

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**ROBSON JOSÉ DOURADO**

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA  
PRONTIDÃO OPERACIONAL EM PLATAFORMAS DE PETRÓLEO  
SEGUNDO A GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSO**

**SANTOS/SP**

**2024**

**ROBSON JOSÉ DOURADO**

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA PRONTIDÃO  
OPERACIONAL EM PLATAFORMAS DE PETRÓLEO SEGUNDO A GESTÃO DE  
SEGURANÇA DE PROCESSO**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Dr. Aureo Emanuel Pasqualetto Figueiredo e coorientação do Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco

**SANTOS/SP**

**2024**

665.5  
D771d

Dourado, Robson José.

Desenvolvimento de metodologia para avaliação da prontidão operacional em plataformas de petróleo segundo a gestão de segurança de processo / Robson José Dourado.

2024.

65 f.

Orientador: Dr. Áureo Emanuel Pasqualetto Figueiredo.

Coorientador: Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Santa Cecília, Programa de pós-graduação em Mestrado profissionalizante em engenharia mecânica, Santos, SP, 2024.

I. Figueiredo, Áureo Emanuel Pasqualetto. II. Desenvolvimento de metodologia para avaliação da prontidão operacional em plataformas de petróleo segundo a gestão de segurança de processo.

## **AUTORIZAÇÃO DE REPRODUÇÃO**

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha esposa e aos meus filhos que me apoiaram de diversas maneiras durante esta importante etapa de minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço,

Ao Prof. Dr. Aureo Emanuel Pasqualetto Figueiredo, pelo incentivo na escolha do tema de pesquisa, orientação, recomendações, bem como na contribuição neste processo construtivo de aprendizado.

Ao Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco, pela orientação, recomendações e atenção.

Aos colegas mestrandos e docentes dos Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Mecânica.

À Petrobras pela autorização para consulta de práticas de gestão associadas ao processo de comissionamento e operação de novos sistemas de produção marítimos.

## RESUMO

O ambiente de negócios para as organizações industriais – dentre elas, as empresas produtoras de óleo e gás - exige adaptação permanente ao contexto operacional e organizacional constantemente em evolução. Embora mudanças técnicas e tecnológicas sejam uma parte essencial do processo formal de implantação de novos sistemas de produção de petróleo, a consideração de mudanças organizacionais inter-relacionadas tem ganhado atenção apenas recentemente em abordagem mais sistêmica reconhecendo a existência de sistemas sociotécnicos complexos. Considerando a baixa maturidade na literatura científica, a contribuição deste estudo evidencia as necessidades de um método de referência para avaliação da prontidão organizacional de novos sistemas de produção de petróleo segundo a gestão de segurança de processo baseada em risco. A partir da fusão dos princípios da roda de Nertney em avaliar os estágios pré-definidos de prontidão operacional dos elementos do sistema em questão (*hardware*, procedimentos e pessoas) e suas interfaces, é apresentada uma metodologia prática para avaliação de lacunas usando perguntas do tipo auditoria, que resultam em uma lista detalhada dos itens identificados (pontos de partida para aprimoramento ou deliberação quanto a sequência de implantação do projeto). A abordagem desenvolvida e a ferramenta do tipo auditoria preparada foram aplicadas e testadas numa organização anônima indicando a efetividade da metodologia com indicação de medidas necessárias para aprimorar o processo decisório quanto a implantação de projetos complexos e efetivo início da etapa de operações, numa abordagem sistêmica e aderente à necessária sustentabilidade das atividades industriais. A pesquisa contribui para a literatura e a prática ao apontar como avaliar, agregar e possivelmente alinhar os dados de desempenho do processo prontidão operacional para melhor gerenciamento de risco de projetos complexos, como os sistemas marítimos de produção de petróleo.

