



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
Programa de Pós-Graduação Stricto Senso
em Gestão e Tecnologia Industrial

RAIANA PEREIRA MANÇÚ

DESEMPENHO DE INSPEÇÕES EM POÇOS PRODUTORES
DE PETRÓLEO - COMPARAÇÃO ENTRE COLETAS MANUAL
E DIGITAL DE DADOS

SALVADOR
2018

RAIANA PEREIRA MANÇÚ

DESEMPENHO DE INSPEÇÕES EM POÇOS PRODUTORES
DE PETRÓLEO - COMPARAÇÃO ENTRE COLETAS MANUAL
E DIGITAL DE DADOS

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu do
Centro Universitário SENAI CIMATEC como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos

SALVADOR
2018

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Centro Universitário SENAI CIMATEC

M268d Mançú, Raiana Pereira

Desempenho de inspeções em poços produtores de petróleo – Comparação entre coletas manual e digital de dados / Raiana Pereira Mançú. – Salvador, 2018.

112 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos.

Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial - GETEC) – Programa de Pós-Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2018. Inclui referências.

1. Poços produtores de petróleo. 2. Inspeção de rotina operacional. 3. Sistema de informação. 4. Tecnologia RFID. I. Centro Universitário SENAI CIMATEC. II. Passos, Francisco Uchoa. III. Título.

CDD: 658.514

RAIANA PEREIRA MANÇÚ

DESEMPENHO DE INSPEÇÕES EM POÇOS PRODUTORES DE
PETRÓLEO - COMPARAÇÃO ENTRE COLETAS MANUAL E DIGITAL
DE DADOS.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre
em Gestão e Tecnologia Industrial, Centro Universitário SENAI CIMATEC.

Aprovada em 08 de maio de 2018.

Banca Examinadora

Orientador Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos _____
Doutor em Administração pela Universidade São Paulo, USP, Brasil
U SP

Prof. Dr^a. Valéria Loureiro da Silva _____
Doutor em Física pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil
UNICAMP

Prof. Dr. Luiz Eduardo Marques Bastos _____
Doutor em Desenvolvimento Regional e Urbano pela Universidade Salvador,
UNIFACS, Brasil
UNIFACS

*Dedico esse trabalho à minha
mãe, Aurelina Bispo Pereira,
essa mulher amiga, guerreira,
carinhosa, que me ensinou a ser
perseverante e que eu amo
muito!*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida, saúde, liberdade e por ter me concedido mais esta bênção!

À minha mãe Aurelina Bispo Pereira pelos carinhos, amor, educação, orientações de vida, apoio e forças nas horas difíceis.

À meu pai Raymundo Jorge de Sousa Mançú pela educação, paciência, ensinamentos, orientações, apoio e forças nas horas difíceis.

À Sr^a. Ana Lúcia e Sr. Ósimo, meus padrinhos queridos, companheiros fiéis, acolhedores e amigos.

Ao Professor Dr. Francisco Uchoa Passos, pela atenção, orientações, paciência, dedicação e por todo o aprendizado nesta convivência.

Ao coordenador do mestrado, professores e funcionários da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC.

Raiana Pereira Mançú

Salvador, Brasil
08 de maio de 2018.

RESUMO

Os processos produtivos de um campo de petróleo são parcialmente automatizados e espalhados geograficamente, estando expostos a intempéries e risco de vazamento, sendo necessário realizar inspeções de forma sistemática na locação e nas instalações dos poços, para garantir a eficiência operacional, a integridade das instalações e minimizar os riscos de impacto ambiental. Nesse sentido, o presente trabalho tem como **objetivo** comparar os desempenhos das inspeções de rotina operacional em poços produtores de petróleo, realizadas respectivamente, com coletas manual e digital de dados e identificar as dificuldades de implantação da tecnologia RFID. A **metodologia** utilizada foi uma pesquisa exploratória, descritiva e quali-quantitativa, por meio de um levantamento ou *survey* em campos produtores de petróleo do estado da Bahia. Como **resultados** foram observados que os registros de dados coletados de forma manual, em boletim ou lista de verificação em cópia física, apresentam lacunas para a gestão e atendimento aos fatores de desempenho de rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados, geração de relatórios e gráficos. Por outro lado, os dados coletados de forma digital com o leitor componente da tecnologia RFID, garantem um melhor desempenho nos referidos fatores. Quanto às dificuldades da tecnologia RFID prevaleceu a falha de leitura do TAG através do PDA, falta de interface/drive de comunicação com os sistemas do SAP/ERP e resistência dos colaboradores para as novas tecnologias. **Conclui-se** que a coleta digital de dados é o grande diferencial para a integralidade das inspeções e dos dados coletados, pois com o banco de dados e os demais componentes da tecnologia RFID estes garantem a rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e a geração de relatórios. Para eliminar as dificuldades de implantação da tecnologia RFID torna-se necessário reposicionar o TAG do poço, melhorar a especificação do PDA, realização integração com o SAP/ERP, melhorar a comunicação, treinamento e envolver os colaboradores no projeto piloto. A partir da conclusão recomenda-se a ampliação do projeto piloto da tecnologia RFID, para o acompanhamento, monitoramento e operação dos demais poços produtores de petróleo e gás da Bahia. Sugere-se que enquanto não se amplia o projeto piloto da tecnologia RFID, é possível melhorar os desempenhos das inspeções nos quatro fatores de desempenho estudados, através de uma revisão do padrão de inspeção de rotina operacional e a reestruturação dos instrumentos de coleta manual de dados.

Palavras-chave: Inspeção de rotina operacional. Poços produtores de petróleo. Sistema de Informação. Tecnologia RFID.

ABSTRACT

The production processes of an oil field are partially automated and geographically dispersed, exposed to inclement weather and risk of leakage, and systematic inspections are required at the location and well site to ensure operational efficiency, integrity of facilities and minimize the risks of environmental impact. In this sense, the **objective** of this work is to compare the performances of routine operational inspections in oil producing wells, respectively, with manual and digital data collection and to identify the difficulties of RFID technology implementation. The **methodology** used was an exploratory, descriptive and quali-quantitative research, through a survey or survey in oil producing fields of the state of Bahia. As **results**, it was observed that the records of data collected manually, in bulletin or checklist in physical copy, present gaps for the management and attendance to the factors of performance of traceability, reliability, data storage, generation of reports and graphs. On the other hand, the data collected in a digital form with the component reader of the RFID technology, guarantee a better performance in said factors. Regarding the difficulties of RFID technology, the failure to read the TAG through the PDA, lack of communication interface / drive with the SAP / ERP systems and the resistance of the employees to the new technologies prevailed. It is **concluded** that the digital data collection is the great differential for the completeness of the inspections and of the collected data, because with the database and the other components of the RFID technology they guarantee the traceability, reliability, data storage and the generation of reports. To eliminate the difficulties of implementing RFID technology, it is necessary to reposition the TAG of the well, improve the specification of the PDA, perform integration with the SAP / ERP, improve communication, training and involve the employees in the pilot project. From the conclusion, it is recommended to expand the RFID technology pilot project for the monitoring, monitoring and operation of the other oil and gas producing wells in Bahia. It is suggested that as long as the RFID pilot project is not extended, it is possible to improve the performance of the inspections on the four performance factors studied, through a review of the operational routine inspection standard and the restructuring of the manual data collection instruments.

Keywords: Operational routine inspection. Oil well. Information system. RFID technology.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | 11 |
| LISTA DE FIGURAS | 13 |
| LISTA DE QUADROS | 14 |
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA..... | 17 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 18 |
| 1.3 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA..... | 18 |
| 1.4 PREMISSA..... | 20 |
| 1.5 MOTIVAÇÃO..... | 20 |
| 1.6 LIMITES E LIMITAÇÕES..... | 21 |
| 1.7 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO..... | 22 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 24 |
| 2.1 EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS..... | 24 |
| 2.1.1 Processo de elevação de petróleo e gás..... | 26 |
| 2.1.2 Principais tipos de métodos de elevação de petróleo e gás..... | 26 |
| 2.2 PROCEDIMENTO OPERACIONAL, REGULAMENTOS TÉCNICOS DA ANP E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS..... | 28 |
| 2.2.1 Procedimento operacional..... | 28 |
| 2.2.2 Regulamentos técnicos da agência nacional de petróleo (ANP)..... | 32 |
| 2.2.2.1 Regulamento técnico do sistema de gerenciamento da integridade estrutural das instalações terrestres (RTSGI) | 32 |
| 2.2.2.2 Regulamento técnico do sistema de gerenciamento da integridade de instalações de Poços (RTSGIP) | 35 |
| 2.2.3 Instrumentos de coleta de dados..... | 39 |
| 2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO..... | 40 |
| 2.3.1 Contextualização do sistema de informação..... | 40 |
| 2.3.2 Tecnologia da informação..... | 41 |
| 2.4 FATORES DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO..... | 43 |
| 2.4.1 Fator de desempenho “rastreadabilidade”..... | 43 |
| 2.4.2 Fator de desempenho “confiabilidade”..... | 44 |
| 2.4.3 Fator de desempenho “armazenamento dos dados”..... | 45 |
| 2.4.4 Fator de desempenho “geração de relatórios”..... | 46 |
| 2.5 TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID)..... | 48 |
| 2.5.1 Os primórdios da tecnologia RFID..... | 48 |
| 2.5.2 Tecnologia RFID..... | 50 |
| 2.5.3 Características da tecnologia RFID..... | 51 |
| 2.5.4 Principais componentes da tecnologia RFID..... | 52 |
| 2.5.4.1 TAG’s | 52 |
| 2.5.4.2 Leitor | 54 |
| 2.5.4.3 Antena | 55 |
| 2.5.4.4 Middleware | 56 |
| 2.5.5 Aplicações da tecnologia RFID no sistema de Produção..... | 57 |
| 2.5.6 Dificuldades na implantação da tecnologia RFID..... | 60 |
| 3 METODOLOGIA | 64 |
| 3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA..... | 64 |
| 3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA..... | 64 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.1 Variáveis..... | 66 |
| 3.2.2 Unidades de medida e escalas..... | 66 |
| 3.2.3 Instrumentos de pesquisa..... | 66 |
| 3.2.4 Amostragem..... | 67 |
| 3.2.5 Tratamento dos dados..... | 67 |
| 3.2.6 Limitações do método..... | 68 |
| 4 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS CAMPOS “A, “B” E “C” | 69 |
| 4.1 CENÁRIOS DA PESQUISA E PROCESSOS PRODUTIVOS..... | 69 |
| 4.2 ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS, ATRIBUIÇÕES, REGIMES DE TRABALHO E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS..... | 71 |
| 4.3 CARACTERÍSTICA DA TECNOLOGIA RFID INSTALADO NO CAMPO “C”.. | 74 |
| 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA | 75 |
| 5.1 PROFISSIONAIS CONSULTADOS..... | 75 |
| 5.2 TEMPO MÉDIO DE SERVIÇO DOS PROFISSIONAIS CONSULTADOS..... | 76 |
| 5.3 FATORES DE DESEMPENHO E VARIÁVEIS INVESTIGADAS..... | 77 |
| 5.4 AVALIAÇÃO DO FATOR DE DESEMPENHO “RASTREABILIDADE” | 79 |
| 5.5 AVALIAÇÃO DO FATOR DE DESEMPENHO “CONFIABILIDADE” | 82 |
| 5.6 AVALIAÇÃO DO FATOR DE DESEMPENHO “ARMAZENAMENTO DOS DADOS”..... | 84 |
| 5.7 AVALIAÇÃO DO FATOR DE DESEMPENHO “GERAÇÃO DE RELATÓRIOS” | 86 |
| 5.8 AVALIAÇÃO DAS DIFICULDADES NA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID..... | 89 |
| 5.8.1 Cargo dos profissionais consultados..... | 90 |
| 5.8.2 Dificuldades técnicas e de custos do componente PDA da tecnologia RFID..... | 91 |
| 5.8.3 Dificuldades técnicas e de custos do componente TAG da tecnologia RFID..... | 93 |
| 5.8.4 Dificuldades técnicas e de custos do componente <i>software</i> da tecnologia RFID..... | 94 |
| 5.8.5 Dificuldade dos usuários da tecnologia RFID..... | 96 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 98 |
| 6.1 CONCLUSÕES SOBRE OS FATORES DE DESEMPENHO DA TECNOLOGIA RFID..... | 98 |
| 6.2 CONCLUSÕES SOBRE AS DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO..... | 100 |
| 6.3 PROPOSTAS DE MELHORIAS NAS INSPEÇÕES DE ROTINA OPERACIONAL..... | 102 |
| 6.3.1 Coleta manual de dados (boletins e listas de verificação)..... | 102 |
| 6.3.2 Coleta digital de dados (PDA, TAG e <i>Software</i>) da tecnologia RFID..... | 103 |
| 6.4 ATIVIDADES FUTURAS DE PESQUISA..... | 104 |
| REFERÊNCIAS | 105 |
| APÊNDICES | 112 |
| APÊNDICE A – PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO..... | 112 |
| APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE INDICADORES DE DESEMPENHO.. | 115 |
| APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO SOBRE DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID..... | 116 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Amperagem.
ANP - Agência Nacional do Petróleo.
ARP – Análise de Risco de Processo.
ART – Análise de Risco da Tarefa.
BA – Bahia.
BBL/D – Unidade de Volume Barril por Dia.
BCP – Bombeio de Cavidades Progressiva.
BCS – Bombeio Centrífugo Submerso.
BDO - Boletim Diário de Operação.
BEAN – Válvula de Controle.
BM – Bombeio Mecânico.
BSW – Base de Água e Sedimentos (percentual de água na mistura óleo e água)
CI – Circuito Integrado.
CLP - Controlador Lógico Programável.
CNP – Conselho Nacional do Petróleo.
CO₂ - Gás Carbônico.
COP - Central de Operação.
CPM - Ciclo por Minuto.
CPU – Unidade de Processamento.
CSB – Conjunto Solidário de Barreiras.
DDS – Diálogo Diário de Segurança.
DHSV – Válvula de Segurança de Coluna de Produção de Poço.
ERP – Estudo de Risco de Processo.
GL/GAS LIFT - Elevação por Gás.
GPS – sistema de rádio navegação por satélite.
HF – Alta Frequência.
HI-LO – Válvula de Segurança de Fechamento por Alta ou Baixa Pressão.
H₂S - Gás Sulfídrico.
IDO - Informativo Diário de Operação.
IHM - Interface Homem Máquina.
ISO – Organização Internacional de Padronização.
LGN - Líquido de Gás Natural.
LIBRA – Unidade de Peso/Carga
LIBRA/POL² - Unidade de Pressão em Libra por Polegada Quadrada
LF – Baixa Frequência.
LV - Lista de Verificação.
KBPS – Velocidade de Conexão em Quilobit por Segundo.
KGF - Kilograma Força.
KGF/CM² - Unidade de Pressão em Kilograma Força por Centímetro Quadrado
KM - Kilometro.

M³ - Metro Cúbico.
MI-N – Manutenção e Inspeção Norte.
MI-S – Manutenção e Inspeção Sul.
MRP – Planejamento de Recursos Materiais.
PDA - *Personal Digital Assistante*.
PE - Procedimento de Execução.
PG - Padrão Gerencial.
PIG – Equipamento Raspador de Parafina.
PO – Procedimento Operacional
PP - Padrão de Processo.
PPM - Parte por Milhão.
PR x PT – Pressão do Revestimento e Pressão da Coluna de Tubos de Poço.
PSI – Unidade de Pressão igual a Libra/pol².
PT – Permissão de Trabalho.
QSMS – Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde.
RF – Rádio Frequência.
RFID - Identificador por Rádio Frequência.
RLAM - Refinaria Landulfo Alves de Mataripe.
RPM - Rotação por Minuto.
RTSGI - Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento de Integridade Estrutural das Instalações Terrestres de Produção Petróleo e Gás Natural.
RTSGIP - Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento de Integridade de Poço.
UCAQ - Unidade de Circulação de Água Quente.
UTCAQ - Unidade Térmica de Circulação de Água Quente.
TAG – Elemento/código de Identificação do Equipamento.
TD – Treinamento Descentralizado.
TLT – Treinamento no Local de Trabalho.
TON – Unidade de Peso/Carga Tonelada.
S – Surgente.
SAP/ERP – Sistema Informatizado de Planejamento de Recursos Empresariais.
SGI – Sistema de Gerenciamento de Integridade.
SPSS – Software para Análise Estatística de Dados.
VCP – Verificação do Cumprimento do Procedimento.
VSD – Inversor de Frequência.
UHF – Frequência Ultra Alta.
WEB – Rede / Internet / Informática.
WMS – Sistema de Gerenciamento de Armazém.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Macrofluxo do processo de exploração e produção de petróleo e gás... | 24 |
| Figura 2 - Evolução da tecnologia RFID..... | 49 |
| Figura 3 - História do RFID..... | 50 |
| Figura 4 - Funcionamento e fluxo de informação do sistema RFID..... | 52 |
| Figura 5 - Etiqueta passiva e um modelo de microchip (à direita)..... | 53 |
| Figura 6 - TAG passiva VS. TAG ativa..... | 53 |
| Figura 7 - Leitor RFID..... | 54 |
| Figura 8 - Diferentes tamanhos e formatos de antenas..... | 55 |
| Figura 9 - Poços equipados com GL; BM; BCP; e BCS..... | 69 |
| Figura 10 - Quantidade de Poços Equipados com GL; BM; BCP; e BCS, por Campo..... | 70 |
| Figura 11 – Fluxograma do processo de produção de petróleo..... | 71 |
| Figura 12 - Boletim Diário de Operação (BDO), utilizado na coleta manual de dados da inspeção de rotina operacional dos poços produtores de petróleo..... | 81 |
| Figura 13 - Poço BCP com TAG, identificado com PDA pelo operador de produção..... | 82 |
| Figura 14 – PDA'S e listas de verificação de poços definidas pela liderança..... | 83 |
| Figura 15 – Armazenamento dos dados com instrumento de coleta manual..... | 85 |
| Figuras 16 - Componentes da tecnologia RFID, para armazenamento dos dados das inspeções de rotina operacional e para geração de relatórios..... | 86 |
| Figuras 17 – Armário e pastas A-Z com boletins e listas de verificação arquivadas temporariamente até a trituração e disposição final..... | 87 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Procedimentos operacionais versus principais atividades em poços produtores de petróleo..... | 29 |
| Quadro 2 – Principais características do RFID..... | 59 |
| Quadro 3 – Dificuldades associadas à implantação do sistema RFID..... | 61 |
| Quadro 4 – Temas e autores, utilizados no referencial teórico..... | 62 |
| Quadro 5 – Principais procedimentos operacionais, que orientam e coleta de dados..... | 73 |
| Quadro 6 – Profissionais por cargo dos campos “A” e “B”..... | 75 |
| Quadro 7 - Profissionais por cargo do campo “C”..... | 76 |
| Quadro 8 - Tempo médio de empresa dos profissionais dos campos “A” e “B”..... | 76 |
| Quadro 9 - Tempo médio de empresa dos profissionais do campo..... | 77 |
| Quadro 10 - Fatores de desempenho e respectivas variáveis investigadas..... | 78 |
| Quadro 11 - Avaliação do Fator de Desempenho “Rastreabilidade”, com coletas manual e digital de dados..... | 79 |
| Quadro 12 - Avaliação do Fator de Desempenho “Confiabilidade”, com coletas manual e digital de dados..... | 82 |
| Quadro 13 - Avaliação do Fator de Desempenho “Armazenamento de dados”, com coletas manual e digital..... | 84 |
| Quadro 14 - Avaliação do Fator de Desempenho “Geração de Relatórios”, com coletas manual e digital de dados..... | 86 |
| Quadro 15 – Principais dificuldades na implantação da tecnologia RFID, quanto aos componentes, treinamento e capacitação..... | 89 |
| Quadro 16 – Profissionais por cargo do campo “C”..... | 91 |
| Quadro 17 – Médias e desvio padrão das dificuldades com PDA da tecnologia RFID..... | 92 |
| Quadro 18 - Médias e desvio padrão das dificuldades com TAG da tecnologia RFID..... | 94 |
| Quadro 19 - Médias e desvio padrão das dificuldades com <i>Software</i> da tecnologia RFID..... | 95 |
| Quadro 20 - Médias e desvio padrão das dificuldades com treinamento e capacitação dos usuários da tecnologia RFID..... | 96 |

1 INTRODUÇÃO

Os campos maduros terrestres (*onshore*) ou concessões produtoras de petróleo e gás no Brasil têm mais de 70 anos em atividade, com baixa pressão estática nos reservatórios de petróleo e já em estado avançado de exploração.

Segundo Thomas *et al.* (2001), os campos terrestres (*onshore*) produtores de petróleo têm uma baixa participação na produção de petróleo total no Brasil, em torno de 5%, ocupando uma extensa área territorial, composta por poços que utilizam métodos de elevação natural e artificial de petróleo.

Esses campos terrestres (*onshore*) estão estruturados com os processos de elevação e escoamento de petróleo e gás; separação de óleo, gás e água; tratamento de óleo; armazenamento; transferência de óleo para a refinaria; tratamento e injeção de água produzida nos poços injetores.

Atualmente, os processos internos dos campos maduros produtores de petróleo e gás estão parcialmente automatizados, enviando *online* alguns dados de controle de processo, para salas de controle operacional, para análise e tomada de decisão das equipes de operadores de produção, que trabalham no regime de turno ininterrupto (24 horas/d), nas instalações dos referidos campos.

Na Bahia, a produção de petróleo se concentra em terra, na bacia do Recôncavo, explorada desde 1939, sendo o campo produtor de petróleo de Candeias-BA, o primeiro campo comercial do país. Os campos produtores de petróleo da Bahia são de pequeno e médio porte, com um óleo de alto valor devido a sua natureza parafínica, localizados próximos da Refinaria Landulfo Alves de Mataripe - RLAM, da empresa Bahia Gás e do Pólo Petroquímico de Camaçari. Têm um baixo custo de transporte por oleodutos e gasodutos. Os principais produtos dos processos da cadeia produtiva da Bahia são: óleo, gás natural e líquido de gás natural (LGN).

Os processos produtores de petróleo e gás da Bahia estão distribuídos em três ativos de produção, sendo um na área norte e dois na área sul. São compostos pelos campos de produção, poços produtores de petróleo e poços produtores de gás natural associado e não associado e instalações de processamento da produção. Estas instalações realizam: separação, tratamento, armazenamento e transferência de petróleo para a refinaria, compressão do gás para os poços de *Gas Lift* e para as unidades de processamento de gás e de estações de injeção de água produzida. As plantas de processamento de gás especificam o gás para consumo, e o transferem

até as empresas de distribuição.

As instalações de produção de óleo e gás, dos campos “A”, “B” e “C” localizados no ativo de produção da área norte, focos do presente estudo de caso são compostos pelos poços produtores e pelo sistema de escoamento de petróleo e gás, em linhas de produção, satélites e multivias. Essas instalações são acompanhadas e monitoradas pelos operadores, com inspeções diárias, semanais e mensais, para verificação de variáveis de controle de desempenho, bem como para verificação de integridade das instalações. E essas rotinas operacionais estão definidas em procedimentos operacionais e em regulamentos técnicos do sistema de gerenciamento da integridade estrutural das instalações terrestres e de integridade de poços (RTSGI / RTSGIP) da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Para a operação dos processos e equipamentos parcialmente automatizados, expostos às intempéries, que produzem e movimentam fluidos agressivos, e para a execução de atividades e tarefas nos poços dos campos produtores de petróleo “A”, “B” e “C”, os operadores de produção seguem os referidos procedimentos operacionais. Esses procedimentos operacionais utilizados pelas equipes de operação têm como objetivo manter a eficiência dos processos e equipamentos, evitar perdas de produção, garantir a rastreabilidade dos dados, a integridade das instalações, bem como o acompanhamento, monitoramento e controle desses processos internos, normalmente com a utilização de instrumentos de coleta manual de dados em cópia física de papel. Estes procedimentos manuais são aplicados nas inspeções de rotinas operacionais de 95% dos poços produtores de petróleo da Bahia e em 100% dos poços dos campos “A” e “B” pesquisados.

A Petrobrás está realizando, no campo “C”, uma experiência piloto de utilização de coleta digital de dados que, conforme os resultados apresentados poderão ser expandidos para os demais campos da Bahia.

Neste contexto, para melhorar o referido procedimento foi introduzida a tecnologia RFID (*Radio Frequency IDentification*), na forma de um projeto piloto, para as inspeções de rotinas operacionais em 5% dos poços produtores de petróleo do estado da Bahia, que representa um total de 300 poços do campo “C” investigado. A intenção foi otimizar a rastreabilidade na coleta, a confiabilidade dos dados, o armazenamento dos dados e informações, e a geração de relatórios e de gráficos. Após a análise dos resultados desse projeto piloto a empresa pretende fazer

abrangência para os demais 95% dos poços ainda inspecionados com instrumentos de coleta manual de dados.

Para Wanderley, Holanda e Oliveira (2014), o RFID é uma tecnologia que está evoluindo mundialmente na aplicação de rastreabilidade e controle de dados de diversos segmentos da indústria, da logística, dos serviços e de saúde. Os TAG's (etiquetas) de RFID têm a vantagem de poder ser instalados em ambientes hostis ou na parte interna de objetos, pois as ondas de rádio conseguem ultrapassar diversos materiais, e os referidos TAG's são resistentes e tem alta durabilidade.

Corroborando com os autores citados acima, Stanton (2004) conceitua o RFID como uma tecnologia de identificação que utiliza a radiofrequência para o intercâmbio de dados, permitindo realizar remotamente o armazenamento e recuperação de informações usando uma TAG de rádio identificação que poderá ser fixada ou incorporada em um produto, bem ou até mesmo em seres vivos. Souza *et al.* (2009), afirma que o TAG do RFID possibilita ler, escrever, gravar, apagar e editar constantemente os dados, tem boa capacidade de memória para armazenamento de dados, alta durabilidade e pode ser reutilizada diversas vezes. Portanto, a TAG do RFID pode ser instalada em ambientes agressivos e ainda assim garantir a rastreabilidade, monitoramento e controle das variáveis de processos e outros.

Considera-se que o conhecimento da experiência piloto do campo "C" é de grande importância para a tomada de decisão quanto à expansão do projeto da tecnologia RFID para os demais campos da empresa.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A questão que se coloca para este estudo é a comparação entre os desempenhos das coletas manual e digital dos dados das inspeções nos poços, a fim de apoiar à decisão quanto à experiência piloto com a tecnologia RFID. A questão de pesquisa consiste em aferir os graus em que as inspeções de rotina operacional com coleta manual e digital de dados atendem aos fatores de desempenho de rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e de geração de relatório e gráficos, assim como as dificuldades da implantação da tecnologia RFID. Para alcançar os resultados esperados, foram definidos os objetivos gerais e específicos a seguir.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral pesquisar e analisar em que medida os instrumentos de coleta manual e digital de dados da tecnologia RFID, utilizados nas inspeções de rotina operacional atendem, respectivamente ao conjunto de fatores de desempenho dos dados em rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e geração de relatórios e gráficos, assim como as dificuldades da implantação da tecnologia RFID. Para atingir este objetivo foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Construir um modelo de análise para aferição do desempenho das inspeções nos fatores rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e geração de relatórios e gráficos;
- Verificar os graus em que os instrumentos de coleta de dados manual e digital de dados da tecnologia RFID utilizados nas inspeções de rotina operacional atendem respectivamente aos fatores de desempenho dos dados definidos;
- Identificar as principais dificuldades de implantação do projeto piloto da tecnologia RFID; e
- Propor mudanças na estrutura e no conteúdo dos instrumentos de coleta manual e digital de dados, para melhor atender as atividades definidas nos procedimentos operacionais e nos regulamentos técnicos da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

1.3 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA

A literatura sobre sistemas de informação não registra muitos estudos comparativos entre coleta manual e digital de dados, sob o ponto de vista de aspecto do desempenho de um processo informativo. Essa escassez de estudos é ainda maior quando o desempenho da informação é visto de maneira ampla, contemplando aspectos globais de rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento de dados e geração de relatórios.

