

# ESTUDO DE CASO PARA OTIMIZAR O PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DE MEDIDORES DE VAZÃO DO TIPO TURBINA HELICOIDAL EM PLATAFORMAS DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

BARROS, Mirella de Souza<sup>1</sup>

BARROS, William Moraes<sup>2</sup>

FORTE, Luiz Antônio<sup>3</sup>

## RESUMO

A calibração de equipamentos é essencial para garantir o funcionamento adequado de dispositivos, permitindo-lhes exercer sua atividade de modo eficiente e seguro. Essa tarefa é imprescindível para as companhias modernas que querem otimizar seus processos de forma contínua, além de contribuir para a redução dos custos operacionais. Desse modo o trabalho teve como objetivo geral apontar melhorias a serem executadas para otimizar a calibração de um medidor de vazão do tipo turbina helicoidal usado na medição de petróleo produzido. Para isso realizou-se um estudo de caso no sistema de calibração operacional em uma plataforma de produção de petróleo que sofria continuamente com a baixa eficiência na calibração das turbinas, algo que culminava em atrasos e prejuízos nos processos. Os resultados mostram que há duas causas principais que resultam nessa condição, requerendo assim que se atue nelas a fim de mitigar o problema. Assim, foi possível constatar que através da criação de um procedimento padrão e de um histórico do equipamento será possível evitar a baixa eficiência na calibração dos medidores de vazão do tipo turbina helicoidal.

**Palavras-chave:** Calibração. Turbinas. Medidores. Otimização.

## 1 INTRODUÇÃO

Em uma unidade de produção de petróleo existem diversos equipamentos que precisam operar em consonância com as normas a fim de garantir a segurança dos usuários e do meio ambiente. Um modo de se atingir esse objetivo é através da calibração, atividade responsável por possibilitar a comparação dos valores confiáveis previamente fornecidos de um instrumento padrão com os disponibilizado com o componente a ser analisado. Qualquer distinção entre os valores precisa ser levada em conta, uma vez que se tem um indicativo de que é necessário calibrar os equipamentos a fim de manter sua eficiência.

---

<sup>1</sup> Estudante do Curso Bacharelado em Engenharia de Produção

<sup>2</sup> Estudante do Curso Bacharelado em Engenharia de Produção

<sup>3</sup> Graduado em Engenharia Ambiental pela UTP e pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UTFPR.

Com o passar do tempo ou ainda com a utilização intensa os equipamentos tendem a perder qualidade do ponto de vista metrológico, o que potencializa a incerteza. Entre esses fatores menciona-se as condições do ambiente (limpeza, climática, entre outras), a severidade de uso, o tipo de instrumento adotado, tipo de fluído a ser medido no equipamento, os custos para a manutenção preventiva, corretiva e a incerteza na malha de medição. Por esses motivos é necessário considerar alguns fatores para determinar se o equipamento está respeitando o valor de incerteza máxima aceitável. Por isso o presente trabalho investigou o seguinte problema, quais são as melhorias que podem ser sugeridas para otimizar o processo de calibração de um medidor de vazão do tipo turbina helicoidal em uma unidade de produção de petróleo?

Os objetivos contribuem para o direcionamento da pesquisa, além de auxiliar a responder à pergunta problema, em vista disso, a pesquisa teve como objetivo geral apontar melhorias a serem executadas para otimizar a calibração de uma turbina. Já os objetivos específicos foram: (i) caracterizar o processo de calibração; (ii) demonstrar os pontos a serem melhorados no processo de calibração; (iii) apresentar melhorias para otimizar a calibração de turbinas.

Os medidores de vazão do tipo turbina helicoidal, são imprescindíveis para a medição e contabilização do petróleo produzido em uma plataforma de petróleo e por esse motivo deve-se garantir que opere adequadamente, caso contrário ocorrem problemas e erros que afetam toda a cadeia produtiva. É comum que ocorram atrasos na periodicidade da calibração, fazendo assim com que a companhia seja penalizada por isso. Por essa razão o trabalho se justifica, pois buscou descobrir a(s) causa(s) raiz(es) desses problemas a fim de evitar que a companhia operadora da plataforma seja multada pela entidade de fiscalização do seu ramo de atividade.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, no primeiro tem-se a introdução com a contextualização/motivação para a realização do trabalho, a pergunta problema, os objetivos, a justificativa e a estrutura da pesquisa. O segundo capítulo trata do processo de calibração, o terceiro é a metodologia em que se apresenta os caminhos a serem percorridos para o desenvolvimento da pesquisa, o quarto é os resultados e discussão e o quinto é as considerações finais com os principais achados da pesquisa.