**Palavras-Chave:** Operações. Prontidão. Risco. Avaliação. Projeto.

## ABSTRACT

The business environment for industrial organizations – including oil and gas companies – requires permanent adaptation to the constantly evolving operational and organizational context. Although technical and technological changes are an essential part of the formal process of implementing new oil production systems, the consideration of interrelated organizational changes has only recently gained attention in a more systemic approach recognizing the existence of complex socio-technical systems. Considering the low maturity in the scientific literature, the contribution of this study highlights the need for a reference method for assessing the organizational readiness of new oil production systems according to risk-based process safety management. From the fusion of the principles of the Nertney wheel in evaluating the pre-defined stages of operational readiness of the elements of the system in question (hardware, procedures and people) and their interfaces, a practical methodology for assessing gaps using audit-type questions is presented, which result in a detailed list of the identified items (starting points for improvement or deliberation regarding the sequence of implementation of the project). The developed approach and the prepared audit-type tool were applied and tested in an anonymous organization, indicating the effectiveness of the methodology with indication of necessary measures to improve the decision-making process regarding the implementation of complex projects and effective start of the operations stage, in a systemic approach and adhering to the necessary sustainability of industrial activities. The research contributes to the literature and practice by pointing out how to assess, aggregate, and possibly align process performance data on operational readiness for better risk management of complex projects, such as offshore oil production systems.

**Keywords:** Operations. Readiness. Risk. Assessment. Project.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Projeção da demanda mundial de petróleo (mb/d - milhões de barris por dia) até 2050 .....	13
Figura 2 - Evolução das reservas nacionais provadas de petróleo, por localização (terra e mar) .....	14
Figura 3 - Ciclo de vida de uma concessão de petróleo e gás natural .....	15
Figura 4 - Relacionamento entre Hardware-Pessoas-Procedimentos .....	21
Figura 5 – Representação gráfica para os elementos e interfaces segundo Nertney .....	22
Figura 6 - Evolução das estratégias de prevenção de perdas/acidentes e de segurança de processo .....	23
Figura 7 – Elementos de Segurança de Processo Baseada em Risco (RBPS) .....	26
Figura 8 - Acidente com Sonda Deepwater Horizon em 2010 .....	32
Figura 9 – Acidente com refinaria Texas City em 2005 .....	32
Figura 10 - Representação gráfica para os elementos, interface e estágios de desenvolvimento segundo a roda de Nertney.....	35
Figura 11 – Abordagem esquemática para avaliação da prontidão operacional .....	38
Figura 12 - Representação gráfica do desenvolvimento do método proposto para avaliação de prontidão operacional segundo gestão de segurança de processo .....	46
Figura 13 - Resultado da aplicação da metodologia para uma organização anônima.....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Discriminação da Estrutura de Trabalho Genérica para o Sistema de RBPS .....	26
Tabela 2: Matriz conceitual para determinação da avaliação da prontidão operacional .....	36
Tabela 3: Matriz conceitual para aplicação da auditoria nas características básicas do elemento prontidão operacional .....	37
Tabela 4: Princípio-chave I (implementar gestão de prontidão operacional) – perguntas para auditoria a serem consideradas .....	39
Tabela 5: Princípio-chave II (conduzir análises de prontidão operacional apropriadas) – perguntas para auditoria a serem consideradas.....	40
Tabela 6: Princípio-chave III (tomar decisões de partida baseadas nos resultados da prontidão) - perguntas para auditoria a serem consideradas .....	41
Tabela 7: Princípio-chave IV (realizar follow-up completo das atividades) - perguntas para auditoria a serem consideradas .....	42
Tabela 8: Mapeamento proposto dos estágios de maturidade e características chave requeridas relacionadas as atividades de gestão de prontidão operacional – Estágios 1 ao 6. ....	44
Tabela 9: Resultados resumidos para a organização auditada .....	48
Tabela 10: Indicadores propostos para elemento Prontidão Operacional - Princípio chave I.....	50
Tabela 11: Indicadores propostos para elemento Prontidão Operacional - Princípio chave II .....	50
Tabela 12: Indicadores propostos para elemento Prontidão Operacional - Princípio-chave III .....	50
Tabela 13: Indicadores propostos para elemento Prontidão Operacional - Princípio chave IV .....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	–	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
AiChe	–	Instituto Americano de Engenharia Química
APS	–	Cenário de Compromissos Anunciados
CCPS	–	Centro de Segurança de Processos Químicos
ID	–	Identificador
IEA	–	<i>International Energy Agency</i>
FPSO	–	<i>Floating Production Storage and Offloading</i>
KPI	–	Indicadores chave de desempenho
KRI	–	Indicadores chave de risco
MOC	–	Gestão de Mudanças
NZE	–	Cenário das Emissões Líquidas Zero até 2050
PSM	–	Gestão de Segurança de Processo
RBPS		Segurança de processo baseada em risco
STEPS	–	Cenário de Políticas Declaradas