Atualmente torna-se estratégico na indústria petrolífera identificar tecnologias que possam substituir os boletins e listas de verificação em cópia física (papel) por instrumentos de coleta de dados com registros digitais, que venham garantir a rastreabilidade, e assim assegurem a eficiência operacional e a integridade das instalações dos poços produtores de petróleo.

A tecnologia RFID em poços produtores de petróleo e gás pode influenciar positivamente nos resultados de acompanhamento, monitoramento e controle do processo de elevação e escoamento do petróleo e gás. Este processo é caracterizado como crítico, porque os equipamentos e tubulações dos poços estão expostos a intempéries, vegetação e umidade, presença de fluidos agressivos e corrosivos, com alta salinidade, escoados por dutos (coluna de tubos e linhas de produção) a partir do reservatório de petróleo (fundo do poço) até os tanques de armazenamento da estação de coleta. As TAG's da tecnologia RFID apresentam suficiente robustez para resistir a esse ambiente agressivo.

As organizações produtoras de petróleo e gás no Brasil têm realizado elevados investimentos em instrumentação e automação nos equipamentos e linhas de produção e escoamento de petróleo e gás e de injeção de água produzida nos campos produtores de petróleo, para monitorar e controlar as variáveis operacionais de processo. No entanto, apesar da aplicação de instrumentação e automação nos diversos tipos de poços produtores de petróleo e gás, ainda torna-se necessário fazer as inspeções diárias nos mesmos, para realizar atividades e tarefas rotineiras definidas em procedimentos operacionais.

Estes procedimentos têm como objetivo garantir a continuidade e eficiência operacional, através de acompanhamento, monitoramento, controle e registros de dados, que ainda estão sendo realizada de forma manual em boletins e/ou lista de verificação em cópia física (papel). Tais registros de dados necessitam de tecnologias atualizadas, que venham garantir a rastreabilidade dos dados, das inspeções e dos operadores, o registro da coleta de dados e informações das diversas atividades e tarefas executadas definidas nos procedimentos de execução, assim como armazenar e controlar os principais dados das variáveis dos processos historicamente, para tabular, gerar relatórios e gráficos.

Nesse contexto, o estudo do projeto piloto de coleta digital de dados da tecnologia RFID (no campo "C") e a análise comparativa do desempenho com o da

coleta manual de dados vão disponibilizar conhecimentos e subsídios para recomendar a abrangência da tecnologia RFID para os demais campos produtores de petróleo da Bahia, pertencentes à Petrobrás.

1.4 PREMISSA

A partir da coleta de dados com utilização dos componentes da tecnologia RFID, nas inspeções de rotinas operacionais em poços produtores de petróleo, a organização poderá realizar de modo mais eficaz a rastreabilidade dos operadores, das inspeções diárias e dos dados coletados, com datas e horários, para a melhoria dos processos e da integridade das instalações dos poços. Além disso, a tecnologia RFID contribui positivamente para a confiabilidade, o armazenamento histórico e gerenciamento dos dados e das informações, para a geração de tabelas, relatórios, gráficos, análise e tomada de decisões.

1.5 MOTIVAÇÃO

Todas as atividades, tarefas e coleta de dados são ainda realizadas de forma manual e utilizando boletins e/ou listas de verificação no formato papel, sem utilização de tecnologia da informação, sendo que a maioria dos dados e informações coletadas dos poços não são armazenados em sistema de informação. Além disso, a supervisão não tem a garantia de fato que todos os poços previstos para inspeção estão sendo visitados e inspecionados pelos operadores de produção.

Os formulários em cópias físicas utilizadas pelos operadores de produção, para registros e controle dos dados e informações dos poços inspecionados, após análise do supervisor responsável pela área, são arquivados em ordem cronológica em pastas A-Z e a cada dois meses são triturados, havendo perda dos dados e informações importantes coletados nesse período.

Para melhoria da verificação das variáveis do processo de elevação de petróleo e gás, controle das inspeções e do armazenamento histórico dos dados e informações de cada poço produtor de petróleo e gás, foi iniciado em 2015 o uso da Tecnologia de Identificadores de Radiofrequência (RFID) no processo de elevação de petróleo. Foi instalado o RFID em 300 poços do projeto piloto (campo "C"), para a

rastreabilidade e controle das inspeções, dados e informações, com geração de um banco de dados, relatórios e gráficos.

Nesse contexto, este estudo tem como motivação identificar as dificuldades e conhecimentos a partir da análise comparativa de inspeção de rotina operacional quanto à utilização de recursos, dados e informações coletadas, através de instrumentos de coleta manual (lista de verificação e/ou boletim em cópia física) e digital de dados da tecnologia RFID (PDA), com recomendações de melhorias, que possibilitem auxiliar na tomada de decisão, para fazer abrangência dessa tecnologia nas inspeções de todos os poços produtores de petróleo da Bahia.

1.6 LIMITES E LIMITAÇÕES

Este estudo descreve os resultados de uma análise comparativa das inspeções de rotina operacional em poços produtores de petróleo, de campos localizados próximos da cidade de Alagoinhas-Bahia, quanto aos procedimentos e atividades executadas, aos recursos utilizados, aos dados e informações coletadas, utilizando, respectivamente instrumentos de coleta manual (boletins e listas de verificação), e digital dos dados (tecnologia RFID), associados aos fatores de desempenho de rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e geração de relatórios.

Não há abrangência do estudo para os demais processos internos da fase produção, como: processo de recuperação secundária, processo de escoamento (satélites e multivias), processo de separação de óleo, gás e água, coleta de fluidos, tratamento, armazenamento e transferência de óleo e o processo de tratamento e injeção de água, porque o escopo do projeto piloto da tecnologia RFID só abrange os poços produtores de petróleo.

1.7 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

A dissertação está organizada da seguinte forma:

- No primeiro capítulo apresenta-se uma introdução da pesquisa com a definição do problema; os objetivos; importância da pesquisa; premissas; a motivação; limites e limitações. Ainda nesse capítulo consta a organização da dissertação.
- No segundo capítulo apresenta-se a fundamentação teórica, onde se abordam informações sobre a exploração e produção de petróleo e gás; procedimentos operacionais e regulamentos técnicos da ANP; conceitos sobre sistemas de informação; os fatores de desempenho do processo de informação; e por fim são apresentados elementos da tecnologia de identificadores de radiofrequência (RFID), características e aplicação.
- No terceiro capítulo apresenta-se a metodologia do estudo com o delineamento da pesquisa; variáveis; unidades de medida e escalas; instrumentos de pesquisa; amostragem; tratamento de dados; e limitações do método.
- No quarto capítulo apresentam-se as características operacionais e organizacionais dos campos investigados; cenário da pesquisa e processos produtivos; estruturas organizacionais, atribuições, regimes de trabalho e procedimentos operacionais dos campos “A”, “B” e “C” produtores de petróleo.
- No quinto capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados da pesquisa, quanto às respostas dos profissionais (operadores e lideranças) sobre as variáveis associadas aos fatores de desempenho de rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento e geração de relatórios dos dados coletados das inspeções de rotinas operacionais

em poços produtores de petróleo e das dificuldades com a implantação do sistema RFID no campo produtor de petróleo “C”.

- No sexto capítulo apresentam-se as considerações finais; conclusões; promessas de melhorias nas inspeções de rotina operacional e atividades futuras de pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS

A cadeia produtiva das operações de exploração e produção como a da Bahia, envolve o processo de exploração, de desenvolvimento da produção e o da produção de petróleo e gás (Figura 1). Os processos de explorar e desenvolver produção têm por objetivo agregar novos volumes de produtos e reservas, enquanto o processo de produção de petróleo e gás objetiva especificar, transferir e movimentar os produtos petróleo e gás para os clientes finais (THOMAS, *et al.*, 2001).

Figura 1 - Macrofluxo de um Processo de Exploração e Produção de Petróleo e Gás



Fonte: Elaborado pela autora. Dados da Pesquisa de Campo.

- Exploração - na fase de exploração, o objetivo da empresa detentora de licença ou permissão para atuar em determinada área ou bloco é comprovar a existência de petróleo em volumes comerciais na região. A única maneira de se comprovar a existência de petróleo sem dúvidas é perfurando poços. Mas, antes, é preciso realizar estudos prévios que indiquem se é provável que exista petróleo que compense o custo de perfurar um poço e qual a melhor localização geográfica (coordenadas) para se furar o poço.
- Desenvolvimento - a fase de desenvolvimento caracteriza-se por ser a fase de investimentos mais altos. Nesta fase ocorre o desenvolvimento de toda a infraestrutura necessária para a produção de petróleo. Segundo Bittencourt e Horne (1997) e Wang (2003), os principais componentes do sistema de produção de um campo de petróleo, desenvolvidos nesta etapa, são:
 - Poços produtores e injetores;
 - Dutos e linhas de escoamento;
 - Facilidades para armazenamento e tratamento do petróleo;
 - Plataformas (no caso de produção em mar).
- Produção - após o desenvolvimento da infraestrutura necessária, inicia-se a produção de petróleo. O prazo que a empresa tem para produzir petróleo pode ser definido pelo governo no contrato. Por exemplo, no Brasil a fase de produção dura vinte e sete anos, na Nigéria vinte anos (renováveis por mais dez), ao passo que nos Estados Unidos não existe prazo pré-determinado (LUCCHESI, 2011).

O início da produção de petróleo dos novos campos marcou também, o início dos principais compromissos da empresa operadora do bloco com o governo, através das disposições do regime fiscal vigente.

Após o término do prazo contratual ou ao se atingir um patamar onde a produção de petróleo se torna antieconômica como nos casos de campos maduros produtores de petróleo e gás, que têm mais de 70 anos em operação, com alta

produção de água produzida e baixíssima produção de petróleo, é feito o abandono do campo para devolução da licença ao governo.

2.1.1 Processos de elevação de petróleo

O processo de elevação de petróleo é uma das fases do processo de produção de petróleo responsável em escoar o petróleo do fundo do poço até a estação de coleta e de armazenamento de petróleo, que envolve outros processos complementares, com a finalidade de especificar o petróleo para o refino, através do processo de escoamento de fluido multifásico (óleo, água e gás), coleta, tratamento e transferência de petróleo e de injeção de água produzida (ALBERINI, 2011).

Neste contexto, o processo de elevação está estruturado com os métodos de elevação natural e artificial de petróleo, sendo os principais tipos de poços: Surgente (S); *Gas Lift* (GL); Bombeio Mecânico (BM); Bombeio de Cavidades Progressivas (BCP) e Bombeio Centrífugo Submerso (BCS) (MANÇÚ, 2013; PRESTRELO, 2006; THOMAS, *et al.*, 2001).

2.1.2 Principais tipos de métodos de elevação de petróleo

Existem muitos métodos de elevação artificial praticados na indústria do petróleo, porém, a escolha do melhor método para um determinado poço ou campo produtor depende de um conjunto de fatores, como: número de poços do campo; diâmetro do revestimento; produção de areia; razão gás-líquido dos poços; vazão; profundidade do reservatório; viscosidade dos fluidos; disponibilidade de energia; distância dos poços até a plataforma ou até a estação de coleta da produção; investimento necessário; e custo operacional (THOMAS, *et al.*, 2001).

Para Thomas, *et al.* (2001) e Mançú (2013), os principais métodos de elevação utilizados atualmente na indústria de petróleo são:

- Surgente – é um método de elevação natural composto na subsuperfície por uma coluna de tubos de produção, com um obturador (*packer*) instalado na extremidade da coluna, que tem por objetivo ancorar esta coluna de produção na tubulação do

revestimento do poço, acima das zonas produtoras de petróleo, para proteger o revestimento do poço de altas pressões, e na superfície é composto com uma “árvore de natal” equipada com diversas válvulas de bloqueio e válvulas de dreno.

- *Gas Lift* Intermitente (GLI) – é um método de elevação artificial composto por um sistema pneumático, que utiliza um conjunto de equipamentos e a pressão de gás oriunda de uma estação de compressores, para elevar o fluido do fundo do poço até as instalações de superfície e de armazenamento de petróleo.
- Bombeio Mecânico (BM) – é um método de elevação artificial composto por coluna de tubos, coluna de hastes de bombeio, uma bomba de fundo, uma unidade de bombeio (UB), motor elétrico e quadro de comando na superfície, que através de movimentos alternativos da UB, hastes e pistão da bomba tem a função de bombear o fluido do fundo do poço até as instalações de superfície e de armazenamento de petróleo.
- Bombeio de Cavidade Progressiva (BCP) – é um método de elevação artificial composto por coluna de tubos, coluna de hastes de bombeio, um cabeçote de BCP, motor elétrico e quadro de comando na superfície cujos movimentos rotativos do conjunto de hastes metálicas ligadas a uma bomba de fundo de poço, composta de camisa metálica com elastômero e rotor cromado, que tem a função de bombear o fluido do fundo do poço até as instalações de superfície e de armazenamento de petróleo.
- Bombeio centrífugo submerso (BCS) – é um método de elevação artificial composto na superfície por uma “árvore de natal”, cabo elétrico de superfície, caixa de ventilação e quadro de comando. Na subsuperfície (fundo do poço) é composto por coluna de tubos, motor e cabo elétrico de fundo de poço, protetor do motor, separador de gás e bomba centrífuga de múltiplos estágios, formados por difusor e impulsor, que tem a função de bombear o fluido do fundo do poço até as instalações de superfície e de armazenamento de petróleo.

2.2 PROCEDIMENTO OPERACIONAL, REGULAMENTOS TÉCNICOS DA ANP E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para que o processo de elevação alcance o máximo de eficiência e produtividade, bem como garantia da integridade das instalações e minimize os riscos de segurança, meio ambiente e de saúde ocupacional é necessário cumprir inspeções operacionais, para verificar a situação das instalações e equipamentos dos poços. Do mesmo modo, é necessário cumprir rotinas operacionais, para manter a produção dentro dos padrões esperados, coletar dados e informações de desvios das variáveis de processos (THOMAS, *et al.*, 2001).

2.2.1 Procedimento operacional (PO)

O procedimento operacional tem por objetivo orientar as equipes de operação quanto às melhores práticas na área de qualidade, segurança, meio ambiente e saúde, através do detalhamento dos requisitos de órgãos reguladores, como a ANP. Esses procedimentos definem atividades, tarefas, e recursos a serem utilizados, identificam os aspectos, impactos e ações de controle, definem os padrões e referências a serem alcançados, os indicadores de desempenho e metas, e as formas de controle de registros e instrumentos de coleta de dados.

Para Campos, (2013, p. 49) “o padrão é o instrumento básico do gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia”. “É um instrumento que indica a meta (fim) e os procedimentos (meios) para execução dos trabalhos, de tal maneira que cada um tenha condições de assumir a responsabilidade pelos resultados de seu trabalho”.

Portanto, torna-se estratégico treinar os colaboradores e definir mecanismos para o cumprimento dos padrões e para a execução dos procedimentos operacionais, com a aplicação de instrumentos de coleta de dados e registros das atividades e tarefas executadas, durante as inspeções de rotinas. A atividade é vista como um conjunto de tarefas, e uma tarefa é simplesmente uma das ações para cumprir uma atividade.

Segundo Campos (2013, p. 50) “uma atividade é uma operação, que poderá englobar uma ou mais tarefas; e uma tarefa é uma seqüência de trabalhos conduzida

por um homem dentro de uma operação, sendo prioritárias aquelas em que um erro afeta fortemente a qualidade do produto”.

A padronização deve ser iniciada pelas atividades críticas para os resultados da organização, de forma simples, resumida e com as tarefas listadas numa seqüência lógica para o trabalho, elaborada com a participação dos operadores representantes de cada turma e supervisores responsáveis pelos processos e equipamentos. “Os procedimentos operacionais padrão se referem a procedimentos conduzidos nas operações, e não nos processos, pois existem padrões específicos para os processos” (CAMPOS, 2013, p. 53). E uma atividade crítica “é uma atividade que tem que ser feita para que a tarefa tenha bom resultado” (CAMPOS, 2013, p. 55).

Para a Resolução ANP nº2, (BRASIL, 2010, p. 7) “procedimento crítico de segurança operacional é um procedimento ou critério utilizado para controle de riscos operacionais”. E tarefa crítica é uma “tarefa considerada perigosa ou que possa gerar impacto na segurança operacional e nos elementos críticos de segurança operacional”.

Nas inspeções de rotinas operacionais em poços produtores de petróleo, as atividades e tarefas críticas, que garantem a eficiência e eficácia da operação, para a qualidade, segurança, meio ambiente, saúde ocupacional (QSMS) e integridade das instalações estão definidas nos procedimentos operacionais de acompanhamento dos diversos métodos de elevação de petróleo e no padrão de rotinas operacionais do técnico de operação em campo terrestre, conforme os principais tipos de padrões por atividades, definidos no Quadro 1.

Quadro 1 - Procedimentos operacionais versus principais atividades em poços produtores de petróleo.

| PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS (PO's) VERSUS ATIVIDADES APLICADAS EM POÇO PRODUTOR DE PETRÓLEO | |
|---|--|
| Nº DO PADRÃO | PRINCIPAIS ATIVIDADES EM POÇOS PRODUTORES |
| PO - 001 - Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Surgência (S). | <ul style="list-style-type: none"> - Acompanhar partida do poço - Alinhar poço para recolocá-lo em operação - Coletar amostra de líquido produzido para medição de BSW - Fazer teste de produção - Fechar ou abandonar o poço (estados 4, 5 ou 6) - Medir e registrar pressões do anular e coluna - Monitorar pressões com PR x PT ou pela COP - Parar o poço no estado 3 - Passar e receber <i>pig</i> na linha de coleta - Quebrar a parafina do <i>bean</i> |

| | |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Regular o <i>bean</i> - Testar abertura e fechamento da válvula <i>DHSV</i> - Testar abertura e fechamento de válvula <i>HI-LO</i>, com controlador pneumático e controlador hidráulico - Verificar condições dos equipamentos de superfície |
| PO - 002 - Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Gas Lift Intermitente (GLI). | <ul style="list-style-type: none"> - Acompanhar partida de poço - Acompanhar pressão de operação no satélite de gás ou estação - Alinhar poço, para recolocá-lo em operação - Coletar amostra de líquido produzido para medição de BSW - Drenar revestimento pela linha de coleta - Fazer teste de produção - Fechar ou abandonar o poço (estados 4, 5 ou 6) - Monitorar pressões, com PR x PT ou pela COP - Parar o poço no estado 3 - Passar e receber <i>pig</i> na linha de coleta - Purgar balão do satélite ou filtro da instrumentação do poço - Testar CLP ou <i>liquilift</i> (somente para poço não automatizado) - Testar <i>packer</i> / revestimento e coluna de produção - Verificar condições dos equipamentos de superfície |
| PO - 003- Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Bombeio Mecânico (BM). | <ul style="list-style-type: none"> - Alinhar poço, para recolocá-lo em operação; - Coletar amostra de líquido produzido (para medição de BSW); - Colocar poço em operação; - Fazer registros no poço: "<i>sonolog</i>" e carta de dinamômetro (célula de carga <i>PRT</i> e <i>HT</i>); - Fazer teste de pressão na bomba de fundo (após constatar queda de vazão no teste de produção); - Fazer teste de produção; - Fechar ou abandonar o poço (estados 3, 4, 5 e 6). - Instalar de disco nivelador; - Medir pressão na cabeça de produção e revestimento; - Parar poço no estado 3; - Passar <i>pig</i> na linha de coleta; - Verificar condições do poço, após saída da SPT; - Verificar condições dos equipamentos de subsuperfície; - Verificar condições dos equipamentos de superfície; |
| PO - 004 - Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Bombeio de Cavidades Progressivas (BCP). | <ul style="list-style-type: none"> - Alinhar poço, quando de sua recolocação em operação; - Coletar amostra de líquido produzido (para medição de BSW); - Colocar poço em operação; - Colocar poço em teste de produção; - Fazer registro de "<i>sonolog</i>" digital no poço; - Fazer teste de pressão na bomba de fundo (para constatar queda de vazão no teste de produção); - Fechar ou abandonar o poço (estados 3, 4, 5 e 6); - Medir pressão de fluxo na cabeça de produção; - Parar poço no estado 3; - Passar e receber <i>pig</i> na linha de coleta; - Preparar poço para intervenção com SPT; - Solicitar ao MI-N e MI-S a parametrização do VSD; - Verificar condições dos equipamentos de subsuperfície (coluna de hastes e coluna de produção); - Verificar condições dos equipamentos de superfície; - Verificar condições do poço, antes da saída da SPT; |
| PO - 005 - | <ul style="list-style-type: none"> - Alinhar poço, quando de sua recolocação em operação; - Coletar amostra de líquido produzido (para medição de BSW); |

| | |
|---|---|
| <p>Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Bombeio Centrífugo Submerso (BCS).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Colocar poço em operação; - Colocar poço em teste de produção; - Fazer registro de "sonolog" digital no poço; - Fazer teste de pressão na bomba de fundo (para constatar queda de vazão no teste de produção); - Fechar ou abandonar o poço (estados 3, 4, 5 e 6); - Medir pressão de fluxo na cabeça de produção; - Parar poço no estado 3; - Passar e receber <i>pig</i> na linha de coleta; - Preparar poço para intervenção com SPT; - Solicitar ao MI-N e MI-S a parametrização do VSD; - Verificar condições dos equipamentos de subsuperfície (coluna de hastes e coluna de produção); - Verificar condições dos equipamentos de superfície; - Verificar condições do poço, antes da saída da SPT; |
| <p>PO - 006 - Rotinas Operacionais de Técnicos de Operação - Atividades em Campo Terrestre.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Inspecionar área, equipamentos e instalações de poços; - Monitorar pressões com PR x PT ou pela COP; - Lançar e Receber <i>pig</i> nas linhas de coleta e distribuição; - Acompanhar poço de petróleo que produz para carreta ou tanque isolado; - Acompanhar, monitorar e controlar poços produtores, injetores e de captação registrando as variáveis do processo; - Acompanhar poços bombeados (BCP, BCS e BM), no Estado 3; - Desativar poços fechados por mais de 30 dias (colocados nos Estados 3, 4, 5 e 6); - Reativar poços fechados há mais de 180 dias (nos Estados 3, 4, 5 e 6); - Receber poço após intervenção com sonda; - Solicitar Nota de Serviço, quando for necessária a execução de Manutenção nos equipamentos e instrumentos; - Realizar coleta de amostras; - Autorizar e acompanhar fluidos transferidos pela SPT através da Linha de Coleta do Poço; |

Fonte: Elaborado pela autora. Dados da Pesquisa de Campo.

Os procedimentos operacionais (PO's) da organização são gerados a partir dos manuais de operação dos equipamentos instalados nos poços disponibilizados pelos fabricantes, pelas boas práticas da indústria do petróleo e dos requisitos obrigatórios dos regulamentos técnicos (RTSGI e RTSGIP) da ANP.

As atividades e tarefas operacionais de rotinas, incluindo os requisitos obrigatórios dos regulamentos técnicos da ANP, definidas nos procedimentos operacionais, quando executadas pelas equipes de operação dos campos produtores de petróleo devem ser registradas em instrumentos de coleta manual e/ou digital de dados do tipo boletim e/ou lista de verificação. Estes registros serão posteriormente cadastrados em sistemas de informação, para caracterizar evidência objetiva em auditorias internas da organização ou auditorias externas de órgãos fiscalizadores,

servindo para a tomada de decisão de correções de desvios e de melhorias contínuas dos processos, atividades e tarefas.

2.2.2 Regulamentos Técnicos RTSGI e RTSGIP, da Agência Nacional de Petróleo (ANP).

O Regulamento Técnico RTSGI da ANP tem como objetivo garantir a integridade das instalações (equipamentos e tubulações) de processamento primário do petróleo até a construção e manutenção da locação do poço e a segurança operacional. Enquanto que o RTSGIP visa garantir a integridade das instalações (equipamentos e tubulações) de superfície e de subsuperfície do poço, e a segurança operacional, ambos durante todo o ciclo de vida do poço.

A seguir serão abordadas as principais diferenças dos regulamentos técnicos definidos pela ANP, para gerenciamento de integridade estrutural das instalações terrestres (RTSGI) e das instalações de poços (RTSGIP).

2.2.2.1 Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento de Integridade Estrutural das Instalações Terrestre (RTSGI)

A Resolução nº 2 da ANP (BRASIL, 2010, p. 1 e 2), torna público o seguinte ato do regime de segurança operacional para campos terrestres:

Art. 1º Fica instituído o Regime de Segurança Operacional para Campos Terrestres de Produção de Petróleo e Gás Natural.

Art. 2º Fica aprovado o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural das Instalações Terrestres de Produção de Petróleo e Gás Natural (RTSGI) para os campos terrestres de produção, armazenamento e transferência de petróleo e gás natural.

Art. 3º O Concessionário apresentará à ANP a Documentação de Segurança Operacional (DSO) estabelecida no Regulamento Técnico.

Art. 4º As instalações de campos terrestres de produção cobertas pelo Regime de Segurança Operacional que se encontrem em operação quando da entrada em vigor desta Resolução, deverão se adequar ao Regulamento Técnico nos prazos estabelecidos no parágrafo 2º do presente artigo.

Segundo a Resolução ANP nº 2, (BRASIL, 2010), no RTSGI o concessionário de um campo de produção de petróleo e gás natural deve aplicar as melhores práticas da indústria do petróleo, os regulamentos e normas aplicáveis, em seus projetos, instalações, operação e na manutenção dos equipamentos estáticos, tubulações e equipamentos dinâmicos de modo a garantir a integridade estrutural do conjunto da instalação e a segurança operacional. O RTSGI tem como objetivo:

Estabelecer requisitos e diretrizes para implementação e operação de um Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural (SGI), visando à Segurança Operacional das Instalações terrestres de produção de petróleo e gás natural, a integridade mecânica dos equipamentos, a operação segura das Instalações e a proteção da vida humana e do meio ambiente durante todo o ciclo de vida (BRASIL, 2010, p. 6).

O Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento de Integridade (SGI) Estrutural das Instalações Terrestre faz abrangência às instalações terrestres de produção e instalações terrestres de armazenamento e transferência, cobrindo as atividades de produção de petróleo e gás natural; processamento primário de petróleo; armazenamento e transferência de petróleo; e compressão e transferência do gás natural. O SGI está estruturado em 3 (três) Capítulos, para atingir os seus objetivos (BRASIL, 2010), sendo:

- Capítulo 1 - Disposições gerais: com introdução; objetivo; definições; abrangência; referências normativas e legais;
- Capítulo 2 - Organização e segurança operacional: com exigências de estrutura organizacional, qualificação e treinamento; informação e documentação; identificação e análise de riscos; plano de emergência; documentação de segurança operacional (DSO); e
- Capítulo 3 - Garantia da integridade estrutural das instalações: com objetivo, exigências de definição de projeto da instalação; construção e montagem da instalação; elementos críticos de segurança operacional; inspeção de equipamentos e tubulações; manutenção de equipamentos e tubulações; operação e processo; desativação da instalação e lista de documentos anexos.