## 2 CALIBRAÇÃO

Com o intuito de entender as condições e os processos que englobam a metrologia se faz necessário compreender os conceitos mais relevantes associados à temática e o modo como tais elementos são aplicadas na vida diária dos sujeitos. Assim sendo, a seguir serão apresentados os conceitos de instrumentos de medição, erros de medição, incerteza de medição, as redes de calibração e os padrões rastreáveis e a acreditação (MAGUEIJO, 2018).

Segundo Silva Neto (2018) os instrumentos de medição consistem em dispositivos empregados para efetuar medições de modo conjunto ou individual em um ou mais equipamentos suplementares. Os equipamentos podem ser estratificados em duas classes principais, os do tipo indicador e os de medida materializada.

Os dispositivos indicadores consistem em componentes que se adaptam ao que se almeja mensurar, além disso contam com um sinal, responsável por indicar a grandeza que se quer medir (SOUSA, 2018). Em vista disso a figura 1 mostra uma balança, dispositivo que apresenta a medição no indicador que nesse caso é um visor digital.

Figura 1 – Instrumento de medição com indicador



Fonte: Lira (2014)

O instrumento de medição com medida materializada é aquele responsável por reproduzir ou apresentar de modo permanente ao longo do seu uso grandezas de naturezas distintas contendo valores que são atribuídos previamente. A figura 2 mostra um dispositivo materializado, uma escala/régua graduada que conta com uma escala fixa que precisa ser comparada com o componente que se quer dimensionar (SOUZA *et al.*, 2015).

Figura 2 – Instrumento de medição com medida materializada



Fonte: Lira (2014)

O erro de medição se refere à diferença que há entre um valor padrão e o que foi obtido na etapa de medição. Existem vários motivos que resultam no erro, os principais são a utilização incorreta do instrumento, a falta de precisão do componente e a leitura incorreta das informações. Portanto é importante estar atento a esses fatores a fim de evitar esse problema (KOBAYOSHI, 2018).

Os erros ocorrem por vários motivos, como o tipo de medição próprio (fatores de medição e tipo de instrumento) e as condições operacionais ou de conhecimento do instrumento (ausência de conhecimento por parte do operador, falta de treinamento, entre outros). Considerar esse parâmetro é essencial ao se escolher um dado sistema para medição, pois pode impactar de modo negativo a confiabilidade dos resultados obtidos (OSORIO *et al.*, 2021).

A incerteza de medição consiste em um parâmetro do tipo não negativo, responsável por caracterizar a dispersão de valores que são devidamente atribuídos ao mensurado levando em conta os dados empregados. Esse parâmetro é considerado como o erro de medição intrínseco às técnicas empregadas ou ao operador (JESUS *et al.*, 2021).

A incerteza corresponde ao erro que o sistema ou o equipamento de medição não possibilita que seja identificado. Conhecer a incerteza de medição possibilita compreender quais foram as estratégias de precisão empregadas para realizar a medição, bem como o erro do resultado obtido no processo. Nas atividades de calibração é necessário registrar os padrões empregados para a realização da atividade. Isso ocorre para que se possa determinar o padrão empregado, bem como a confiabilidade e se há condições mínimas que lhes permite ser utilizados (RODRIGUES *et al.*, 2013).

Nesse sentido consegue-se avaliar de forma contínua os padrões adotados e

a calibração do instrumento até que se tenha segurança de que o componente a ser calibrado apresenta uma relação com a métrica internacional reconhecida. Tal relação existente entre a calibração é denominada rede de calibração (GUERRA, 2015). A figura 3 mostra com mais detalhes uma sequência de padrões passível de ser rastreada e adotada para apontar a confiabilidade da calibração.



Fonte: Albertazzi e Sousa (2008)

Quanto maior a quantidade de padrões empregados, isto é, a rede de calibração, maior é a incerteza da medição no instrumento. Isso ocorre, pois a incerteza em cada uma das calibrações deve ser acrescida nas medições. Além disso a confiabilidade das calibrações executadas de maneira direta com os chamados padrões internacionais precisa ser superior em comparação com as redes de calibração maiores (ARENCEBIA *et al.*, 2019).