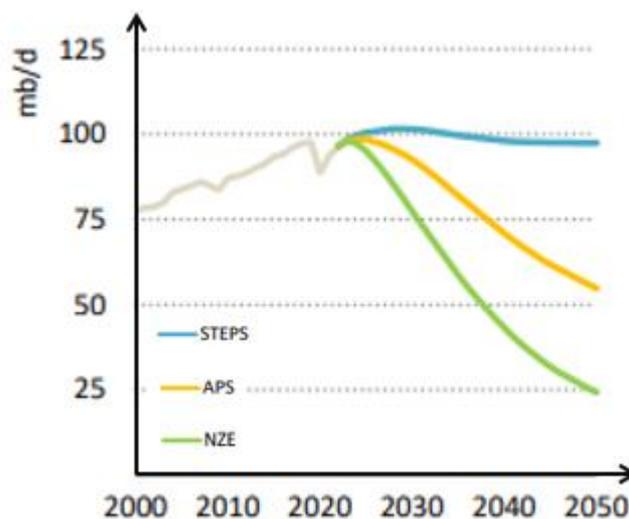
## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1	Importância .....	13
1.2	Problemática .....	15
1.3	Fundamentação teórica .....	20
1.4	Justificativa .....	32
1.5	Objetivo.....	33
1.5.1	Objetivo geral .....	33
1.5.2	Objetivos específicos .....	33
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	34
2.1	Método .....	34
2.2	Amostragem .....	46
2.3	Procedimento .....	47
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	53
4.1	Trabalhos futuros .....	53
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56
	<b>APENDICE A - Email encaminhado à organização selecionada para aplicação da metodologia</b> .....	59
	<b>APENDICE B - Formulários utilizados para coleta de dados</b> .....	60

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1. Importância

De acordo com *International Energy Agency* (IEA, 2023) respondendo por mais de 30% do consumo mundial de energia, a produção de petróleo continua tendo um papel relevante na matriz energética mundial. Considerando o movimento da transição energética com revisão das políticas climáticas e os compromissos de carbono zero, as projeções indicam que a demanda por petróleo ainda será representativa nas próximas décadas, atingindo mais de 100 milhões de barris por dia em meados de 2030 para o cenário de atuais políticas governamentais declaradas, quando somente então iniciaria um declínio gradual até 2050, chegando a 55 milhões de barris por dia. (IEA, 2023)



**Figura 1 – Projeção da demanda mundial de petróleo (mb/d - milhões de barris por dia) até 2050.**

Fonte: IEA (2023)

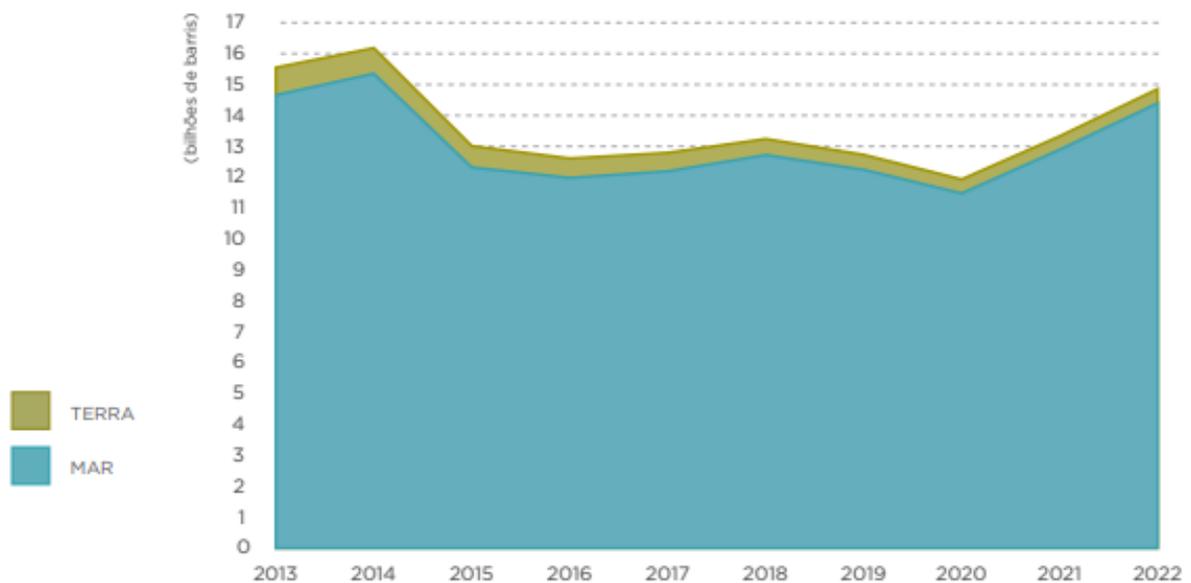
Neste contexto, a manutenção do ritmo na implantação de novos projetos de desenvolvimento da produção de petróleo continuará a ser fundamental, e em especial para exploração das reservas de petróleo e gás localizadas em ambiente offshore.

