



Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe
Curso Engenharia de Produção

FABRÍCIO MENDONÇA ALVES

**GERENCIAMENTO DA INTEGRIDADE DE POÇOS DE PETRÓLEO: ESTUDO DE
CASO DA EMPRESA CARMO ENERGY, CARMÓPOLIS / SE**

**Aracaju
2024**



Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe
Curso Engenharia de Produção

FABRÍCIO MENDONÇA ALVES

**GERENCIAMENTO DA INTEGRIDADE DE POÇOS DE PETRÓLEO: ESTUDO DE
CASO DA EMPRESA CARMO ENERGY, CARMÓPOLIS / SE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Fanese como requisito final e
obrigatório para a obtenção do Grau de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof^a. Dra. Heloísa Thais
Rodrigues de Souza

Coordenador do Curso: Prof. Me. Elísio
Cristóvão Souza dos Santos

**Aracaju
2024**

A474g

ALVES, Fabrício Mendonça

Gerenciamento da integridade de poços de petróleo : estudo de caso da empresa carmo energy, carmópolis / se / Fabrício Mendonça Alves. - Aracaju, 2024. 52 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)
Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe.
Coordenação de Engenharia de Produção.

Orientador (a): Prof. Dra Heloisa Thais
Rodrigues de Souza

1. Engenharia de produção 2. Integridade de poços 3. Sistema de gerenciamento 4. Gestão do risco I. Título

CDU 658.5 (043.2)

Elaborada pela Bibliotecária Edla de Fatima S. Evangelista CRB-5/1029

FABRÍCIO MENDONÇA ALVES

**GERENCIAMENTO DA INTEGRIDADE DE POÇOS DE PETRÓLEO: ESTUDO DE
CASO DA EMPRESA CARMO ENERGY, CARMÓPOLIS / SE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia de Produção da FANESE, em cumprimento da disciplina Projeto de Engenharia II Obrigatório e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2024.

Aracaju (SE), 03 de junho de 2024.01

Nota/Conteúdo: 10 (Dez)

Nota/Metodologia: 10 (Dez)

Média Ponderada: 10 (Dez)

Fabício Mendonça Alves

Fabício Mendonça Alves

Heloísa Thaís R. de Souza

Drª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Jeanne Karla de Mendonça Mota

Dra. Jeane Karla de Mendonça Mota

Marcos Antonio Passos Chagas

Dr. Marcos Antonio Passos Chagas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas do ciclo de vida de um poço.....	15
Figura 2 - Conjunto solidário de barreiras	17
Figura 3 - Critério de aceitação descrito na <i>Norsok</i> para elemento de CSB <i>Packer</i>	19
Figura 4 - Exemplo de fluxograma.....	22
Figura 5 - Exemplo do diagrama de <i>Ishikawa</i>	24
Figura 6 - Processo de Inspeção, Verificação e Monitoramento	34
Figura 7 - Exemplo de Preenchimento do <i>Checklist</i> em campo	35
Figura 8 - Exemplo de <i>Checklist</i> no Survey123.....	37
Figura 9 - Diagrama de <i>Ishikawa</i>	39
Figura 10 - Acompanhamento de Planos de inspeção	42
Figura 11 - Reciclagem com equipe de campo	43
Figura 12 - Exemplo dos dados vindo do campo.....	44
Figura 13 - Dashboard dos dados vindo de campo	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Práticas de Gestão SGIP	14
Quadro 2 - Variáveis e indicadores de pesquisa	30
Quadro 3 - <i>Checklist</i> de Verificação	36
Quadro 4 - Plano de ação proposto 5W2H.....	41

RESUMO

Levando em consideração a necessidade das empresas petrolíferas de se adequarem ao Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços, buscou-se neste estudo desenvolver ferramentas que auxiliem na gestão do risco dos poços de petróleo, garantindo dessa forma segurança as pessoas e ao meio ambiente. A presente pesquisa tem como tema Gerenciamento da integridade de Poços de Petróleo e apresenta estudo de caso na empresa Carmo Energy S.A. Por possuir apenas dois anos meio de operação no ramo em que atua surgiu o questionamento: Como podemos melhorar o processo de Integridade de poços da empresa Carmo Energy? E para responder essa pergunta a presente pesquisa tem como objetivo geral propor melhorias para aprimorar o Sistema de gerenciamento da Integridade de Poços da empresa em questão. Para alcançar este objetivo foram discutidos os seguintes objetivos específicos mapear o processo de inspeção, verificação, e monitoramento da integridade dos poços como preconiza o SGIP, estabelecer requisitos para identificação, análise, e avaliação dos riscos relacionados a integridade de poços, elaborar um Plano de Ação com propostas de melhorias para o processo de integridade de poço, atendendo a prática de gestão nº 13. A problemática maior da empresa é conseguir gerir os riscos relacionados a integridade de poços, dessa forma se faz necessário uma análise para que se possa identificar os desvios e dar a devida tratativa quanto ao restabelecimento do CSB. Realizaram-se inspeções em campo através de softwares disponíveis na empresa e com a obtenção dos dados, dispostos em planilhas Excel, foi possível tratá-los e organizá-los para avaliação das condições de segurança dos poços. O método de abordagem utilizado para a referente pesquisa é o estudo de caso, descritivo/explicativo, bibliográfico, qualitativa e de campo. Como resultado obteve-se o mapeamento do processo de inspeção, verificação e monitoramento através de um fluxograma, a criação de uma lista de verificação a partir do *checklist* e a identificação dos problemas relacionados a falha do conjunto solidário de barreiras utilizando o diagrama de *Ishikawa*. O estudo propôs um plano de ação utilizando o 5W2H, gerando diversos benefícios para o processo em questão. Com isso, a pesquisa apresentou melhorias, tanto no processo de inspeção, verificação e monitoramento, quanto na gestão do risco associado, tais como, a execução dos planos na data planejada, o treinamento do pessoal responsável, como também a avaliação dos poços baseado em seu nível de risco. Como apresentado, os objetivos propostos foram alcançados e pôde-se contribuir para melhoria do processo de implementação do SGIP na empresa.

Palavras-chave: Integridade de poços. Sistema de Gerenciamento. Gestão do Risco.

ABSTRACT

Taking into account the need for oil companies to adapt to the Well Integrity Management System, this study sought to develop tools that help manage the risk of oil wells, thus ensuring safety for people and the environment. This research has as its theme Oil Well Integrity Management and presents a case study at the company Carmo Energy S.A. As it is a new company in the field in which it operates, the question arose: How can we improve the Well Integrity process at Carmo Energy? ? And to answer this question, the present research has the general objective of proposing improvements to improve the Well Integrity Management System of the company in question. To achieve this objective, the following specific objectives were discussed: mapping the process of inspection, verification, and monitoring of well integrity as recommended by the SGIP, establishing requirements for identification, analysis, and assessment of risks related to well integrity, developing a Action with proposals for improvements to the well integrity process, in compliance with management practice nº 13. The company's biggest problem is being able to manage the risks related to well integrity, therefore an analysis is necessary to identify the deviations and provide appropriate treatment regarding the reestablishment of the CSB Field inspections were carried out using software available at the company and by obtaining the data, arranged in Excel spreadsheets, it was possible to process and organize them to assess safety conditions of the wells. The approach method used for the relevant research is the case study, descriptive/explanatory, bibliographic, qualitative and field. As a result, the inspection, verification and monitoring process was mapped through a flowchart, a checklist was created from the checklist and problems related to the failure of the joint set of barriers were identified using the Ishikawa diagram. The study proposed an action plan using 5W2H, generating several benefits for the process in question. As a result, the research showed improvements, both in the inspection, verification and monitoring process, and in the management of the associated risk, such as the execution of plans on the planned date, the training of responsible personnel, as well as the evaluation of wells based on your risk level. As presented, the proposed objectives were achieved and it was possible to contribute to improving the SGIP implementation process in the company.

Keywords: Well integrity. Management system. Risk Management.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP)	13
2.2	Etapas do Ciclo de Vida dos Poços	14
2.2.1	Fase de Planejamento e Construção	15
2.2.2	Fase de Operação e Intervenção	16
2.2.3	Fase de Abandono	16
2.3	Conjunto Solidário de Barreiras – CSBs	17
2.4	Prática de Gestão Nº 13 – Integridade de Poço.....	20
3	Ferramentas da Qualidade	21
3.1	Fluxograma	21
3.2	<i>Checklist</i>	23
3.3	Diagrama de <i>Ishikawa</i>	23
3.4	5W2H	25
4	METODOLOGIA	26
4.1	Abordagem Metodológica	26
4.2	Caracterização da Pesquisa	27
4.2.1	Quanto aos objetivos ou fins	27
4.2.2	Quanto ao objeto ou meios	28
4.2.3	Quanto ao tratamento dos dados	28
4.3	Instrumentos de Pesquisa.....	29
4.4	Unidade, Universo e Amostra da Pesquisa.....	30
4.5	Definição das Variáveis e Indicadores da Pesquisa.....	30
4.6	Plano de Registro e Análise dos Dados	31
5	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	32
5.1	Mapear o processo de inspeção, verificação e monitoramento da	

integridade dos poços como preconiza o SGIP	32
5.1.1 Fluxograma do Processo.....	32
5.1.2 <i>Checklist</i>	36
5.2 Estabelecer requisitos para identificação, análise, e avaliação dos riscos relacionados a integridade de poços.....	38
5.2.1 Diagrama de <i>Ishikawa</i>	38
5.3 Propor melhorias para o processo de integridade de poço, atendendo a prática de gestão nº 13.	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47

1 INTRODUÇÃO

Grande parte das empresas lidam diariamente com riscos em suas atividades, a maior parte das decisões tomadas envolvem algum tipo de risco associado. Segundo Abdala (2012, p. 7) o risco seria toda incerteza mensurável, onde lidamos com situações em que as possibilidades em si não são bem conhecidas.

Do mesmo modo, o setor petrolífero está em amplo crescimento, a matéria-prima extraída supre vários outros setores da indústria, promovendo assim o crescimento da economia. Para tal, alguns desafios referentes a gestão dos riscos são encontrados, dentre eles lidar com altas temperaturas, riscos de incêndios, vazamento de gases, explosões, entre outros.

Alguns acidentes marcaram a história da indústria de óleo e gás, trazendo fatalidades e consequências irreversíveis ao meio ambiente. A maioria desses desastres aconteceu como consequência da falta de planejamento e gestão de riscos que levaram às falhas nas barreiras de integridade e geraram explosões e vazamentos de petróleo. Citando um dos maiores vazamentos de óleo desde os anos 2000 podemos destacar o acidente na *Deep Water Horizon* que aconteceu no Golfo do México, Estados Unidos, no campo de Mississippi Canyon, conhecido como Macondo, durante a entrega de um poço exploratório.

