TEMPO DE OPERACAO (ATE A FALHA)]), // Calcula a média do tempo de operação até a falha (em meses)
    FILTER( // Filtra a tabela
        ALL(Calendario), // Remove qualquer filtro aplicado na tabela Calendario
        Calendario[Date] <= MAX(Calendario[Date]) // Inclui apenas datas até a data máxima no contexto atual
    )
)
```

Fonte: Autoria própria (2024)

3.5. Desenvolvimento do relatório

O relatório desenvolvido é composto por seis páginas (Figura 07) nas quais estão organizadas em: análise anual, mensal, por método, por campo, acompanhamento de poços e falhas. A sua divisão foi pensada de forma a possibilitar uma melhor organização dos dados e uma análise mais rápida e dinâmica onde qualquer usuário possa navegar entre as informações

e extraí-las conforme necessidade.

Figura 07 - Tela inicial do Relatório



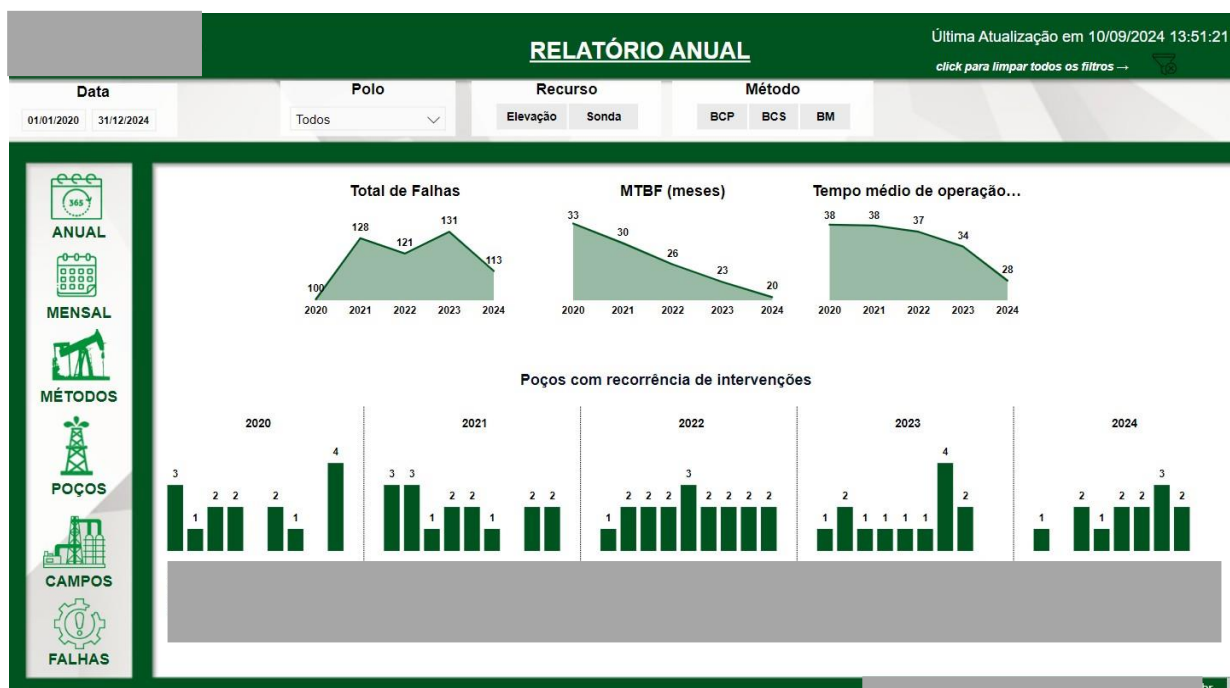
Fonte: Autoria própria (2024)

A seguir, serão apresentados os detalhes feitos para a construção de cada uma das páginas, bem como suas finalidades.

3.5.1. Análise Anual

A primeira página do relatório, conforme mostrado na Figura 8, foi elaborada para ter uma visão geral sobre o ativo, mostrando seu desempenho anual.