Observa-se que na implantação de sistemas de produção marítimos, vultuosos investimentos financeiros são requeridos demandando na fase operacional

uma performance superior e aderente aos requisitos de eficiência operacional, rentabilidade e segurança.

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em termos de atendimento ao consumo de petróleo, o Brasil ocupa atualmente a nona posição no ranking mundial sendo que cerca de 97% da demanda é atendida através das instalações marítimas de produção de petróleo e gás natural (ANP, 2023).

No fim de 2022, as reservas provadas de petróleo do Brasil totalizaram 14,8 bilhões de barris dos quais 14,3 bilhões em mar (figura 2). Entenda-se como reservas provadas de petróleo, aquelas que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia, se estimam recuperar comercialmente de reservatórios descobertos e avaliados, com elevado grau de certeza, e cuja estimativa considere as condições econômicas vigentes, os métodos operacionais usualmente viáveis e os regulamentos locais instituídos pela legislação petrolífera e tributária.

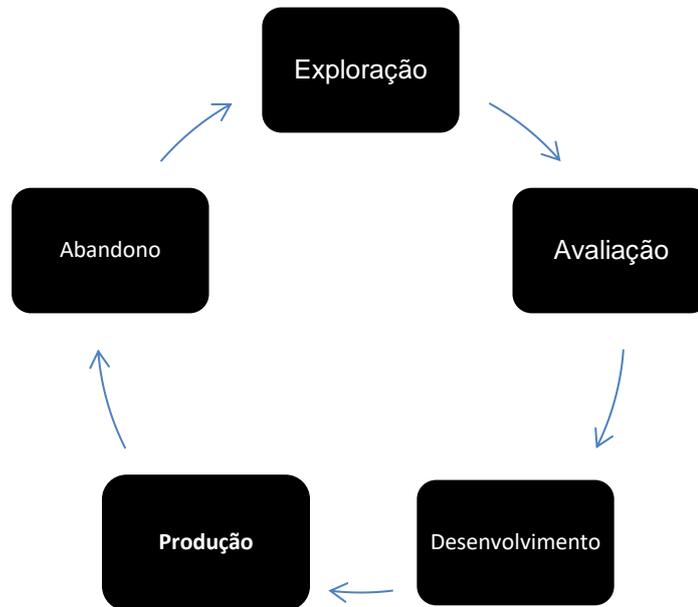


**Figura 2. Evolução das reservas nacionais provadas de petróleo, por localização (terra e mar).**

Fonte: ANP (2023)

## 1.2 Problemática

Um campo de petróleo tem um ciclo de vida formado por cinco fases: exploração, avaliação, desenvolvimento, produção e abandono (figura 3).



**Figura 3. Ciclo de vida de uma concessão de petróleo e gás natural**

A fase de exploração contempla investimentos que são realizados anos antes do início de produção, pelo que é essencial existir, pelo menos, um cenário para o qual a produção prevista justifique o investimento a ser realizado. Durante esta etapa é estudado o histórico geológico da área e a probabilidade da ocorrência de hidrocarbonetos é quantificada.

A fase de avaliação tem como objetivo inferir o potencial identificado durante a fase de exploração. O propósito desta etapa é reduzir as incertezas, nomeadamente as relacionadas com os níveis de volumes recuperáveis existentes num reservatório. Isto é, o objetivo não é encontrar volumes adicionais, mas sim, conformar os que já foram encontrados. Após agregada a informação necessária para a estimativa inicial de reservas, o passo seguinte é verificar quais as opções existentes para desenvolver o campo. Com estudos de viabilidade que documentam as opções técnicas disponíveis com estimativa de custos e cronograma de implantação, são consideradas normalmente quatro alternativas: proceder desenvolvimento, prosseguir um plano de avaliação com intuito de

otimizar o desenvolvimento técnico, vender os direitos da descoberta ou abandonar a área.