A integridade de poço baseia-se em soluções operacionais e técnicas a fim de mitigar os riscos em poços durante todo o seu ciclo de vida. Seu princípio é o de manter pessoas, meio ambiente e ativos seguros, através do controle e prevenção do fluxo incontrolado de hidrocarbonetos à superfície.

Alguns documentos nacionais ajudam as companhias a lidarem com esse tema a fim de encontrarem soluções para garantir integridade, sendo o mais importante em termos de uso global a *NORSOK-D010*. No Brasil temos um regulamento específico para gerenciamento da integridade de poço feita pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), denominado Regulamento Técnico de Sistema de Gestão de Integridade de Poço (RTSGIP) (ANP, 2016). Ele é composto por 17 práticas de gestão que devem ser seguidas durante todo ciclo de vida do poço.

Diante do exposto direcionamos esta pesquisa para a empresa Carmo Energy S.A, que tem sua matriz localizada no Rio de Janeiro/RJ, e filial em Carmópolis/SE.

Aberta em 14/05/2021 tem como principal atividade econômica a extração de petróleo e gás natural. Tendo isso em vista, foi analisado como está o Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços da empresa e observou-se a oportunidade de melhoria neste processo nas instalações próprias da Carmo Energy.

A empresa Carmo Energy S.A concluiu a totalidade da compra dos campos petrolíferos da cidade de Carmópolis em 21/12/2022, sendo esse um dos maiores campo terrestre do Brasil. Além disso dentro da concessão contempla unidades de processamento, armazenamento e transporte de petróleo e gás natural. Por possuir apenas dois anos e meio no ramo petrolífero, e a criação da regulação do SGIP por parte da ANP ser apenas instituída no ano de 2016, o que de certa forma ainda limita o conhecimento dos envolvidos no setor sobre as melhores práticas de gestão de integridade de poço, surge a questão: **Como podemos melhorar o processo de Integridade de poços da empresa Carmo Energy?**

Portanto este trabalho tem como objetivo geral propor melhorias para aprimorar o Sistema de gerenciamento da Integridade de Poços da empresa Carmo Energy S.A. Como objetivos específicos foram definidos, mapear o processo de inspeção, verificação, e monitoramento da integridade dos poços como preconiza o SGIP, estabelecer requisitos para identificação, análise, e avaliação dos riscos relacionados a integridade de poços, elaborar um Plano de Ação com propostas de melhorias para o processo de integridade de poço, atendendo a prática de gestão nº 13.

Devido ao grande risco envolvido que ocorre durante todo o ciclo de um poço, os acidentes com impacto considerável à saúde humana e ao meio ambiente, a falta de planejamento e gestão de riscos poderiam levar a falhas nas barreiras de integridade. O estudo tem como base gerir esses riscos baseando-se e tendo como norte o regulamento citado. A empresa em questão foi escolhida por apresentar em seu processo o dever de implantação e aperfeiçoamento desse sistema em sua atuação como operadora. O despertar pelo tema vem pautado no motivo no qual a preservação das pessoas e do meio ambiente seja garantida, gerindo os riscos e aplicando-o para desenvolver o trabalho com segurança.

Diante do exposto, a presente pesquisa inicia-se com uma introdução que aborda um contexto geral do trabalho, a pergunta problematizadora, os objetivos e justificativa, além de apresentar sobre a empresa pesquisada. Em seguida, explana-se sobre a fundamentação teórica do trabalho que explicita sobre o conceito do que é

o SGIP, a prática de gestão N° 13, ciclo de vida dos poços de petróleo, como também, traz a definição de Conjunto Solidário de Barreiras. Além disso utilizaremos algumas ferramentas da qualidade como fluxograma, *checklist*, Diagrama de *Ishikawa* e 5W2H.

Dando continuidade, apresenta a metodologia utilizada na pesquisa, seguido dos resultados e discussões trazendo as propostas de melhorias para a empresa e finalizando o trabalho com a explanação das considerações, referencias utilizadas e apêndices.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão apresentados os principais conceitos necessários para a abordagem da importância de se garantir a integridade durante todas as fases de um poço.

2.1 Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP)

Integridade de poço é o parâmetro que pode medir a capacidade do poço de cumprir seu objetivo contendo e controlando o fluxo de fluidos através das barreiras definidas em seu projeto ao longo de toda a sua vida útil (Sultan, 2009).

De acordo com o conjunto de normas norueguesa que rege o sistema de gerenciamento de integridade durante as fases de perfuração e operação dos poços, chamado de *NORSOK D-010*, a integridade do poço pode ser alcançada através da aplicação de procedimentos técnicos, operacionais e organizacionais que ofereçam soluções para reduzir o risco de liberação descontrolada de fluido de formação ao longo do ciclo de vida de um poço. (NORSOK, 2013).

O Sistema de Gerenciamento da Integridade De Poços (SGIP) foi criado em 2016 pela ANP visando estabelecer requisitos e diretrizes para implementação e operação de um sistema onde a proteção da vida humana e do meio ambiente sejam cumpridos pelas empresas detentoras do direito de exploração de Petróleo e gás natural. Conforme Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) o SGIP deve ser aplicado durante todo o Ciclo de Vida dos poços destinados às atividades de exploração e produção, reguladas pela ANP. Por este regulamento, as empresas que realizam esse tipo de atividade devem comprovar que mantêm controlados os possíveis riscos existentes em toda e qualquer operação que envolva as instalações de exploração e produção.

É importante dizer que quando são percebidas não conformidades (não cumprimento às medidas de segurança operacional), as empresas responsáveis

devem solucionar os desvios para que se diminuam as probabilidades de ocorrência de eventos, respeitando-se os prazos máximos indicados pela ANP, conforme o seu grau de relevância.

Este regulamento é composto por 17 práticas de gestão que tem como objetivo garantir a gestão dos riscos envolvidos nessa atividade. (Quadro 1)

Quadro 1 - Práticas de Gestão SGIP

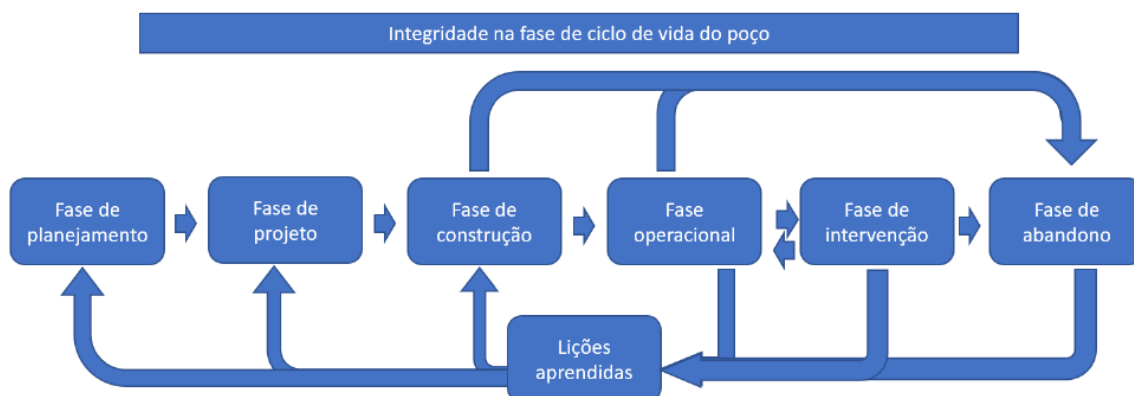
N.º	Práticas de Gestão
1	Cultura de segurança, compromisso e responsabilidade gerencial
2	Envolvimento da força de trabalho
3	Gestão de competências
4	Fatores humanos
5	Seleção, controle e gerenciamento de empresas contratadas
6	Monitoramento e melhoria contínua do desempenho
7	Auditorias
8	Gestão da informação e da documentação
9	Incidentes
10	Etapas do ciclo de vida do poço
11	Elementos críticos de integridade de poço
12	Análise de riscos
13	Integridade do poço
14	Planejamento e gerenciamento de emergências de controle de poço
15	Procedimentos
16	Gestão de mudanças
17	Preservação ambiental

Fonte: Resolução ANP Nº 46/2016

2.2 Etapas do Ciclo de Vida dos Poços

Cada etapa do ciclo de vida de um poço possui peculiaridades e algumas dificuldades que serão abordadas abaixo. Como preconiza a prática de gestão Nº 10: Etapas do ciclo de vida do poço do SGIP, um bom sistema de gerenciamento deve atender aos requisitos básicos e fornecer orientações claras sobre cada fase desde o planejamento até o abandono.

Figura 1 - Fluxograma das etapas do ciclo de vida de um poço



Fonte: ISO 16530-1:2017.

2.2.1 Fase de Planejamento e Construção

No planejamento, o sistema deve garantir o fornecimento de um objetivo claro e preciso do poço, baseado no desenvolvimento atual do reservatório e no estudo do modelo geológico da região. De acordo com o SGIP, é preciso garantir que o projeto do poço esteja aderente aos requisitos legais, às melhores práticas da indústria e às premissas de projeto estabelecidas pelo Operador do Contrato.

O projeto do poço deve ser realizado de maneira que atenda tanto os interesses econômicos dos operadores quanto a segurança, o meio ambiente e os padrões regulatórios, sempre levando em consideração os avanços tecnológicos e metodológicos para a sua elaboração.

A fase de construção é a mais curta, mas também a mais crítica, a integridade nesta etapa só pode ser verificada quando o poço é perfurado para atingir seu objetivo e concluir de acordo com o planejamento e projeto.

2.2.2 Fase de Operação e Intervenção

Esta fase é iniciada a partir do momento em que a completção é finalizada e ele é entregue a equipe de produção para começar a executar o que foi planejado. O poço se mantém em produção até que, por algum motivo, suas atividades sejam interrompidas temporária ou definitivamente.

Essa é uma das etapas em que este trabalho será aplicado. Podemos destacar também que todo o sistema de integridade que foi definido para o poço durante a fase do planejamento e projeto será gerenciado, e sempre que necessário, alterados. Como em todas as outras fases as barreiras e equipamentos definidos como críticos devem ter suas funções garantidas durante esta fase.

2.2.3 Fase de Abandono

A fase de abandono pode ser vista de duas formas diferentes, o abandono temporário ou permanente do poço. Na fase de abandono temporário será a outra etapa do ciclo de vida do poço em que este trabalho será aplicado. Podemos considerar que um poço está abandonado temporariamente em duas situações: quando ele finalizou sua fase de completção com todos os equipamentos e é fechado temporariamente para que a estrutura de produção seja conectada ao poço, iniciando assim a sua fase de produção, ou quando ele interrompe a sua fase de operação por qualquer motivo que a operadora determine como necessário.