Para as empresas operadoras dos campos produtores de petróleo, o RTSGI da ANP define como obrigatórios a sinalização de segurança, padrões de construção e montagem da locação do poço, e também a manutenção de equipamentos e tubulações, com a obrigatoriedade da manutenção da locação do poço (BRASIL, 2010, p. 26), conforme a seguir:

- Sinalização de Segurança – o concessionário deverá prover a instalação com:
 - Placas de advertência que sinalizem os riscos associados ao funcionamento dos equipamentos;
 - Placas com telefones para comunicação de Emergências;
 - Placas de advertência ao uso de equipamentos de proteção individual adequados; e
 - As placas devem ser objetivas, de boa visualização e próximas ao equipamento ou à área de operação do equipamento.

- A locação do poço deverá ter:
 - Antepoço;
 - Base de contenção ao redor do antepoço;
 - Pontos de ancoragem de sonda;
 - Locação do poço com isolamento de acesso a pessoas e animais;
 - Placas de sinalização de segurança;
 - Identificação do poço; e
 - Identificação do Operador da Instalação.

- Manutenção da Locação do Poço – o operador da Instalação deverá implementar plano de manutenção de locação dos poços. O plano de manutenção deverá contemplar, no mínimo, os seguintes serviços de manutenção (BRASIL, 2010, p. 36):
 - Limpeza e roçagem da locação;
 - Obras de contenção e estabilização;
 - Limpeza e manutenção do sistema de drenagem;
 - Conservação da cerca ou outro meio de isolamento da área;

- Manutenção dos elementos de sinalização; e
- Conservação das vias de acesso a locação.

As atividades, tarefas e verificações listadas e definidas como obrigatórias pela ANP, nos tópicos de sinalização do poço, locação do poço e na manutenção da locação do poço devem constar nos boletins das equipes de operação, que estão nos anexos dos procedimentos operacionais, para execução e coleta de dados, durante as inspeções de rotinas.

2.2.2.2 Regulamento Técnico de Sistema de Gerenciamento de Integridade de Poços (RTSGIP)

O regulamento técnico foi elaborado com base em normas, regulamentos internacionais e nas melhores práticas da indústria do petróleo, com foco na melhoria contínua do desempenho do sistema de gerenciamento da integridade de um poço. Isto é assegurado a partir da existência e da funcionalidade de, pelo menos, dois conjuntos solidários de barreira durante todo o ciclo de vida do poço, com definição de práticas de gestão que apresentam requisitos mínimos a serem cumpridos para garantir que os poços permaneçam íntegros, que a vida humana, o meio ambiente, o patrimônio e as atividades econômicas do agente regulado e de terceiros estejam protegidos contra riscos inerentes às operações relacionadas aos poços de petróleo e gás (BRASIL, 2016).

Dessa forma, a indústria define o gerenciamento da integridade de poços como sendo a aplicação de soluções técnicas, operacionais e organizacionais que visam reduzir os riscos de influxo descontrolado de fluidos da formação, para outras formações ou para a superfície, durante todo o ciclo de vida do poço (Norsok D-010, 2013, apud NOTA TÉCNICA DA ANP Nº 258, 2016).

Para a Nota Técnica da ANP nº 258 (2016) o regulamento técnico do sistema de gerenciamento da integridade de poços (SGIP) tem como objetivo normatizar a adoção das melhores práticas da indústria, em segurança operacional e na gestão de integridade de poços, através da definição de requisitos e diretrizes que deverão ser atendidos pelos agentes regulados da ANP, durante a condução das atividades em poços. A principal exigência do SGIP é a implementação de um sistema de gestão contemplando características específicas do gerenciamento da integridade de poços

(NOTA TÉCNICA DA ANP Nº 258, 2016, p. 48 a 49), com os seguintes objetivos:

- Consolidação da cultura de segurança;
- Garantir o comprometimento dos Operadores de Contratos com a melhoria contínua do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços;
- Promover o envolvimento, a conscientização e a participação da força de trabalho na aplicação do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços;
- Garantir que a força de trabalho seja competente e que exerça suas funções de maneira segura;
- Promover um ambiente de trabalho adequado e que considere os fatores humanos durante todo o ciclo de vida do poço;
- Minimizar a possibilidade de ocorrência de incidentes;
- Projetar, construir, produzir, intervir e abandonar poços em conformidade com a legislação e com as melhores práticas da indústria;
- Identificar e gerenciar os elementos críticos da integridade de poço;
- Manter os riscos em níveis toleráveis ao longo de todo ciclo de vida do poço;
- Estabelecer os requisitos mínimos para o gerenciamento de integridade de poços;
- Implementar a correta utilização de procedimentos operacionais, manuais e normas;
- Desenvolver plano de emergência para controle do poço;
- Realizar auditorias para garantir que o operador do contrato e seus contratados estejam em conformidade com o Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços;
- Garantir a preservação do meio ambiente;
- Garantir o controle adequado dos documentos relacionados à integridade dos poços; e
- Atender às exigências legais e normativas.

O SGIP está estruturado em 17 (dezessete) Práticas de Gestão (PG), para atingir os seus objetivos (NOTA TÉCNICA DA ANP Nº 258, 2016), listados a seguir:

- Prática de Gestão nº 1: Cultura de Segurança, Compromisso e Responsabilidade Gerencial: define-se pelo estabelecimento de políticas, com metas, plano de ação e demais recursos para a gestão de integridade do poço;

- Prática de Gestão nº 2: Envolvimento da Força de Trabalho: caracteriza-se pela participação dos colaboradores na implementação do gerenciamento da integridade do poço;
- Prática de Gestão nº 3: Gestão de Competências: evidencia-se através da conscientização, treinamento e capacitação dos colaboradores, para garantir a integridade do poço;
- Prática de Gestão nº 4: Fatores Humanos: exige-se o gerenciamento de desempenho dos colaboradores durante a execução das atividades e tarefas que garantam a integridade do poço, relacionadas ao ciclo de vida do poço;
- Prática de Gestão nº 5: Seleção, Controle e Gerenciamento de Empresas Contratadas: nesta demonstra-se com terceirização de serviço qualificada e capacitada para realização de atividades relacionadas à gestão de integridade de poço;
- Prática de Gestão nº 6: Monitoramento e Melhoria Contínua do Desempenho: evidenciam-se com a definição de objetivos e metas, inspeções e/ou auditorias, com ações corretivas e preventivas, para garantir a integridade do poço;
- Prática de Gestão nº 7: Auditorias: realiza-se com auditorias internas periódicas, com geração de relatórios e plano de ação, para tratar as não conformidades;
- Prática de Gestão nº 8: Gestão da Informação e da Documentação: define-se através do controle de documentos, das informações; da disponibilidade e acesso aos colaboradores, para desempenho das suas funções relativas à integridade do poço;
- Prática de Gestão nº 9: Incidentes: evidencia-se com aplicação de ações preventivas para a ocorrência de incidentes, com registro, análise e gestão dos incidentes relacionados à integridade do poço;
- Prática de Gestão nº 10: Etapas do Ciclo de Vida do Poço: caracteriza-se com o monitoramento, avaliação e gestão dos parâmetros operacionais, com base nas melhores práticas e requisitos legais, e destaque para a pressão do revestimento;

- Prática de Gestão nº 11: Elementos Críticos de Integridade de Poço: define-se através de equipamentos, sistemas e procedimentos relacionados à integração e monitoramento das condições de poço, com base nas melhores práticas e critérios de aceitação da indústria;
- Prática de Gestão nº 12: Análise de Riscos: exigem-se através da aplicação de técnicas a identificação dos perigos e a mitigação dos riscos, para mantê-los nos limites aceitáveis de segurança, durante o ciclo de vida do poço;
- Prática de Gestão nº 13: Gerenciamento da Integridade: evidencia-se com instalações e equipamentos inspecionados, com manutenção e monitoramento através de planos e procedimentos definidos a partir das melhores práticas da indústria e operacionais;
- Prática de Gestão nº 14: Planejamento e Gerenciamento de Emergências de Controle de Poço: garante-se com a elaboração e implementação de um plano de resposta à emergência de poços, como salvaguarda de mitigação;
- Prática de Gestão nº 15: Procedimentos: demonstra-se com a elaboração e implementação de padrões de execução das atividades e tarefas relacionadas ao gerenciamento da integridade de poços, com treinamento dos colaboradores e avaliação de conformidade, com base nos requisitos legais e melhores práticas da indústria;
- Prática de Gestão nº 16: Gestão de Mudanças: caracteriza-se pela formalização, avaliação e gestão de mudanças temporárias ou permanentes relacionadas à integridade do poço; e
- Prática de Gestão nº 17: Preservação Ambiental: evidencia-se com os cuidados com a locação do poço, resíduos, matérias, equipamentos, riscos de vazamentos e com a licença ambiental.

Para evidenciar o atendimento dos requisitos definidos nas práticas de gestão (PG) do RTSGIP e dos requisitos do Capítulo 3 – Garantia da Integridade Estrutural das Instalações definidos no RTSGI, inclusos nos procedimentos operacionais dos campos produtores de petróleo. Estes devem estruturar e documentar instrumentos de coleta de dados da organização, com treinamento e capacitação, para gerar os

registros dos dados das atividades, tarefas e do atendimento aos requisitos exigidos pelo órgão regulador ANP.

2.2.3 Instrumentos de coleta de dados da organização

Os instrumentos de coleta de dados das inspeções de rotinas operacionais precisam apresentar os dados coletados de forma conveniente e sintetizar as informações que neles contenham, através de planilhas, tabelas e gráficos, sendo imprescindível a correta coleta de dados e a forma de sua apresentação (DINIZ, 2006).

Para Vieira e Wada (1991), os dados coletados dos processos e equipamentos são referentes à qualidade de produtos e/ou serviços, aceitação e vendas de produtos por região, vendedor, filial, cidade, desvios e falhas por operador, turno, máquina e matéria-prima, de características e desempenhos operacionais, através do formulário do tipo boletim e/ou lista de verificação. Esta coleta de dados deve ser planejada, com definição exata do que deve ser observado e registrado, com data, tempo, nome do operador e matrícula.

“A folha de verificação é usada para planejar a coleta de dados futuras” (CARPINETTI, 2010, p. 80). Estes consistem em formulários estruturados com itens de procedimentos operacionais e requisitos de órgãos fiscalizadores, para os registros dos dados e informações das inspeções e execução das atividades e tarefas.

Os dados e informações coletadas das atividades e tarefas através dos instrumentos de coleta do tipo formulários de boletim e/ou lista de verificação, dos poços produtores de petróleo precisam ser armazenadas, tabulados e representados graficamente através de sistema de informação, para auxiliar na tomada de decisões e gestão dos dados e informações coletados.

2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

2.3.1 Contextualização do sistema de informação

A revolução tecnológica emergiu na segunda metade do século XX, através das inovações incluindo os computadores mainframe, computadores pessoais, microcomputadores, equipamentos de comunicação, redes, internet, *Word Wide Web* (*www*), planilhas, processadores de textos, *software*, navegadores Web, utilizando a tecnologia da informação, para processar e acessar informações (LUCAS, 2006; LAUDON e LAUDON, 2010). Essas tecnologias contribuíram para diversas mudanças no meio social, econômico, político, acadêmico e nos ambientes das organizações, principalmente na pesquisa e desenvolvimento.

Entretanto, segundo McGee e Prusak (1994, p. 5) “a tecnologia da informação alterou o mundo dos negócios de forma irreversível e as formas, processos e, com frequência, nosso estilo de vida”. Logo, “a tecnologia da informação é todo *software* e todo *hardware* de que uma empresa necessita para atingir seus objetivos organizacionais” e o “sistema de informação é um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização” (LAUDON e LAUDON, 2010, p. 12). Além de dar apoio à gestão, esse sistema de informação também auxilia os gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos.

Neste contexto, a tecnologia de informações dispõe de recursos favoráveis à geração de informações e o sistema de informação manipula e dissemina essas informações para toda a organização, para facilitar as tomadas de decisões.

Para Guimarães e Évora (2004), a tomada de decisão nos processos caracteriza o desempenho da gerência. Esta é originária de um processo sistematizado, que envolve a identificação e estudo do problema, a partir de um levantamento de dados, geração de informação, propostas de soluções, escolha da melhor decisão, viabilização e implementação da decisão e análise dos resultados obtidos, através da utilização de recursos de tecnologias da informação, para sustentar a sua vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

2.3.2 Tecnologias da informação

Segundo Rezende (2003, p. 76) a tecnologia da informação são os “recursos tecnológicos e computacionais para geração e uso da informação”. Estes são responsáveis pela coleta, armazenamento e gestão dos dados e informações do negócio, das variáveis de controle dos processos, das atividades e tarefas de uma organização (LAUDON e LAUDON, 2004 e REZENDE, 2003). Já Cruz (2003, p. 26) define tecnologia da informação como sendo: “todo e qualquer dispositivo que tenha capacidade para tratar e ou processar dados e informações, tanto de forma sistêmica como esporádica, quer esteja aplicada no produto, quer esteja aplicada no processo”.

Para Rezende (2003); Laudon e Laudon (2004) a tecnologia da informação está estruturada com os seguintes componentes:

- *Hardware* e seus dispositivos e periféricos – parte integrante da tecnologia da informação e subsistemas do sistema de informação global da empresa, compostos por computadores, dispositivos e periféricos utilizados para entrada, processamento, armazenamento e saída de dados e informações;
- *Software* e seus recursos – parte integrante da tecnologia da informação e subsistemas do sistema de informação global da empresa, que tem como objetivo dirigir, organizar e controlar os recursos de *hardware*, e os principais tipos são: *software* de base ou operacionais, de rede, aplicativos, utilitários e de automação;
- Sistemas de telecomunicações – parte integrante da tecnologia da informação e subsistemas do sistema de informação global da empresa, que tem como objetivo a transmissão eletrônica de sinais para comunicações. Já a comunicação é a transmissão de sinais de um emissor para um receptor, e a comunicação de dados uma das especialidades das telecomunicações, se refere à coleta, processamento e distribuição eletrônica de dados, através dos dispositivos de *hardware*;
- Gestão de dados e informações - parte integrante da tecnologia da informação e subsistemas do sistema de informação global da empresa, fundamental para o funcionamento do sistema de informação.

As informações têm um valor estratégico para as organizações, representam um grande poder junto aos concorrentes, pois estão presentes em todos os processos e atividades empresariais. Assim como a tecnologia da informação, que vem disponibilizando informações úteis e confiáveis em tempo real, com menores custos e diferencial competitivo, contribuindo para o uso eficiente dos recursos disponíveis. “A informação não se limita a dados coletados, e sim a um conjunto de dados organizados e ordenados de forma que se tornem úteis” (REZENDE, 2003, p. 108).

Para a informação contribuir no processo de decisão no meio empresarial torna-se relevante garantir a qualidade, integridade, atualidade e precisão dos dados e informações coletados e armazenados no sistema de informação da organização (REZENDE, 2003).

O Regulamento Técnico RTSGI da ANP, no capítulo 2 que define as regras para a organização e segurança operacional, determina, no item 7 (da informação e documentação) que a organização deve implementar a sistemática de controle da informação e documentação da Segurança Operacional, considerando os tipos de informações; e controle e integridade da documentação. Assim como, garantir acesso adequado do pessoal às informações e à documentação da Instalação, controle e registro das variáveis operacionais (BRASIL, 2010).

O referido Regulamento Técnico RTSGIP da ANP, na Prática de Gestão nº 8 que trata da gestão da informação e da documentação, determina, no item 8.1, que a empresa deve garantir a gestão da informação e da documentação relativa ao Gerenciamento da Integridade de Poços, visando à formalização, à rastreabilidade, à padronização, à atualização e à acessibilidade para a Força de Trabalho pertinente (BRASIL, 2016).

Para atender os requisitos de organização, segurança operacional, gestão da informação e da documentação da instalação, processos e equipamentos da organização determinadas pelo órgão regulador ANP e assim garantir a qualidade, integridade, atualidade e precisão dos dados e informações coletadas das inspeções, atividades e tarefas é necessário que estes dados e informações atendam adequadamente aos fatores de desempenho dos sistemas de informação, para a tomada de decisão e melhoria contínua, conforme será citado nos tópicos a seguir.

2.4 FATORES DE DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Os fatores de desempenho dos sistemas de informação são relevantes para contribuir na gestão das informações das organizações, através das tecnologias de informação, que possibilitam a proteção, armazenamento, recuperação, e disposição dos dados através de relatórios gerenciais (GERMANO, 2016; SOMASUNDARAM e ALOK, 2011).

Os dados coletados das rotinas diárias necessitam ser confiáveis, úteis e processados, para transformar em informações e conhecimentos, para auxiliar na tomada de decisões. A grande necessidade dos usuários terem acesso a todas as informações referentes às suas atividades fez com que as empresas investissem na utilização de sistemas de informações para sintetizar os dados, disponibilizar relatórios e gráficos adequados para proporcionar melhores controles, auxiliar na tomada de decisão, na gestão da informação e na gestão do conhecimento (BARBOSA, 2008).

Para Moura (2011) devido a importância dos dados e informações de uma organização, torna-se necessário caracterizar os fatores de desempenho de um sistema de informação (softwares de gestão), quanto a rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento e análises de dados e geração de relatório, para o controle efetivo dos processos produtivos de uma organização.

2.4.1 Fator de Desempenho “Rastreabilidade”

Atualmente um dos grandes problemas enfrentados por algumas indústrias situa-se na coleta dos dados. A falta da tecnologia de informação para coleta de dados acarreta desperdício de tempo, desde os registros até a análise dos dados coletados e aumenta a probabilidade de erros. No caso dos poços de petróleo, os dados gerados e anotados manualmente em papel pelos operadores, não apresentam confiabilidade e segurança do que necessita retratar e não dispõem de recuperação destes para ajudar nas tomadas de decisões. A rastreabilidade permite a recuperação do histórico, da aplicação ou da localização de uma entidade (ou item) por meio de identificações registradas (ISO 9000:2000). Uma boa rastreabilidade garante total controle sobre a diversidade de informações e dados gerados dentro de um processo,

independente do volume e complexidade.

Em alguns processos a rastreabilidade é considerada importante porque os dados que são disponibilizados devem apresentar registros essenciais como data, hora e pessoa responsável pelo registro, de modo que estes possam ser usados adequadamente. Segundo Costa (2013), o processo de rastreabilidade permite identificar códigos, dia e horário de execução de atividades, e por meio de um banco de dados, possibilita estabelecer os controles necessários para o armazenamento, proteção, recuperação, retenção e disposição dos dados, em tempo real.

A adoção da rastreabilidade apoiada pelas tecnologias de informação traz benefícios às empresas que, em sintonia com as evoluções do mercado, apoiam esta idéia. Do ponto de vista operacional, ou seja, do acompanhamento do processo produtivo, são beneficiados pela gestão mais precisa, rápida e eficiente. A rastreabilidade tem se tornado um processo crescente, impulsionado pelas economias de escala decorrentes dos avanços tecnológicos e da demanda que exige transparência nas informações coletadas nos processos produtivos (CORREIA, 2006).

Tecnologias de informação com identificação eletrônica além de garantir a rastreabilidade permitem que o sistema de dados seja alimentado com dados confiáveis, requisito indispensável para o planejamento estratégico da empresa e tomada de decisões com maior segurança (MACHADO e NANTES, 2000).

2.4.2 Fator de Desempenho “Confiabilidade”

As informações coletadas nas inspeções de rotina operacional, para serem úteis e confiáveis, elas precisam ser relevantes e representar com fidedignidade o que se propõem a retratar.

A informação confiável é aquela justificada, ou seja, aquela a que os usuários dão crédito, aquela em que se acredita, apesar de não haver um “atestado de veracidade” da mesma (SORDI, 2008). Para Barbosa (2002) uma informação é confiável quando provém de uma fonte idônea e, por esse motivo, pode ser utilizada como base para se tomar decisões.

Embora o critério mais citado para análise da confiabilidade da informação seja a credibilidade do autor, há outro critério tão importante quanto: a credibilidade do

conteúdo. Este último critério refere a evidências a favor do conteúdo da informação, obtidas por diferentes meios, desde as que empregam o julgamento pelo senso-comum até as fundamentadas em sofisticadas técnicas de confirmação da metodologia de pesquisa científica, incluindo aplicação de modelos estatísticos e probabilísticos, projetos experimentais, entre outros recursos (SORDI, 2008).

Com a identificação eletrônica é possível se conseguir uma maior confiabilidade dos dados rastreados, e, além disso, ao alimentar-se um banco de dados e garantir o processo de armazenamento define-se um sistema de gestão que visa a melhoria da qualidade do acesso à informação (SILVA, 2004).

2.4.3 Fator de Desempenho “Armazenamento dos dados”

A informação é um dos principais ativos de uma organização no nosso cotidiano, que precisa ser gerenciado, como todos os demais tipos de ativos que compõem uma sociedade, economia ou indústria. Para McGree (1994, p. 24) “A informação são dados coletados, organizados, ordenados, aos quais são atribuídos significados e contexto”. A informação auxilia numa tomada de decisão enquanto os dados são elementos brutos que isoladamente não traduzem uma informação.

Nas organizações torna-se estratégico armazenar e gerenciar as informações dos principais processos dos negócios corporativos, assim como criar mecanismos para facilitar o compartilhamento dessas informações entre as pessoas dos diversos departamentos, através da aplicação de tecnologia da informação, para garantir a competitividade, sustentabilidade e concretizar a gestão do conhecimento. Neste contexto, Somasundaram e Alok (2011, p. 25) afirmam que “à medida que as informações têm uma importância cada vez maior para as empresas, aumentam os desafios relacionados à proteção e ao gerenciamento de dados”. Nas rotinas diárias das organizações são gerados grandes volumes de dados das variáveis de controle dos processos, que são armazenados e utilizados para obter informações e auxiliar na tomada de decisão.

Batista (2004, p. 40) classifica as informações em:

- Informações operacionais: geradas pelas operações constantes na empresa, em seu nível operacional, e adquirido pelos componentes do

controle interno. Seu principal objetivo é manter a empresa funcionando e conhecer sua evolução diária.

- Informações gerenciais: utilizadas especificamente para a tomada de decisões. As decisões inerentes ao processo de planejamento, ao controle, à formulação, ao acompanhamento de políticas e à interpretação de resultados requerem informações adequadas.

Segundo Lucas (2006, p. 275) “a informação sozinha não é suficiente para produzir conhecimento”. “O conhecimento se constrói no decorrer do tempo na cabeça dos empregados, nas decisões anteriores, processos da organização, características de produtos, interesses de clientes e experiências semelhantes”. Contudo, a informação é um componente vital do conhecimento, porque interpreta e compreende os dados e reduz a incerteza de um desempenho, evento e outros. Neste contexto, as empresas têm uma preocupação constante com a disponibilidade e proteção das informações, devido às obrigações legais e contratuais.

Diversas tecnologias estão sendo amplamente aplicadas nas organizações, para a rastreabilidade de equipamentos, dos dados e dos executantes, para o armazenamento de dados, gerações de relatórios e de gráficos, de rotinas operacionais, para análise, conhecimento e tomada de decisão. Por exemplo: tecnologia RFID, código de barras, GPS, entre outras.

2.4.4 Fator de Desempenho “Geração de relatórios”

A grande necessidade dos usuários terem acesso a todas as informações referentes às suas atividades fizeram com que as empresas investissem na utilização de sistemas de informações para disponibilizar relatórios adequados para melhores controles e auxiliar na tomada de decisão. Os relatórios são utilizados no ambiente interno da empresa, nos quais são criados e utilizados exclusivamente para suporte no processo decisório, não necessitando de um modelo padrão (GERMANO, 2016).

Neste contexto, torna-se fundamental possuir informações rápidas, que auxiliem uma tomada de decisão mais precisa dos colaboradores, já que o mercado atual está crescendo em um ritmo acelerado e está altamente competitivo. Segundo Germano (2016) os relatórios são ferramentas para que o gestor tenha bases importantes para tomar decisões, além de construírem estratégias para os negócios,

esses relatórios devem estar de acordo com a estrutura da organização.

A disponibilização de informações por meio dos relatórios proporciona à gestão da empresa informações de forma simplificada, para dar uma visão mais ampla do que se quer retratar, contribuir para o processo de melhoria contínua na gestão e para o controle geral de operações. As organizações possuem vários níveis de gerência e através de um sistema de informação fornecem substancialmente em todos os níveis, os relatórios específicos utilizados para tomada de decisão (GERMANO, 2016).

2.5 TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID)

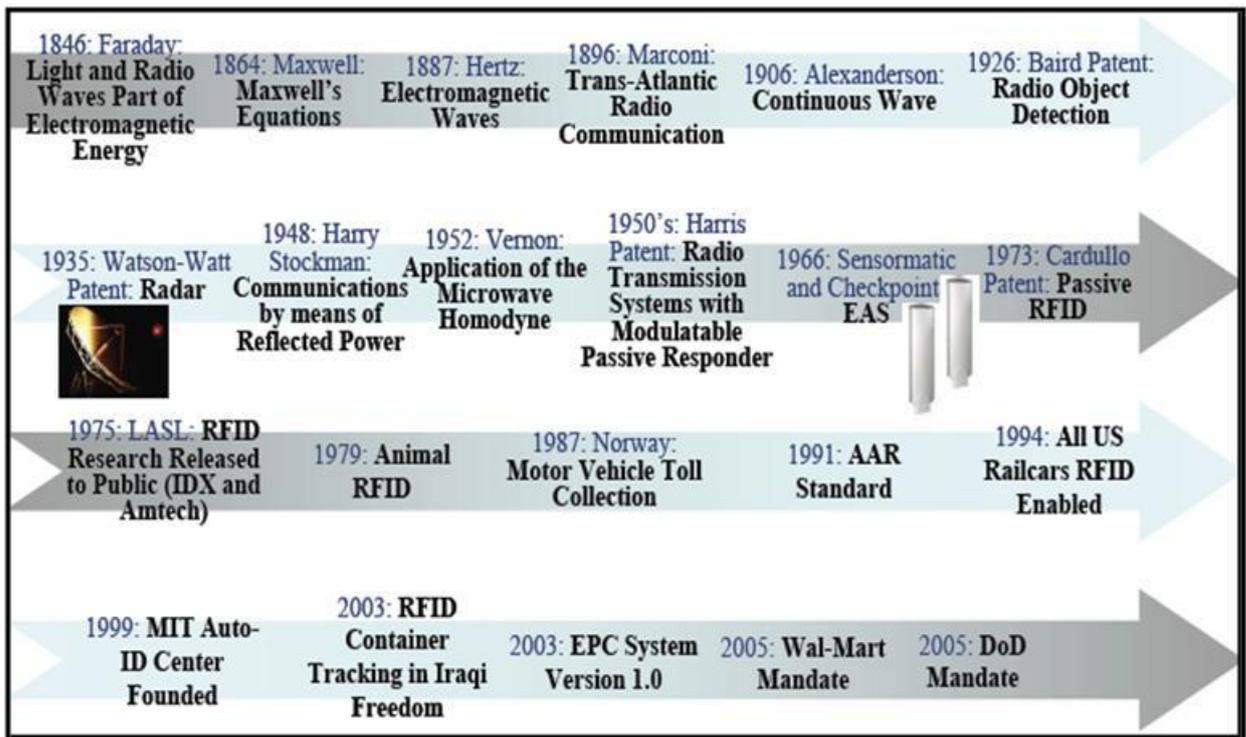
2.5.1 Os primórdios da tecnologia RFID

Em 1901 Guglielmo Marconi conseguiu transmitir sinais de rádio que atravessaram o Oceano Atlântico, possibilitando o envio e recepção de informações, transformando-se num importante suporte de comunicação, em diferentes formatos, desde o código *morse* até à primeira chamada de voz (GOMES, 2007; GOUVEIA PEDRO, 2012).