Com base nos resultados dos estudos de viabilidade, e assumindo que pelo menos uma opção é viável, a fase de desenvolvimento contemplará a implantação de um plano que norteia as especificações do projeto no que diz respeito ao sistema marítimo de produção englobando instalações de superfície e submarinas considerando também os princípios operacionais e de manutenção necessários para suportar proposta para o investimento necessário correspondente.

A fase de produção inicia assim que as primeiras quantidades de hidrocarbonetos comercializáveis (primeiro óleo ou primeiro gás) começam a fluir nas facilidades de produção.

Tipicamente a fase de produção tem três etapas distintas:

- *ramp-up*, com o início de produção dos primeiros poços;
- *plateau*, em que as facilidades de produção funcionam a plena capacidade, em um patamar de produção estável;
- declínio, geralmente a etapa mais longa, em que todos os poços entram em decréscimo da produção.

A última fase, de abandono, é normalmente deferida pelas opções: redução dos custos operacionais ou aumento da produção. O desafio nesta etapa será minimizar os impactos ambientais de forma economicamente viável. O processo de abandono do campo é acordado com as autoridades governamentais locais. Normalmente os poços são encerrados com cimento e em termos das instalações marítimas, as infraestruturas à superfície serão removidas e algumas eventualmente reutilizáveis e os equipamentos submarinos, como é o caso das completações dos poços podem ser totalmente ou parcialmente removidos dependendo do acordado com as autoridades.

Na implantação de megaprojetos como é o caso de novos sistemas marítimos de produção, um desafio constante é estabelecer critérios robustos de avaliação da maturidade em cada fase deste ciclo de vida observando direcionadores econômicos (eficiência), de segurança (além de integridade e conformidade) e de sustentabilidade (considerando o cenário de transição energética, o qual a minimização de emissões de gases de efeito estufa é um requisito estratégico).

Conforme afirma Krauss (2014), a entrega de projetos de grande porte com

longa duração tem sido um desafio ao longo de décadas, com tentativas visando a reduzir os problemas relacionados aos prazos de implementação e eficácia dos projetos de engenharia. Antes de 1950, a decisão quanto a implantação dos projetos relacionava-se principalmente a custo, tempo e escopo, com deficiente documentação quanto ao método assim como uso inadequado de técnicas para alcançar um produto de qualidade (SEYMOUR, T.; HUSSEIN, S., 2014).

Nestes novos projetos de desenvolvimento da produção, a etapa de prontidão operacional tem um papel fundamental em assegurar que a empresa responsável pelo desenvolvimento do projeto e sobretudo pela etapa de operação esteja preparada para receber o projeto concluído e faça adequadamente a transição para estágio seguinte do ciclo de vida do projeto, a fase operacional (produção) que normalmente tem longa duração (figura 3).

De acordo com Kingston-Howlett J. et al. (2016) a expressão Prontidão operacional é um termo cunhado na década de 1950 para descrever o “estado do desenvolvimento dos sistemas de armas”, sendo que na década de 1980, a frase assumiu um significado mais amplo, próximo a “segurança do sistema”. Desta forma, a prontidão operacional foi um meio de encapsular as práticas de *design* seguro e integrá-las à tomada de decisões corporativas, podendo neste contexto ser compreendida como prontidão organizacional.

Durante décadas de investimentos progressivos na melhoria do processo de desenvolvimento de megaprojetos, diversas abordagens foram propostas, todavia conforme Krauss (2014), são vários os casos de projetos que continuam a preocupar a indústria na busca de uma entrega eficaz e inicialização do sistema, levando com isso a necessidade de continuar avançando com desenvolvimento de sistemáticas voltadas à Prontidão Operacional.

Tornando este panorama mais desafiador, os projetos modernos têm sido mais sofisticados para a devida entrega, induzindo desafios não limitados aos aspectos técnicos da prontidão operacional, mas também incluindo fatores não-técnicos como por exemplo a gestão do relacionamento entre os stakeholders internos e externos.