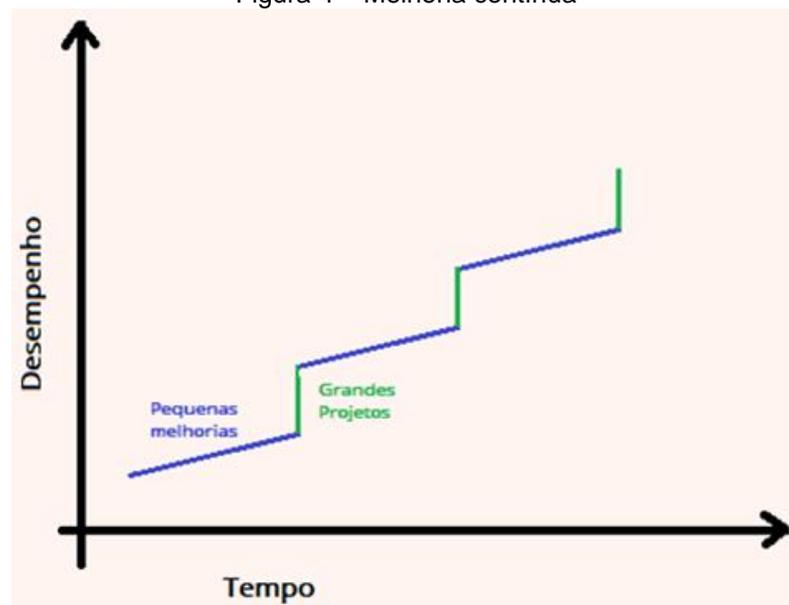
Outro conceito relevante é a acreditação, ou seja, a validação de alguns laboratórios que é efetuada por um órgão superior. No Brasil essa entidade é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), sendo o responsável por atestar que os laboratórios são confiáveis, propiciando-lhes a possibilidade de calibrar instrumentos para finalidades distintas. Periodicamente os laboratórios são reavaliados e passam por auditorias para assegurar a qualidade e a confiabilidade com a entidade acreditadora (LIRA, 2016).

## 2.1 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Visando a melhoria contínua, sanar os problemas e promover a inovação nas companhias, tem-se atuado com o intuito de criar e/ou utilizar técnicas orientadas que buscam atingir tais objetivos. A adoção desses recursos é essencial para que as empresas continuem competitivas no mercado altamente concorrido (ANTONIO *et al.*, 2019).

Encontrar alternativas para otimizar os processos da empresa é imprescindível, pois traz inúmeros benefícios, tanto para as organizações, como para os seus colaboradores. Nesse processo é imprescindível considerar a qualidade para garantir a plena satisfação de todos os clientes (externos e internos) (RUY, 2017). Diante disso, a figura 4 aponta o intuito da melhoria contínua levando em consideração que não existe um fim para tal processo.

Figura 4 – Melhoria contínua



Fonte: Albertazzi e Sousa (2008)

De acordo com Paladini (2019) a busca pela melhoria contínua precisa ser efetuada de forma orientada a fim de que se possa direcionar e entender as medidas para os pontos que mais afetam os resultados que se almeja. Menciona-se que ao longo dos anos foram criadas inúmeras ferramentas da qualidade que contribuem nos processos de tomada de decisão, na implantação de melhorias e/ou na resolução de problemas como o *brainstorming*, os 5 porquês e o 5W1H, por exemplo, que foram utilizados no presente trabalho.

### 3 METODOLOGIA

Quanto à natureza o trabalho pode ser enquadrado em prático, pois evidenciou quais são as causas da baixa eficiência no processo de calibração de medidores de vazão do tipo turbina helicoidal. Segundo Marconi e Lakatos (2017) pesquisas dessa natureza tem como principal objetivo sanar problemas que impactam a realização de uma tarefa, se relacionando intimamente com um caso prático presente em uma plataforma de produção de petróleo fretada pela empresa X, composta por 120 tripulantes, com capacidade para produzir até 50mil barris por dia de petróleo e comprimir 4 milhões de m<sup>3</sup> por dia de gás natural, a plataforma está localizada e ancorada em lâmina d'água de 2,400m no pré-sal, na Bacia de Campos, Rio de Janeiro.

No que tange à abordagem a pesquisa é considerada qualitativa, pois dispensa o uso de técnicas estatísticas para estudar a baixa eficiência no processo de calibração de instrumentos de medição utilizados em turbinas. Desse modo, Gil (2019) afirma que esse tipo de trabalho visa entender as causas relacionadas aos objetos de estudo de maneira indutiva.