Figura 08 - Primeira página do relatório



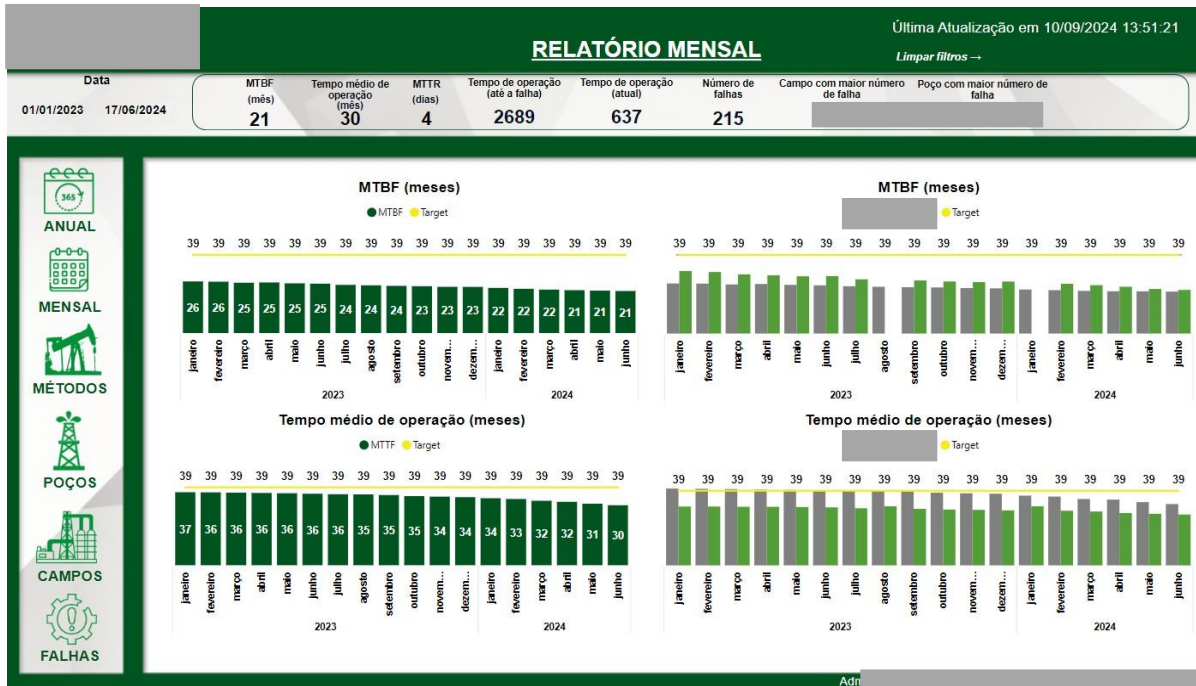
Fonte: Autoria própria (2024)

Esta página apresenta uma visão anual do Total de Falhas, MTBF (em meses) e Tempo Médio de Operação, abrangendo o período de 2020 a 2024, permitindo identificar tendências e variações importantes ao longo dos anos. Na parte inferior, são apresentados os poços com recorrência de intervenções, destacando os que têm demandado mais atenção. Essa visão clara e detalhada facilita a identificação de pontos críticos, permitindo ações corretivas mais direcionadas e eficazes.

3.5.2. Análise Mensal

A segunda página do relatório, conforme mostrado na Figura 9, foi elaborada para ter um acompanhamento mensal, do ativo e de seus polos, de forma a serem apresentados nas reuniões gerenciais.

Figura 09 - Segunda página do relatório



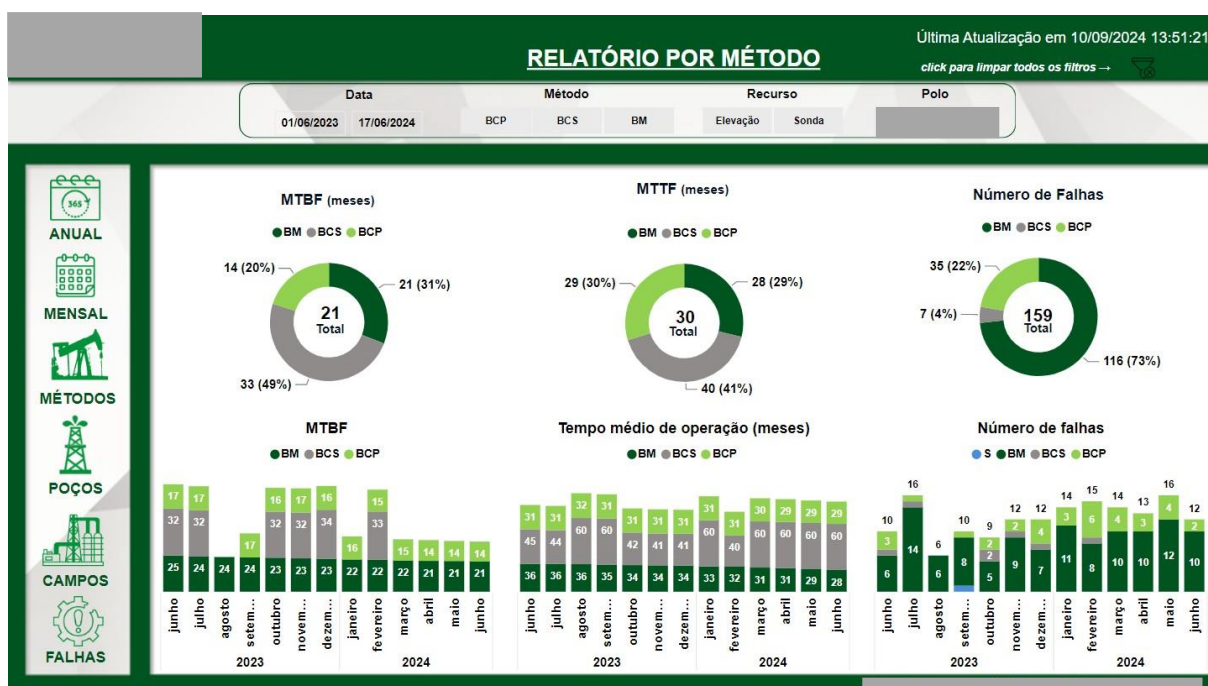
Fonte: Autoria própria (2024)