O sistema de *Radio Frequency IDentification* (RFID), que foi desenvolvido para fins militares, já tem mais de 80 anos de existência, e vem sendo aplicado na cadeia produtiva e no cotidiano das pessoas, com objetivo de garantir a exata rastreabilidade. O grande avanço na comunicação por radiofrequência foi devido ao físico escocês Sir Robert Alexander Watson-Watt, em 1935, através do aprimoramento dos sistemas de detecção e telemetria por rádio (RADAR). Na Segunda Guerra Mundial, o radar foi utilizado nos sistemas de defesa ingleses, porque permitia detectar a presença de aviões, já que se baseia na reflexão de ondas eletromagnéticas de objetos distantes que permitem sua localização (GOMES, 2007; SANTINI, 2008; GOUVEIA PEDRO, 2012).

A primeira patente americana para um sistema ativo de RFID foi registrada em 1973 por Mario W. Cardullo. Em 1980 a IBM patenteou os sistemas de Frequência Ultra Alta (UHF), possibilitando que o RFID fizesse leituras a distância superiores a 10 metros, porém o RFID UHF obteve um grande crescimento em 1999 (GOMES, 2007; SANTINI, 2008; GOUVEIA PEDRO, 2012). A Figura 2 apresenta a evolução da tecnologia RFID.

Figura 2 - Evolução da tecnologia RFID.



Fonte: Gomes (2007).

Em 1846 o berço do RFID foi fixado, quando o inglês Michael Faraday descobre que a luz e as ondas de rádio são parte da energia eletromagnética. Porém, foi em 1864, que o físico escocês James Clerk Maxwell publicou as famosas equações sobre o campo eletromagnético e em 1887, o físico alemão Heinrich Rudolf Hertz confirma as leis de Maxwell com um estudo aprofundado sobre ondas eletromagnéticas, sendo o primeiro a conseguir transmitir e receber ondas de rádio.

Portanto, em 1906, Ernst F. W. Alexanderson conseguiu a geração de uma onda contínua e transmissão de sinais de rádio, usando o princípio da modulação. E em 1948, Harry Stock explorou de fato o conceito de RFID quando considerou no seu trabalho “*Communication by Means of Reflected Power*”, a possibilidade do uso da potência refletida como meio de comunicação (GOUVEIA PEDRO, 2012). Na Figura 3 encontra-se um resumo do desenvolvimento da RFID ao longo das décadas da segunda metade do século passado.

Figura 3 - História do RFID.

| Década | Eventos |
|-----------|---|
| 1940-1950 | Invenção e rápido desenvolvimento do radar durante a 2ª Guerra Mundial Início de funcionamento do RFID em 1948 |
| 1950-1960 | Primeiras explorações da RFID e experimentações laboratoriais |
| 1960-1970 | Desenvolvimento da teoria da RFID Primeiras aplicações experimentais no terreno |
| 1970-1980 | Explosão no desenvolvimento da RFID Aceleração dos testes Implementações embrionárias de RFID |
| 1980-1990 | Aplicações comerciais de RFID entram no mercado |
| 1990-2000 | Surgimento de normas RFID é largamente utilizado começando a fazer parte da vida de cada um. |

Fonte: Gomes (2007).

A partir do progresso tecnológico, nos dias atuais, a tecnologia de RFID está sendo aplicada nos diversos processos de setores da sociedade, para levantar e controlar dados e informações, assim como garantir a rastreabilidade, e ao mesmo tempo, os custos de implementação estão decrescendo, proporcionando assim, cada vez mais áreas de aplicabilidade.

2.5.2 Tecnologia RFID

Diversas inovações e avanços tecnológicos nessas últimas décadas têm se desenvolvido e estão amplamente sendo utilizados em todas as camadas da cadeia produtiva e na vida das pessoas, normalmente para substituição ou complemento de tecnologias existentes. Este é o caso do RFID em relação ao código de barras.

Segundo Chaves (2009, p. 2), “a busca pela lucratividade, por meio da racionalização dos processos, influencia as empresas a conhecer novas tecnologias e métodos de melhorias”. Neste contexto, com os avanços tecnológicos, diversas empresas têm buscado a melhoria contínua nos processos internos, com o objetivo de garantir a rastreabilidade e o controle das variáveis operacionais, através da

implantação do sistema de RFID e de coletor de dados digital. Segundo Banzato (2005) no campo e em outras áreas da empresa, estão sendo utilizados dispositivos automáticos de rastreamento para controle do inventário, porque estes têm a vantagem de coletar dados em tempo real, contribuir para o processo de decisão, diminuir as operações manuais e tempo de trabalho, com impacto direto na redução dos custos.

Para Marques (2012) e Santini (2008), o sistema de identificação por radiofrequência (RFID – *Radio Frequency IDentification*) é uma tecnologia que utiliza uma comunicação por radiofrequência sem fios, para transmissão e armazenamento de informação remota, composto por dispositivos (TAG e leitores RFID), que comunicam à distância sem necessitarem de qualquer contato. Além disso, o sistema de RFID coleta e disponibiliza dados em tempo real, elimina os formulários e listas de verificação em papel, garante a integridade e confiabilidade dos dados e contribui para a gestão do conhecimento nas empresas.

2.5.3 Características da tecnologia RFID

A estrutura de um sistema de RFID é composta pelos seguintes módulos: a) TAG's (etiquetas eletrônicas) fixadas no produto, local, animais e pessoas, que contêm informações que se pretende rastrear ou controlar; b) Leitores fixos ou móveis, que interrogam as TAG's dentro do seu raio de alcance e enviam a frequência portadora do comando de leitura, e pela recepção e decodificação do sinal recebido. Esse sinal será enviado e armazenado no computador (*software Middleware*), que gere os fluxos de informações e serve de elo de ligação com os demais sistemas de informação da empresa como: *Enterprise Resource Planning* (ERP); *Manufacturing Resource Planing* (MRP) e *Warehouse Management System* (WMS); e as antenas (dos leitores e TAG's) que servem para a eficiente transmissão e recepção dos sinais para o sistema de informação (CHAVES, 2009; DIAS PEDRO, 2008; SANTINI, 2008; REI, 2010; FILHO, 2011; PETRILLI, 2011; MARQUES, 2012; PEREIRA, 2012).

Segundo Santini (2008), Filho (2011), Petrilli (2011) e Gouveia Pedro (2012) a identificação por radiofrequência (RFID), a comunicação e transmissão dos dados entre o leitor e as TAG's é realizada através de ondas eletromagnéticas, permitindo

assim, a identificação e a transmissão de dados sem que haja necessidade de haver contato direto entre o leitor e as TAG's, demonstrado na Figura 4.

Figura 4- Funcionamento e fluxo de informações do sistema RFID



Fonte: Pedroso, Zwicker, e Souza (2009).

Nesta Figura 4, observa-se também um esquema do funcionamento do RFID, em que o leitor emite ondas eletromagnéticas (radiofreqüência) através da antena, para localizar as TAG's que estão no seu campo de alcance. A TAG modula o sinal e transmite as informações que contém. O leitor envia tais informações para o sistema computacional no qual está instalado um *middleware* específico para reconhecer e identificar essas informações e realizar a integração com os sistemas gerenciais da empresa. Cada vez mais é possível encontrar aplicações que integram esta tecnologia, devido aos benefícios da capacidade de identificação automática, principalmente em sistemas de produção.

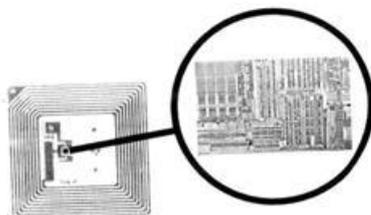
2.5.4 Principais componentes da tecnologia RFID

2.5.4.1 TAG's

A TAG (Figura 5) é o componente anexado ao objeto que se deseja rastrear, monitorar, controlar e contém os dados que são transmitidos ao leitor quando esta é interrogada. Quando uma etiqueta é interrogada, os dados de sua memória são recuperados e transmitidos. Normalmente, as etiquetas consistem de um Circuito Integrado (CI) com memória, essencialmente um chip de microprocessador. Outras

etiquetas não possuem chips e nem CI internamente, sendo mais eficientes nas aplicações mais simples, com maior precisão e menor alcance de detecção, a um custo menor (BHUPTANI e MORADPOUR, 2005).

Figura 5 - Etiqueta passiva e um modelo de microchip (à direita)



Fonte: Bhuptani e Moradpour, (2005)

Além disso, as etiquetas podem ser classificadas em dois grupos diferentes: TAG's passivas e TAG's ativas, as passivas são as mais utilizadas, têm maior vida útil, por serem mais simples, na maioria dos casos não possuem baterias, sua energia vem através de transmissão do leitor e possuem um menor custo, são identificados por não possuírem um transmissor, apenas refletem de volta o sinal emitido pelo leitor. As ativas são compostas por transmissor interno, baterias, são capazes de emitir sinal, alimentando o microchip ou outros sensores (SANTINI, 2008). Na Figura 6 pode-se ver resumidamente a diferença entre TAG's passivas e TAG's ativas.

Figura 6 - TAG passiva vs. TAG ativa

| Etiquetas | Ativas | Passivas |
|--|---|---|
| Tempo de vida | Igual ao tempo de vida da bateria | Virtualmente ilimitada |
| Tamanho | Na ordem de um a uma dezena de centímetros | Na ordem do micro até alguns centímetros |
| Alcance de leitura (varia com a frequência utilizada) | Desde 20 m e pode ultrapassar os 100 m | Vai desde alguns milímetros até aproximadamente 3 m |
| Potenciais interferências | São menos sensíveis, contudo podem ocorrer se a etiqueta se encontrar dentro de um contentor metálico | Suscetíveis a alguns tipos de metais e líquidos |

Fonte: Pedro Gouveia (2012)

Porém, é relevante ressaltar que existe um terceiro grupo de TAG's: as de duas vias. São todas ativas, possuem transmissor interno, e baterias para suprir seu próprio consumo de energia, com a diferença de não precisar ser ativado por um leitor, podendo se comunicar com outras TAG's e suprir o consumo de energia, sem o auxílio de leitor (SANTINI, 2008).

2.5.4.2 Leitor

O leitor (Figura 7) é considerado um equipamento fundamental no sistema RFID, que têm por função se comunicar com os TAG's através da antena e repassar as informações para o *software* (SANTINI, 2008). Além da comunicação com as TAG's envolver a requisição de seus dados, pode ainda incluir comandos de escrita de dados na TAG, se esta permitir. Podem ser dispositivos com funcionalidade apenas de leitor RFID ou podem aparecer acoplados a outros dispositivos como *smartphones* ou GPS (MOTA, 2012).

Figura 7 - Leitor RFID



Fonte: imagem registrada pela própria autora.

Além de ser o elo entre sistema computacional e TAG's, o leitor é responsável também pela gestão do sistema, através do controle de acesso as múltiplas TAG's, rejeição de dados repetidos, correção de erros, entre outros. O motivo pelo qual o leitor é responsável por esse tipo de processamento se dá pela sua maior dimensão, complexidade e conseqüentemente maior custo, sendo que, num sistema básico de

RFID pode existir apenas um leitor para dezenas ou centenas de TAG's (GOMES, 2007).

2.5.4.3 Antena

A antena está integrada no leitor e no TAG e tem como função transformar energia eletromagnética guiada pela linha de transmissão em energia eletromagnética irradiada e vice-versa e o tipo de antena a ser utilizada determina o alcance dos TAG's (SANTINI, 2008).

Outra característica das antenas é que podem ser agrupadas em antenas de curto e de longo alcance, de acordo com o tipo de comunicação. As antenas de longo alcance são utilizadas para cobrir longas distâncias ou frequências altas (UHF e micro-ondas) e possuem maior sensibilidade ao ambiente envolvente como aos líquidos ou metais. As antenas de curto alcance são utilizadas para distâncias curtas e frequências de utilização baixa (PEDRO GOUVEIA, 2012).

A antena do TAG normalmente é instalada na mesma superfície do CI e organizada como unidade única. Apesar de o CI da etiqueta poder ser muito pequeno, o tamanho e a formato da antena (Figura 8) normalmente determinam os limites das dimensões de acomodação de toda a etiqueta. As características de acomodação da antena em um leitor também variam bastante dependendo da aplicação (BHUPTANI e MORADPOUR, 2005).

Figuras 8- Diferentes tamanhos e formatos de antenas



Fonte: Bhuptani e Moradpour (2005).

Segundo Marques (2012), as antenas são equipamentos que emitem ou recebem sinais de RF (radiofrequência) e são encontradas em todos os sistemas que se comunicam por RF. Os sistemas RF possuem antenas nas TAG's e leitores. Um sinal de RF, gerado por um transmissor de rádio é transferido para uma antena através de uma linha de transmissão (normalmente um cabo coaxial). A antena ligada ao transmissor emite a RF (através de campo eletromagnético) para um receptor a certo alcance. A antena receptora capta a energia de RF, à medida que o campo eletromagnético atinge a mesma é induzida uma tensão, posteriormente utilizada para recuperar o dado da RF transmitida.

2.5.4.4 Middleware

O *middleware* é um *software* mediador responsável por coletar as informações armazenadas no leitor ou gerenciador de eventos e transferi-las para um *software*. Além disso, permite o fluxo de informações entre a tecnologia RFID e sua base de dados. Para Quental (2006), o *middleware* é basicamente uma ferramenta de *software* responsável por integrar as interfaces que compõem o ambiente de TI: comunicação, distribuição e controle das mensagens; e processos relativos ao fluxo de trabalho.

Segundo Rasteiro (2009), por ser uma ferramenta que faz a ligação entre um sistema computacional e outro, o *middleware* deve conter no mínimo os três subsistemas abaixo:

- Interface com o leitor: integrar todos os leitores da rede e adquirir único meio de controlar e obter informações dos leitores, integrando uns aos outros;
- Gerenciador de eventos: numa aplicação em que vários leitores irão gerar uma grande quantidade de leituras, o *middleware* tem a função de tratar e filtrar eventos, e enviar ao sistema apenas os relevantes ao processo no contexto da aplicação;
- Interface com a aplicação: prover uma interface padronizada para as aplicações, obtendo-se os eventos já processados que sejam úteis segundo seu contexto.

Sendo assim, o *middleware* além de integrar as variadas interfaces do sistema computacional, gerencia e monitora os leitores de forma automática, filtrando eventos não relevantes à aplicação e agregando os úteis no contexto da aplicação.

2.5.5 Aplicações da tecnologia RFID no sistema de Produção

Atualmente, a tecnologia RFID está ganhando abrangência no dia-a-dia das pessoas e da indústria, com aplicações em diversas áreas, pois no meio industrial o uso de código de barras não é muito confiável para a rastreabilidade e controle de produtos, sendo assim utilizado o sistema RFID, porque podem guardar mais informações do mesmo (TEIXEIRA, et al., 2008). Entretanto, segundo Santini (2008), Rodrigues (2010), Filho (2011) e Petrilli (2011) a tecnologia RFID é utilizada em identificação animal, identificação humana, identificação de peças, na área de transporte, segurança, aplicação de logística, defesa, *smartcard*, ambiente hospitalar, entre outros.

Desta forma, o RFID é uma tecnologia potencial para substituir em breve a tecnologia de leitura óptica do código de barras, em diversas áreas da economia, tornando-se um elemento-chave dos sistemas de produção, cadeias de suprimento e gestão do comércio varejista. (TEIXEIRA, 2008; CHUIKA, 2015).

Para Teixeira, *et al*, (2008), Chuika (2015), Filho (2011), Petrilli (2011), Gouveia Pedro (2012), Marques (2012); Kim, Yang e Kim (2008); e Alves (2016) os sistemas de RFID no setor industrial em específico têm várias aplicações e vantagens.

a) Aplicações do sistema RFID:

- Gestão de estoques;
- Ensaio clínicos;
- Controle de embalagens, violação e falsificação;
- Localização de funcionários, pacientes e itens;
- Redução de erros humanos;
- Identificação de ferramentas;

- Identificação de recipientes, embalagens, garrafas, produtos químicos e gases e dos parâmetros como: quantidades, peso, números de série, data, hora, etc.
- Controle de acesso de veículos;
- Identificação de documentos e controle;
- Rastreamento de animais;
- Rastreamento de produtos farmacêuticos;
- Rastreamento de pacientes e equipamento numa unidade de saúde;
- Medidas anti-contrafação;
- Segurança alimentar.

b) Vantagens do sistema RFID:

- Redução do número de processos
- Informações precisas em tempo real, baseadas em rastreamento e atualização
- Redução do tempo de trabalho
- Reduz despesas com pessoal
- Identifica a localização de erro e a razão
- Reduz o tempo de processamento
- Pode ser usada com outras tecnologias, como sistemas de código de barras e redes Wi-Fi.
- Não necessita de linha de visada para identificação;
- Alta taxa de bit (26,7 kbps a 128 kbps);
- Alta capacidade de armazenamento de dados;
- Capacidade de ler e escrever na memória da etiqueta;
- Alta segurança dos dados, quando utilizado protocolo com este objetivo;
- Capacidade de cifragem / autenticação dos dados;
- Anticolisão - capacidade de leitura de múltiplas etiquetas (50-100 etiquetas);
- Durabilidade, confiabilidade e resistência à influência ambiental;
- Reusabilidade da etiqueta;

- Operação com mãos livres;

Para Dias Pedro (2008) uma empresa que adota o sistema RFID no seu modelo de negócio tem como objetivos: aumentar a velocidade de operação, a eficiência, a integridade, confiabilidade e armazenamento dos dados, redução dos custos de operação e de inventário, através da automação de tarefas que antes eram manuais.

c) Desvantagens do sistema RFID

O RFID também apresenta algumas desvantagens (Kim, Yang e Kim (2008); GOMES, 2012; PESSANHA, 2016; ALVES, 2016), dentre eles:

- Custo elevado da implantação da Tecnologia RFID;
- Complexidade no desenvolvimento dos sistemas;
- Problemas de privacidade do consumidor devido ao monitoramento das TAG's que estão nos produtos;
- Materiais metálicos e líquidos podem interferir no alcance de transmissão do sinal;
- Há falta de padronização;
- Não há existência de acordos internacionais sobre a frequência a ser utilizada nas operações;
- Possibilidade de clonagem do TAG; e
- O TAG pode ser removido ou perdido.

O Quadro 2 - apresentam de forma sintetizada as principais características da tecnologia RFID:

Quadro 2 - Principais características do RFID

| CARACTERÍSTICAS | RFID |
|--------------------------|----------|
| Resistência Mecânica | Alta |
| Formatos | Variados |
| Contato visual | Não |
| Vida Útil | Alta |
| Possibilidade de escrita | Sim |

| | |
|---------------------|------|
| Leitura simultânea | Sim |
| Dados armazenados | Alta |
| Funções adicionais | Sim |
| Segurança | Alta |
| Custo inicial | Alto |
| Custo de manutenção | Alto |
| Reutilização | Sim |

Fonte: Gomes, 2012.

O sistema de RFID instalado no processo de elevação de petróleo do campo produtor pesquisado está estruturado com aplicação de identificadores do tipo TAG passiva fixado nos poços, com cadastro da identificação dos poços e tipo de método de elevação, para leitura, rastreabilidade e armazenamento temporário dos dados e informações coletados através do leitor, e posterior transferência e armazenamento permanente desses dados, no banco de dados do *software*, para a geração de relatórios e gráficos, tomada de decisão e melhoria contínua dos processos.

2.5.6 Dificuldades de Implantação da Tecnologia RFID

A implantação de inovação tecnológica nas organizações é umas das grandes vantagens competitivas e de sustentabilidade do negócio na atualidade devido a elevada concorrência e às exigências dos órgãos legais. Neste contexto, torna-se estratégico conhecer o tipo de negócio, a cultura e a maturidade de cada empresa, isto porque não existe apenas um modelo único a ser seguido para a incorporação da nova tecnologia, como na implantação da tecnologia RFID, pois a funcionalidade da tecnologia deve ser aplicada segundo as características individuais de cada empresa (MORETTI, 2017).

Segundo Prado, Pereira e Politano (2006), as principais dificuldades relacionadas à tecnologia RFID estão vinculadas a padrões, a custos, a integração, recepção de dados pela antena e a colisão causada pela transmissão simultânea de informação por diversas etiquetas (TAG's), que podem impedir a aplicação da tecnologia em larga escala.

Para Wanderley, Holanda e Oliveira (2014) os custos com a infraestrutura incluem o custo dos leitores, o custo dos sistemas de interface (*software*) e o custo da

estrutura de *hardware* necessária, incluindo o custo de customização do sistema. Portanto, as dificuldades na aplicação dos sistemas de RFID existem, mas não são impossíveis de ser solucionadas, sendo uma questão de tempo para que as vantagens da tecnologia de RFID se tornem uma realidade na sua totalidade (PRADO; PEREIRA e POLITANO, 2006).

Entender as dificuldades associadas à implantação dos sistemas RFID pode contribuir muito para o sucesso nesta fase. Apesar das grandes vantagens competitivas que uma empresa adquire quando adota tal tecnologia, há diversos relatos e pesquisas de fatores restritivos para a completa e satisfatória implantação (MORETTI, 2017). Algumas dificuldades da implantação da tecnologia RFID são apresentadas por Moretti (2017), conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Dificuldades associadas à implantação de sistemas RFID

| Nº | DESCRIÇÃO |
|----|--|
| 1 | Falta de apoio da alta gerência para a implantação do sistema RFID. |
| 2 | Falta de colaboradores com conhecimento técnico avançado na empresa para acompanhar a implantação do sistema RFID. |
| 3 | Resistência dos colaboradores diante da implantação de novas tecnologias. |
| 4 | Custo geral oneroso para a implantação do sistema RFID. |
| 5 | Dificuldade de definir o impacto positivo estratégico e o ganho real para os clientes com a implantação do sistema RFID. |
| 6 | Dificuldades associadas à comunicação entre diferentes grupos responsáveis pela implantação dos sistemas RFID e a empresa. |
| 7 | Dificuldade de calcular o ROI (Retorno dos investimentos) na implantação de RFID. |
| 8 | Problemas na adequação do <i>layout</i> da empresa para a instalação da infraestrutura necessária à implantação de RFID. |
| 9 | Dificuldade de encontrar fornecedores capacitados a fornecerem equipamentos para a estrutura RFID. |
| 10 | Dificuldade de encontrar sistemas RFID <i>user friendly</i> , para todos os usuários diretos e indiretos do novo sistema. |
| 11 | Falta de normas e padrões disponíveis para a implantação de RFID que sejam utilizados pela empresa como diretrizes. |
| 12 | A escassez de estudos de casos na literatura capazes de servir de <i>benchmarking</i> ou apoio para a implantação do sistema RFID. |
| 13 | Dificuldade de entender como será feita a manutenção do sistema RFID depois de sua implantação. |
| 14 | Problemas na migração do sistema de código de barras existente na empresa para o sistema RFID. |
| 15 | Problemas na integração do sistema RFID com os sistemas de gestão já atuantes na empresa (ERP, WMS etc.). |

| | |
|----|---|
| 16 | Dificuldade de desenvolver treinamento para os possíveis usuários do sistema RFID. |
| 17 | Dificuldade de comprovar para a direção da empresa que as melhorias nos indicadores são decorrentes da implantação do RFID. |
| 18 | Dificuldade de garantir a segurança e a privacidade das informações ao se utilizar um sistema RFID. |

Fonte: Moretti, 2017.

O Quadro 4 faz a síntese dos temas e respectivos autores revistos neste capítulo.

Quadro 4: Temas e autores utilizados no referencial teórico.

| TEMA | AUTOR | ANO |
|---|-----------------------|------|
| Exploração e produção de petróleo e gás | ALBERINI | 2011 |
| | BITTENCOURT E HORNE | 1997 |
| | LUCCHESI | 2011 |
| | PRESTRELO | 2006 |
| | MANÇÚ | 2013 |
| | THOMAS | 2001 |
| | WANG | 2003 |
| Procedimento operacional, regulamentos técnicos da ANP (RTSGI e RTSGIP) e instrumento de coleta de dados. | CAMPOS | 2013 |
| | BRASIL- RTSGI | 2010 |
| | BRASIL- RTSGIP | 2016 |
| | BRASIL - NOTA TÉCNICA | 2016 |
| | DINIZ | 2006 |
| | VIEIRA E WADA | 1991 |
| | CARPINETTI | 2010 |
| Sistema de informação. | BATISTA | 2004 |
| | GUIMARÃES | 2004 |
| | LAUDON e LAUDON | 2010 |
| | LUCAS | 2006 |
| | MCGEE e PRUSAK | 1994 |
| | REZENDE | 2003 |
| | SIQUEIRA | 2005 |
| | PEREIRA | 2012 |
| | SOMASUNDARAM e ALOK | 2011 |
| Fatores de desempenho de Sistema de Informação. | COSTA | 2013 |
| | ISO 9000 | 2000 |
| | CORREIA | 2006 |
| | MACHADO e NANTES | 2000 |
| | SORDI; COSTA e GRISO | 2008 |
| | BARBOSA | 2002 |
| | SILVA | 2004 |
| | MCGREE e PRUSAK | 1994 |
| | SOMASUNDARAM e ALOK | 2011 |
| | BATISTA | 2004 |
| | LUCAS | 2006 |
| | GERMANO | 2016 |
| | BISPO | 1998 |
| | BANZATO | 2005 |
| | BHUPTANI E MORADPOUR | 2005 |
| | CHAVES | 2009 |
| | DIAS PEDRO | 2008 |
| | FILHO | 2011 |

| | | |
|---|---------------------------|------|
| Tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID). | GOMES | 2007 |
| | GOUVEIA PEDRO | 2012 |
| | MARQUES | 2012 |
| | MOTA | 2012 |
| | MORETTI | 2017 |
| | PETRILLI | 2011 |
| | PRADO; PEREIRA E POLITANO | 2006 |
| | QUENTAL | 2006 |
| RASTEIRO | 2009 | |

Fonte: elaborado pela autora.

3 METODOLOGIA

3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Como estratégias da pesquisa foram utilizados uma pesquisa bibliográfica e um levantamento ou *survey*. Quanto à abordagem do problema, a pesquisa possui um enfoque misto: qualitativo e quantitativo. A autora desta pesquisa optou por um enfoque misto visto que pretende descrever os resultados sobre os fatores de desempenho das inspeções de rotinas operacionais e das dificuldades na implantação de sistemas RFID, portanto, comportamentos acerca de empresas, pessoas, etc. (enfoque qualitativo), mas para tal utilizou escalas numéricas que quantificassem a percepção destas dificuldades, sendo as mesmas tratadas estatisticamente (enfoque quantitativo).