No que se refere aos objetivos o trabalho é exploratório, uma vez que atuou para compreender a baixa eficiência dos processos de calibração de turbinas. Nesse cenário, Prodanov e Freitas (2013) mencionam, que tais pesquisas propiciam aos investigadores entrar em contato direto com o objeto de estudo para formular hipóteses sobre tal.

O procedimento técnico utilizado foi o estudo de caso de forma a investigar quais as causas raízes da baixa eficiência dos processos de calibração. Para Gil (2019) através de um estudo de caso analisa-se poucos objetos de estudo, mas que são suficientes para a obtenção de dados sistemáticos e detalhados acerca de um dado fenômeno.

Assim, para a coleta de dados investigou-se o processo de calibração de medidores de vazão do tipo turbina, o medidor padrão a ser comparado durante a calibração, a folha de dados do medidor, critérios de desvios máximos e mínimos de erro permitidos de acordo com a portaria vigente do órgão regulador e cálculo de incerteza de medição do medidor.

Diante disso, no presente trabalho serão utilizadas ferramentas da qualidade como *brainstorming*, os 5 porquês e o plano de ação 5W1H para compreender as

causas raízes dos problemas elencados anteriormente. As três ferramentas serão utilizadas na ordem de apresentação a fim de que se possa apontar quais são os fatores que resultam no problema destacado e, após isso, melhorias foram sugeridas a fim de otimizar o processo e evitar a ocorrência dos erros.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para solucionar os problemas ligados à baixa eficiência no processo de calibração fez-se o uso de três ferramentas da qualidade. A primeira empregada foi o *brainstorming* em que se realizou uma reunião com toda a equipe do setor de calibração a fim de entender com mais detalhes os eventos que culminavam nos problemas supracitados.

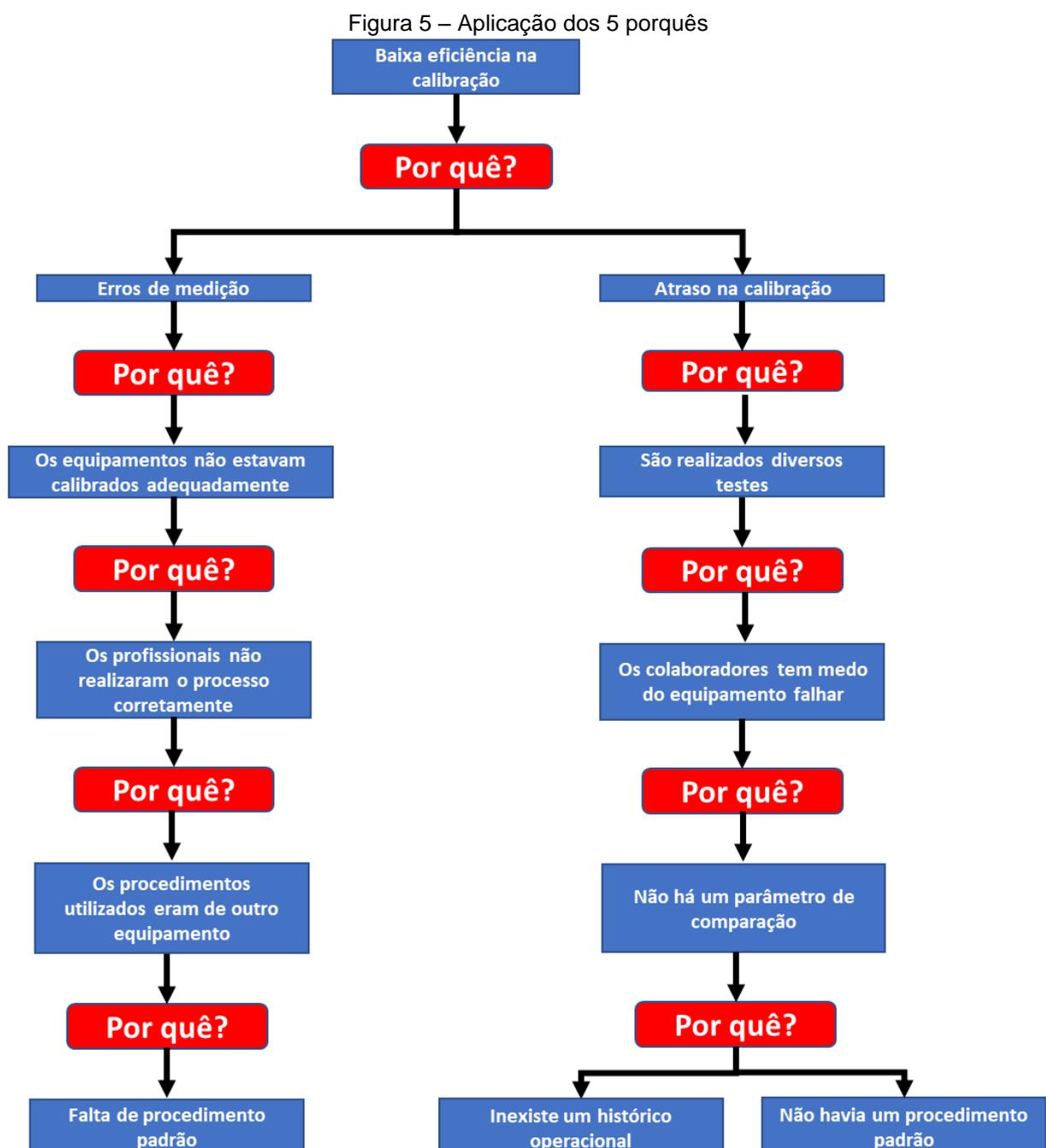
Através do *brainstorming* a equipe expôs os eventos mais críticos no processo de calibração dos instrumentos de medição da turbina. Após o refinamento das ideias com o gestor da área a pesquisadora conseguiu encontrar o evento que estava afetando a atividade.