Esta página foi pensada para ajudar nas análises de sazonalidades e responder questões relevantes, como: qual é o comportamento do indicador ao longo dos meses? A meta estabelecida está sendo alcançada? Essas questões podem ser respondidas a partir da análise da página, direcionando ações a serem implementadas.

3.5.3. Análise por Método

A terceira página do relatório, apresentada na Figura 10, foi projetada para oferecer um acompanhamento mensal dos métodos de elevação. Ela permite avaliar a eficiência de cada método selecionado para as diferentes áreas, proporcionando uma visão clara do desempenho ao longo do tempo.

Figura 10 - Terceira página do relatório



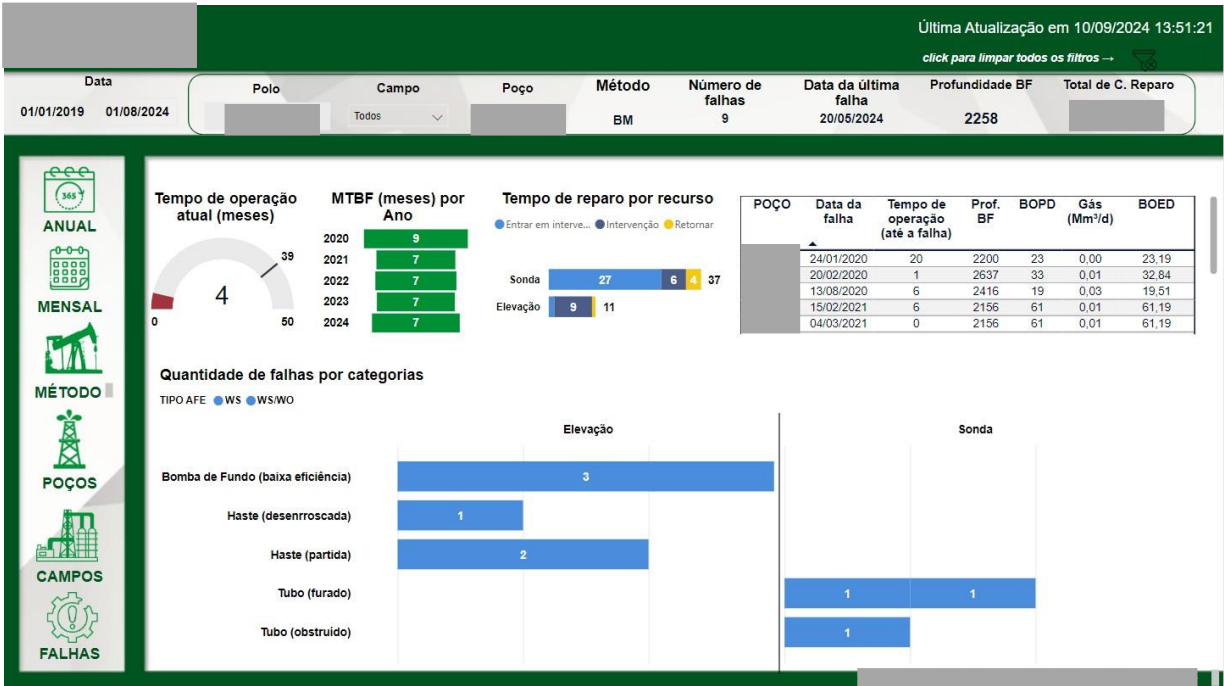
Fonte: Autoria própria (2024)

A página acima foi desenvolvida para monitorar o MTBF nos métodos de elevação de poços de petróleo, sendo fundamental para assegurar a eficiência operacional, a segurança e a rentabilidade das operações. Essa abordagem não apenas aumenta a confiabilidade dos equipamentos, mas também promove uma gestão mais eficaz dos recursos disponíveis.