O abandono permanente se refere à poços fechados que apresentam Conjunto Solidário de Barreiras (CSBs) permanentes sem que haja interesse de reentrada futura ao poço.

2.3 Conjunto Solidário de Barreiras – CSBs

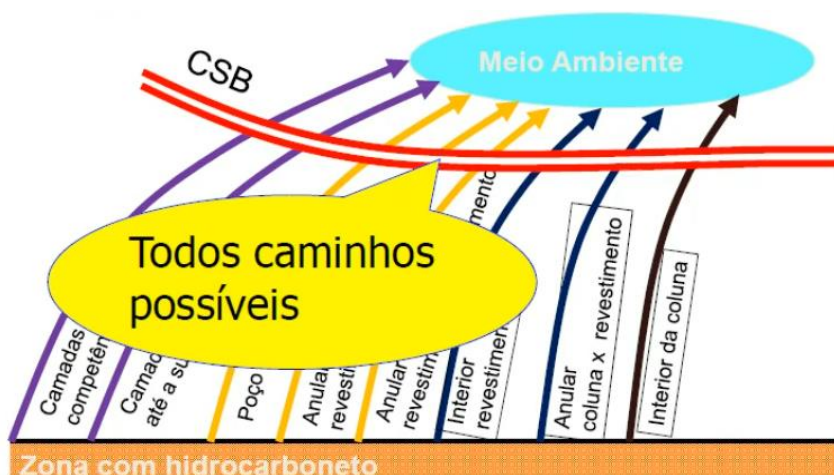
Uma barreira de poço é um envelope que consiste em um ou vários elementos de barreira, que juntos evitam que os fluidos escapem da formação para outra formação ou para a superfície. (NORSOK D-010, 2004).

A barreira pode estar na forma líquida à frente de um intervalo permeável e deve apresentar pressão hidrostática suficiente para conter os fluidos e impedir seu fluxo, como também de forma sólida com sua principal característica é a de não se desgastar com o passar do tempo. Tampões de cimento ou de materiais com desempenho similar, revestimentos cimentados, Árvore de Natal Simplificada, Cabeça de Poço são exemplos que podem constituir as barreiras sólidas. (Sobrinho, 2016).

Conforme a ISO/TS 16530-2 existe a barreira primária caracterizada por ser o primeiro envelope de barreira de poço com o qual os fluidos produzidos e/ou injetados entram em contato e a barreira secundária sendo ela o segundo conjunto de elementos de barreira que evitam o fluxo de uma fonte durante suas operações.

Diversos tipos de falha podem acarretar numa perda de integridade de um poço, é preciso realizar intervenções, verificações e testes para que se conservem os poços em situações seguras e com elementos de barreiras de segurança íntegros e sobressalentes. Dessa forma, se alguma barreira falha, sua integridade é reduzida e medidas imediatas devem ser tomadas afim de manter o poço em um nível de segurança adequado. (Figura 2).

Figura 2 - Conjunto solidário de barreiras



Fonte: adaptado de Miura (2004).

Em alguns casos acontece a falha simultânea de vários elementos de barreira, como resultado a integridade do poço será perdida e este terá de ser fechado a fim de evitar agravamentos e danos adicionais. Quando isso acontece, nenhuma atividade com qualquer outro objetivo que não seja o restabelecimento das barreiras deve ser realizada no poço.

Para sabermos quando identificar os incidentes relacionados com integridade de poços nas fases de produção e de abandono temporário, temos que verificar outro documento disponibilizado pela ANP, o Manual de Comunicação de Incidentes da ANP, a falha de elemento do Conjunto Solidário de Barreira (CSB) é um incidente comunicável e deve ser comunicado no prazo de 48h a partir da constatação do fato.

Considera-se como falha em elemento de CSB qualquer falha detectada em elementos integrantes de Conjuntos Solidários de Barreira, esta deve seguir, no mínimo, a tabela do critério de aceitação estabelecido no regulamento *Norsok D-010* (2021). (Figura 3).

Figura 3 - Critério de aceitação descrito na Norsok para elemento de CSB *Packer*

15.7 Table 7 – Production packer

Features	Acceptance criteria	See
A. Description	This element consists of a body with an anchoring mechanism to the casing/liner, and an annular sealing element which is to be activated.	
B. Function	Its purpose is to provide 1. A seal between the completion string and the casing/liner, to prevent communication from the formation into the A-annulus above the production packer. 2. Prevent flow from the inside of the body element located above the packer element into the A-annulus as part of the completion string.	
C. Design, construction and selection	1. It shall as a minimum be tested to V1 class as per ISO 14310. 2. It shall be permanently set (meaning that it shall not release by up or downward forces), with ability to sustain all known loads. 3. It might be retrievable by mechanical intervention, such features shall not be possible to accidentally activate. 4. The packer (body and seal element) shall withstand MEDP, which should be based on the highest of • pressure testing of tubing hanger seals, • reservoir-, formation fracture- or injection pressures less hydrostatic pressure of fluid in annulus above the packer, • shut-in tubing pressure plus hydrostatic pressure of fluid in annulus above the packer less reservoir pressure, • collapse pressure as a function of minimum tubing pressure (plugged perforations or low test separator pressure) at the same time as a high operating annulus (maximum allowable) pressure is present. 5. It shall be qualification tested in accordance with recognized standards, which shall be conducted in unsupported, non cemented, standard casing.	ISO 14310
D. Initial test and verification	1. It shall by preference be leak tested to the maximum expected differential pressure in the direction of flow. 2. Alternatively, it shall be inflow tested or leak tested in the opposite direction to the maximum expected differential pressure, providing that ability to seal both directions can be documented.	
E. Use	1. Running of intervention tools shall not impair its ability to seal nor inadvertently cause it to be released.	
F. Monitoring	1. Sealing performance shall be monitored through continuous recording of the annulus pressure measured at wellhead level.	
G. Common well barrier	None	

Fonte: Norsok D-010 (2021).

Levando em consideração as melhores práticas da indústria, é necessário realizar as análises de integridade e disparar eventuais comunicações de incidentes.

Na avaliação do incidente e na comunicação para a ANP, deverá ser informado o elemento de CSB em falha ou, caso seja impossível essa definição, deverá ser informado o elemento de CSB mais provável de estar em falha.

2.4 Prática de Gestão Nº 13 – Integridade de Poço

De acordo com Silva (2021) devido aos projetos regulatórios da ANP e a existência de lacunas entre as atividades ao longo do ciclo de vida dos poços a surgiu a prática de gestão nº 13, é a prática de gestão principal deste trabalho, e tem como objetivo garantir a integridade do poço durante todo o seu Ciclo de Vida. Com isso, o operador do contrato deverá atender a alguns requisitos, dentre eles, os mais importantes e que fazemos menção nesta pesquisa são:

- Estabelecer, documentar e implementar critérios de aceitação, planos e procedimentos de inspeção, verificação, manutenção e monitoramento da integridade dos poços em aderência com as melhores práticas da indústria.
- Garantir que os CSBs e demais sistemas e equipamentos críticos estejam funcionais, adequados e disponíveis ao uso.
- Realizar a Verificação dos Elementos do CSB, preferencialmente, por meio de teste. Justificar tecnicamente a realização da verificação dos elementos do CSB por meio de Confirmação.
- Estabelecer, implementar e documentar ações corretivas e preventivas para tratamento dos desvios identificados durante a execução dos planos e procedimentos.

Todos esses tópicos descritos na prática de número 13 formam em si o Programa de gerenciamento de integridade (PGI) que por sua vez fecham um ciclo de inspeção, verificação e monitoramento com o intuito de garantir a segurança do poço avaliando suas barreiras, podendo dessa forma adquirir a condição de integridade do elemento de CSB, estando o mesmo íntegro, degradado ou falho.

3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Nesta pesquisa foi abordado a melhor estratégia para poder implementar o SGIP na empresa, gerenciando os riscos relacionados a integridade de poços. Dessa forma, para que possamos atingir este objetivo foram utilizadas as seguintes ferramentas: fluxograma, *checklist*, diagrama de *Ishikawa* e 5W2H.

De acordo com David e Murbak (2014 p. 20) as ferramentas da qualidade são vistas como meios capazes de levar através de seus dados à identificação e compreensão da razão dos problemas e gerar soluções para eliminá-los, buscando a otimização dos processos operacionais da empresa ou organização. Pois, para que sejam tomadas as devidas ações relacionadas aos problemas ou potenciais problemas, é necessário que seja realizada uma análise dos dados e fatos que precedem ou influenciaram estes problemas.

A seguir são explanadas sobre as ferramentas da qualidade utilizadas no presente trabalho.

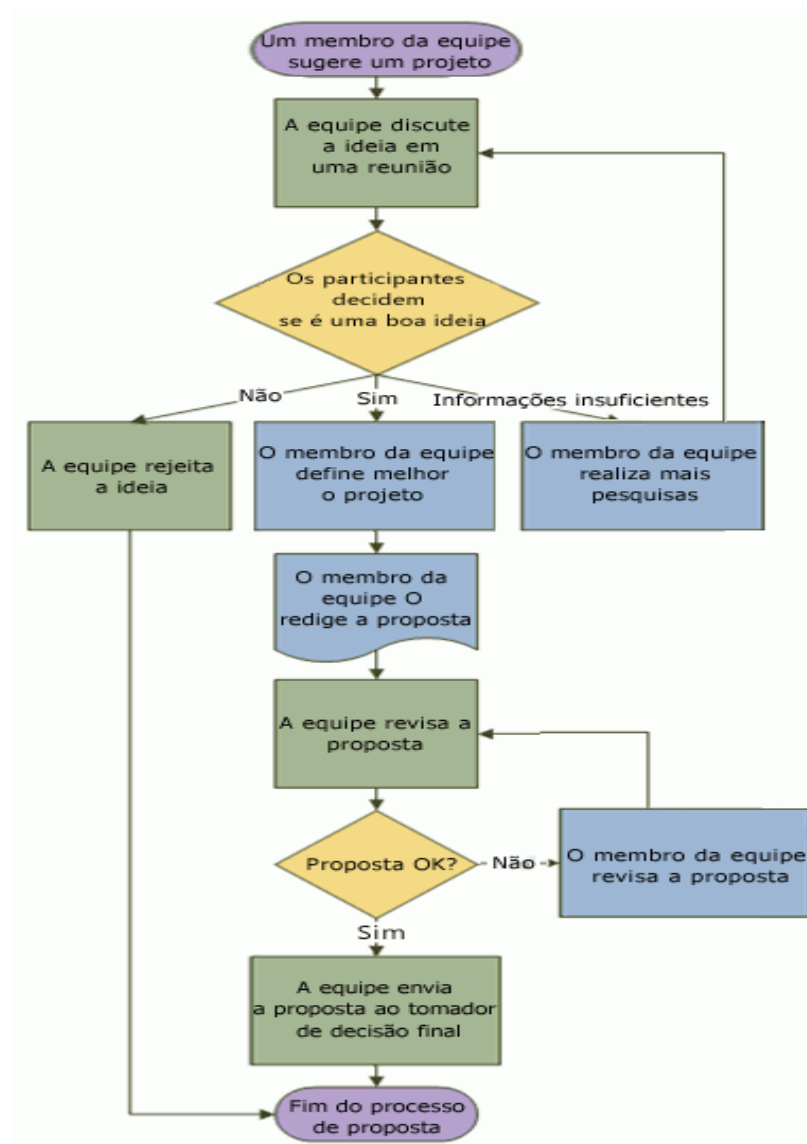
3.1 Fluxograma

Conforme David e Murbak (2014 p. 27) o fluxograma pode ser definido como um resumo ilustrativo do fluxo das várias operações de um processo. Este documenta um processo, mostrando todas as suas etapas e o que é realizado em cada uma delas, os materiais ou serviços que entram e saem do processo, as decisões que devem ser tomadas e as pessoas envolvidas.