A intenção da prontidão operacional, ao contrário do gerenciamento de projetos, não se concentra no tempo e no orçamento de entrega do projeto, mas se concentra no estado (operabilidade e manutenção do ativo) do produto final à medida que o projeto passa da construção, do comissionamento para as operações

e para manutenção. A abordagem de prontidão operacional supracitada representa um processo que auxilia a equipe de design e execução, de modo que haja uma transição suave durante a entrega do produto final ao cliente, garantindo que haja um autoexame constante das entregas (KRAUSS, 2014).

Prontidão operacional para um processo ou estrutura é fortemente aplicável em ambientes com megaprojetos como é o caso de implantação de novos sistemas de produção de petróleo, não se limitando a este segmento, incluindo também indústria de mineração, dentre outras. A aplicabilidade do conceito de prontidão operacional conforme delineada por Gerbec apud Nertney (2017) dá origem a este estudo de pesquisa para enfrentar os desafios detalhados a seguir.

Na produção de petróleo a partir de sistemas marítimos, as instalações industriais (plataformas, como por exemplo FPSO – Floating Production Storage and Offloading) apresentam características desafiadoras quanto a gestão da segurança operacional, à medida que armazenam e/ou manuseiam elevados volumes de fluidos perigosos (óleo e gás) tendo em suas instalações, facilidades de processamento e de compressão com elevados níveis de pressão. Nestas instalações comumente se observam áreas classificadas, que conforme a norma NBR IEC 60079-10-1, são áreas nas quais uma atmosfera explosiva de gás ou poeira está presente ou na qual é provável sua ocorrência, a ponto de exigir precauções especiais para fabricação, instalação, utilização, inspeção, manutenção e reparo de equipamentos elétricos, de instrumentação ou mecânicos “Ex”.

Neste contexto, a gestão de riscos é uma competência cada vez mais exigida pelas organizações e demanda pelas várias partes interessadas (governo, sociedade, acionistas etc.). Ter esta competência desenvolvida na organização e nas pessoas é essencial para continuidade e perpetuidade das organizações. Desta forma é de extrema importância que as organizações conheçam seus perigos, os cenários envolvidos nestes perigos, os riscos destes cenários, as medidas de controle necessárias e os monitoramentos necessários para que estes riscos não se materializem em perdas. O principal objetivo é a eliminação dos riscos ou torná-los a níveis aceitáveis. Sobre estes riscos, destaque aos riscos ocupacionais, os quais segundo a NR-1 (BRASIL, 1978) é definido como sendo a combinação da probabilidade de ocorrer lesão ou agravo à saúde causados por um evento perigoso, exposição a agente nocivo ou exigência da atividade de trabalho e da severidade dessa lesão ou agravo à saúde.

A ABNT através da norma NBR ISO 31000 – Gestão de riscos - Diretrizes (ABNT, 2009) fornece uma importante referência para este gerenciamento dos riscos numa visão mais holística, podendo ser usado ao longo da vida da organização e aplicado a qualquer atividade, incluindo a tomada de decisão em todos os níveis. Segundo esta norma, risco é o efeito da incerteza nos objetivos, sendo este efeito definido como sendo um desvio em relação ao esperado, podendo ser positivo e/ou negativo.

Deste guia, entende-se que organizações de todos os tipos e tamanhos enfrentam influências e fatores externos e internos que tornam incerto se elas alcançarão seus propósitos. Ainda quanto a esta referência (ABNT, 2009) gerenciar riscos é:

- um processo iterativo e auxilia as organizações no estabelecimento de estratégias, no alcance de objetivos e na tomada de decisões fundamentais;
- parte da governança e liderança, e é fundamental para a maneira como a organização é gerenciada em todos os níveis;
- parte de todas as atividades associadas com uma organização e inclui interação com as partes interessadas;
- considerar os contextos externo e interno da organização, incluindo o comportamento humano e os fatores culturais.

Inerente ao desenvolvimento e operação de sistemas marítimos de produção, a gestão de riscos de processos industriais, também conhecida como segurança de processo, é uma estratégia de prevenção de acidentes que visa evitar vazamentos, perdas de contenção e descontroles no processo operacional. Estando diretamente ligada a conhecimentos e técnicas aplicados na prevenção de ocorrências de acidentes de processo, a gestão de segurança de processo é importante para prevenir acidentes causados por falhas na integridade dos equipamentos de processo, como rupturas, vazamentos ou descontroles operacionais. Ainda quanto a referências para segurança e saúde em sistemas marítimos de produção, destaca-se a Norma Regulamentadora NR-37 (BRASIL, 2018).