Quanto aos objetivos, uma pesquisa científica pode assumir, dentre outros, caráter exploratório ou descritivo. A pesquisa exploratória tem por objetivo desenvolver, explicar e modificar conceitos e idéias para a formulação de abordagens posteriores. E a pesquisa descritiva possui como objetivo a descrição das características de uma população, um fenômeno ou uma experiência (LACERDA, 2016). Uma das peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como o questionário e a observação sistemática. Mediante ao exposto, a autora desta pesquisa classifica seus objetivos como exploratório e descritivo. A classificação como exploratório se deve ao fato de acreditar que a temática abordada, a aplicação da tecnologia RFID em campos produtores de petróleo, ainda é nova e pouco estudada pela academia.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A metodologia de pesquisa contemplou os seguintes elementos de estudo:

- Construção de um modelo de análise para a aferição do desempenho das inspeções de rotina operacional;
- Para o levantamento ou *survey* dos dados e informações sobre os fatores de desempenho das inspeções de rotinas operacionais,

utilizou-se como instrumento de pesquisa um questionário estruturado com 19 variáveis; e sobre as principais dificuldades da implantação da tecnologia RFID, utilizou-se como instrumento de pesquisa um questionário estruturado com 38 variáveis;

- Para a aferição de desempenho da informação coletada utilizou-se escala Likert de 7 (sete) pontos; o mesmo tipo de escala foi utilizado para a aferição das dificuldades da implantação do RFID;
- A amostra foi não probabilística, sendo dividida em três grupos: O primeiro composto por 39 profissionais dos campos “A” e “B” (coleta manual). O segundo foi composto por 14 profissionais do campo “C” (coleta digital); que responderam ao questionário sobre os fatores de desempenhos das inspeções de rotinas operacionais. O terceiro composto por 6 profissionais diretamente envolvidos na implantação do sistema RFID, que responderam ao questionário sobre as dificuldades de implantação da tecnologia RFID no campo produtor de petróleo “C”.
- Yin (2015) recomenda a elaboração de um protocolo de estudo de caso subdividido em seções conforme a seguir:
 - Seção A: visão geral do estudo de caso, finalidades do protocolo / dados de identificação / introdução;
 - Seção B: procedimento de coleta de dados / trabalho de campo;
 - Seção C: questões específicas de coleta de dados / previsão de análise dos dados; e
 - Seção D: guia para a elaboração do relatório de estudo de caso.
- Foi estruturado um protocolo de estudo de caso para esta dissertação, a partir das seções definidas por Yin (2015), conforme Apêndice A.
- Para o tratamento de dados e informações, foram realizados os cálculos dos valores das médias globais das pontuações; e cálculos dos valores das variações percentuais.

3.2.1 Variáveis

Na pesquisa realizada existem dois conjuntos de variáveis aferidas a partir das percepções dos profissionais que coletam informações. O primeiro conjunto corresponde às variáveis associadas às inspeções de rotina operacional com aplicação dos instrumentos de coleta manual (Campos “A” e “B”) e digital dos dados (Campo “C”).

O segundo conjunto corresponde às variáveis associadas às dificuldades da implantação da tecnologia RFID, no Campo Produtor de Petróleo “C”.

3.2.2 Unidades de medida e escalas

Para a aferição de desempenho da informação coletada foram utilizadas as pontuações das respostas dos profissionais, tomando como referência uma escala Likert de 7 (sete) pontos.

3.2.3 Instrumento de pesquisa

A listagem das variáveis sobre os fatores de desempenho das rotinas operacionais e das principais dificuldades observadas na implantação dos sistemas RFID, segundo a literatura, permitiu, respectivamente a estruturação de dois questionários (APÊNDICES “A” e “B”), sendo, o primeiro, instrumento de coleta de informações composto por 19 (dezenove) variáveis sobre os fatores de desempenho, e o segundo, composto por 38 (trinta e oito) variáveis sobre as dificuldades da implantação da tecnologia RFID.

Para cada variável, referente aos fatores de desempenho e sobre as dificuldades, o profissional participante deveria escolher uma pontuação variando de 1 a 7, na escala Likert, na qual a pontuação 1 (um) representava “discordo totalmente” e a pontuação máxima 7 (sete) representava “concordo totalmente”, tanto para os fatores de desempenho das inspeções de rotinas operacionais, quanto para as dificuldades na implantação de sistemas RFID.

Os questionários foram desenvolvidos utilizando o *software* Excel, aplicado com a participação da pesquisadora para tirar as dúvidas sobre as variáveis dos questionários. Os questionários utilizados nesta pesquisa encontram-se nos

APÊNDICES “A” e “B”. Não foram realizados pré-testes nos instrumentos de coleta de informações, dados que a pesquisadora esteve em permanente contato com os entrevistados, tendo a disponibilidade para diminuir suas dúvidas.

3.2.4 Amostragem

A pesquisa de campo foi realizada do início do mês de maio até o final do mês de julho de 2017, por meio da aplicação direta (em mãos) de um total de 53 questionários, acompanhados pela pesquisadora, para tirar dúvidas, quanto às variáveis.

A técnica de amostragem utilizada nesse estudo foi de uma amostra não probabilística, pois considerou-se como participantes todos os profissionais disponíveis dos campos estudados. A amostra consistiu de 53 (cinquenta e três) profissionais, responsáveis pelo processo de elevação e escoamento de petróleo, composta por: 8 (oito) supervisores, 9 (nove) engenheiros e 36 (trinta e seis) operadores de produção, que atuam diretamente e de forma sistemática nas inspeções de rotina operacional dos poços, com obtenção de 100% de respostas, para as 19 variáveis do questionário associadas aos quatro fatores de desempenho. E para avaliar as dificuldades da implantação da tecnologia RFID, foi aplicado um questionário estruturado com 38 variáveis associados às dificuldades da implantação da tecnologia RFID, para uma amostra de 6 (seis) profissionais, 43% dos 14 (catorze) profissionais que atuam no campo “C”, com maior experiência na implantação do Projeto Piloto da tecnologia RFID, composto por 2 (dois) supervisores e 4 (operadores de produção).

3.2.5 Tratamento dos dados

Para realizar o tratamento de dados e informações coletados durante a pesquisa, através do questionário aplicado aos profissionais foram utilizadas planilhas do *software* Excel, para tabulação dos dados e realização dos seguintes tratamentos:

- Cálculos dos valores das médias globais das pontuações na escala Likert, respectivamente, por variável e por fator de desempenho;

- Cálculos dos valores das variações percentuais, das diferenças das médias das referidas variáveis na coleta manual e digital de dados.
- Cálculos dos valores médios e do desvio padrão das variáveis relativas às dificuldades na implantação da tecnologia RFID.

O cálculo das diferenças das médias das variáveis, descreve a relação entre um valor ou quantidade anterior e um valor ou quantidade posterior. A variação percentual expressa a diferença entre ambas as quantidades, na forma de uma porcentagem relativa ao primeiro valor.

O objetivo dos cálculos de variação percentual foi determinar a mudança ocorrida em uma variável ao longo do tempo. Para calcular a variação percentual relativa a cada variável, tornou-se necessário mapear um valor “inicial” e um valor “final”.

3.2.6 Limitações do método

Os resultados apresentados a seguir estão baseados nas respostas dadas por um total de 53 profissionais, de uma população de 63 profissionais, sendo que a maioria (39) tem tempo de trabalho nos campos “A”, “B” e “C” variando de 1 a 10 anos. Não foi possível a investigação com um maior quantitativo de profissionais com maior experiência, (superior a 10 anos) no período de aplicação do questionário (maio a julho de 2017), porque houve a redução do quadro dos profissionais, devido à política de incentivo a aposentadorias de profissionais, no período de 2015 a 2017.

Mesmo assim, os profissionais consultados têm suficiente experiência para um julgamento abalizado sobre o desempenho do sistema de informação dos poços, bem como das possibilidades técnicas do equipamento digital implantado como experiência piloto no campo “C”.

4 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS CAMPOS “A”, “B” E “C”

Neste capítulo apresentam-se características dos campos produtores de petróleo utilizados nos estudos de caso, com nomes fictícios por questões de segurança da informação. Constam da descrição dos cenários da pesquisa, os principais processos produtivos, a estrutura organizacional, as principais atribuições, os regimes de trabalho, e os procedimentos de execução e registros.

4.1 CENÁRIOS DA PESQUISA E PROCESSOS PRODUTIVOS

A pesquisa foi realizada nos campos “A”, “B” e “C” produtores de petróleo (nomes fictícios), localizados próximos ao município de Alagoinhas-Bahia, descobertos a partir de 1959.

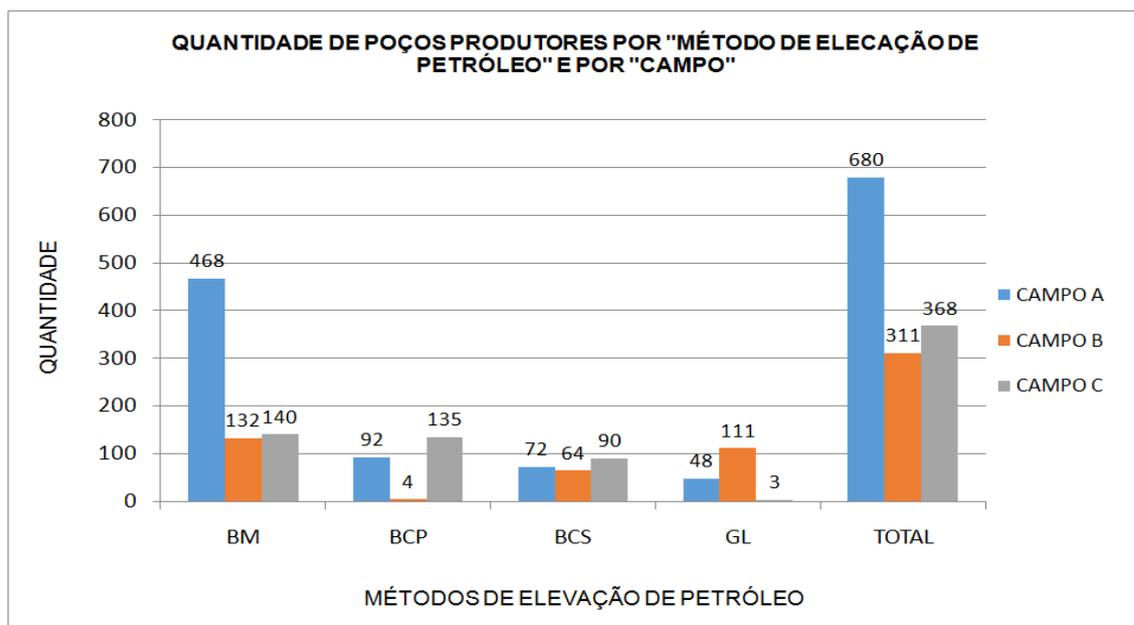
Atualmente, o campo “A” tem 680 poços, sendo 468 deles pelo método de elevação artificial Bombeio Mecânico (BM); 92 poços por Bombeio de Cavidades Progressivas (BCP); 72 poços por Bombeio Centrífugo Submerso (BCS); e 48 poços por *Gas Lift* (GL); o campo “B” tem 311 poços, sendo 132 poços pelo método de elevação artificial Bombeio Mecânico (BM); 4 poços por Bombeio de Cavidades Progressivas (BCP); 64 poços por Bombeio Centrífugo Submerso (BCS); e 111 poços por *Gas Lift* (GL); e o campo “C” tem 368 poços produtores de petróleo, sendo 140 deles pelo método de elevação artificial Bombeio Mecânico (BM); 135 poços por Bombeio de Cavidades Progressivas (BCP); 90 poços por Bombeio Centrífugo Submerso (BCS); e 3 poços por *Gas Lift* (GL), somados os em operação e parados. (Figuras 9 e 10)

Figura 9 – Poços Equipados com GL; BM; BCP; e BCS.



Fonte: Foto da autora

Figura 10 – Quantidade de Poços Equipados com BM; BCP; BCS e GL, por Campo.



Fonte: Dados da Pesquisa

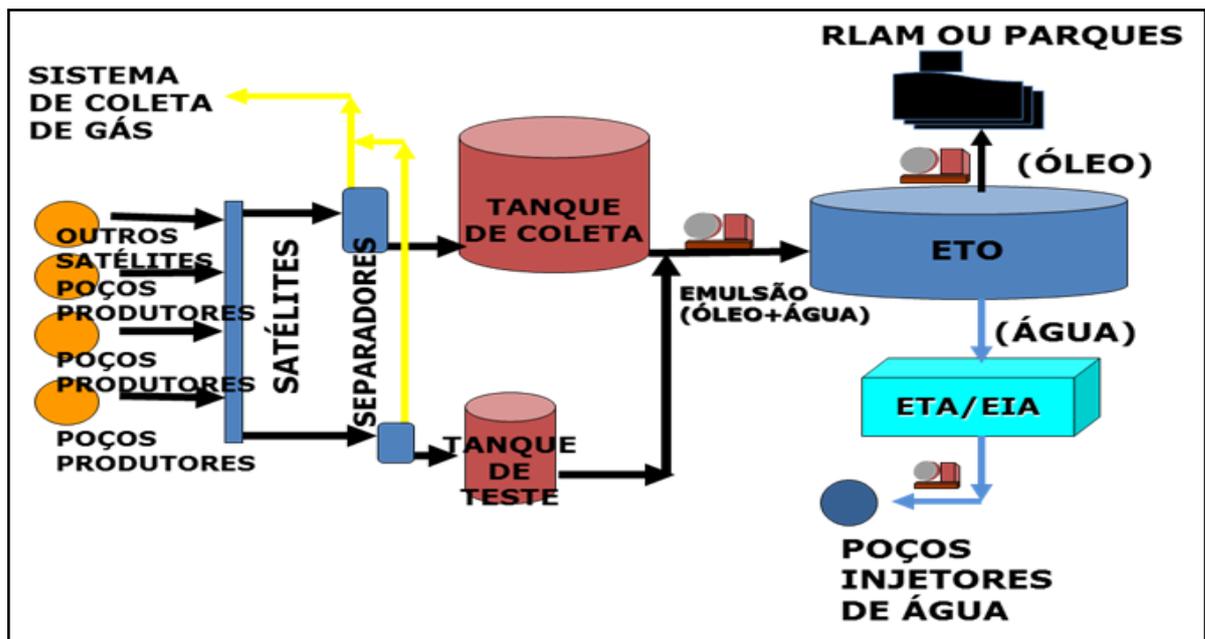
Os campos "A", "B" e "C" produtores de petróleo estão localizados numa distância média de 50 km da cidade de Alagoinhas-BA e a 150 km de Salvador, e constam atualmente com uma média de 60 empregados próprios. Têm uma produção bruta média de fluido (óleo mais água) de cerca de 26.000 m³/dia (163.540 bbl/dia), e produção média de óleo especificado, equivalente a 1000 m³/dia (6.290 bbl/dia).

As principais características dos campos produtores de petróleo maduros são: média de 40 anos em produção; produção bruta (óleo+água) elevada, com alto percentual de água, cuja média é igual ou superior a 95%; fluido com característica corrosiva; elevada salinidade; com média correspondente a 40.000 ppm de sal; fluido abrasivo, devido à presença de areia, a que contribui para a redução da vida útil dos equipamentos e das suas instalações. O fluxograma dos campos "A", "B" e "C" produtores de petróleo (Figura 11) está estruturado com os seguintes processos internos:

- a) Processo de elevação e escoamento de petróleo;
- b) Processo de elevação e escoamento de gás;
- c) Processo de captação e injeção de água;
- d) Processo de coleta;
- e) Teste de produção dos poços;

- f) Processo de separação de água livre;
- g) Injeção de água.
- h) Recebimento de petróleo;
- i) Tratamento de petróleo;
- j) Armazenamento de petróleo;
- l) Transferência de petróleo;

Figura 11- Fluxograma do processo de produção de petróleo.



Fonte: Mançú, 2008.

4.2 ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS, ATRIBUIÇÕES, REGIMES DE TRABALHO, PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Os campos “A”, “B” e “C” produtores de petróleo têm suas responsabilidades e autoridades estruturadas, com um gerente setorial em cada base administrativa, uma média de cinco auxiliares de apoio administrativo, quatro engenheiros, sendo: dois engenheiros de elevação de petróleo e gás e dois engenheiros de processos, ambos atuando como *staff* da gerência, média de seis supervisores de produção, para cuidar das rotinas operacionais e um supervisor do grupo de operações especiais, para redução de perdas.

Nas estruturas hierárquicas dos campos produtores de petróleo estão definidos os responsáveis e autoridades pelo planejamento e providência dos recursos necessários para solucionar os gargalos e atingir os objetivos e metas diárias, semanais, mensais, semestral e anual, desdobrados do planejamento estratégico da organização.

Os supervisores e engenheiros estão designados na estrutura por tipo de processos, como: elevação e escoamento de petróleo e gás, coleta, injeção de água produzida, processamento, tratamento, armazenamento e transferência de petróleo, para fazer cumprir os procedimentos de execução, atividades e tarefas específicas, com utilização de boletins, listas de verificação ou livro de ocorrência, para o registro das variáveis de controle e tarefas realizadas.

As principais atribuições e responsabilidades dos profissionais que atuam nos poços investigados são as seguintes:

- Supervisores e engenheiros: elaborar e revisar os estudos de análise preliminar de riscos, e os procedimentos operacionais de execução; estruturar os instrumentos de coleta de dados; definir as rotinas e cronogramas das atividades e tarefas diárias; solicitar manutenções corretivas e preventivas demandadas pelas equipes de operação, após as análises de dados dos boletins e listas de verificação; garantir o armazenamento dos dados coletados nas inspeções de rotinas operacionais; e desenvolver as melhorias contínuas nas instalações, processos e equipamentos, entre outros;
- Operadores de produção: participar das reuniões de diálogo diário de segurança (DDS) todas as manhãs antes da realização das atividades e tarefas; cumprir os cronogramas e executar as atividades e tarefas definidas pelas supervisões e engenharia; preencher os boletins, listas de verificação ou livros de ocorrência com os dados coletados; solicitar as manutenções preventivas e corretivas identificadas nas inspeções às instalações, processos e equipamentos produtivos; realizar o teste de vazão e de eficiência de equipamentos; coletar amostras de fluidos, conforme solicitação da supervisão e definidos

nos procedimentos de execução dos processos; e outras atividades e tarefas de produção de petróleo e gás.

Os supervisores, engenheiros e operadores de produção vinculados aos campos produtores de petróleo trabalham em três escalas de regimes de trabalho, quais sejam: administrativo, sobreaviso e de revezamento de turno.

A partir dos estudos e análises de documentos e durante as visitas de observação direta foi identificado que os campos “A”, “B” e “C” utilizam nas inspeções de rotinas operacionais, diversos procedimentos operacionais (PO’s), com o objetivo de garantir a melhor eficiência e integridade das instalações, processos e equipamentos de poços produtores de petróleo. Utilizando os devidos instrumentos de coletas de dados (boletim, lista de verificação, livro de ocorrência ou em sistema informatizado de passagem de serviço), para registros das variáveis de controle, desvios identificados e ações de controle ou de mitigação tomadas nas instalações, processos e equipamentos, conforme principais procedimentos operacionais definidos no Quadro 5.

Quadro 5 - Principais procedimentos operacionais que orientam a coleta de dados

| PROCEDIMENTO OPERACIONAL (PO) | |
|-------------------------------|--|
| Nº DO PADRÃO | NOME DO PADRÃO |
| PO-0001 | Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Surgência (S). |
| PO-0002 | Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por <i>Gas Lift</i> Intermitente (GLI). |
| PO-0003 | Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Bombeio Mecânico (BM). |
| PO-0004 | Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Bombeio de Cavidades Progressivas (BCP). |
| PO-0005 | Acompanhamento de poço de petróleo produzindo por Bombeio Centrífugo Submerso (BCS). |
| PO-0006 | Rotinas para Técnico de Operação – Atividades de Campo Terrestre. |

Fonte: Elaborada pela autora. Dados da Pesquisa de Campo.

Nos Procedimentos Operacionais estão definidas as atividades e tarefas que devem ser executadas de forma sistemática pelos operadores de produção, e gerenciadas pelos supervisores e engenheiros, através de cronogramas de

inspeções, com frequências diária, semanal, quinzenal, mensal, semestral ou anual, com registros em instrumentos de coleta dados, onde são estruturados os dados, definidos como obrigatórios, nos procedimentos operacionais (PO's), com a devida data das inspeções, assinatura e matrícula dos operadores executantes das atividades e tarefas.

4.3 CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA RFID INSTALADO NO CAMPO “C”

O projeto piloto da tecnologia RFID implantado no campo “C”, caracterizou-se com a instalação de 300 etiquetas (TAG's) na linha de escoamento da produção de óleo e gás associado (tubulação metálica) dos poços produtores, TAG no formato de moeda, tamanho igual a 30 mm, tipo passiva, não possui bateria, opera com a energia captada do campo eletromagnético emitida pelo leitor/PDA, tem capacidade de armazenamento igual a 1024 bits, tempo de vida superior a 10 anos de retenção de dados, 100.000 de ciclos de gravação, velocidade de transferência de dados de 53 kbit/s; tempo de leitura igual a 0.01 ms; aplicável em superfície metálica, com temperatura de operação igual a – 20° C a 85° C, grau de proteção IP 68, especificação de frequência igual 13.56 MHz +-300 kHz (Alta Frequência), resistente a choque mecânico, distância de leitura entre Leitor/ Gravador de RFID e o TAG é de no máximo 10 cm, distância de gravação entre Leitor/ Gravador de RFID e o TAG está entre 3 e 6 cm.

O PDA/leitor da tecnologia RFID tem antena tipo embutida e integrada, resistência a queda para uma altura de 2,0 m, com classe de proteção (IP) 68, resistente a vibração, com baterias de 3,7 V, 5700 mAh de *lithium-ion* recarregáveis, com autonomia mínima de 8 horas, para uso constante do PDA, leitora de RFID igual a 13.56 MH. O PDA tem um peso máximo de 530 gramas incluindo (conjunto PDA + bateria + antena), com dimensão da tela igual a 3,5 polegadas, velocidade de processamento de 1GHz, memória de 512 MB de RAM e armazenamento igual a 8GB de memória.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

5.1 PROFISSIONAIS CONSULTADOS

Os questionários foram respondidos por 08 (oito) supervisores, 09 (nove) engenheiros responsáveis técnicos pelo processo de elevação (poços produtores de petróleo) e 36 (trinta e seis) operadores de produção, totalizando 53 (cinquenta e três) profissionais, responsáveis pelas inspeções e execução de rotinas operacionais em poços produtores de petróleo, com experiência variando de 1 (um) ano a 33 (trinta e três) anos de trabalho nos campos “A”, “B” e “C”.

Nos campos “A” e “B” participaram 39 (trinta e nove) profissionais (80%), que atuam na coleta manual de dados, de um total de 49 profissionais. O Quadro 6 apresenta os profissionais por cargo dos campos “A” e “B”.

Quadro 6 - Profissionais por cargo dos campos “A” e “B”

| PROFISSIONAIS QUE UTILIZAM INSTRUMENTO DE COLETA MANUAL DE DADOS | | | |
|---|----------------------|-------------------|-------------------|
| | | QUANTIDADE | PORCENTUAL |
| Cargos | Supervisor | 5 | 12,8 |
| | Engenheiro | 8 | 20,5 |
| | Operador de produção | 26 | 66,7 |
| | Total | 39 | 100,0 |

Nos campos “A” e “B”, não foi possível aplicar o questionário em 100 % dos profissionais, porque os mesmos trabalham em regime de turno/escala, pois estes se encontravam ausentes em escala de folga do regime de turno administrativo ou ausência por férias, porém foi obtida uma representativa participação dos mesmos, igual a 80% do quadro total de pessoal. Foram entrevistados todos os profissionais da liderança, os quais são responsáveis pelo armazenamento e utilização dos dados coletados em campo, para a tomada de decisão e melhoria contínua dos processos, atividades, tarefas e procedimentos de execução.

No campo “C” participaram 14 (catorze) profissionais que atuam na coleta digital de dados. O Quadro 7 apresenta os profissionais da amostra do campo “C”. Para este campo a amostra corresponde a 100% dos profissionais do campo, que trabalham diretamente com a tecnologia RFID.

Quadro 7 - Profissionais por cargo do campo “C”

| PROFISSIONAIS QUE UTILIZAM INSTRUMENTO DE COLETA DIGITAL DE DADOS DA TECNOLOGIA RFID. | | | |
|--|----------------------|-------------------|-------------------|
| | | QUANTIDADE | PORCENTUAL |
| Cargos | Supervisor | 3 | 21,4 |
| | Engenheiro | 1 | 7,1 |
| | Operador de produção | 10 | 71,4 |
| | Total | 14 | 100,0 |

5.2 TEMPO MÉDIO DE SERVIÇO DOS PROFISSIONAIS CONSULTADOS

A influência da variável “tempo de serviço”, caracteriza a experiência dos profissionais na execução, acompanhamento e monitoramento dos processos de elevação e escoamento na indústria do petróleo, sendo este relevante para o preenchimento das listas de verificação manual e digital, para a coleta de dados das variáveis operacionais dos poços produtores de petróleo, com maior eficácia, durante as inspeções de rotinas.

O Quadro 8 apresenta os tempos médios de empresa dos profissionais da amostra dos campos “A” e “B”.

Quadro 8 - Tempo médio de empresa dos profissionais dos campos “A” e “B”

| TEMPO DE EMPRESA DOS PROFISSIONAIS QUE UTILIZAM INSTRUMENTO DE COLETA MANUAL DE DADOS. | | | |
|---|-------|-------------------|-------------------|
| | | QUANTIDADE | PORCENTUAL |
| Anos | 1-10 | 31 | 79,5 |
| | 11-20 | 5 | 12,8 |
| | 21-30 | 2 | 5,1 |
| | 31-40 | 1 | 2,6 |
| | Total | 39 | 100,0 |

Observa-se que no intervalo de 1 a 10 anos de serviço encontram-se quase 80% dos profissionais da amostra.

O Quadro 9 apresenta os tempos médios de empresa dos profissionais da amostra do campo “C”.

Quadro 9 - Tempo médio de empresa dos profissionais do campo “C”

| TEMPO DE EMPRESA DOS PROFISSIONAIS QUE UTILIZAM INSTRUMENTO DE COLETA DIGITAL DE DADOS DA TECNOLOGIA RFID. | | | |
|---|-------|-------------------|-------------------|
| | | QUANTIDADE | PORCENTUAL |
| Anos | 1-10 | 8 | 57,1 |
| | 11-20 | 5 | 35,7 |
| | 31-40 | 1 | 7,1 |
| | Total | 14 | 100,0 |

Observa-se que para o campo “C”, cerca de 90% dos profissionais estão no intervalo de 1 (um) a 20 (vinte) anos de serviço, evidenciando maior senioridade em comparação com os campos “A” e “B”.

5.3 FATORES DE DESEMPENHO E VARIÁVEIS INVESTIGADAS

Para conhecer as percepções dos profissionais da amostra, quanto ao atendimento dos fatores de desempenho das inspeções, ora utilizando instrumentos de coleta de dados de forma manual (formulários do tipo boletins e listas de verificação em cópia física), ora com a aplicação de instrumento de coleta digital de dados pela tecnologia RFID, foi utilizada a escala Likert de 7 pontos, que aferiu as 19 variáveis que refletem os fatores de desempenho das inspeções. Esses fatores foram agrupados em quatro dimensões: rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento e geração de relatórios.