Além disso, como diz Reis e David (2010) o fluxograma tem como base mapear os processos de trabalho, publicizando-os, cartografando-os por meio de uma representação gráfica, tornando-os uma ferramenta para reflexão da equipe.

Na figura 4 podemos observar um exemplo de fluxograma obtido da Microsoft demonstrando como criar um fluxograma básico no software Visio. (Figura 4).

Figura 4 - Exemplo de fluxograma



Fonte: Microsoft (2021)

Podemos observar que através do fluxograma é facilitada a visualização das etapas que compõe os processos, permitindo identificar os pontos que merecem atenção por parte da equipe responsável.

A presente ferramenta da qualidade foi utilizada na pesquisa para fins de atingir o primeiro objetivo específico do trabalho, mapear o processo de inspeção, verificação, e monitoramento da integridade dos poços como preconiza o SGIP.

3.2 Checklist

O *checklist* é uma lista de verificação previamente definida de atividades ou itens de verificação. Aplica-se, geralmente, à verificação de procedimentos repetitivos ou padronizados. A partir do *checklist* é possível o controle na execução de tarefas e a sua avaliação posterior.

Para Meireles (2001, p.45) lista de verificação é uma ferramenta simples e tem como objetivo mostrar a frequência no qual ocorre eventos. Esses serão inseridos na ferramenta e devem ser bem definidos para que a coleta de informações aconteça de forma simples e eficaz. Essa identificação irá ajudar bastante no reconhecimento de um problema, e na resolução de possíveis problemas futuros.

De acordo com Valle (2007) o *checklist* serve para a observação de fenômenos, permitindo uma visualização da existência dos diversos fatores envolvidos e seus padrões de comportamento. Existem vários tipos de listas de verificação, cada uma delas adaptada para sua finalidade específica. Porém, a ideia básica é sempre a mesma: agrupar os fatos em classes.

Diante do exposto, a presente pesquisa utilizou-se de *checklist* para fins lógicos de tornar padrão as perguntas respondidas em campo afim de facilitar a inspeção, verificação e monitoramento da integridade dos poços, atingindo assim, o primeiro objetivo específico proposto no trabalho.

3.3 Diagrama de Ishikawa

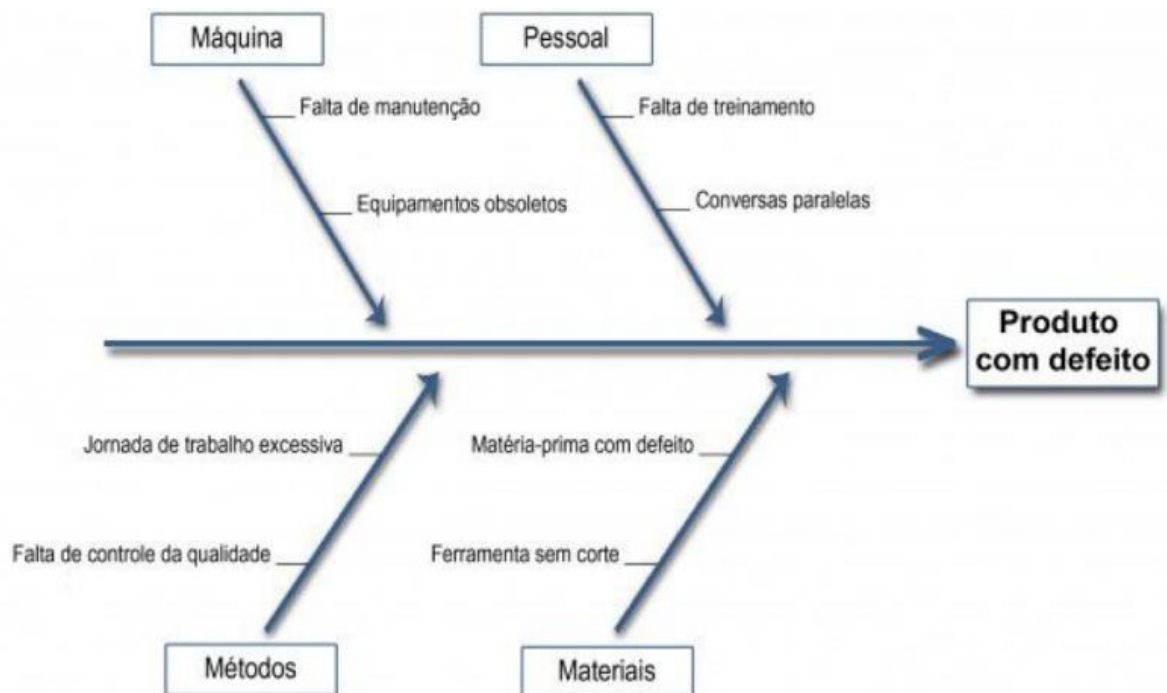
Esta ferramenta consiste em uma forma gráfica usada como metodologia de análise para representar fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito). (Junior, 2010 p. 107)

Conforme De Paula (2020 p. 29) o gráfico de *Ishikawa* é em formato de espinha de peixe, os 6Ms que são, materiais, mão de obra, método, máquina, medição e meio ambiente, na ponta da seta está representando o problema a ser solucionado pela

empresa.

Normalmente o diagrama é utilizado para visualizar as causas principais e secundárias de determinado problema, ampliar as possíveis causas, melhorar a análise e a identificação das soluções, como também analisar o processo em busca de melhorias. (Figura 5).

Figura 5 - Exemplo do diagrama de *Ishikawa*



Fonte: MOREIRA; LOOS, (2017 p. 3)

Pode-se observar que o diagrama organiza de forma eficaz a busca das causas, funcionando como um meio para ajudar no desenvolvimento de uma lista das possíveis causas que contribuíram para o problema.

Sendo assim, o Diagrama de *Ishikawa* traz resultados evidentes para fins de atingirmos o segundo objetivo específico que foi o de estabelecer requisitos para identificação, análise, e avaliação dos riscos relacionados a integridade de poços.

3.4 5W2H

5W2H é uma ferramenta para elaboração de planos de ação que, por sua simplicidade, objetividade e orientação à ação, tem sido muito utilizada em Gestão de Projetos, Análise de Negócios, Elaboração de Planos de Negócio, Planejamento Estratégico e outras disciplinas de gestão. (Grosbelli, 2014 p. 23)

Este plano de ação deve ser estruturado de modo a permitir a identificação das etapas necessárias. Assim a sigla em inglês 5W tem como significado *what*, *why*, *where*, *when*, *who*, traduzindo nós temos: o que, por que, onde, quando e quem. Já o 2H tem respectivamente o significado de *how* e *how Much* que traduzindo temos: como e quanto custa.

Todos esses itens apresentam por trás uma pergunta investigadora que são:

- *What* – O que será feito
- *Why* – Por que deve ser executada a tarefa
- *Where* – Onde cada etapa será executada
- *When* – Quando cada uma das tarefas deverá ser executada
- *Who* – Quem realizará as tarefas
- *How* – Como deverá ser realizado cada tarefa
- *How Much* – Quanto custa a tarefa

Com a necessidade de propor melhorias para sanar os problemas relacionados a integridade de poço, observados na empresa Carmo Energy, surge a necessidade da aplicação do 5W2H para poder organizar e colocar em prática o plano de ação, cumprindo assim, o terceiro objetivo específico da pesquisa que é a elaboração de um Plano de Ação com propostas de melhorias para o processo de integridade de poço, atendendo a prática de gestão nº 13.

4 METODOLOGIA

Conforme Rodrigues (2007, p. 1) metodologia é o conjunto de abordagens, técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e resolver problemas de aquisição objetiva do conhecimento, de uma maneira sistemática.

Podemos considerar a metodologia científica como uma ferramenta que agrega vários meios que auxiliam na realização da pesquisa científica. Ou seja, ajuda a delimitar os temas e não deixa fugir do proposto, como também, ajuda a deixar obvio as decisões, os meios e a questão a ser trabalhada para que não haja uma fuga desapropriada do assunto proposto, tampouco um desfalque. (Almeida, 2016, p. 59).

Uma de suas finalidades é utilizar os conhecimentos adquiridos para aplicação prática voltados para a solução de problemas. Deve-se dessa forma o explorador adotar qual técnica irá usar para concluir os objetivos de seu trabalho, tendo como base um tipo de pesquisa específica.

4.1 Abordagem Metodológica

O procedimento metodológico adotado neste trabalho foi realizado na empresa Carmo Energy S.A, com sede localizada em Carmópolis/SE. A pesquisa teve como base analisar o Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços. Os dados foram coletados diretamente da empresa.

De acordo com Nascimento (2016) o estudo de caso é composto de uma fase exploratória, outra de sistematização de coleta de dados e de análise e interpretação das descobertas. Trata-se, do estudo de certo caso singular visando descoberta de fenômenos em determinado contexto. Desta forma, o método utilizado nesta pesquisa é o estudo de caso.

4.2 Caracterização da Pesquisa

Conforme Ribeiro *et al.* (2013, p. 3) a caracterização de uma pesquisa, é importante escolhendo de forma correta quais métodos empregam-se e as técnicas que são adotados para a obtenção do conhecimento acerca do objeto de estudo. Dessa forma possibilita buscar a solução a um problema estabelecido, bem como cumprir objetivos que se constituem para a produção de determinado conhecimento.

Sendo assim, o estudo em questão é dividido em processos, contextualizados em objetivos ou fins, objetivos ou meios e tratamento de dados, formulando uma problemática e apresentando os seus resultados.