De acordo com Granado (2020) a tempestade de ideias ou *brainstorming* consiste em uma ferramenta amplamente utilizada na qualidade a fim de que se possa determinar as estratégias mais adequadas e eficiente com vistas a melhorar os processos através de inovações. Com esse recurso é possível encontrar soluções para um dado problema de forma integrada, algo que tende a ampliar as perspectivas de ideias para resolvê-lo ao mesmo tempo em que se simplifica o processo decisório.

Ruy (2017) reforça que o *brainstorming* faz o uso de toda a inteligência e a criatividade de equipes a fim de que se consiga entender um problema, bem como criar um plano de ação, por exemplo. O autor cita ainda que através dessa ferramenta é possível encontrar medidas relativamente simples e que apresentam uma ótima relação custo *versus* benefício para sanar eventos indesejáveis, inerentes ao fluxo produtivo.

Vale mencionar que os processos de calibração na empresa eram ineficientes o que impactava a periodicidade em que se realizava tal tarefa. Após o *brainstorming* constatou-se que havia dois problemas que estavam afetando a eficiência dos processos, os erros de medição e os atrasos no processo de calibração.

Após o levantamento dessas informações procedeu-se com a aplicação da ferramenta da qualidade 5 porquês. Através dela foi possível determinar as causas raízes que ocorriam em cada um dos problemas elencados. Para Rodrigues (2013) os 5 porquês são instrumentos em que se atua efetuando a pergunta por quê por 5 vezes para tentar compreender o real motivo de ocorrência de um problema. Dessa forma consegue-se atuar de maneira adequada com o objetivo de eliminar o problema e melhorar o ciclo produtivo. Isto posto, a figura 5 detalha a aplicação da ferramenta considerando como ponto de partida a baixa eficiência na calibração.



Fonte: Autores, 2022

Vale mencionar que as causas raízes foram a ausência de um procedimento padrão para a realização das medições em ambos os casos. No atraso de calibração encontrou-se outra causa raiz, a falta de um histórico operacional do equipamento, que nesse caso permitiria a comparação das métricas e a calibração adequada do equipamento.

Após apontar quais eram as causas raízes do problema investigado foi possível pensar nas melhores estratégias e sugerir propostas eficientes com o intuito de otimizar o procedimento de calibração da turbina. Isso é essencial para garantir o aperfeiçoamento das atividades, bem como tornar os processos de calibração mais precisos a fim de atender os requisitos determinados previamente. Frente a esse cenário o quadro 1 mostra com mais detalhes quais são as causas raízes, seus impactos e as propostas de melhorias recomendadas.