O Quadro 10 apresenta as 19 variáveis referentes às inspeções de rotinas operacionais em poços produtores de petróleo, investigados nos campos “A”, “B” e “C”, associadas aos quatro fatores de desempenho, quais sejam: F1 - Rastreabilidade; F2 - Confiabilidade; F3 - Armazenamento dos dados; e F4 - Geração de relatórios e gráficos.

Quadro 10 - Fatores de desempenho e respectivas variáveis investigadas

| FATORES DE DESEMPENHO (F) | VARIÁVEIS (ITENS DO QUESTIONÁRIO) |
|--|---|
| <p>F1 - Rastreabilidade do Operador, dos Dados e das Inspeções.</p> | <p>1 - Todos os dados históricos coletados nas inspeções de rotina operacional, definidos em procedimento de execução (PE), são recuperados facilmente, podendo-se saber data, hora e operador executante.</p> |
| | <p>2 - Através das inspeções de rotina operacional executadas nos poços produtores de petróleo possibilita-se a rastreabilidade do operador que realizou as atividades e tarefas.</p> |
| | <p>3 - Através das inspeções de rotinas operacionais é possível garantir que 100% dos poços programados foram inspecionados.</p> |
| | <p>4 - Os dados históricos coletados nas inspeções de rotina operacional, definidos como obrigatórios pelos órgãos reguladores (ANP) são recuperados facilmente, podendo-se saber data, hora e operador executante.</p> |
| <p>F2 - Confiabilidade dos Dados e das Inspeções.</p> | <p>5 - Todos os dados e informações coletadas nas inspeções de rotina operacional nos poços produtores de petróleo são confiáveis e fidedignos.</p> |
| | <p>6 - Os dados coletados nas inspeções de rotina operacional são úteis, tem objetividade e atendem aos requisitos legais de órgão regulador (ANP).</p> |
| | <p>7 - Os dados coletados pelo operador nas rotinas operacionais têm clareza e consistência, para o que se propõe.</p> |
| | <p>8 - Todos os dados coletados das inspeções de rotinas operacionais têm veracidade.</p> |
| | <p>9 - Os instrumentos de coleta de dados das inspeções de rotinas operacionais têm confiabilidade.</p> |
| | <p>10 - Os tipos de registros realizados diariamente garantem de fato que as inspeções de rotinas operacionais foram realizadas.</p> |
| <p>F3 - Armazenamento de dados</p> | <p>11 - Todos os dados coletados das inspeções de rotinas operacionais estão armazenados adequadamente e podem ser recuperados a qualquer momento, para apoio à decisão.</p> |
| | <p>12 - Os dados coletados nas inspeções de rotinas operacionais dispõem de uma estrutura confiável de armazenamento de dados históricos, com alta capacidade e acessível para todos os usuários.</p> |
| | <p>13 - Os dados coletados nas inspeções de rotina operacional estão íntegros e ordenados.</p> |
| | <p>14 - Os dados armazenados das inspeções de rotina operacional são controlados, estão protegidos e disponíveis para tomada de decisão.</p> |
| <p>F4 - Geração de Relatórios e</p> | <p>15 - Os dados coletados das inspeções de rotina operacional nos últimos dois anos, possibilitam a geração de relatórios e gráficos.</p> |
| | <p>16 - A sintetização / seleção dos dados coletados nas inspeções de rotinas operacionais geram relatórios e gráficos, que</p> |

| | |
|---------------------------|---|
| Gráficos dos dados | possibilitam comparações. |
| | 17 - Os dados coletados das inspeções de rotina operacional possibilitam a geração de tabelas, gráficos e relatórios facilmente. |
| | 18 - Os dados coletados e estruturados em relatórios e gráficos disponibilizam informações de forma simplificada, para facilitar a comunicação. |
| | 19 - Os gráficos, relatórios e tabelas gerados com dados coletados das inspeções de rotina operacional, disponibilizam informações precisas. |

A partir da tabulação e análise dos dados e informações dos cinquenta e três questionários com 19 (dezenove) variáveis (Apêndice A) foram calculadas as médias das variáveis respondidas na escala Likert de 7 (sete) pontos, respectivamente para a coleta manual (campo “A” e “B”) e para coleta digital (campo “C”) e para as diferenças percentuais entre as mesmas. A seguir, apresentam-se os resultados das referidas avaliações agrupadas por fator de desempenho.

5.4 AVALIAÇÃO DO FATOR DE DESEMPENHO “RASTREABILIDADE”

O Quadro 11 apresenta os resultados das variáveis do fator de desempenho “rastreabilidade”, para as inspeções com coleta manual de dados (campos “A” e “B”) e coleta digital de dados (campo “C”), neste revela que há uma destacada diferença percentual (82%) entre as avaliações das coletas manual e digital de dados, para a variável 3. Isto indica que para a inspeção de todos os poços há maior rastreabilidade e confiança com a utilização do instrumento de coleta digital.

Quadro 11 - Avaliação do Fator de Desempenho “Rastreabilidade”, com coleta manual (Campo “A” e “B”) e digital de dados (Campo “C”)

| FATOR DE DESEMPENHO (F1): RASTREABILIDADE | INSTRUMENTO DE COLETA MANUAL (M) | INSTRUMENTO DE COLETA DIGITAL (D) | DIFERENÇA PERCENTUAL ((D-M) / M*100) |
|---|---|--|---|
| VARIÁVEIS (ITENS DO QUESTIONÁRIO) | MÉDIAS | MÉDIAS | % |
| 1 – Todos os dados históricos coletados nas inspeções de rotina operacional conforme procedimento de execução (PE) são recuperados facilmente, podendo-se saber data, hora e operador executante. | 3,87 | 6,29 | 62% |
| 2 – Através das inspeções de rotina operacional executadas nos poços produtores de petróleo possibilitam a | 4,33 | 6,36 | 43% |

| | | | |
|---|-------------|-------------|------------|
| rastreabilidade do operador que realizou as atividades e tarefas. | | | |
| 3 – Através das inspeções de rotina operacional possibilita garantir que 100% dos poços programados foram inspecionados. | 3,49 | 6,36 | 82% |
| 4 - Os dados históricos coletados nas inspeções de rotina operacional, definidos como obrigatório pelos órgãos reguladores são recuperados facilmente, podendo-se saber data, hora e operador executante. | 4,18 | 6,36 | 52% |
| MÉDIA DO FATOR | 3,97 | 6,34 | 59% |

A variável 3 (três) é caracterizada como uma das variáveis mais importantes dentre as demais analisadas e a que obteve a maior diferença percentual entre as médias analisadas, isto porque um dos principais objetivos do fator de desempenho de rastreabilidade nas inspeções de rotinas operacionais e principal responsabilidade da equipe de operação (supervisor e operadores de produção) é a de apresentar evidências objetivas de que 100% dos poços programados foram de fato inspecionados, com verificação da integridade das instalações e de ausência de possíveis vazamentos de petróleo nos componentes e na locação dos poços. Corroborando Costa (2013), a falta de registros adequados dificulta a rastreabilidade dos dados, ocasionando uma diminuição na qualidade da informação e como consequência diminui o desempenho da organização.

Neste caso, observa-se a menor pontuação das médias (3,49 pontos) na variável 3 do Quadro 11, com a utilização de instrumentos de coleta manual de dados, que vem caracterizar a falta de evidência objetiva confiável quanto a execução da inspeção diária dos poços programados. Um dos pontos que contribuíram para este resultado foi a lacuna deixada na estrutura do “boletim e/ou lista de verificação”, conforme Figura 12, que não contemplou a atividade e local para o registro dos poços inspecionados diariamente, quando da execução da atividade de inspecionar as condições dos componentes e locação de cada poço, que estão definidos como obrigatórios em procedimentos operacionais e nos regulamentos técnicos (RTSGI e RTSGIP) da ANP.

Porém, foi observado que as inspeções dos poços são realizadas rotineiramente, apenas não tem como formalizara execução dessas atividades, nos instrumentos de coleta de dados em cópia física, que registram apenas os poços encontrados com desvios, em boletim de estrutura limitada e genérica (Figura 12),

Figura 13 - Poço BCP com TAG, identificado com PDA pelo operador de produção



Fonte: Fotos da Pesquisadora

5.5 AVALIAÇÃO DO FATOR DE DESEMPENHO “CONFIABILIDADE”

O Quadro 12 mostra que, em geral, para o Fator de Desempenho “Confiabilidade” ocorrem as menores diferenças percentuais da avaliação entre as coletas manual e digital de dados (32%). Em particular, a variável 6 - “dados úteis, com objetividade e atendimento ao órgão regulador” apresenta a menor diferença (19%), indicando que para o objetivo da referida variável não há diferença destacada entre a coleta manual e digital de dados.

Quadro 12 - Avaliação do Fator de Desempenho “Confiabilidade”, com coleta manual (Campo “A” e “B”) e digital de dados (Campo “C”)

| FATOR DE DESEMPENHO (F2): CONFIABILIDADE | INSTRUMENTO DE COLETA MANUAL (M) | INSTRUMENTO DE COLETA DIGITAL (D) | DIFERENÇA PERCENTUAL ((D-M) / M*100) |
|--|---|--|---|
| VARIÁVEIS (ITENS DO QUESTIONÁRIO) | MÉDIAS | MÉDIAS | % |
| 5 - Todos os dados e informações coletadas nas inspeções de rotina operacional nos poços produtores de petróleo são confiáveis e fidedignos. | 4,46 | 6,36 | 42% |
| 6 - Os dados coletados nas inspeções de rotina operacional são úteis, tem objetividade e atendem aos requisitos legais de órgão regulador (ANP). | 5,31 | 6,36 | 19% |
| 7 - Os dados coletados pelo operador nas rotinas operacionais têm clareza e consistência, para o que se propõe. | 5,36 | 6,50 | 21% |
| 8 - Todos os dados coletados das inspeções de rotinas operacionais têm veracidade. | 5,03 | 6,43 | 27% |
| 9 - Os instrumentos de coleta de dados das inspeções de rotinas operacionais têm confiabilidade. | 4,74 | 6,50 | 37% |
| 10 - Os tipos de registros realizados diariamente garantem de fato que as inspeções de rotinas operacionais foram realizadas. | 4,13 | 6,43 | 55% |
| MÉDIA DO FATOR | 4,84 | 6,43 | 32% |

Os resultados das análises das variáveis do fator de desempenho “confiabilidade” apresentaram menores diferenças percentuais, por ser percebida pela equipe de operação como uma ação de conduta ética, de comportamento e de disciplina operacional, e que todas as atividades definidas nos instrumentos de coleta manual e digital de dados (boletins e listas de verificação) estão sendo executadas e registradas conforme solicitadas pela liderança e validade com a assinatura e matrícula do operador de produção executante das inspeções, atividades e tarefas.

Para a variável 6 do Quadro 12, os operadores de produção acreditam que os dados, atividades e tarefas definidas pela liderança nos instrumentos de coleta manual (Figura 12 anterior) e digital de dados (Figura 14) estão alinhados com os procedimentos de operação e requisitos dos regulamentos técnicos da ANP e têm confiabilidade, quer pela coleta digital, quer pela coleta manual, visto que a diferença (19%) é relativamente muito pequena. Para Barbosa (2002), uma informação é considerada relevante quando é necessária e útil para o alcance dos objetivos e metas da organização.

A variável 10 ocorre a maior diferença percentual (55%) caracterizando que os tipos de registro (boletins/listas de verificação) utilizados nas inspeções de rotina operacional não garantem de fato que os poços foram realmente inspecionados, confirmando o resultado da variável 3, do Quadro 11 do fator “rastreadabilidade”.

Figura 14 - PDA's e listas de verificação de poços definidas pela liderança



Fonte: Fotos da Pesquisadora

5.6 AVALIAÇÃO DO FATOR DE DESEMPENHO “ARMAZENAMENTO DOS DADOS”

O Quadro 13 apresenta os resultados das variáveis do fator de desempenho “armazenamento dos dados”, para as inspeções com coleta manual de dados (campos “A” e “B”) e coleta digital de dados (campo “C”), revelando que há uma destacada diferença percentual (79%) entre as avaliações da coleta manual e digital de dados, para a variável 12. Isto indica a existência de uma estrutura mais confiável de armazenamento de dados históricos, com alta capacidade e acessível para todos os usuários, com a utilização do instrumento de coleta digital.

Quadro 13 - Avaliação do Fator de Desempenho “Armazenamento dos dados”, com coleta manual e digital de dados

| FATOR DE DESEMPENHO (F3): ARMAZENAMENTO | INSTRUMENTO DE COLETA MANUAL (M) | INSTRUMENTO DE COLETA DIGITAL (D) | DIFERENÇA PERCENTUAL ((D-M) / M*100) |
|--|---|--|---|
| VARIÁVEIS (ITENS DO QUESTIONÁRIO) | MÉDIAS | MÉDIAS | % |
| 11 - Todos os dados coletados das inspeções de rotinas operacionais estão armazenados adequadamente e podem ser recuperados a qualquer momento, para apoio à decisão. | 3,92 | 6,50 | 65% |
| 12 - Os dados coletados nas inspeções de rotinas operacionais dispõem de uma estrutura confiável de armazenamento de dados históricos, com alta capacidade e acessível para todos os usuários. | 3,59 | 6,43 | 79% |
| 13 - Os dados coletados nas inspeções de rotina operacional estão íntegros e ordenados. | 4,08 | 6,50 | 59% |
| 14 - Os dados armazenados das inspeções de rotina operacional são controlados, estão protegidos e disponíveis para tomada de decisão. | 4,33 | 6,43 | 48% |
| MÉDIA DO FATOR | 3,98 | 6,47 | 62% |

Observando-se a maior diferença percentual (79%) ocorrida para a variável 12 do Quadro 13, conclui-se que para a coleta manual de dados, a organização não disponibiliza recursos suficientes, para o armazenamento histórico de todos os dados coletados nas inspeções de rotina operacional, isto porque nem todos os dados registrados nos boletins e listas de verificação em cópia física (papel) têm banco de dados específicos para cadastros e armazenamento de dados das inspeções, com

acesso a todos os usuários. Estes instrumentos de coleta manual de dados, com parte dos dados e informações coletados ficam temporariamente arquivados em pasta A-Z ou em armários (Figura 15), e depois são triturados, perdendo-se alguns dados e informações relevantes, para futuras tomadas de decisão.

Figura 15 - Armazenamento dos dados com instrumento de coleta manual



Fonte: Foto da Pesquisadora

No entanto, com o instrumento de coleta digital de dados e dos demais componentes da tecnologia RFID, os dados e informações coletados são armazenados adequadamente e com histórico, em um *software*, de forma automática, ao posicionar o leitor na base de recarga da bateria conectado ao computador (Figura 16), sem a necessidade de apoio administrativo para digitação dos dados e informações. A tecnologia RFID tem estrutura confiável e de alta capacidade de armazenamento de dados, disponível para acesso e consulta de todos os usuários em rede. Corroborando, Somasundaram e Alok (2011, p. 30) observam que “os dados criados por indivíduos ou empresas devem ser armazenados a fim de que sejam facilmente acessados para posterior processamento”. Neste sentido, as empresas adotam tecnologias para armazenamento de dados em formato digital, que possam ser recuperados a qualquer momento (BATISTA, 2004).

Figuras 16 - Componentes da tecnologia RFID, para armazenamento dos dados e informações, das inspeções de rotina operacional e para geração de relatórios



Fonte: Fotos da Pesquisadora

5.7 AVALIAÇÃO DO FATOR DE DESEMPENHO “GERAÇÃO DE RELATÓRIOS”

O Quadro 14 mostra que, em geral, o Fator de Desempenho “Geração de Relatórios”, apresenta as maiores diferenças percentual da avaliação entre as médias das coletas manual e digital, quando comparadas as médias globais dos quatro fatores de desempenho (64%). Em particular, a variável 17 - “dados coletados das inspeções de rotina operacional possibilitam a geração de tabelas, gráficos e relatórios facilmente” apresenta a maior diferença (72%), indicando que para o objetivo da referida variável há diferença destacada entre a coleta manual e digital de dados.

Quadro 14 - Avaliação do Fator de Desempenho “Geração de Relatórios”, com coleta manual e digital de dados

| FATOR DE DESEMPENHO (F4): GERAÇÃO DE RELATÓRIOS | INSTRUMENTO DE COLETA MANUAL (M) | INSTRUMENTO DE COLETA DIGITAL (D) | DIFERENÇA PERCENTUAL ((D-M) / M*100) |
|--|---|--|---|
| VARIÁVEIS (ITENS DO QUESTIONÁRIO) | MÉDIAS | MÉDIAS | % |
| 15 - Os dados coletados das inspeções de rotina operacional nos últimos dois anos, possibilitam a geração de relatórios e gráficos. | 4,00 | 6,64 | 66% |
| 16 - A sintetização / seleção dos dados coletados nas inspeções de rotinas operacionais geram relatórios e gráficos, que possibilitam comparações. | 3,97 | 6,64 | 67% |
| 17 - Os dados coletados das inspeções de rotina operacional possibilitam a geração de tabelas, gráficos e relatórios facilmente. | 3,90 | 6,71 | 72% |
| 18 - Os dados coletados e estruturados em relatórios e gráficos disponibilizam informações de forma simplificada, para | 4,15 | 6,57 | 58% |

| | | | |
|--|-------------|-------------|------------|
| facilitar a comunicação. | | | |
| 19 - Os gráficos, relatórios e tabelas gerados com dados coletados das inspeções de rotina operacional, disponibilizam informações precisas. | 4,18 | 6,64 | 58% |
| MÉDIA DO FATOR | 4,04 | 6,64 | 64% |

A maior diferença para a variável 17 no Quadro 14, evidencia que o instrumento de coleta manual de dados não disponibiliza uma estrutura e sistema de informação específico para gerar os relatórios, diariamente, das inspeções de rotina operacional, com os devidos recursos para produzir tabelas, relatórios e gráficos. Alguns dados e informações das inspeções de rotina operacional permanecem apenas registrados nos boletins e listas de verificação, em cópia física (papel) e arquivada em pastas A-Z e armários (Figura 17), não possibilitando a geração de relatórios, tabelas e gráficos dos dados.

Figuras 17- Armário e pastas A-Z, com boletins e listas de verificação arquivadas temporariamente até trituração e disposição final



Fonte: Fotos da Pesquisadora

Com o instrumento de coleta digital de dados e demais componentes (leitor, TAG e *Software*) e aplicativos da tecnologia RFID torna-se possível gerar as tabelas, gráficos e relatórios facilmente, com dados confiáveis, precisos e que possibilitam comparações, por data, horário e operador de produção executante da inspeção de rotina operacional, para auxiliar na tomada de decisão. Corroborando Bispo (1998) os gráficos e relatórios ajudam os colaboradores a sintetizarem as informações coletadas durante os processos produtivos através de comparações, visões personalizadas, análises estatísticas, previsões e simulações.

5.8 AVALIAÇÃO DAS DIFICULDADES NA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID

Para identificar as principais dificuldades na utilização dos componentes da tecnologia RFID, realização do treinamento e da capacitação dos usuários, através das percepções dos profissionais, que participaram diretamente da implantação do projeto piloto foi elaborada um questionário com 38 variáveis, divididos por componentes e dificuldades (Apêndice B), estruturado a partir do Quadro 15, com aplicação da escala Likert variando de 1 (um) “discordo plenamente” a 7 (sete) pontos “concordo plenamente”, que aferiu as 38 variáveis que refletem a percepção dos usuários quanto as dificuldades na implantação da tecnologia RFID.

Quadro 15 - Principais dificuldades na implantação da tecnologia RFID, quanto aos componentes, treinamento e capacitação.

| COMPONENTES DA TECNOLOGIA RFID | DIFICULDADES (ITENS DO QUESTIONÁRIO) |
|---|---|
| <p align="center">PDA - PERSONAL DIGITAL ASSISTANT (leitor).</p> | 1 - Para acessar os recursos do PDA é obrigatório um código de identificação e uma senha de cada profissional usuário. |
| | 2 - O PDA é veloz na captura das ordens de manutenção e de operação durante a comunicação com o <i>software</i> . |
| | 3 - O PDA captura as ordens de manutenção e de operação, conforme o cronograma definido no <i>software</i> . |
| | 4 - O PDA da tecnologia RFID avalia parâmetros operacionais e emite alerta indicando os parâmetros fora da faixa de controle. |
| | 5 - O PDA da tecnologia RFID realiza a leitura do TAG de forma rápida. |
| | 6 - O PDA tem capacidade para armazenar dados e fotos coletados das rotinas diárias. |
| | 7 - O PDA sincroniza facilmente com o <i>software</i> da tecnologia RFID, para carregar e descarregar os dados coletados das rotinas diárias. |
| | 8 - O PDA é preciso e veloz na transferência de dados para o <i>software</i> da tecnologia RFID. |
| | 9 - O PDA tem capacidade suficiente de carga de bateria, para executar todas as rotinas diárias. |
| | 10 - O PDA é de fácil manuseio na coleta dos dados das rotinas diárias. |
| | 11 - O PDA permite que o usuário visualize o histórico de perguntas, variável de medição e acesse anexos. |
| | 12 - O PDA reduz o tempo da coleta dos dados da rotina diária. |
| | 13 - O PDA é seguro e protege os dados coletados na rotina diária. |
| | 14 - O PDA não sofre desgastes na tela nas regiões de maior contato/premidas, para acesso das rotinas e registros dos dados. |
| | 15 - O PDA tem baixo peso. |
| | 16 - O PDA tem alta vida útil. |
| | 17 - O PDA não tem alto custo. |

| | |
|---|--|
| TAG - ELEMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (etiqueta). | 18 - O TAG RFID tem alta vida útil. |
| | 19 - O TAG RFID não tem alto custo. |
| | 20 - O TAG RFID tem alta resistência mecânica. |
| | 21 - O TAG RFID tem uma boa comunicação com o PDA, que permite a sua identificação de forma veloz. |
| | 22 - O TAG RFID permite cadastrar facilmente a identificação do equipamento. |
| | 23 - O TAG RFID pode ser reutilizado, quando necessário. |
| SOFTWARE | 24 - O <i>software</i> da tecnologia RFID realiza agendamento das rotinas operacionais e de manutenção, por turno e equipe. |
| | 25 - O <i>software</i> da tecnologia RFID tem alta capacidade de armazenamento de dados. |
| | 26 - O <i>software</i> da tecnologia RFID gera e visualiza relatórios e gráficos. |
| | 27 - O <i>software</i> da tecnologia RFID sintetiza os dados armazenados e é veloz na geração de relatórios e gráficos. |
| | 28 - O <i>software</i> da tecnologia RFID disponibiliza uma base robusta de dados armazenados. |
| | 29 - O <i>Software</i> da Tecnologia RFID é seguro e protege os dados armazenados. |
| | 30 - O <i>software</i> da tecnologia RFID tem interface/drive de comunicação com os sistemas do SAP/ERP. |
| | 31 - O <i>software</i> da tecnologia RFID cria perfis de acesso ao sistema. |
| 32 - O <i>software</i> da tecnologia RFID não têm alto custo. | |
| USUÁRIOS | 33 - Os colaboradores não necessitam de experiência mínima dos processos e de informática para utilização a tecnologia de coleta digital de dados. |
| | 34 - Os colaboradores não apresentaram resistência na utilização da tecnologia de coleta digital de dados (PDA e <i>Software</i>). |
| | 35 - A capacitação dos colaboradores na tecnologia RFID não depende do treinamento teórico e prático na coleta de dados com o PDA. |
| | 36 - A capacitação dos colaboradores na tecnologia RFID com o treinamento teórico e prático não tem alto custo. |
| | 37 - Os colaboradores não encontraram dificuldades na coleta digital de dados com o PDA. |
| | 38 - Os colaboradores têm acesso ao <i>software</i> da tecnologia RFID para geração de relatórios e gráficos dos dados. |

A seguir, apresentam-se os resultados das referidas avaliações agrupadas por componente.

5.8.1 Cargos dos profissionais consultados.

O questionário foi respondido por 02 (dois) supervisores e 04 (quatro) operadores de produção, totalizando 06 (seis) profissionais, que estão diretamente envolvidos na implantação do projeto piloto da tecnologia RFID no campo “C”, conforme Quadro 16. Esses profissionais também fizeram parte da avaliação do desempenho do sistema de informação dos campos.

Quadro 16 - Profissionais por cargo do campo “C”.

| PROFISSIONAIS QUE PARTICIPARAM DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO DA TECNOLOGIA RFID (CAMPO C) | | | |
|---|----------------------|-------------------|-------------------|
| | | Quantidade | Porcentual |
| Cargos | Supervisor | 2 | 33 |
| | Operador de produção | 4 | 67 |
| | Total | 6 | 100 |

A partir da tabulação e análise dos dados e informações coletados do questionário estruturado com 38 variáveis de dificuldades (Apêndice B) respondidos pelos supervisores e operadores de produção (Quadro 16) foram calculadas as médias e desvios padrão das variáveis, sobre as dificuldades encontradas na implantação do projeto piloto da tecnologia RFID no campo produtor de petróleo “C”, com médias das pontuações na escala Likert de 7 (sete) pontos, onde pontuações de 1 (um) a 3 (três), caracterizam “discordância”, pontuação 4 (quatro) “neutro”, e pontuações de 5 (cinco) a 7 (sete) “concordância”, com as afirmações avaliadas no questionário.

5.8.2 Dificuldades técnicas e de custos do componente **PDA** - coletor digital de dados da tecnologia RFID.

O Quadro 17 apresenta os resultados das dificuldades referentes ao PDA - coletor digital de dados da tecnologia RFID, estruturadas com 17 (dezesete) variáveis, com cálculos das pontuações médias e do desvio padrão, onde foi observado que as variáveis 4, 5, 11, 14, 15 e 17 tiveram destaque por apresentarem as menores médias dentre as 17 variáveis analisadas. Para os usuários, as variáveis 5, 14, 15 e 17 são as de maior relevância no processo de implantação do projeto piloto da tecnologia RFID. As variáveis de nº 14, 15 e 17 foram avaliadas com as menores pontuações (médias 2,17; 3,00; e 1,33, respectivamente).