4.2.1 Quanto aos objetivos ou fins

De acordo com Almeida (2016, p. 60) objetivo dos métodos científicos para o pesquisador é ajudar na análise de conhecimentos científicos, procedimentos, técnicas construindo assim um melhor aproveitamento dos estudos, auxiliando no uso das normas, auxiliando no pensamento crítico, na investigação científica e nas soluções de problemas.

Como é apresentado por Nascimento (2016, p. 4) as pesquisas descritivas procuram buscar a descrição de características de populações ou fenômenos e de correlação entre variáveis. Já as pesquisas explicativas empregam o método experimental de pesquisa, possuem certa complexidade, servindo para identificar atributos ou fatores que determinam a ocorrência de fenômenos.

O tipo de pesquisa utilizado neste trabalho foi a pesquisa descritiva e explicativa, pois ela consiste em mapear um dos processos da empresa, compreendendo a problemática e dessa forma buscando soluções para, no caso deste estudo, a falha do conjunto solidário de barreiras.

4.2.2 Quanto ao objeto ou meios

Sabemos de acordo com Gil (2008) que a pesquisa pode ser classificada em dois tipos, quanto aos objetivos e aos procedimentos técnicos. Quanto a esta são as bibliográficas, documentais, experimentais, levantamentos, estudo de campo, estudo de caso, pesquisa-ação.

Como diz Yin (2005) o estudo de caso permite ao estudioso pesquisar algum tema já estudado. Mas, sempre carregará aspectos ímpares que o diferenciara de outros, permitindo soluções e aspectos diferenciados do objeto estudado.

A pesquisa bibliográfica propicia bases teóricas ao pesquisador para auxiliar no exercício reflexivo e crítico sobre o tema em estudo. A princípio, toda pesquisa tem um teor bibliográfico em algum momento de sua concepção, mas existem trabalhos em que os dados provêm apenas ou prioritariamente das referências teóricas. (Nascimento, 2016, p. 6).

Diante do exposto, foi realizado uma pesquisa bibliográfica junto com um estudo de caso e de campo com observação in loco. A pesquisa é caracterizada como bibliográfica por ser fundamentada em livros e artigos científicos, e estudo de caso por ter observação prévia do local de estudo e o mapeamento da atividade citada se dar in loco, constituindo assim, uma pesquisa participante.

4.2.3 Quanto ao tratamento dos dados

Segundo Pitanga (2020, p. 193) as pesquisas são caracterizadas pelo tipo de dados coletados e pela análise feita desses dados, ficando dessa forma divididas em quantitativa quando elas preveem a mensuração de variáveis preestabelecidas e, qualitativas que são fundamentadas em dados coligidos nas interações interpessoais.

De uma forma geral, estudos de campo quantitativos são guiados por um tipo de pesquisa onde o pesquisador parte de quadros conceituais de referência tão bem estruturados quanto possível, diante disto, formula hipóteses sobre os

fenômenos e situações que quer estudar. (DALFOVO; LANA; SILVEIRA; 2008 p. 7).

Como expõe Dalfovo; Lana e Silveira (2008, p. 9) sobre a abordagem qualitativa:

Os estudos de campo qualitativos não tem um significado preciso em quaisquer das áreas onde sejam utilizados. Para alguns, todos os estudos de campo são necessariamente qualitativos e, mais ainda, como já comentado, identificam-se com a observação participante.

Para o estudo realizado na empresa em questão a abordagem utilizada foi qualitativa, pois, os dados obtidos são analisados indutivamente e se faz necessário a interpretação dos dados adquiridos.

4.3 Instrumentos de Pesquisa

De acordo com Oliveira *et al.* (2016, p.2) a coleta de dados para o estudo pode ser considerada uma das tarefas mais importantes na realização de uma pesquisa, pois é durante a coleta de dados que o pesquisador obtém as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

Quando a pesquisa é optada pela observação de campo, tem-se a oportunidade de vivenciar os fatos pesquisados. Dessa forma é possível entender melhor a origem dos fatos, porque, além de coletá-los, presencia, assiste, convive com o objeto a ser estudado, possibilitando uma veracidade maior dos fatos pesquisados. (Lakatos, 2003, p.186).

Dessa forma podemos concluir que, o método utilizado na elaboração deste trabalho foi a observação participante, pois o autor se faz presente no objeto da pesquisa, onde observou-se a necessidade de melhoria no processo de gerenciamento da integridade de poços.

4.4 Unidade, Universo e Amostra da Pesquisa

Unidade amostral de uma população, pode ser uma unidade de observação ou um agregado de unidades de observação. (Zabala, 2021).

O universo diz respeito a um conjunto de elementos onde, cada um deles, apresenta uma ou mais características em comum. Quando se extrai uma parte de observações deste universo, ou seja, obtém-se parte desta para a realização do estudo, tem-se a chamada amostra. Com isto, a partir de uma amostra, é possível fazer inferências para o universo. (Santos, 2018).

A unidade de pesquisa foi a empresa Carmo Energy S.A, com sede localizada no município de Carmópolis/SE, é uma empresa do ramo petrolífero e tem como principal atividade à extração de petróleo e gás natural. O quadro de colaboradores da empresa é de aproximadamente 500 funcionários o que se caracteriza como o universo da pesquisa. A amostra da pesquisa refere-se ao setor Regulatório da empresa composto com 12 pessoas.

4.5 Definição das Variáveis e Indicadores da Pesquisa

Baseado nos objetivos específicos do estudo as variáveis e indicadores da pesquisa propostas para resolução da problemática do trabalho estão presentes na tabela abaixo. (Quadro 2).

Quadro 2 - Variáveis e indicadores de pesquisa

Variáveis	Indicadores
Mapeamento do processo de inspeção, verificação e monitoramento da integridade dos poços como preconiza o SGIP.	Fluxograma <i>Checklist</i>
Estabelecimento de requisitos para	Diagrama de <i>Ishikawa</i>

identificação, análise, e avaliação dos riscos relacionados a integridade de poços.	
Elaboração de um Plano de Ação com propostas de melhorias para o processo de integridade de poço, atendendo a prática de gestão nº 13.	5W2H

Fonte: Autor (2024)

4.6 Plano de Registro e Análise dos Dados

A obtenção das informações do presente estudo foi realizada através de observação direta do processo da empresa. A partir das observações foram obtidos dados tabulados no *Microsoft Excel*, que depois foram transformados em dashboards no software *Microsoft Power BI*. Também foi utilizado a ferramenta *Bizagi Modeler*, neste, foi elaborado o fluxograma e o diagrama de *Ishikawa*, para o mapeamento das informações e resolução dos problemas referente a integridade de poços. Para coleta das informações de campo e preenchimento do checklist foi utilizado a ferramenta *Survey123* um dos módulos do software *ArcGis Online*.

Por fim, a análise dos resultados apresenta-se com embasamentos técnicos e teóricos que auxiliarão no tratamento da falha do conjunto solidário de barreiras.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção apresentam-se análises dos resultados obtidos na pesquisa realizada na empresa Carmo Energy S.A com o objetivo de resolução da problemática em questão.

5.1 Mapear o processo de inspeção, verificação e monitoramento da integridade dos poços como preconiza o SGIP

Por possuir apenas dois anos e meio no ramo petrolífero observou-se a necessidade da criação de um fluxograma para ajudar no gerenciamento das etapas de aprovação do poço decorrente de um dos itens obrigatórios da prática de gestão Nº 13 “Estabelecer, documentar e implementar critérios de aceitação, planos e procedimentos de inspeção, verificação, manutenção e monitoramento da integridade dos poços em aderência com às melhores práticas da indústria.” Diante do exposto surgiu a necessidade de elaborar um fluxograma afim de mapear o processo de inspeção, verificação e monitoramento de um poço em questão.

5.1.1 Fluxograma do Processo

Conceituando podemos afirmar que o fluxograma é uma representação gráfica que apresenta a sequência de um trabalho de forma profunda, caracterizando as operações, os responsáveis e/ ou unidades organizacionais envolvidas no processo, utilizando alguns símbolos padronizados e textos devidamente arrumados. (Furtado; Campos; Almeida; Cavalcanti, 2022).

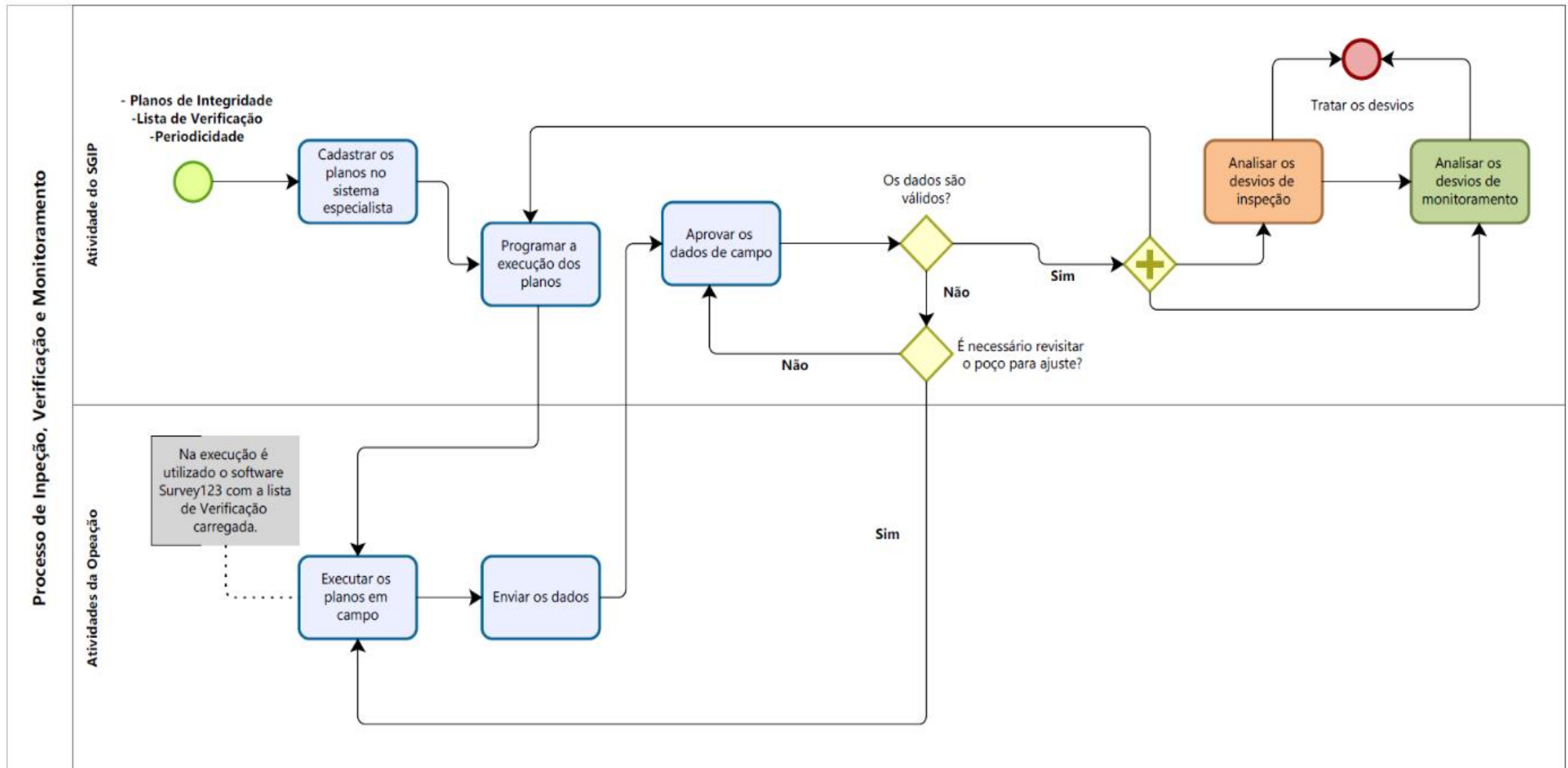
O plano de inspeção, verificação e monitoramento é o conjunto de ações que visam assegurar a conformidade de um poço às exigências regulamentares e



Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe
Curso Engenharia de Produção

específicas para sua operação no caso deste trabalho atendendo a Resolução 46/2016 da ANP o SGIP. Garantindo dessa forma que PGI seja aplicado. (Figura 6).

Figura 6 - Processo de Inspeção, Verificação e Monitoramento



O processo inicia-se cadastrando os planos no sistema responsável, que no caso da empresa Carmo Energy é o software SAP. Após cadastrados devem ser seguidos os prazos estabelecidos, prazos estes baseados em risco.

Logo depois de programados os planos são executados em campo pela equipe de operações. Os planos cadastrados para cada poço deverão ser implantados de modo que as rotinas de inspeção e monitoramento sejam executadas com uso das mesmas Listas de Verificação independente do ciclo de vida do poço "operando ou abandonado temporariamente". (Figura 7).

Figura 7 - Exemplo de Preenchimento do *Checklist* em campo



Fonte: Autor (2024)

5.1.2 Checklist

Para a execução das inspeções em campo foi criado um checklist com 36 perguntas dividida em itens, entre elas perguntas de inspeção onde consiste na observação externa das condições de conservação do poço e da locação, perguntas de monitoramento dos poços que consiste na aquisição e avaliação periódica de parâmetros operacionais e dos valores medidos, e perguntas de verificação que consiste na abertura e fechamento das válvulas para verificar se estão integras e funcionais. (Quadro 3).

Quadro 3 - Checklist de Verificação

ITEM	DESCRIÇÃO
INSP-0001	Placa da locação no padrão?
INSP-0002	Placa do poço no padrão?
INSP-0003	Placa Complementar está instalada?
INSP-0004	Locação do poço acessível por veículo?
INSP-0005	Portão com cadeado ou tranca?
INSP-0006	Locação devidamente cercada?
INSP-0007	Locação limpa e vegetação roçada?
INSP-0008	Poço devidamente cercado?
INSP-0009	UB devidamente cercada?
INSP-0010	Poço sem vazamento?
INSP-0011	Poço em bom estado de conservação?
INSP-0012	Equipamentos superfície sem vazamento?
INSP-0013	Válvulas com Plug ou Protetor de Rosca?
INSP-0014	O Adaptador e CAP de pistoneio adequado?
INSP-0015	A haste polida está adequada?
INSP-0016	Parafuso(s) adequado(s)?
INSP-0017	Ausência de vazamentos entre Rev. e Cab?
MONIT-0001	Anular 'A' é monitorável?
MONIT-0002	Anular 'B' é monitorável?
MONIT-0003	Pressão da coluna é monitorável?
MONIT-0004	Mediu Temperatura do poço?
OUTROS-0001	O stuffing-box e gaxetas estão adequados?
OUTROS-0002	Poço tem dispositivo API?
OUTROS-0003	Antepoço possui base de contenção?
OUTROS-0004	Antepoço possui grade de proteção?
OUTROS-0005	Antepoço sem anormalidade?
OUTROS-0006	Talude e encosta adequados?

OUTROS-0007	Nenhuma anormalidade extra identificada?
VERIFIC-0001	Válvula de pistoneio está adequada?
VERIFIC-0002	Válvula de Produção está adequada?
VERIFIC-0003	Válvula kero test está adequada?
VERIFIC-0004	Válvula Mestra (M1-INJ) está adequada?
VERIFIC-0005	Válvula Mestra (M2) está adequada?
VERIFIC-0006	Válvula do ANULAR A (VA1) adequada?
VERIFIC-0007	Válvula do ANULAR A (VA2) adequada?
VERIFIC-0008	COI. COP. PCK e Acessórios adequada?

Fonte: Autor (2024)

Para realização destes processos foi necessario responder todas essas perguntas na plataforma Survey123 uma das ferramentas do *software ArcGis Online*. (Figura 8).

Figura 8 - Exemplo de *Checklist* no Survey123

The figure shows three sequential screenshots of the Survey123 mobile application interface. Each screen displays a question from a checklist for well location verification. The questions are:

- 1- (INSP-0001) Placa de identificação da locação no padrão? *** (Sim, Não, N/A)
- 18- (MONIT-0001) Anular 'A' é monitorável? *** (Sim, Não, N/A)
- 23- (VERIFIC-0002) Válvula de Produção está adequada? *** (Sim, Não, N/A)
- 2- (INSP-0002) Placa de identificação do poço no padrão? *** (Sim, Não, N/A)
- 19- (MONIT-0002) Anular 'B' é monitorável? *** (Sim, Não, N/A)
- 24- (VERIFIC-0003) Válvula kero test está adequada? *** (Sim, Não, N/A)

Each question is followed by a photo upload section labeled "Foto:" with a camera icon and a folder icon. The interface is in Portuguese and includes a blue header bar with a close button, a title, and a menu icon. A blue bar at the bottom of each screen contains a white checkmark icon.

Fonte: Autor (2024)

Ao preencher em campo, as informações foram passadas por um processo de aprovação para que os dados sejam preenchidos de maneira conclusiva. O objetivo foi atestar a qualidade dos dados coletados. O aprovador editou os dados quando julgou necessário para que eles estejam condizentes com a realidade em campo e até

deliberar o retorno ao local de monitoramento, como foi necessário realizou-se alguns ajustes. A partir da conclusão do *checklist*, obtemos os dados necessários para avaliação da integridade de poços.

5.2 Estabelecer requisitos para identificação, análise, e avaliação dos riscos relacionados a integridade de poços

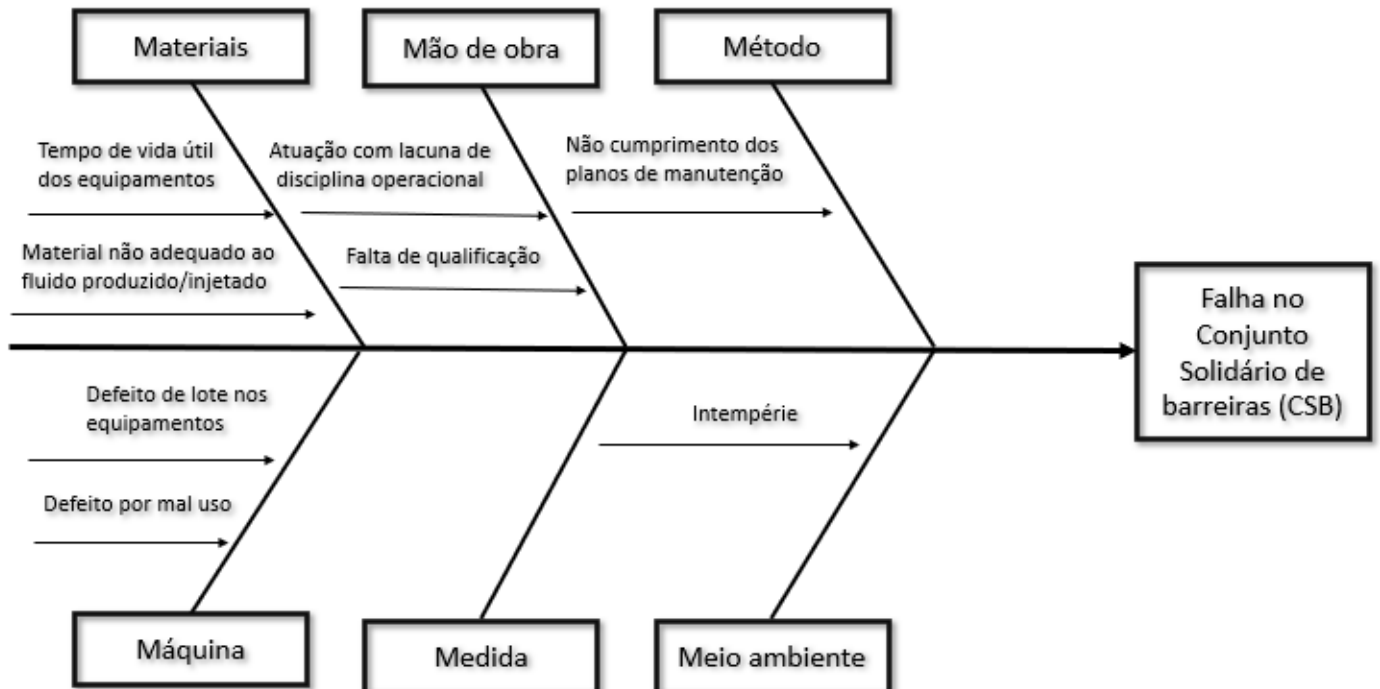
Após a elaboração do fluxograma do processo de inspeção, verificação e monitoramento, para melhor identificar as possíveis causas referente ao Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços foi utilizado o diagrama de *Ishikawa*, onde foi possível observar a falha do Conjunto Solidário de Barreiras (CSB) do poço.

5.2.1 Diagrama de Ishikawa

De acordo com a pesquisa de Silva (2023) sobre Prática de gestão da integridade de poços o risco da perda de integridade está associado as características tanto do poço quanto da confiabilidade dos CSBs, com isso verificou-se que as maiores problemáticas decorrente da má gestão de integridade do poço é a ausência de um sistema que gerencia as barreiras, ou seja, assegurar que os poços sejam devidamente projetados, construídos, operados e preservados por um período definido após o qual o poço será seguramente abandonado.