3.5.4. Análise por Poço

A quarta página, figura 11, foi desenvolvida para a realização da análise individual de cada poço, fornecendo informações sobre quantas intervenções foram realizadas, quanto o poço produzia quando falhou, o MTBF atual e por ano (sendo possível verificar se as ações de melhorias nas intervenções estão gerando resultados), entre outras informações.

Figura 11 - Quarta página do relatório



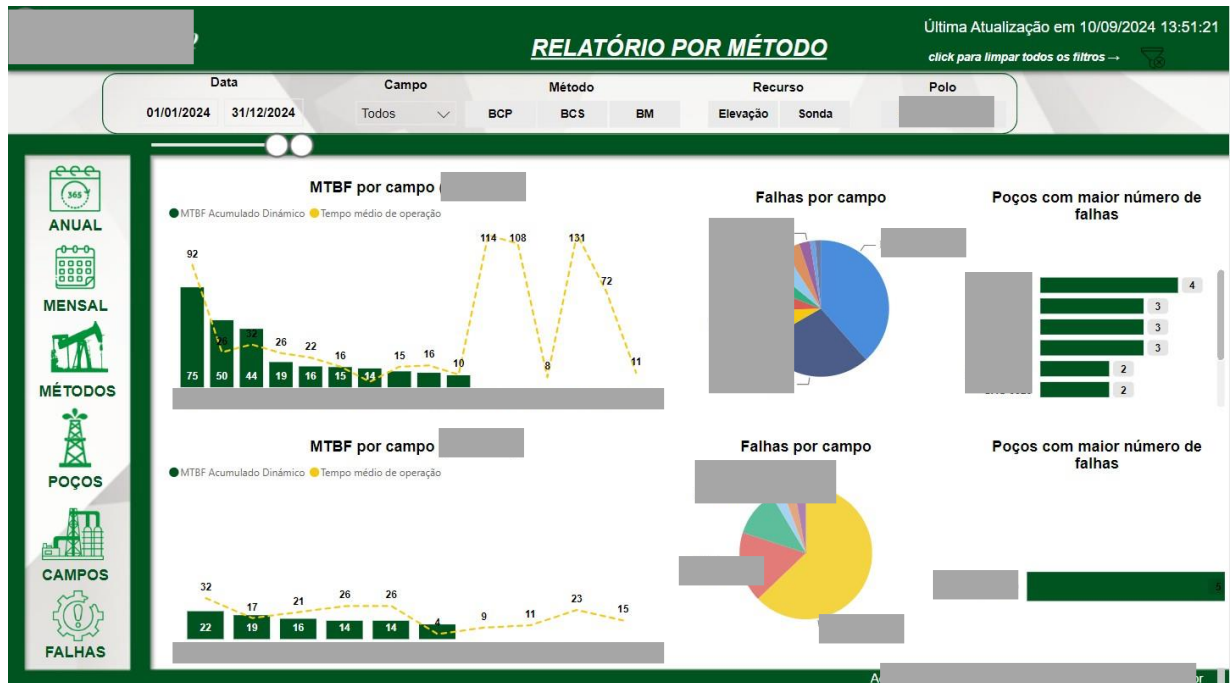
Fonte: Autoria própria (2024)

As informações contidas nesta página ajudam os engenheiros a entenderem melhor o comportamento dos poços para então, se necessário, tomar medidas mais eficazes.

3.5.5. Análise por Campo

A quinta página do relatório, conforme mostrado na Figura 12, foi elaborada para ter uma visão sobre cada campo, mostrando seu desempenho.