Quadro 1 – Causas raízes, seus impactos e as propostas de melhorias recomendadas

<b>Causa raiz</b>	<b>Impactos na companhia</b>	<b>Sugestão para melhoria</b>
Falta de procedimento padrão	A ausência desse elemento faz com que haja desvios na execução das atividades. Além disso culmina em outros problemas que afetam de forma negativa as atividades e aumentam os custos da companhia	Criar um procedimento padrão para padronizar as tarefas de calibração, especificando as normas a serem observadas para tal
Inexistência de histórico operacional	A falta de um histórico operacional tende a elevar os custos, pois não se sabe como agir e o que deve ser feito em casos que ocorrem com frequência, por exemplo. Além disso torna os processos decisórios mais imprecisos e impede o trabalho conjunto dos setores.	Elaborar o histórico operacional do equipamento no que tange à calibração para que se tenha informações acerca do processo, contribuindo assim para que se tenha métricas para comparar a atividade executada

Fonte: Autores, 2022

Implementar as ações descritas anteriormente tende a culminar em uma série de ganhos para o setor de calibração, além disso, as ações podem, posteriormente, ser ampliadas para outros equipamentos e áreas da empresa. Por meio dos procedimentos padrão será possível determinar com exatidão o que deve ser feito, como deve ser feito e quem o fará. Com isso eliminam-se retrabalhos, bem como a falta de responsabilização por parte dos colaboradores.

Já a criação de um histórico operacional é de suma relevância para promover a conexão entre os mais variados setores. Esse elemento propiciará uma gestão compartilhada do equipamento, o setor de calibração pode fornecer dados para a

manutenção acerca de um grande desvio nos parâmetros operacionais, por exemplo. Com isso o setor poderá investigar o que está ocorrendo e, caso necessário, determinar um ponto para intervenção.

Após apontar as melhorias a serem implementadas para resolver a baixa eficiência no processo de calibração elaborou-se um plano de ação que se deu através da ferramenta da qualidade 5W1H. A escolha desse modelo ao invés da 5W2H se deu, pois os custos no projeto serão 0, uma vez que o desenvolvimento será realizado considerando documentos já existentes na empresa. O plano de ação pode ser visto com mais detalhes no quadro 2.

Quadro 2 – 5W1H

<b>O que?</b>	Criar procedimento padrão de calibração	Elaborar o histórico operacional do equipamento
<b>Por quê?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otimizar o procedimento de calibração.</li> <li>Agilizar a execução da tarefa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar as calibrações.</li> <li>Acompanhar os desvios no equipamento</li> </ul>
<b>Onde?</b>	Nos medidores da turbina	Nos medidores da turbina
<b>Quando?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A partir do dia 15 de setembro de 2022.</li> <li>Duração de 7 dias úteis com revisão anual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dia 27 de setembro de 2022.</li> <li>O prazo para a realização será de 10 dias com revisão anual.</li> </ul>
<b>Por quem?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autor da pesquisa</li> <li>Gerente do setor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autor da pesquisa</li> <li>Gerente do setor</li> </ul>
<b>Como?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisando as normas que tratam das turbinas.</li> <li>Determinar as métricas aceitáveis.</li> <li>Apontar a sequência de calibração.</li> <li>Redigir o documento de procedimento operacional</li> <li>Capacitar a equipe acerca da utilização do histórico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliar se há turbinas com histórico na empresa.</li> <li>Verificar se há dados para a construção do plano.</li> <li>Estruturar o documento.</li> <li>Capacitar a equipe acerca da utilização do histórico.</li> </ul>

Fonte: Autores, 2022

É importante mencionar que o projeto está em fase de análise pela diretoria da empresa que avaliará se as atividades serão colocadas em prática ou não. Uma possibilidade que emergiu foi a aquisição de um *software* de planejamento que contribuirá para automatizar o processo. Isso implica que todo o histórico e os procedimentos serão disponibilizados na rede da empresa, otimizando assim a sua consulta.

Aponta-se então que as melhorias sugeridas para a otimização do processo de calibração de uma turbina são a criação de um procedimento padrão e o desenvolvimento de um histórico operacional do equipamento. Essas medidas precisam ser validadas na prática a fim de atestar a sua eficiência, além disso é

imprescindível ajustá-las e aperfeiçoá-las continuamente de modo a se atender o objetivo ao qual foram concebidas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos do trabalho foram alcançados, quando ao geral apontar melhorias a serem executadas para otimizar a calibração de uma turbina, sugeriu-se a criação de um procedimento padrão e de um histórico operacional do equipamento. Essas medidas podem contribuir para a otimização das atividades desenvolvidas e evitar que erros ocorram, impedindo assim grandes prejuízos para a empresa.