No diagrama de *Ishikawa* abaixo pode-se observar de maneira clara o problema maior que é a falha no Conjunto solidário de barreiras decorrente da má gestão de integridade do poço. (Figura 9).

Figura 9 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autor (2024)

No que se refere a materiais foi identificado que o principal motivo da falha é o tempo de vida útil do equipamento, equipamentos que chegam a passar anos instalado no poço de petróleo e só é substituído após sua falha. Em caso de instalações onde não ocorrem os devidos testes, ou seja, a instalação inadequada pode ocasionar a falha de CSB.

Como podemos observar no fluxograma (Figura 10), é necessário cadastrar os planos de manutenção e depois executá-los, mas, em método podemos concluir que o não cumprimento desses planos no prazo correto pode sim ocasionar em um problema maior, visto que, não é observado a falha com antecedência, fazendo que o equipamento permaneça em falha.

Em mão de obra a disciplina operacional pode ocasionar falha, pois os procedimentos e os devidos treinamentos existem, mas, cabe a cada trabalhador seguir os procedimentos e evitar instalação inadequada ou qualquer outro procedimento diferente do contido nos padrões que acarrete a falha de CSB.

Em meio ambiente podemos citar a intempérie, o equipamento ao ficar em exposição a condições climáticas e muito rente ao solo gera degradação podendo

ocasionar a falha.

Na aquisição destes equipamentos pode haver defeitos de fabricação que não podem ser notados antes de sua instalação, determinados lotes, ocasionando as falhas de CSB. Como também, se faz necessário o bom treinamento do pessoal responsável por manter e manusear determinados equipamentos, pois a má utilização agravará na falha deles.

5.3 Propor melhorias para o processo de integridade de poço, atendendo a prática de gestão nº 13.

Para poder minimizar os possíveis riscos relacionado a integridade de poços, riscos estes que podem ocasionar problemas à saúde humana e ao meio ambiente, foi implementado com a ajuda da ferramenta 5W2H um plano de ação, a fim de tratar as possíveis causas determinadas em nosso diagrama de *Ishikawa*. (Quadro 4).

Quadro 4 - Plano de ação proposto 5W2H

Nº	O que	Quem	Onde	Quando	Por que	Como	Quanto Custa
1	Executar os planos de inspeção, verificação e monitoramento nos prazos estabelecidos	Toda equipe de Operações	Gerencia de Operações	De acordo com a periodicidade de cada plano (3, 6, 12, 18 ou 24 meses)	Identificar de forma eficiente a possível falha	Verificando periodicamente no sistema as datas dos planos para programá-los dentro do prazo	Valor do contrato (Aprox. R\$ 170 mil)
2	Adequar material ao fluido produzido/injetado	Toda equipe de Operações	Gerencia de Operações	Aos poços novos adequar na fase de construção (ser previsto em projeto). Aos poços já existentes na próxima intervenção (A cada 6 meses)	O desgaste do material ou elemento considerado como barreira (CSB) será menor	Verificando antes da instalação o projeto do poço e qual será seu tipo/finalidade, para que se instale material adequado	Valor do contrato (Aprox. R\$ 1 milhão)
3	Realizar reciclagem com toda força de trabalho responsável por manter e manusear os CSBs	Toda força de trabalho definida	Todas as gerencias responsáveis	Até julho/2024	Padronizar as tarefas, evitar os defeitos por mal uso, e evitar lacunas de disciplina operacional	Realizando treinamentos nos padrões da empresa	-
4	Criar método para ajudar no processo de Aprovação das informações de campo	Autor da pesquisa	Gerencia responsável pelo SGIP	Até março2024	Aprovar as informações do campo baseado em risco, identificando e mitigando melhor a falha	Através de Dashboards	-

Mediante o uso das ferramentas da qualidade, pode-se propor e apresentar aos gestores estratégias de melhorias (Quadro 4) viáveis de serem executadas e que foram acatadas pela empresa trazendo impactos positivos a mesma.

Dentre elas a execução dos planos de inspeção, verificação e monitoramento em seus prazos conforme sua periodicidade que pode variar entre 3, 6, 12, 18 e 24 meses, para isso foi criado um dashboard que através dele é possível observar os poços que estão com planos de inspeção atrasados e dessa forma definir prioridade, como também, observar os planos que faltam menos de um mês para vencimento, conseguindo assim um bom planejamento e gerenciamento desses planos. (Figura 10).

Figura 10 - Acompanhamento de Planos de inspeção



Fonte: Autor (2024)

Além da execução correta dos planos foi realizado também a reciclagem com a equipe executante das inspeções em campo, para que dessa forma otimize tempo, e torne padrão as repostas dadas por cada equipe disponível, com isso extinguindo as falhas nas repostas do *checklist* e as lacunas de disciplina operacionais. (Figura 11).

Figura 11 - Reciclagem com equipe de campo



Fonte: Autor (2024)

Outra ação acatada como melhoria apresentada no Plano de Ação foi a criação de um método para ajudar no processo de aprovação das informações de campo sendo essa uma das análises mais importantes na identificação da Falha do CSB. Com isso, os dados vindos de campo apresentaram dificuldade para aprovação pois, após a realização da inspeção em campo, os resultados são gerados em planilhas no Excel de forma automática. (Figura 12).

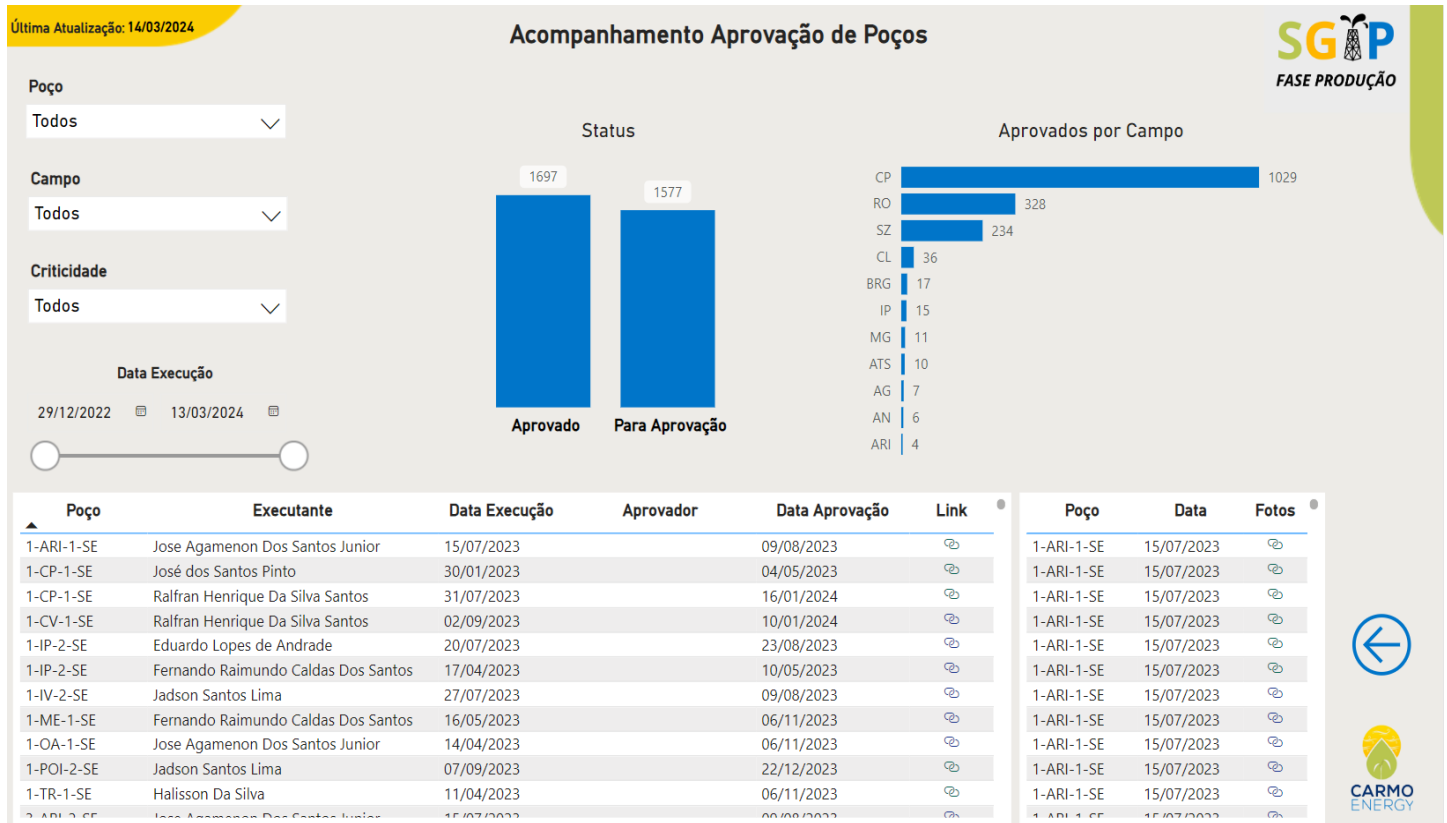
Figura 12 - Exemplo dos dados vindo do campo

Data e hora	Data	Format	Qual model	Bloco:	Município:	Tipo de instalação:	Identificação:	Imóvel:
Data	Data	Format	Preenche	Bloco	Município	Tipo_instalacao	Identificacao	Imovel
1,68002E+12	28/03/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Poços	8_CP_1494D_SE	Fazenda_Cambui
1,68011E+12	29/03/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Poços	8_CP_0336_SE	Fazenda_Oiteirinhos
1,68011E+12	29/03/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Poços	7_CP_1124_SE	Fazenda_Agropecuaria_Oiteirinhos
1,68018E+12	30/03/2023		Executante	Carmópolis	Japaratuba	Poços	9_CP_1249_SE	Fazenda_Sao_Jose_Do_Jardim
1,68018E+12	30/03/2023		Executante	Carmópolis	Japaratuba	Poços	7_CP_0117_SE	Fazenda_Oiteirinhos
1,6802E+12	30/03/2023		Executante	Carmópolis	Japaratuba	Poços	7_CP_0097_SE	Fazenda_Oiteirinhos
1,68019E+12	30/03/2023		Executante	Carmópolis	Japaratuba	Poços	8_CP_0824_SE	Fazenda_Oiteirinhos
1,6802E+12	30/03/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Poços	8_CP_0360_SE	Fazenda_Oiteirinhos
1,68029E+12	31/03/2023		Executante	Carmópolis	Japaratuba	Poços	8_CP_0965_SE	Fazenda_Oiteirinhos
1,68027E+12	31/03/2023		Executante	Carmópolis	Japaratuba	Poços	7_CP_0177_SE	Fazenda_Canabrava_I
1,68019E+12	30/03/2023		Executante	Carmópolis	Japaratuba	Poços	7_CP_1361D_SE	Fazenda_Sao_Jose_Do_Jardim
1,68054E+12	03/04/2023		Executante	Castanhal	Siriri	Poços	7_CL_0075D_SE	Fazenda_Varzinha
1,68018E+12	30/03/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Poços	7_CP_0052_SE	Fazenda_Agropecuaria_Oiteirinhos
1,68054E+12	03/04/2023		Executante	Siririzinho	Siriri	Poços	8_SZ_0461D_SE	Fazenda_Manicoba
1,68063E+12	04/04/2023		Executante	Siririzinho	Divina Pastora	Poços	8_SZ_0413_SE	Fazenda_Sao_Jose
1,6807E+12	05/04/2023		Executante	Siririzinho	Rosário do Catete	Poços	8_SZ_0416_SE	Fazenda_Sao_Jose
1,68184E+12	18/04/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Estação Coletora	Oiteirinhos_II	Fazenda_Oiteirinhos
1,68192E+12	19/04/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Poços	8_CP_1616D_SE	Fazenda_Agropecuaria_Oiteirinhos
1,68199E+12	20/04/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Poços	7_CP_0410_SE	Fazenda_Agropecuaria_Oiteirinhos
1,68199E+12	20/04/2023		Executante	Carmópolis	Carmópolis	Poços	8_CP_0858_SE	Fazenda_Santa_Barbara_De_Cima