Quadro 17 - Médias e desvios padrão das dificuldades com PDA da tecnologia RFID.

| PDA – PERSONAL DIGITAL ASSISTANT. | | |
|---|--------------|----------------------|
| DIFICULDADES | MÉDIA | DESVIO PADRÃO |
| 1 – Para acessar os recursos do PDA é obrigatório um código de identificação e uma senha de cada profissional usuário. | 6,33 | ,816 |
| 2 – O PDA é veloz na captura das ordens de manutenção e de operação durante a comunicação com o <i>software</i> . | 4,67 | 1,366 |
| 3 – O PDA captura as ordens de manutenção e de operação, conforme o cronograma definido no <i>software</i> . | 5,67 | 1,033 |
| 4 – O PDA da Tecnologia RFID avalia parâmetros operacionais e emite alerta indicando os parâmetros fora da faixa de controle. | 3,33 | 1,366 |
| 5 – O PDA da Tecnologia RFID realiza a leitura do TAG de forma rápida. | 3,17 | 1,835 |
| 6 - O PDA tem capacidade para armazenar dados e fotos coletados das rotinas diárias. | 5,33 | 1,211 |
| 7 – O PDA sincroniza facilmente com o <i>software</i> da Tecnologia RFID, para carregar e descarregar os dados coletados das rotinas diárias. | 4,83 | ,408 |
| 8 – O PDA é preciso e veloz na transferência de dados para o <i>software</i> da Tecnologia RFID. | 4,83 | ,408 |
| 9 – O PDA tem capacidade suficiente de carga de bateria, para executar todas as rotinas diárias. | 5,83 | ,983 |
| 10 - O PDA é de fácil manuseio na coleta dos dados das rotinas diárias. | 4,17 | 1,329 |
| 11 - O PDA permite que o usuário visualize o histórico de perguntas, variável de medição e acesse anexos. | 3,17 | 2,401 |
| 12 - O PDA reduz o tempo da coleta dos dados da rotina diária quando utilizado com mais frequência. | 5,67 | ,516 |
| 13 - O PDA é seguro e protege os dados coletados na rotina diária. | 6,00 | ,894 |
| 14 - O PDA não sofre desgastes na tela nas regiões de maior contato/premidas, para acesso das rotinas e registros dos dados. | 2,17 | ,753 |
| 15 - O PDA tem baixo peso. | 3,00 | 1,549 |
| 16 - O PDA tem alta vida útil. | 5,33 | 1,033 |
| 17 - O PDA não tem alto custo. | 1,33 | ,516 |
| MÉDIA GLOBAL | 4,40 | ----- |

Neste caso, observa-se que o coletor de dados PDA tem como dificuldades prevalentes o manuseio do mesmo nas inspeções de rotina, por motivos da baixa visibilidade do visor, devido às ranhuras e manchas causadas pelo contato do apontador e também ao peso, na movimentação do aparelho, para acesso, na digitação dos dados das inspeções de rotinas operacionais. Destaca-se especialmente o alto custo de aquisição do PDA, porque este foi especificado para áreas de classificação elétrica, com riscos de incêndio ou explosão. Sendo um equipamento customizado, seu custo é visto como particularmente elevado.

Contudo, estão sendo utilizados em ambientes de zona de menor nível de risco, no projeto piloto de implantação da tecnologia RFID. Neste caso, necessita-se de uma melhor especificação dos componentes da tecnologia do PDA, para aplicação em compatibilidade com suas zonas de riscos, com o objetivo de reduzir os custos de aquisição e o peso do PDA, para adaptar-se aos processos com aplicação nas inspeções das instalações de produção de petróleo.

Outra dificuldade relevante é a da variável 5, porque o PDA não está realizando a leitura dos dados cadastrados no TAG de forma rápida. Algumas vezes, a identificação demora entre 5 a 10 minutos, havendo perda de tempo nas inspeções de rotina operacional, sendo esta característica avaliada com baixa pontuação média (3,17), que pode estar vinculado a problemas técnicos com o PDA, ainda em investigação pelos fornecedores da tecnologia. Neste contexto, a identificação do TAG de cada poço através de GPS, com as coordenadas de longitude e latitude da instalação cadastrada no PDA vai reduzir o tempo de leitura e identificar o poço em tempo real, com data e horário, sem fazer nenhum tipo de contato do PDA com os componentes da instalação do poço. Segundo Prado, Pereira e Politano (2006), quanto menor a faixa de frequência, mais lenta é a taxa de transferência.

Para Becker *et al* (2009) e Prado, Pereira e Politano (2006), a função do PDA é obter dados e informações armazenadas em etiquetas (TAG), de forma automática. Este desempenho não está sendo avaliado como plenamente satisfatório.

5.8.3 Dificuldades técnicas e de custos do componente **TAG** de identificação do equipamento da tecnologia RFID.

O Quadro 18 mostra que, em geral, dentre os 4 componentes ocorre a maior média global (5,08) para o componente "TAG". Nos resultados das dificuldades referentes ao TAG de identificação do equipamento da tecnologia RFID, no processo de implantação do projeto piloto, observa-se que a variável de nº21 destaca-se, porque foi avaliada com baixa pontuação média (3,67). Conclui-se que a identificação do TAG pelo PDA foi vista, pelos respondentes, como relativamente lenta.

Quadro 18 - Médias e desvios padrão das dificuldades com TAG da tecnologia RFID.

| TAG – ELEMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO. | | |
|--|--------------|----------------------|
| DIFICULDADES | MÉDIA | DESVIO PADRÃO |
| 18 - O TAG RFID tem alta vida útil. | 5,33 | 1,033 |
| 19 - O TAG RFID não tem alto custo. | 6,33 | ,516 |
| 20 - O TAG RFID tem alta resistência mecânica. | 4,33 | 2,582 |
| 21 – O TAG RFID tem uma boa comunicação com o PDA, que permite a sua identificação de forma veloz. | 3,67 | 1,033 |
| 22 - O TAG RFID permite cadastrar facilmente a identificação do equipamento. | 5,50 | ,837 |
| 23 - O TAG RFID pode ser reutilizado, quando necessário. | 5,33 | 1,033 |
| MÉDIA GLOBAL | 5,08 | ----- |

Por outro lado, observa-se que o TAG utilizado no projeto piloto apresenta alta vida útil, resistência mecânica, e não tem um custo elevado, quando comparado com os demais componentes da tecnologia RFID. Entretanto, a depender das quantidades compradas, o custo do TAG pode tornar-se alto. De acordo com observações dos profissionais de campo, as falhas de comunicação entre o TAG e o PDA podem ser devidas, também, a eventual interferência da tubulação de aço em que o TAG está instalado. Corroborando, Ahsan, Shah e Kingston (2010), afirmam que o RFID tem como desvantagens o fato de que interferências freqüentes com alguns materiais geram problemas com sinal, a exemplo de tubulação metálica, e sobrecarga na leitura (falha na leitura). Isto caracteriza a necessidade de retornar à coleta de dados manual para que a inspeção de rotina operacional ocorra conforme o programado.

5.8.4 Dificuldades técnicas e de custos do componente **SOFTWARE** da tecnologia RFID.

Quanto aos resultados das dificuldades com o componente *software* da tecnologia RFID, estruturadas com 9 (nove) variáveis, com médias de pontuação e desvio padrão, a partir da escala Likert de 7 (sete) pontos mostrados no Quadro 19, observa-se uma prevalência de duas dificuldades, uma na variável n° 30, com pontuação média baixa (2,50), para a existência de interface/drive de comunicação da tecnologia RFID com os sistemas do SAP/ERP, e outra relativa a variável n° 32, com pontuação baixa (2,00) quanto ao custo de aquisição das licenças do *software* da tecnologia RFID, visto como alto pelos respondentes.

Quadro 19- Médias e desvios padrão das dificuldades com *Software* da tecnologia RFID.

| SOFTWARE | | |
|---|--------------|----------------------|
| DIFICULDADES | MÉDIA | DESVIO PADRÃO |
| 24 - O <i>Software</i> da tecnologia RFID realiza agendamento das rotinas operacionais e de manutenção, por turno e equipe. | 5,17 | 1,329 |
| 25 - O <i>Software</i> da tecnologia RFID tem alta capacidade de armazenamento de dados. | 5,33 | 1,506 |
| 26 - O <i>Software</i> da tecnologia RFID gera e visualiza relatórios e gráficos. | 4,83 | 1,329 |
| 27 - O <i>Software</i> da tecnologia RFID sintetiza os dados armazenados e é veloz na geração de relatórios e gráficos. | 4,33 | 1,033 |
| 28 - O <i>Software</i> da tecnologia RFID disponibiliza uma base robusta de dados armazenados. | 5,17 | 1,329 |
| 29 - O <i>Software</i> da tecnologia RFID é seguro e protege os dados armazenados. | 6,50 | ,548 |
| 30 - O <i>Software</i> da tecnologia RFID tem interface/driver de comunicação com os sistemas do SAP/ERP. | 2,50 | 1,643 |
| 31 - O <i>Software</i> da Tecnologia RFID cria perfis de acesso ao sistema. | 6,33 | ,516 |
| 32 - O <i>Software</i> da tecnologia RFID não tem alto custo. | 2,00 | ,632 |
| MÉDIA GLOBAL | 4,68 | ----- |

Pela variável 30 caracteriza-se a necessidade da integração e comunicação do *software* da tecnologia RFID com os sistemas de informação da empresa, principalmente com os sistemas do SAP/ERP, porque nestes são realizados todos os planejamentos, controles e gestão das ordens de manutenção e de produção, aplicadas nas rotinas operacionais, com armazenamento dos dados e informações coletadas nas frentes operacionais, geração de relatórios e gráficos, para análise e tomada de decisão. Segundo Moretti (2017), apresentam-se algumas dificuldades associadas à implantação de sistemas RFID relacionados ao *software*, tais como: problemas na integração do sistema RFID com os sistemas de gestão já atuantes na empresa como o SAP/ERP, WMS etc.; e custo geral oneroso para a implantação do sistema RFID.

Com relação a variável 32 a baixa pontuação indica que o *software* da tecnologia RFID tem um alto custo total de investimento inicial, quando comparado com os custos de aquisição dos PDA's e dos TAG's, e dos custos de capacitação e treinamento dos usuários da tecnologia. Tais custos se devem à manutenção do pagamento das licenças de uso do *software*, que irão garantir as atualizações e correções dos desvios identificados, após o uso sistemático da tecnologia e da

abrangência para realizar as inspeções de rotinas operacionais e coletar dados dos poços produtores de petróleo. Corroborando com Wijngaert *et al* (2008), um dos fatores restritivos na implantação de uma nova tecnologia recai na mensuração dos custos totais inerentes a esta inovação. Para Osyk *et al* (2012), uma das principais dificuldades de uma organização que planeja implantar o RFID é a estimativa do custo total de aquisição da infraestrutura para o efetivo funcionamento da tecnologia RFID.

5.8.5 Dificuldades dos **USUÁRIOS** da tecnologia RFID.

O Quadro 20 mostra que, em geral, para o componente “usuário” ocorre a menor média global (2,91) comparada com as médias globais dos demais componentes. As variáveis relativas as dificuldades com treinamento e capacitação dos usuários da tecnologia RFID, apresentam, em geral, médias baixas (grande dificuldade), particularmente as de nº 33, 34, 35 e 37.

Quadro 20 – Médias e desvios padrão das dificuldades com os usuários.

| USUÁRIOS | | |
|--|--------------|----------------------|
| DIFICULDADES | MÉDIA | DESVIO PADRÃO |
| 33 - Os colaboradores não necessitam de experiência mínima dos processos e de informática, para utilização da tecnologia de coleta digital de dados. | 2,17 | ,643 |
| 34 - Os colaboradores não apresentaram resistência na utilização da tecnologia de coleta digital de dados (PDA e <i>Software</i>). | 2,00 | ,632 |
| 35 - A capacitação dos colaboradores na tecnologia RFID não depende do treinamento teórico e prático na coleta de dados com o PDA. | 2,17 | ,753 |
| 36 - A capacitação dos colaboradores na tecnologia RFID com o treinamento teórico e prático não tem alto custo. | 6,17 | ,408 |
| 37 - Os colaboradores não encontraram dificuldades na coleta digital de dados com o PDA. | 2,50 | ,548 |
| 38 - Os colaboradores têm acesso ao <i>software</i> da tecnologia RFID para geração de relatórios e gráficos dos dados. | 3,17 | 2,563 |
| MÉDIA GLOBAL | 2,91 | ----- |

As referidas variáveis foram avaliadas com uma baixa pontuação média, caracterizando assim a necessidade de usuários com experiência nos processos em que são realizadas as inspeções de rotina operacional para maior confiabilidade na utilização da tecnologia e na coleta dos dados que realmente importam. Assim, para

que a mesma aconteça com o mínimo de erro é importante que os usuários disponham de treinamentos teóricos e práticos da nova tecnologia implementada. Para Attaran (2007) a tecnologia RFID tem um baixo grau de maturidade, necessitando assim de colaboradores com um bom nível de conhecimento operacional e treinamentos intensivos, para que possa utilizar todos os recursos da tecnologia RFID.

Neste contexto, a resistência dos colaboradores ao uso da tecnologia RFID caracterizou-se como a dificuldade mais prevalente na implantação do projeto piloto, possivelmente pela percepção de controle devido à tecnologia, que realiza a rastreabilidade do mesmo, por nome, matrícula, data e horário. Moretti (2017), em sua pesquisa na fase de treinamento e capacitação dos colaboradores, corrobora apresentando dificuldades para a implantação de uma nova tecnologia, dentre estas: a falta de colaboradores com conhecimento técnico avançado na empresa para acompanhar a implantação do sistema RFID, além da dificuldade em desenvolver treinamento para os possíveis usuários, combinado com a resistência dos colaboradores, que associam a melhoria dos processos com a redução de mão de obra, e também com a possibilidade de rastreabilidade e monitoramento dos mesmos por nome, matrícula, data e horário da execução das inspeções de rotinas, com armazenamento de dados.

Apesar de todas estas resistências dos usuários, o custo da capacitação foi visto como baixo (variável 36).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo central pesquisar e analisar em que medida os instrumentos de coletas manual e digital de dados, utilizados nas inspeções de rotina operacional atendem, respectivamente, ao conjunto de fatores de desempenho em rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e geração de relatórios e gráficos, assim como aferir as dificuldades da implantação da tecnologia RFID na referida coleta.

Os procedimentos metodológicos centrais foram (a) pesquisa bibliográfica, para o levantamento das 19 variáveis associadas aos fatores de desempenho e das 38 variáveis associadas às dificuldades na implantação da tecnologia RFID, que deram base ao instrumento de pesquisa, e (b) levantamento (*survey*), com a participação de 53 profissionais conhecedores da temática.

6.1 CONCLUSÕES SOBRE A COMPARAÇÃO ENTRE OS FATORES DE DESEMPENHO DAS COLETAS MANUAL E DIGITAL DE DADOS.

A partir da pesquisa e estudo da revisão bibliográfica, dos procedimentos operacionais, dos regulamentos técnicos do órgão regulador - ANP (RTSGI, RTSGIP) e dos resultados das respostas dos 53 (cinquenta e três) profissionais, referentes as 19 variáveis associadas aos fatores de desempenho, que utilizam os instrumentos de coleta manual (boletins e listas de verificação em cópia física) nos Campos “A” e “B”, e digital de dados (PDA) no Campo “C”, foi possível chegar às seguintes conclusões:

- a) O fator de desempenho com mais alta diferença entre coleta digital e manual de dados é a “Geração de Relatórios” (64%). A variável deste fator com maior discrepância entre os dois tipos de coleta é a de número 17 - “dados com finalidade para geração de tabelas, gráficos e relatórios” (72%).
- b) O fator de desempenho com menor diferença percentual entre coleta digital e manual de dados é a “Confiabilidade” (32%). A variável deste fator com menor discrepância entre os dois tipos de coleta é a de número 6 - “dados úteis, com objetividade e atendimento ao órgão regulador” (20%).
- c) O fator de desempenho “Rastreabilidade” tem na variável 3 - “garantia de

que todos os poços foram inspecionados”, uma grande diferença relativa entre as avaliações das coletas digital e manual de dados (82%).

- d) O fator de desempenho “Armazenamento dos dados” tem na variável 12 – “estrutura de armazenamento com alta capacidade e acessibilidade”, a maior diferença relativa (79%) entre a coleta manual e digital de dados.

A coleta manual de dados utilizando instrumento do tipo formulário boletim e lista de verificação, em cópia física (papel) tem uma razoável confiabilidade e apresenta resposta satisfatória para o órgão regulador, isto porque o TAG do poço, a data, os dados das inspeções, atividades e tarefas, definidos pela liderança, com assinatura e número da matrícula do operador executante são registrados nestes documentos, sendo armazenados temporariamente em pasta A-Z, por ordem cronológica, até período de disposição, conforme definido em procedimento da organização, para evidenciar a realização das inspeções, cumprimento de procedimentos operacionais e de requisitos dos regulamentos técnicos do órgão regulador.

A integralidade das inspeções e dos dados coletados, a capacidade de armazenamento, a geração de relatórios acompanhados de recursos gráficos disponíveis na tecnologia RFID (TAG, leitor e *Software*) parece ser o grande diferencial a favor da coleta digital de dados, isto porque com o coletor digital de dados é possível fazer a leitura do TAG instalado no poço, com registro da data e horário da inspeção, armazenando os dados temporariamente no leitor, com transferência automática dos dados para armazenamento permanente no *software*, que contribui na recuperação histórica dos dados, para comparações, tomada de decisão e gestão do conhecimento da organização.

Desta forma, torna-se estratégico para a preservação do meio ambiente, segurança operacional, garantia de atendimento aos requisitos legais, procedimentos operacionais, melhoria da eficiência e da eficácia, ampliar o projeto piloto da tecnologia RFID aplicado nos poços do Campo “C” produtor de petróleo da Bahia, com instrumento de coleta digital de dados, das inspeções de rotinas operacionais, atividades e tarefas definidas nos procedimentos operacionais e nos requisitos dos órgãos reguladores e fiscalizadores, para os demais poços produtores de petróleo localizados geograficamente nos demais campos produtores de petróleo da Bahia.

6.2 CONCLUSÕES SOBRE AS DIFICULDADES DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO DA TECNOLOGIA RFID APLICADO NO CAMPO “C”.

Após as análises das respostas dos 6 (seis) profissionais (supervisores e operadores) com maior experiência na implantação do projeto piloto da tecnologia RFID no campo “C” sobre as dificuldades de implantação do projeto piloto:

- a) O componente com a mais alta média global é o componente “TAG” (5,08). A variável deste componente com menor média de pontuação (3,67) é a de número 19, significando que o TAG não tem uma comunicação com o PDA, que permita a sua identificação de forma veloz.
- b) O componente com a menor média global é o componente “Usuário” (2,91). A variável deste componente com menor pontuação média (2,00) é a variável 34, que afere a resistência na utilização da tecnologia de coleta digital de dados (PDA e Software). Isto mostra que há forte resistência por parte dos usuários. Na avaliação relacionada à experiência e capacitação dos usuários foi observada também uma baixa pontuação (2,17), na variável 33, mostrando que os colaboradores necessitam de experiência mínima nos processos e em informática, para utilização da tecnologia de coleta digital de dados. Quanto a variável 35 (média 2,17) mostra-se que a capacitação dos colaboradores na tecnologia RFID depende do treinamento teórico e prático na coleta de dados com o PDA.
- c) O componente “PDA” tem na variável 17 (média 1,33) indicação de que o mesmo tem alto custo, e na variável 14 (média 2,17), a indicação de que o equipamento sofre desgastes na tela nas regiões de maior contato/premidas, para acesso das rotinas e registros dos dados.
- d) O componente “software”, que deveria disponibilizar o importante recurso de comunicação e/ou interface com outros sistemas da tecnologia da informação da organização, apresentou uma baixa pontuação (2,50) na variável 30, evidenciando, na percepção dos respondentes, que o *Software* da tecnologia RFID tem alguma precariedade na interface/drive de comunicação com os sistemas do SAP/ERP.

Pode-se concluir, pelas análises, que o coletor de dados digital (PDA), responsável pela leitura do TAG, tem o alto custo de aquisição, e o desgaste da tela sensível ao toque do mesmo, devido à necessidade de pressão de um apontador sobre a tela, para acionar comandos, reduz a visibilidade durante o preenchimento da lista de verificação digital.

Além disso, foi observado que este foi instalado na tubulação de aço de escoamento da produção dos poços, que em associação com sua baixa radiofrequência causa dificuldade de comunicação de forma rápida com o PDA.

Quanto à análise do *software* da tecnologia RFID, responsável pelo planejamento, armazenamento, geração de relatórios e gráficos dos dados coletados das inspeções de rotinas operacionais foram observadas como principais dificuldades a falta de interface/drive de comunicação com os sistemas do SAP/ERP e o alto custo das licenças de aquisição e de manutenção anual da tecnologia RFID.

No processo de análise dos usuários quanto aos treinamentos e capacitação para a utilização da tecnologia RFID, foi identificada como principal dificuldade a necessidade de usuários com experiência mínima nos processos produtivos e de informática. Também foi observada resistência dos usuários na utilização das novas tecnologias. A capacitação dos colaboradores depende de treinamento teórico em sala de aula e de treinamento prático em campo, embora esse custo seja visto como de pequena monta.

Das dezoito (18) dificuldades da implantação da tecnologia RFID apresentadas por Moretti (2017) na fundamentação teórica, cinco dessas dificuldades foram avaliadas neste estudo pelos participantes, como dificuldades dos componentes da tecnologia RFID: falta de colaboradores com conhecimento técnico avançado na empresa para acompanhar a implantação do sistema RFID; resistência dos colaboradores diante da implantação de novas tecnologias; custo geral oneroso para a implantação do sistema RFID. Problemas na integração do sistema RFID com os sistemas de gestão já atuantes na empresa (ERP, WMS etc.); e dificuldade de desenvolver treinamento para os possíveis usuários do sistema RFID.

6.3 PROPOSTAS DE MELHORIA NAS INSPEÇÕES DE ROTINA OPERACIONAL, EM POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO DOS CAMPOS “A”, “B” e “C”.

Após a análise comparativa dos quatro fatores de desempenho da coleta manual e digital, conforme instrumento do APÊNDICE A, e do levantamento das dificuldades do projeto piloto de implantação da tecnologia RFID a partir do instrumento do APÊNDICE B, foram propostas melhorias, tanto para a utilização dos componentes da tecnologia RFID nas inspeções de rotina operacional, como para mitigar os problemas encontrados com a utilização de instrumento de coleta manual de dados (cópia física), para a mesma finalidade.

Em conversa de campo com os entrevistados, e levando em conta as informações colhidas na pesquisa, destacam-se as seguintes propostas:

6.3.1 Coleta manual de dados (boletins e listas de verificação):

- Mapear todos os tipos de poços por área geográfica, por ordem decrescente de volume, e agrupar por proximidades, para inspeção;
- Definir cronograma diário, semanal ou mensal por grupo de poços, para inspeção do operador;
- Padronizar o boletim diário de operação (BDO) e a lista de verificação (LV) em cópia física, e colocar como anexos dos procedimentos operacionais, conforme modelo proposto na Figuras 12;
- Abrir Ordem de Serviços ou Operação no SAP/ERP para cada poço conforme cronograma de inspeção e anexar o BDO e a LV;
- Treinar o operador executante da inspeção e das atividades nos procedimentos operacionais, nos regulamentos técnicos da ANP e na aplicação dos documentos (BDO e LV), anexos dos padrões;
- Comunicar ao operador a importância da qualidade, confiabilidade, fidedignidade e veracidade dos dados coletados;
- Diariamente analisar os dados do boletim e lista de verificação, abrir ordem de serviço (OS) por poço, *scanear* a OS e anexar no SAP/ERP;
- Gerar relatórios e gráficos com dados de eficiência operacional e de desvios dos poços inspecionados;

6.3.2 Coleta digital de dados (PDA, TAG e *Software*) da tecnologia RFID

- Substituir o PDA com visor pequeno, de 4", por outro visor de tamanho igual ou maior que 7";
- Instalar película de vidro na tela do visor do PDA, para proteger de desgastes, manchas ou ranhuras que promovem perda de visibilidade, devido à pressão do contato com o apontador sobre a tela;
- Fazer a integração do *Software* da tecnologia RFID, através de drive de comunicação e/ou interface com os Sistemas do SAP/ERP;
- Desinstalar o TAG da tubulação de aço carbono do poço, e instalá-la na coluna de concreto do portão de acesso do poço ou no poste de concreto do painel elétrico, em local sem a influência das cargas eletrostáticas e/ou vibração.
- Programar o PDA (leitor), com aplicativo para abrir a ordem de serviço (OS), *online*, diretamente para o SAP/ERP; e
- Revisar o boletim e a lista de verificação digital do PDA, conforme boletins e listas de verificação definidas e em anexo nos padrões operacionais da organização, para ser a referência em futuras revisões.

6.4 ATIVIDADES FUTURAS DE PESQUISA

Este trabalho poderia inspirar pesquisas futuras sobre inspeções de rotinas operacionais em outras atividades econômicas, que utilizam instrumentos de coleta manual de dados, em transição para a coleta digital.

REFERÊNCIAS

AHSAN, K.; SHAH, H. e KINGSTON, P. – RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study. **International Journal of Computer Science Issues**, Vol.7, Issue 1, No. 3, January 2010, pp 1-7.

ALBERINI, Jean Carlos. **Estratégias para o desenvolvimento da cadeia produtiva de petróleo e gás no Paraná**. 2011, 108 f. Dissertação. Pós-graduação em Ciências Econômicas do setor de Ciências Sociais Aplicadas – Universidade Federal do Paraná, 2011. Disponível em: <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25710/ALBERINI,%20JEAN%20CARLOS.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 de dez de 2016.

ALVES, Paulo Roberto. **Estudo exploratório da adoção da tecnologia RFID no controle de estoque de almoxarifado com base na opinião da área operacional de usinas sucroalcooleiras**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2016.76 f.

ATTARAN, M. RFID: an enabler of supply chain operations, **Supply Chain Management: An International Journal**. n 12, p.249 - 257, 2007.

BANZATO, Eduardo. **Tecnologia da Informação Aplicada à Logística**. São Paulo: IMAM, 2005.

BARBOSA, Ricardo Rodrigues. **Gestão da informação e do conhecimento: origens, polêmicas e perspectivas**. Inf. Inf., Londrina, v, 13, n. esp., p.1 – 25, 2008. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/51862827/BARBOSA-Ricardo-Rodrigues-Gestao-da-Informacao-e-do-Conhecimento>. Acesso em: 01 de jul de 2017.

BATISTA, Emerson de Oliveira. **Sistema de Informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BECKER, J.; VILKOV, L.; WEI, B.; WINKELMANN, A. A model based approach for calculating the process driven business value of RFID investments. **Int. J. Production Economics**, v.127 p.358–371, 2009.

BHUPTANI, Manish; MORADPOUR, Shahram. **RFID: implementando o sistema de identificação por radiofrequência**. São Paulo: IMAM, 2005.

BISPO, Carlos Alberto Ferreira. **Uma análise da nova geração de sistemas de apoio à decisão**. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Dissertação, 1998. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/dissertacao carlos%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/dissertacao%20carlos%20(1).pdf). Acesso em: 20 de jun de 2017.

BITTENCOURT, Antonio C. e HOME, Roland. N. Reservoir development and design optimization. In: **SPE Annual Technical Conference and Exhibition**. Society of Petroleum Engineers, 1997. Disponível em: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-38895-MS>. Acesso em 25 de jul de 2017.

BRASIL, Resolução ANP Nº 2, DE 14.1.2010 - DOU 18.1.2010. Anexo: **Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural das Instalações Terrestres de Produção de Petróleo e Gás Natural(SGI)**, 2010. Disponível em: http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/Fiscalizacao/Fiscalizacao_Seguraca_Operacional/Gerenciamento-Integridade-Estrutural/Regulamento-Tecnico-SGI.pdf. Acesso em: 20 de jun de 2017.

BRASIL, Resolução ANP Nº 46, de 1º.11.2016 - DOU 3.11.2016-Retificado DOU 7.11.2016. Anexo: **Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP)**, 2016. Disponível em: http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/Eventos/I_SOMAT-SGIP-visao_geral.pdf. Acesso em: 10 de jun de 2017.

BRASIL, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM. **Nota Técnica nº 258/SSM**, 2016. Disponível em: http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/Consultas_publicas/Concluidas/2016/n13/Nota-Tecnica-258-SSM-2016.pdf. Acesso em: 14 de jun de 2017.

BRASIL, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Banco de Dados de Exploração e Produção (BDEP)**, 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/dados-tecnicos/acesso-aos-dados-tecnicos>. Acesso em: 25 de jul de 2017.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. – 9. ed. –Nova Lima: FALCONI, 2013.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão de qualidade**: conceitos e técnicas. – São Paulo : Atlas, 2010.