Ao se tratar do objetivo específico compreender o processo de calibração, menciona-se que a calibração é um processo que requer a observância de vários parâmetros como o erro, a incerteza de medição, a acreditação, entre outros. Através do conhecimento e consideração de tais elementos garante-se uma maior confiabilidade nas calibrações de equipamentos.

Quanto ao objetivo específico determinar os pontos a serem melhorados no processo de calibração, cita-se que no processo de calibração da turbina foram encontrados dois problemas principais que é a falta de um procedimento padrão de calibração e a ausência de um histórico operacional do equipamento. A determinação da causa raiz do problema foi possível graças à aplicação de ferramentas da qualidade como *brainstorming*, 5 Porquês e 5W2H.

No que tange ao objetivo específico propor melhorias para otimizar a calibração de turbinas evidencia-se que o processo pode ser melhorado, inicialmente, com o desenvolvimento de um procedimento padrão e de um histórico operacional. Tais melhorias ainda estão em fase de análise pela empresa, no entanto, devem ser avaliadas e adequadas ao processo a fim de garantir a sua eficiência quando forem aprovadas.

Como sugestões para trabalhos futuros recomenda-se acompanhar o processo de desenvolvimento e implementação das ferramentas propostas a fim de compreender os desafios no processo de implantação. Além disso, indica-se ampliar a criação de procedimentos padrão e de histórico operacional para outros setores e equipamentos da empresa.

## REFERÊNCIAS

ALBERTAZZI, A. G.; SOUSA, A. R. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. 1. Ed. Manole: Barueri, 2008.

ANTONIO, N. S. *et al.* **Gestão da Qualidade**: de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM. São Paulo: Silabo, 2019.

ARENCIBIA, R. V. *et al.* **Incerteza de Medição**: Metodologia de Cálculo, Conceitos e Aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GRANADO, G. C. S. Brainstorming e a aplicação do modelo clássico. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 18, n. 10, 2020.

GUERRA, M. J. P. **Planejamento de experimentos para otimização de critérios de aceitação da calibração de instrumentos de medição**. 2015. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

JESUS, A. R. *et al.* Metrologia aplicada à produção industrial: mensurando medições em usinagem de peças. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, 2021.

KOBAYOSHI, M. **Calibração de instrumentos de medição (Mecânica Dimensional)**. São Paulo: Senai, 2018.

LIRA, F. A. **Metrologia dimensional**: Técnicas de medição e instrumentos para controle e fabricação industrial. 1. Ed. São Paulo: Erica, 2014.

LIRA, F. A. **Metrologia na Indústria**. 10. Ed. São Paulo: Erica, 2016.

MAGUEIJO, F. M. P. **Avaliação da conformidade metrológica de instrumentos médicos**. 2018. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2018.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa: Planejamento e Execução de Pesquisas, Amostragens e Técnicas de Pesquisas, Elaboração, Análise e Interpretação de Dados**. 8 ed., São Paulo: Atlas, 2017.

OSORIO, J. A. S. *et al.* Sistema experto para la gestión metrológica de instrumentos de medición de flujo. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. 46, 2021.

PALADINI, E. **Gestão da Qualidade**: Teoria e Prática. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2019.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. Ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

RODRIGUES FILHO, B. A. *et al.* Portal de Serviços do Inmetro nos Estados como ferramenta de monitoramento em metrologia legal. In: BRAZILIAN CONGRESS ON METROLOGY, 7., 2013, Ouro Preto. **Anais...** EdiUFOP: Ouro Preto, 2013.

RUY, M. **Tópicos em Gestão da Produção**. 1. Ed. Belo Horizonte: Poisson, 2017.

GRANADO, G. C. da S. Brainstorming e a aplicação do modelo clássico. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 18, n. 10, 2020.

SILVA NETO, J. C. **Metrologia e controle dimensional: conceitos, normas e aplicações**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

SOUSA, A. C. G. **Estudo de Aplicabilidade da Câmara Climática de Duas-Pressões em Calibrações de Instrumentos de Medição de Humidade Relativa**. 2018. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2018.

SOUZA, F. P. *et al.* Desenvolvimento de material didático para o componente curricular de Metrologia e Ensaio Mecânicos. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIPAMPA, 7., 2015, Uruguaiana. **Anais...** Unipampa: Uruguaiana, 2015.