Fonte: Autor (2024)

Para melhor visualização foi criado através do *software Power BI*, outro dashboard para tratar os dados vindo do campo e apresentar de forma eficiente e agrupada essas informações, melhorando assim a análise e auxiliando na identificação de quais poços estão aptos para aprovação e quais já foram aprovados, mostrando também a data de execução da inspeção em campo, além do executante da inspeção a data em que o dado foi aprovado e evidenciando assim sua criticidade aprovando dessa forma as informações do campo baseado em risco. (Figura 13).

Figura 13 - Dashboard dos dados vindo de campo



Fonte: Autor (2024)

A proposta apresentada para adequação do fluido produzido ou injetado pelo poço seja adequado ao componente que é instalado está sendo revisada, pois, é a de maior complexidade e necessita da avaliação de outros setores como o departamento de laboratório da empresa em questão, neste serão feitas análises futuras e aquisições de materiais específicos para que dessa forma se retarde ou extinga a falha de CSB.

Diante do exposto, verificou-se que a presente pesquisa mediante a elaboração do Plano de Ação e execução do mesmo, realizado através do diagnóstico organizacional do setor Regulatório da empresa Carmo Energy com a utilização de Ferramentas da Qualidade, trouxeram impactos positivos a empresa, pois, conseguiu tratar os dados vindo do campo, dessa forma foi possível distinguir os poços aptos para aprovação, como também, realizar filtros de acordo com a necessidade do aprovador ou de quem está buscando informações. Foi visto também como melhoria a execução correta dos planos de inspeção dentro dos prazos, sendo assim, houve



Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe
Curso Engenharia de Produção

maior tratativa quando se há falha e posteriormente uma maior conservação dos elementos de CSBs de forma a evitar a falha de forma precoce.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de forma eficaz e a verificação da integridade de poços em campos maduros são de suma importância devido à crescente fragilidade de seus elementos a falhas. Para garantir a segurança operacional, é fundamental aplicar as melhores práticas da indústria para detectar ativamente quaisquer falhas, mapeá-las e mitigá-las.

Esta pesquisa teve como objetivo, propor melhorias para o SGIP da empresa Carmo Energy S.A, de forma a entender como funciona o processo de inspeção, verificação e monitoramento e pontuar as causas de alguns desvios, mostrando alguns pontos que podem ser melhorados neste processo.

Foi mapeado o processo em questão através do fluxograma e mostrado por meio do diagrama de *Ishikawa* as causas que podem levar ao risco mais grave proveniente desta demanda que é a falha de CSB, podendo causar danos à vida humana ou ao meio ambiente.

O objetivo específico mencionado primeiramente pôde ser resolvido através do *checklist* preenchido em campo, nele contém as informações do que é necessário para atender a prática de gestão nº 13 do SGIP. Foram criadas trinta e seis perguntas que abrangem os itens de inspeção da locação e do poço, verificação das válvulas e monitoramento das variáveis.

O que foi posto no plano de ação como o acompanhamento dos planos de manutenção também foi resolvido através da criação de dashboard para melhor visualização por toda equipe envolvida, funcionando como um alarme para quando algum poço estiver próximo do vencimento.

A ação tomada na criação do plano de ação que se refere a questão do fluido adequado ao material em que ele está operando não foi aplicado até o término deste trabalho, mas, está em processo de verificação para a possível implementação desta ação.

Diante do exposto pode-se concluir que a pesquisa atingiu com êxito o seu propósito, pois, foi possível ajudar no desenvolvimento de implantação dessa fase do SGIP na empresa Carmo Energy, mapeando, identificando e contribuindo através do plano de ação a correta execução dos planos dentro do prazo evitando atrasos, a



Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe
Curso Engenharia de Produção

criação do *checklist* e o treinamento afim padronizar as informações vinda de campo além de contribuir para a aprovação desses dados através do dashboard de acompanhamento.

Apesar de não termos muitos exemplos atualmente com relação ao emprego desse projeto, Inteligência Artificial (IA) tem a agregar à indústria, os painéis desenvolvidos neste trabalho demonstram o quanto é possível ser feito. A tendência é que o uso de IA se torne cada vez mais comum.

REFERÊNCIAS

ABDALA, Felipe Krugmann. **Risco e Gestão de Riscos na Engenharia de Produção: uma Proposta para o Curso de Engenharia de Produção Mecânica da EESC-USP**. 2012. Disponível em:

<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-07012013-100025/publico/Abdala_Felipe_Krugmann.pdf>. Acesso em: 04 maio 2023.

ALMEIDA, N. G. N. DE. **A importância da metodologia científica através do projeto de pesquisa para a construção da monografia**. Folha de Rosto, v. 2, n. 1, p. 57-66, 30 jun. 2016.

ANP, Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis. **RESOLUÇÃO ANP Nº 46, DE 1º11.2016**, DOU 3.11.2016- RETIFICADO DOU 7 DE NOVEMBRO DE 2016. Sistema de Legislação, 2016. Disponível em:

<<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-46-2016?origin=instituicao&q=46/2016>>. Acesso em: 05 maio 2023.

DANIEL, Érika Albina; MURBACK, Fábio Guilherme Ronzelli. **Levantamento Bibliográfico do Uso das Ferramentas da Qualidade**. Revista do curso de administração / PUC minas campus poço de Caldas, 2014. Disponível em:

<https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo16_2014.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

EDUARDA ROCHA FURTADO, Maria; APARECIDA DE OLIVEIRA CAMPOS, Aline; PODALIRIO BORGES DE ALMEIDA, Carlos; COUTINHO CAVALCANTI, Aline. **FLUXOGRAMA DE PROCESSOS COMO FERRAMENTA TECNOLÓGICA PARA A IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA FARMÁCIA VIVA. RECISATEC - REVISTA CIENTÍFICA SAÚDE E TECNOLOGIA** - ISSN 2763-8405, [S. l.], v. 2, n. 1, p. e2184, 2022. DOI: 10.53612/recisatec.v2i1.84. Disponível em: <https://recisatec.com.br/index.php/recisatec/article/view/84>. Acesso em: 1 maio. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JUNIOR, C. C. M. F. **Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde**. São Paulo: INGEPRO, 2010. Disponível em:

<https://www.academia.edu/download/38040857/Diagrama_de_Ishikawa_-_PDCA.pdf>. 22 mar. 2024

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados**. In: **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados**. 2012. p. 277-277. MANQUE, T.; Épreuve, P. Well integrity - Part 2: **Well integrity for the operational phase**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://wellintegrity.net/Documents/ISO%20TS%2016530-2%20Well_Integrity.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico**. Revista interdisciplinar científica aplicada, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2008. Disponível em: <<https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/rica/article/view/17591>>. Acesso em: 21 mar. 2024.

MOREIRA, Luana Maciel; LOOS, Mauricio Johnny. **Análise de rupturas de abastecimento de produtos em uma padaria por meio do Diagrama de Ishikawa**. Análise, v. 39, n. 03, 2018. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a18v39n03/a18v39n03p09.pdf>>.

NORSOK. **NORSOK D-010: Well Integrity in Drilling and Well Operations**. Noruega, 2013.

OLIVEIRA, José Clovis Pereira de et al. **O questionário, o formulário e a entrevista como instrumentos de coleta de dados: vantagens e desvantagens do seu uso na pesquisa de campo em ciências humanas**. In: III Congresso Nacional de Educação. 2016. p. 1-13.

PAULO, F. Classificação da Pesquisa. **Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos Holanda**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.franciscopaulo.com.br/arquivos/Classificando%20a%20Pesquisa.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2023.

PITANGA, Ângelo Francklin. **Pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa: refletindo sobre as decisões na seleção de determinada abordagem**. Revista Pesquisa Qualitativa, [S. l.], v. 8, n. 17, p. 184–201, 2020. DOI: 10.33361/RPQ.2020.v.8.n.17.299. Disponível em: <<https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/299>>. Acesso em: 21 mar. 2024.

REIS, Valéria Maria; DAVID, Helena Maria Scherlowski Leal. **O Fluxograma Analisador nos Estudos sobre o Processo de Trabalho em Saúde: uma Revisão Crítica**. Revista de APS, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/aps/article/view/14347>>. Acesso em: 26 maio 2023.

SANTOS, Luiz Carlos. **Pesquisa Científica: universo/população, amostra e critério amostral**. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/pesquisa-cient%C3%ADfica-universopopula%C3%A7%C3%A3o-amostra-e-dos-santos-1f>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

SILVA, Adelaide Silmara da et al. **Prática de gestão da integridade de poços na indústria de óleo e gás**. 2023. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/11896>>. Acesso em: 29 abr. 2024.

SILVA, Madson Rodrigo da. **Implementação do projeto de elaboração de well handover dos poços do polo riacho da forquilha**. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/dcd7f813-132e-4e63-8cd6-2d3978d03fd7/content>>. Acesso em: 01 mai. 2024.



Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe
Curso Engenharia de Produção

SULTAN, Ahmed A. **Well Integrity Management Systems; Achievements versus Expectations**. Em: **IPTC International Petroleum Technology Conference**, Doha, Qatar, 2009.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZABALA, F. J. **4.1 Definições básicas | Estatística Básica**. [s.l: s.n.]. 2020.
Disponível em: < <https://filipezabala.com/materiais/ecnrs.pdf> > Acesso em: 01 fev. 2024