CHAVES, Carlos Alberto; et al. **A tecnologia de identificadores de radiofrequência (RFID) na logística interna industrial**: pesquisa exploratória numa empresa de usinados para o setor aeroespacial. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 4, nº 2, Abr-Jun/2009, p. 109-122. Disponível em: <http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/750>. Acesso em: 18 de mai de 2017.

CHUIKA, Ariane; *et al.* Sistemas de automação no processo de separação de pedidos em um armazém: Um estudo de aplicação do *Voice Picking*. **XII SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Tema: Otimização de Recursos e Desenvolvimento, em 28, 29 e 30 de Outubro de 2015 - Resende – Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/16022176.pdf>. Acesso em: 10 de dez de 2016.

CORREIA, Luís Cláudio da Conceição; MELO, Maria Auxiliadora do Nascimento; e MEDEIROS, Denise Dumke de. **Modelo de diagnóstico e implementação de um sistema de gestão da qualidade**: estudo de um caso. Universidade Federal de Pernambuco. **Produção**, v. 16, n. 1, p. 111-125, Jan./Abr. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-65132006000100010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 de jul de 2017.

CRUZ, Tadeu. **Sistemas de informações gerenciais** : tecnologias da informação e a empresa do século XXI. - 3ª ed. - São Paulo : Atlas, 2003.

DIAS PEDRO, Luiz Manoel. **Plataforma de comunicações sem fios para zigbee e RFID**. Dissertação. Mestrado em Engenharia de Redes de Comunicações. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, 2008. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/merc/dissertacao/2353642191833>. Acesso em: 06 de mar de 2017.

DINIZ, Marcelo Gabriel. **Desmistificando o Controle Estatístico de Processo**.1ª ed. São Paulo: Artliber Editora, 2006.

FILHO, Frederico Wergne de Castro Araújo. **Automação da cadeia de suprimentos das Empresas montadoras de microcomputadores via tecnologia RFID**. Salvador. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial - Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC-BAHIA, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jistm/v11n1/1807-1775-jistem-11-1-0065.pdf>. Acesso em: 28 de mar de 2017.

GERMANO, Pedro Henrique. **A importância dos relatórios gerenciais para tomada de decisões na percepção dos gestores da TEC AGRO**. – Rio verde - 2016. Disponível em: <http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/A%20IMPORTANCIA%20DOS%20RELATORIOS%20GERENCIAS%20NA%20PERCEPCAO%20DOS%20GESTORES%20DA%20TEC%20AGO.pdf>. Acesso em: 25 de mai de 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 1999

GIL, Antônio Carlos, 1946 – **Como elaborar projetos de pesquisa**. – 4. ed.-São Paulo : Atlas, 2002

GOMES, Hugo Miguel Cravo. **Construção de um sistema de RFID com fins de localização especiais**. Mestrado em Engenharia Eletrônica e Telecomunicações. Universidade de Aveiro.2007.Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/1876/1/2008000344.pdf>. Acesso em: 18 de mar de 2017.

GOUVEIA PEDRO, Idália Sofia. **Estudo do potencial de aplicabilidade da tecnologia RFID em meio hospitalar**. Mestrado de Eletrotécnica e de Computadores. Engenharia. Universidade da Beira Interior, 2012. Disponível em: <https://www.it.pt/ITSites/Thesis/6>. Acesso em: 01 de mar de 2017.

GUIMARÃES, Eliane Marina Palhares; ÉVORA, Yolanda Dora Martinez. Sistema de informação: instrumento para tomada de decisão no exercício da gerência. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 72-80, 2004.

KIM, Changsu; YANG, KyungHoon; KIM, Jaekyung. A strategy for third-party logistics systems: a caseanalysis using the blue ocean strategy. **Omega**, v. 36, n. 4, p. 522-534, 2008.

LACERDA, Maria Ribeiro. **Metodologias da pesquisa para a enfermagem e saúde: da teoria a prática**. Organizadoras: Maria Ribeiro Lacerda, Regina Gema Santini Costenaro. - 1ª edição - Moriá Editora, 2016.

LAUDON, Kenneth C.; e LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital** / Kenneth C. Laudon, Jane P. Laudon; tradução Arlete Simile Marques; revisão técnica Erico Veras Marques, Belmiro João. – São Paulo : Prentice Hall, 2004.

LAUDON, Kenneth C.; e LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital** / Kenneth C.; e LAUDON, Jane P.; tradução Arlete Simile Marques; revisão técnica Erico Veras Marques, Belmiro João. – São Paulo : Prentice Hall, 2010.

LUCAS, H. C. **Tecnologia da informação: tomada de decisão estratégica para administradores**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

LUCCHESI, Rodrigo Dambros. **Regimes Fiscais de Exploração e Produção de Petróleo no Brasil e no Mundo** - Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE, 2011. Disponível em: http://ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rodrigo_lucchesi.pdf. Acesso em: 20 de mai de 2017.

MACHADO, João Guilherme de C. F. NANTES, José Flávio Diniz. **Utilização da Identificação Eletrônica de Animais e da Rastreabilidade na Gestão da Produção da Carne Bovina**. Revista Brasileira de Agroinformática, v.3, n.1, p.41-50, 2000. Disponível em: http://www.gepai.dep.ufscar.br/pdfs/1086874721_rbi-agro.PDF. Acesso em: 08 de jun de 2017.

MANÇÚ, Jeanderson de Souza. **Proposta de aplicação de FMEA na instalação do sistema de Bombeio Centrífugo Submerso (BCS): Os casos de empresas prestadoras de serviços da indústria do petróleo**. Salvador. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial - Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC-BAHIA, 2013. Disponível em: http://www.senaicimatec.com.br/wp-content/uploads/2017/03/dissertacao_jeanderson_de_souza_mancu.pdf. Acesso em: 03 de jan de 2017.

MANÇÚ, Raymundo Jorge de Sousa. **Práticas de gestão ambiental: os casos dos campos produtores de petróleo da Bahia**, - 2008.207. II. Dissertação (mestrado) - Universidade Salvador – UNIFACS, 2008.

MARQUES, João Miguel da Conceição. **Análise dos fatores que influenciam a eficiência da tecnologia RFID aplicada a sistemas de produção**. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/75902>. Acesso em: 08 de fev de 2017.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. Gilberto de Andrade Martins, Carlos Renato Theóphilo. - 3ª edição. - São Paulo: Atlas, 2016

MCGEE, James; PRUSAK, Laurence. **Gerenciamento estratégico da informação: aumente a competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como uma ferramenta estratégica.** Rio de Janeiro: Campus, p. 36-54, 1994.

MORETTI, Eduardo de Araújo. **Estudo das dificuldades observadas na implantação de sistemas RFID.** Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, SP : [s.n.], Dissertação de mestrado acadêmico, 2017.

MOTA, Rafael Perazzo Barbosa. **RFID - Radio Frequency Identification.** São Paulo: Instituto de Matemática e Estatística da USP. Monografia desenvolvida para a disciplina de Computação Móvel do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, 2012. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/teseRafaelMota%20(1).pdf. Acesso em: 18 de dez de 2016.

MOURA, Malu Brandão. **A Importância da Utilização de um Software e Gestão na Controladoria: um Estudo de Caso no Setor de Construção Civil.** SEGeT - VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2011. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/49714604.pdf>. Acesso em: 10 de mar de 2018.

OSYK, B. A.; VIJAYARAMAN, B. S.; SRINIVASAN, M.; DEY, A. RFID adoption and implementation in warehousing. **Management Research Review.** N.35, p.904 - 926, 2012.

PEDROSO, Marcelo Caldeira; ZWICKER, Ronaldo; SOUZA, Cesar Alexandre de. A adoção de RFID no Brasil: um estudo. **RAM – Revista de Administração Mackenzie**, v. 10, n. 1, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ram/v10n1/v10n1a02>. Acesso em: 10 de dez de 2016.

PETRILLI, Marcos Rogério. **Integração da tecnologia de identificação RFID em um sistema de manufatura flexível com o auxílio de simulação discreta: aplicação em uma indústria automotiva.** 2011, 180f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial) - Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC. – Salvador – BA, 2011. Disponível em: http://www.senaicimatec.com.br/dissertacoes_pos/petrilli-marcos-rogerio/. Acesso em: 12 de fev de 2017.

PEREIRA, Samáris Ramiro, *et al.* Sistemas de Informação para Gestão Hospitalar. **J. Health Inform.** 2012 Outubro-Dezembro; 4(4): 170-5. Disponível em: <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/article/view/206/171>. Acesso em: 28 de abr de 2017.

PRADO, Neli R. da Silveira Almeida; PEREIRA, Néocles Alves e POLIANO, Paulo Rogério. **Dificuldades para a adoção de RFID nas operações de uma cadeia de Suprimentos.** XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006 ENEGEP 2006 ABEPRO 1.

PRESTRELO, Ranilson Coutinho. **Aplicação do conceito de produção mais limpa no gerenciamento do uso da água em atividades terrestres de exploração e**

produção de petróleo. 2006. 220 p. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) - Universidade Federal da Bahia. UFBA. Salvador, 2006. Disponível em: http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/dissertacoes/dis_ranilson.pdf. Acesso em: 15 de jan de 2017.

QUENTAL JR, Antônio J.J. **Adoção e implantação de RFID, uma visão gerencial da cadeia de suprimentos.** São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.mbis.pucsp.br/monografias/Monografia_-_Antonio_Quental.pdf. Acesso em: 21 de jan de 2017.

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia científica:** para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação.- 8. ed. – São Paulo : Edições Loyola, 2015

RASTEIRO, Gustavo. **Estudo sobre a aplicação da tecnologia RFID em sistemas de Kanban eletrônico.** (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2009, São Carlos, SP, Brasil. Disponível: http://www.hominiss.com.br/admin/docs/arquivos/TCC_Aplicabilidade_RFID_Kanban_Gustavo_Rasteiro.pdf. Acesso em: 11 de nov de 2016.

REI, Antonio Jorge Laranjeira. **RFID Versus Código de Barras da Produção à Grande Distribuição.** Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, 2010. Disponível em: https://paginas.fe.up.pt/~ee09270/page1/files/JR_PDI_FINAL.pdf. Acesso em: 10 de abr de 2017.

REZENDE, Denis Alcides. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas** / Denis Alcides Rezende. – 3. ed. – São Paulo: Atlas, 2003.

SANTINI, Arthur Gambin. **RFID: conceitos, aplicabilidades e impactos.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

SILVA, David Becker da. **Implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade em uma Empresa do Setor Metalmeccânico.** FAHOR – Faculdade Horizontina. Curso de Engenharia de Produção. Horizontina, 2014. Disponível em: http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2014/David_Becker_da_Silva.pdf. Acesso em: 28 de jan de 2017.

SORDI, José Osvaldo de; COSTA, MEIRELIS, Manuel; GRIJO, Rogério Nahas. Gestão da qualidade da informação no contexto das organizações: percepções a partir do experimento de análise da confiabilidade dos jornais eletrônicos. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 13, n. 2, p. 168-195, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pci/v13n2/a12v13n2.pdf>. Acesso em: 02 de jan de 2017.

SOMASUNDARAM, G.; ALOK Shrivastava; e EMC *Education Services*. **Armazenamento e Gerenciamento de Informações:** Como armazenar, gerenciar e proteger informações digital. Tradução: Acauan Pereira Fernandes, Porto Alegre, Bookman, 2011.

SOUZA, Paulo Nunes de, *et al.* **Percepção dos usuários de um sistema de informação gerencial como ferramenta de apoio para a gestão de indicadores de desempenho de um BSC - *Balanced Scorecard***: estudo de uma empresa do setor eletro-eletrônico no Brasil. 2009.

STANTON, M. A identificação por radiofrequência está chegando. **Jornal O Estado de São Paulo**, Coluna Tecnologia, 2004. Disponível em: <www.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de dez de 2016.

TEIXEIRA, Francisco Hitalo James Braga, *et al.* Validação estocástica de um receptor RFID com múltiplo acesso por divisão de código e processamento por decomposição de fatores paralelos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFC. *Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, HOLOS*, Ano 31, Vol. 5,2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/4815/481547288014/>. Acesso em: 22 de abr de 2017.

THOMAS, José Eduardo, *et al* (organizador). **Fundamentos de engenharia de petróleo**. Rio de Janeiro : Interciência, PETROBRAS, 2001.

VIEIRA, Sonia e WADA, Ronaldo. **As 7 ferramentas estatística para o controle da Qualidade**. – 2ª edição. QA&T Consultores Associados LTDA. Brasília, DF, 1991.

WANDERLEY, Mayara Nayane Dias; HOLANDA, Lucyanno Moreira Cardoso de; OLIVEIRA, Josenildo Brito de. **A Implantação da Tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID) em Processos Logísticos de uma Indústria de Baterias**. SEGeT - XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Tema: Gestão do Conhecimento para a Sociedade, 2014. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/35620399.pdf>. Acesso em: 28 ago de 2016.

WANG, Pengju. ***Development And Applications Of Production Optimization Techniques For Petroleum Fields***, Ph.D. dissertation, Stanford University, Palo Alto, California, Estados Unidos, 2003.

WIJNGAERT, L.; VERSENDAAL, J.; MATLA, R. *Business IT Alignment and technology adoption: the case of RFID in the logistics domain*. **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research**. n.3, p.71-80, 2008.

YIN, Robert K. **Estudo de caso** : planejamento e métodos / Robert K. Yin ; tradução: Cristhian Matheus Herrera. - 5. ed. Porto Alegre : Bookman, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PROTOCOLO DE PESQUISA DE ESTUDO DE CASO

| PROTOCOLO DE PESQUISA DE ESTUDO DE CASO |
|---|
| Seção A: visão geral do estudo de caso e finalidades do protocolo |
| <ul style="list-style-type: none">• Este protocolo tem como função orientar o pesquisador quanto ao desenvolvimento do estudo de caso nos Campos “A”, “B” e “C” de Produção de Petróleo e Gás da Bahia.• Esta dissertação tem a seguinte questão norteadora: aferir os graus em que as inspeções de rotina operacional com coleta manual e digital de dados atendem aos fatores de desempenho de rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e de geração de relatório e gráficos, assim como as dificuldades da implantação da tecnologia RFID.• O presente trabalho tem como objetivo geral pesquisar e analisar em que medida os instrumentos de coleta manual e digital de dados da tecnologia RFID, utilizados nas inspeções de rotina operacional atendem, respectivamente ao conjunto de fatores de desempenho dos dados em rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e geração de relatórios e gráficos, assim como as dificuldades da implantação da tecnologia RFID.• E como objetivos específicos:<ul style="list-style-type: none">• Construir um modelo de análise para aferição do desempenho das inspeções nos fatores rastreabilidade, confiabilidade, armazenamento dos dados e geração de relatórios e gráficos;• Verificar os graus em que os instrumentos de coleta de dados manual e digital de dados da tecnologia RFID utilizados nas inspeções de rotina operacional atendem respectivamente aos fatores de desempenho dos dados definidos;• Identificar as principais dificuldades de implantação do projeto piloto da tecnologia RFID; e• Propor mudanças na estrutura e no conteúdo dos instrumentos de coleta manual e digital de dados, para melhor atender as atividades definidas nos procedimentos operacionais e nos regulamentos técnicos da Agência Nacional do Petróleo (ANP).• Neste contexto, como estratégias da pesquisa foram utilizadas uma pesquisa bibliográfica, com levantamento ou <i>survey</i>, <i>através de estudo de caso</i>. Quanto à abordagem do problema, a pesquisa possui um enfoque misto: qualitativo e quantitativo. Quanto aos objetivos, uma pesquisa científica pode assumir caráter exploratório, descritivo ou explicativo. Desta forma, este protocolo torna-se um guia a ser seguido para responder a questão norteadora e atender aos objetivos desta dissertação. |

Seção B: procedimento de coleta de dados

- **Locais e processos a serem visitados e observados:**

A pesquisa foi realizada nos campos “A”, “B” e “C” produtores de petróleo (nomes fictícios), localizados próximos ao município de Alagoinhas-Bahia, descobertos a partir de 1959. No campo “A” tem 680 poços; o campo “B” tem 311 poços; e o campo “C” tem 368 poços produtores de petróleo.

- **Plano de coleta de dados:**

A metodologia de pesquisa contemplou os seguintes elementos de estudo:

- Construção de um modelo de análise para a aferição do desempenho das inspeções de rotina operacional;
- Para a aferição de desempenho da informação coletada utilizou-se a escala Likert de 7 (sete) pontos;
- Para o levantamento ou *survey* dos dados e informações sobre os fatores de desempenho das inspeções de rotinas operacionais, utilizou-se como instrumento de pesquisa um questionário estruturado com 19 variáveis; e sobre as principais dificuldades da implantação da tecnologia RFID, utilizou-se como instrumento de pesquisa um questionário estruturado com 38 variáveis;
- Essa amostra foi não probabilística dividida em três grupos: O primeiro composto por 39 profissionais dos campos “A” e “B” (coleta manual). O segundo foi composto por 14 profissionais do campo “C” (coleta digital); que responderam o questionário sobre os fatores de desempenhos das inspeções de rotinas operacionais. O terceiro composto por 6 profissionais diretamente envolvidos na implantação do sistema RFID; responderam o questionário sobre as dificuldades de implantação da tecnologia RFID no campo produtor de petróleo “C”

Seção C: questões de coleta de dados – questionários

- O pesquisador irá solicitar um local adequado para início da aplicação dos questionários, e autorização de visitas para uma observação direta nas operações e processos produtivos.
- Antes da aplicação dos questionários explicou-se:
 - O objetivo do trabalho, orientando aos participantes que na dúvida das variáveis dos instrumentos de coleta de dados, poderá pedir esclarecimentos;
 - Deixar explícito a confidencialidade das informações e o anonimato dos participantes;

- Solicitar autorização para retirar fotografias dos processos e tecnologias.
- As questões de coleta de dados, aplicados aos engenheiros, supervisores e operadores de operação constam no Apêndice B e C, da dissertação, detalhados por fatores de desempenho e por componentes da tecnologia RFID, para avaliar as dificuldades no manuseio.

Seção D: guia para o relatório de estudo de caso

- Campos “A”, “B” e “C” produtores de petróleo e gás natural;
- Descrição dos processos de operação e produção dos campos estudados;
- Período da visita para aplicação dos questionários e observação direta;
- Cargo/função e tempo de experiência dos participantes;
- Quantidade de pessoas ligadas aos processos produtivos, cargo/função e experiências;
- Descrição dos resultados dos fatores de desempenho da tecnologia RFID;
- Descrição dos resultados das dificuldades na utilização da tecnologia RFID;
- Conclusões sobre os fatores de desempenho da tecnologia RFID;
- Conclusões sobre as dificuldades na utilização da tecnologia RFID;
- Propostas de melhoria na utilização dos instrumentos de coleta manual e digital de dados;
- Recomendações de pesquisas futuras;

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE OS INDICADORES DE DESEMPENHO

|  <p>FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI – CIMATEC PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL</p> <p>FUNÇÃO / CARGO: _____</p> <p>TEMPO DE EMPRESA: _____</p> | DISCORDO TOTALMENTE | DISCORDO | DISCORDO EM PARTE | NEUTRO | CONCORDO EM PARTE | CONCORDO | CONCORDO TOTALMENTE |
|---|---------------------|----------|-------------------|--------|-------------------|----------|---------------------|
| VARIÁVEIS (ITENS DO QUESTIONÁRIO) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 – Todos os dados históricos coletados nas inspeções de rotina operacional conforme procedimento de execução (PE), são recuperados facilmente, podendo-se saber data, hora e operador executante. | | | | | | | |
| 2 – As inspeções de rotina operacional executadas nos poços produtores de petróleo possibilitam a rastreabilidade do operador que realizou as atividades e tarefas. | | | | | | | |
| 3 – As inspeções de rotina operacional possibilitam que 100% dos poços são inspecionados. | | | | | | | |
| 4 - Os dados históricos coletados nas inspeções de rotina operacional conforme procedimento de execução (PE), definidos como obrigatório pelos órgãos reguladores são recuperados facilmente, podendo-se saber data, hora e operador executante. | | | | | | | |
| 5 - Todos os dados e informações coletadas nas inspeções de rotina operacional nos poços produtores de petróleo são confiáveis e fidedignos. | | | | | | | |
| 6 - Os dados coletados nas inspeções de rotina operacional são úteis, tem objetividade e atendem aos requisitos legais de órgão regulador (ANP). | | | | | | | |
| 7 - Os dados coletados pelo operador nas rotinas operacionais têm clareza e consistência, para o que se propõe. | | | | | | | |
| 8 - Todos os dados coletados das inspeções de rotinas operacionais têm veracidade. | | | | | | | |
| 9 - Os instrumentos de coleta de dados das inspeções de rotinas operacionais têm confiabilidade. | | | | | | | |
| 10 - Os tipos de registros realizados diariamente garantem de fato que as inspeções de rotinas operacionais foram realizadas. | | | | | | | |
| 11 - Todos os dados coletados das inspeções de rotinas operacionais estão armazenados adequadamente e podem ser recuperados a qualquer momento, para apoio à decisão. | | | | | | | |
| 12 - Os dados coletados nas inspeções de rotinas operacionais dispõe de uma estrutura confiável de armazenamento de dados históricos, com alta capacidade e acessível para todos os usuários. | | | | | | | |
| 13 - Os dados coletados nas inspeções de rotina operacional estão íntegros e ordenados. | | | | | | | |
| 14 - Os dados armazenados das inspeções de rotina operacional são controlados, estão protegidos e disponíveis para tomada de decisão. | | | | | | | |
| 15 - Os dados coletados das inspeções de rotina operacional nos últimos dois anos, possibilitam a geração de relatórios e gráficos. | | | | | | | |
| 16 - A sintetização / seleção dos dados coletados nas inspeções de rotinas operacionais geram relatórios e gráficos, que possibilitam comparações. | | | | | | | |
| 17 - Os dados coletados das inspeções de rotina operacional possibilitam a geração de tabelas, gráficos e relatórios facilmente. | | | | | | | |
| 18 - Os dados coletados e estruturados em relatórios e gráficos disponibilizam informações de forma simplificada, para facilitar a comunicação. | | | | | | | |
| 19 - Os gráficos, relatórios e tabelas gerados com dados coletados das inspeções de rotina operacional, disponibilizam informações precisas. | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO SOBRE AS DIFICULDADES DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID

|  FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI – CIMATEC PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL FUNÇÃO / CARGO: _____ TEMPO DE EMPRESA: _____ | | DISCORDO TOTALMENTE | DISCORDO | DISCORDO EM PARTE | NEUTRO | CONCORDO EM PARTE | CONCORDO | CONCORDO TOTALMENTE |
|---|--|---------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|---------------------|
| COMPONENTES DA TECNOLOGIA RFID E VARIÁVEIS DE DESEMPENHO | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| PDA - COLETOR DIGITAL DE DADOS | 1 – O PDA tem controle de acesso por chave e senha do usuário. | | | | | | | |
| | 2 – O PDA é veloz na captura das ordens de manutenção e de operação durante a comunicação com o software. | | | | | | | |
| | 3 – O PDA captura as ordens de manutenção e de operação, conforme o cronograma definido no software. | | | | | | | |
| | 4 – O PDA da Tecnologia RFID avalia parâmetros operacionais e emite alertas indicando os parâmetros fora da faixa de controle. | | | | | | | |
| | 5 – O PDA da Tecnologia RFID realiza a leitura do TAG de forma rápida. | | | | | | | |
| | 6 – O PDA tem capacidade para armazenar dados e fotos coletados das rotinas diárias. | | | | | | | |
| | 7 – O PDA sincroniza facilmente com o software da Tecnologia RFID, para carregar e descarregar os dados coletados das rotinas diárias. | | | | | | | |
| | 8 – O PDA é preciso e veloz na transferência de dados para o software da Tecnologia RFID. | | | | | | | |
| | 9 – O PDA tem capacidade suficiente de carga de bateria, para executar todas as rotinas diárias. | | | | | | | |
| | 10 – O PDA é de fácil manuseio na coleta dos dados das rotinas diárias. | | | | | | | |
| | 11 – O PDA permite que o usuário visualize o histórico de perguntas, variável de medição e acesse anexos. | | | | | | | |
| | 12 – O PDA reduz o tempo da coleta dos dados da rotina diária quando utilizado com mais frequência. | | | | | | | |
| | 13 – O PDA tem riscos de perder os dados coletados na rotina diária. | | | | | | | |
| | 14 – O PDA sofre desgastes na tela nas regiões de maior contato/premidas, para acesso das rotinas e registros dos dados. | | | | | | | |
| | 15 – O PDA tem baixo peso. | | | | | | | |
| | 16 – O PDA tem alta vida útil. | | | | | | | |
| | 17 – O PDA tem alto custo. | | | | | | | |
| TAG DE IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO | 18 – O TAG RFID tem alta vida útil. | | | | | | | |
| | 19 – O TAG RFID tem alto custo. | | | | | | | |
| | 20 – O TAG RFID tem alta resistência mecânica. | | | | | | | |
| | 21 – O TAG RFID tem uma boa frequência, que permite a sua identificação de forma veloz. | | | | | | | |
| | 22 – O TAG RFID permite cadastrar facilmente os dados de identificação do equipamento. | | | | | | | |
| | 23 – O TAG RFID pode ser reutilizado, quando necessário. | | | | | | | |
| SOFTWARE DA TECNOLOGIA RFID | 24 – O Software da Tecnologia RFID realiza agendamento das rotinas operacionais e de manutenção, por turno e equipe. | | | | | | | |
| | 25 – O Software da Tecnologia RFID tem alta capacidade de armazenamento de dados. | | | | | | | |
| | 26 – O Software da Tecnologia RFID gera e visualiza relatórios e gráficos. | | | | | | | |
| | 27 – O Software da Tecnologia RFID sintetiza os dados armazenados e é veloz na geração de relatórios e gráficos. | | | | | | | |
| | 28 – O Software da Tecnologia RFID disponibiliza uma base robusta de dados armazenados. | | | | | | | |
| | 29 – O Software da Tecnologia RFID tem riscos de perder os dados armazenados. | | | | | | | |
| | 30 – O Software da Tecnologia RFID tem interface/drive de comunicação com os sistemas do SAP/ERP. | | | | | | | |
| | 31 – O Software da Tecnologia RFID cria perfis de acesso ao sistema. | | | | | | | |
| | 32 – O Software da Tecnologia RFID tem alto custo. | | | | | | | |
| CAPACITAÇÃO DOS COLABORADORES | 33 – Os colaboradores necessitam de experiência mínima dos processos e de informática para utilização a Tecnologia de Coleta Digital de Dados. | | | | | | | |
| | 34 – Os colaboradores apresentaram resistência na utilização da Tecnologia de Coleta Digital de Dados (PDA e Software). | | | | | | | |
| | 35 – A capacitação dos colaboradores na Tecnologia RFID depende do treinamento teórico e prático na coleta de dados com o PDA. | | | | | | | |
| | 36 – A capacitação dos colaboradores na Tecnologia RFID com o treinamento teórico e prático tem alto custo. | | | | | | | |
| | 37 – Os colaboradores encontraram dificuldades na coleta digital de dados com o PDA. | | | | | | | |
| | 38 – Os colaboradores tem acesso ao software da Tecnologia RFID para geração de relatórios e gráficos dos dados. | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pela autora