Figura 12 - Quinta página do relatório



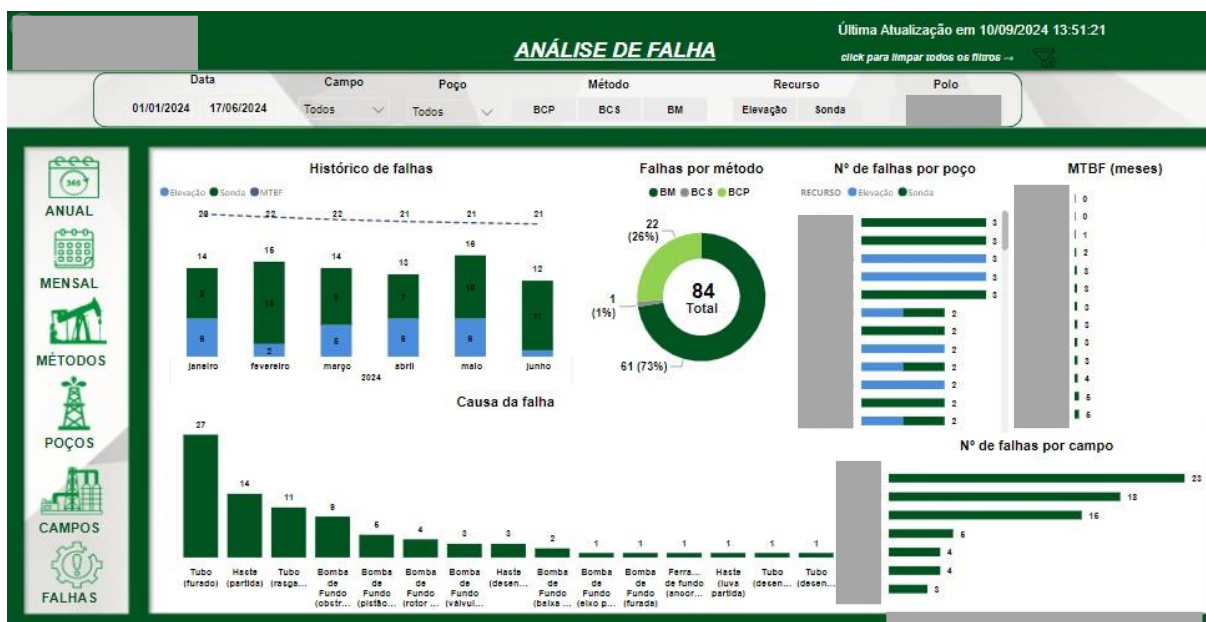
Fonte: Autoria própria (2024)

Esta página foi pensada para ajudar nas análises de campo, contribuindo para a realização de orçamentos e justificativa de investimentos.

3.5.6. Análise de Falhas

A sexta página, figura 13, foi desenvolvida para acompanhamento do ano vigente, contendo o histórico de falhas de cada mês, o MTBF, poços com menores MTBF e com maior número de falhas, e ainda o número de falhas, estratificadas por tipo.

Figura 13 - Sexta página do relatório



Fonte: Autoria própria (2024).

Após concluir o desenvolvimento e a validação das informações, o Relatório foi publicado no Power BI Service utilizando o botão de publicação disponível na barra de opções do software. Em seguida, na janela que se abriu, foi selecionado o *workspace* da empresa e disponibilizado para acesso sendo utilizado como referência para apoiar a tomada de decisões e para o acompanhamento.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A implementação do indicador MTBF, traduzido na linguagem DAX, possibilitou uma medição precisa e eficiente. A construção desse indicador é fundamental para monitorar a confiabilidade dos poços e a eficácia das intervenções realizadas, servindo como uma base para a tomada de decisões informadas. A utilização do Power BI não só facilitou a visualização dos dados, mas também integrou técnicas de *Business Intelligence*, permitindo que as informações fossem transformadas em insights acionáveis.

O relatório, composto por seis páginas, foi estruturado de forma a facilitar a navegação e a análise dos dados. Cada seção do relatório atende a uma necessidade específica, permitindo um acompanhamento detalhado do desempenho anual, mensal, por método, por campo e de falhas. Essa organização não apenas melhorou a eficiência na extração de informações, mas também apoia as reuniões gerenciais e as discussões estratégicas.

As análises realizadas nas diferentes páginas do relatório demonstraram a importância de um acompanhamento sistemático do MTBF e das intervenções nos poços de petróleo. As informações obtidas, processadas por meio das funcionalidades do Power BI, auxiliam os engenheiros na identificação de tendências, permitindo ajustes proativos nas operações e, consequentemente, aumentando a eficiência operacional e rentabilidade da companhia. A

continuidade deste acompanhamento, aliada a melhorias nas intervenções, é recomendada para garantir que os poços operem com a máxima eficiência, minimizando falhas e custos operacionais.

5. CONCLUSÕES

A implementação do indicador MTBF, traduzido na linguagem DAX, possibilitou uma medição precisa e eficiente da confiabilidade dos poços, criando uma base sólida para a tomada de decisões. Utilizando o Power BI como ferramenta de *Business Intelligence* (BI), o objetivo principal deste trabalho, de implementar e desenvolver um sistema de monitoramento do MTBF em poços petrolíferos de campos maduros, foi efetivamente alcançado. O sistema permite não só a análise contínua dos dados, mas também a geração de insights valiosos para a otimização dos processos operacionais.

O relatório desenvolvido, composto por seis páginas, foi cuidadosamente estruturado para facilitar a navegação e análise dos dados, abordando aspectos anuais, mensais, por método de elevação, por campo e por falhas. Essa organização não apenas aprimorou a extração e interpretação das informações, mas também contribuiu de maneira eficaz para as reuniões gerenciais e discussões estratégicas da empresa. Com isso, gestores e engenheiros puderam tomar decisões mais assertivas, baseadas em dados objetivos e precisos, cumprindo, assim, o objetivo de proporcionar uma solução eficaz para o monitoramento do desempenho dos poços.

As análises realizadas ao longo do estudo evidenciam a importância de um acompanhamento contínuo e sistemático do MTBF. A integração do Power BI ao processo de monitoramento proporcionou maior agilidade na análise dos dados e no compartilhamento das informações, resultando em intervenções mais precisas e eficientes, que impactam diretamente na rentabilidade e eficiência operacional dos poços. Dessa forma, o trabalho alcançou seu propósito de implementar medidas, otimizar os processos e garantir a estabilidade do sistema.

Além disso, o uso de ferramentas de BI, como o Power BI, demonstrou-se indispensável para enfrentar os desafios da indústria petrolífera *onshore* em campos maduros. O sistema de monitoramento implementado, aliado a melhorias contínuas nas intervenções, assegura que os poços operem com máxima eficiência, minimizando falhas, reduzindo custos operacionais e prolongando a vida útil dos poços. Este estudo, portanto, cumpriu com sucesso seu objetivo e destaca a relevância do *Business Intelligence* como uma ferramenta estratégica para otimizar processos e garantir sustentabilidade das operações na indústria de petróleo e gás.

REFERÊNCIAS

COSTA S.; SANTOS, M. Y. **Sistema de business intelligence no suporte à gestão estratégica: Caso prático no comércio de equipamentos eletrônicos.** In: XII Conferência da Associação Portuguesa de sistemas de informação, Portugal, 2012.

De Assis, R. B.; dos Santos Júnior, B. F.; Feitosa, J. S. **Planejamento e controle da manutenção.** In: Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 8., São Cristóvão, 2016.

GREGO, M. **Conteúdo digital dobra a cada dois anos no mundo.** Abril 2014. Disponível em < <https://exame.com/tecnologia/conteudo-digital-dobra-a-cada-dois-anos-no-mundo/>>, acesso em 07 de setembro de 2024.

JIMENEZ-CORTADI, A.; Irigoien, I.; Boto, F.; Sierra, B.; Rodriguez, G. **Predictive Maintenance on the Machining Process and Machine Tool**. Appl. Sci. 2020, 10, 224.

LAGO, K. **Webinar: 20 Fatos do Power BI Que Você Precisa Saber**, 2019. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=nQxbwRkqSaA>>, acesso em 09 de setembro de 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MICROSOFT. **O que é Power BI**. Março, 2024. Disponível em <<https://learn.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>>, acesso em 09 de setembro de 2024.

PINTO, A. K. **Gestão estratégica e manutenção autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitymark/ABRAMAN, 2005.

REZENDE, D. A. **Tecnologia da informação integrada à inteligência empresarial alinhamento estratégico e análise da prática nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2002.

SINCLAIR, D.; ZAIRI, M. **Effective process management through performance measurement: part 1**. *Business Process Re-engineering & Management Journal*, v. 1, n. 1, p. 75-88, 1995.

THOMAS, José Eduardo(Org.). **Fundamentos de engenharia de petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência; Petrobras, 2001.

VASCONCELOS, Rodolpho Santos de. **Petrobrás: reflexões sobre mudança de estratégia de negócios a partir de 2015 e os impactos de sua saída do Rio Grande do Norte**. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) – Curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2022.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, v. I, 2002.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 6a. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, v. I, 2014.