Investigações de diversos acidentes envolvendo instalações industriais, como de Macondo, no Golfo do México (CSB, 2016) ou da refinaria de Texas City (CSB, 2007) demonstram a importância da gestão dos riscos de processos no dia a

dia da organização, sobretudo quanto ao seu processo decisório.

### 1.3 Fundamentação teórica

Prontidão ou maturidade operacional pode ser definido com estabelecimento de um estado ou configuração que “posiciona as pessoas certas nos locais certos em um momento certo trabalhando com o *hardware* (equipamentos e instalações operacionais) certo de acordo com os procedimentos e controles de gerenciamento certos” (NERTNEY, 1987). A expectativa é que o sistema esteja funcionando em um ambiente físico e psicológico favorável possibilitando o alcance do sucesso (KINGSTON-HOWLETT et al. 2016).

Ainda segundo Nertney (1987) existem dois critérios para a obtenção da prontidão ou maturidade operacional:

- critérios funcionais, em que se atesta se o sistema está realizando suas funções de maneira aceitável; e se o sistema está operando em nível aceitável em termos de riscos ambientais, de segurança e de saúde, bem como riscos comerciais;
- códigos/normas e regulamentos aplicáveis estabelecidos em todos os níveis de controle dentro e fora da organização operacional;

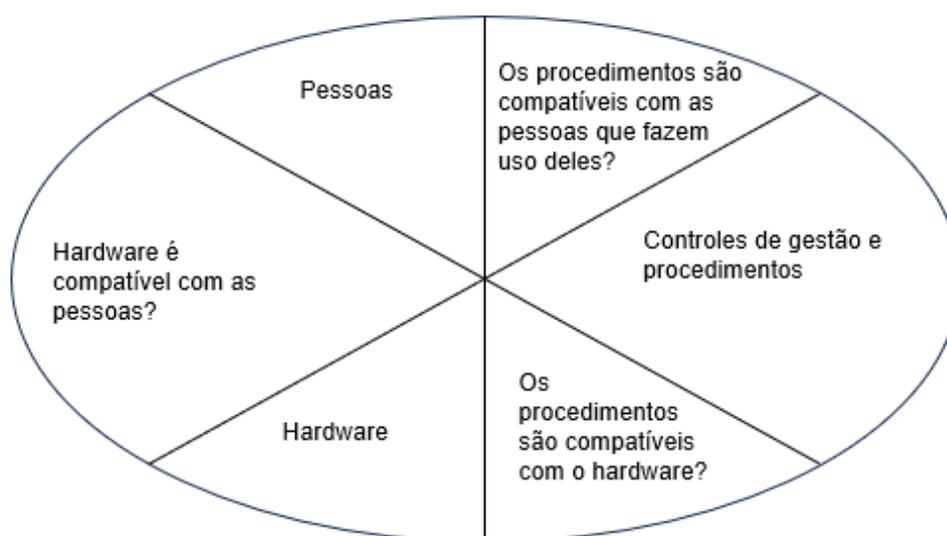
Em geral, a avaliação de um sistema operacional deve englobar subsistemas (pessoas, *hardware* (equipamentos e instalações), procedimentos (controles de gestão) e suas interfaces correspondentes (pessoas-*hardware*, procedimentos-*hardware* e procedimentos-pessoas) conforme figura 4 (NERTNEY, 1987).

Destaca-se a relevância da consideração das interfaces entre estes elementos:

- as pessoas combinam o *hardware*, por exemplo: o hardware é adequadamente operável para as pessoas que foram selecionadas e treinadas para operá-lo?
- os procedimentos correspondem ao hardware, por exemplo: evitamos situações em que os operadores receberam procedimentos inadequados para operar os equipamentos?
- os procedimentos são adequados às pessoas que os utilizarão, por exemplo: temos procedimentos de seleção que assegurem um grau

adequado de alfabetização funcional para pessoas que precisam ler e entender procedimentos de trabalho complexos?

Para o cenário de produção de petróleo, podemos entender como *hardware*, todo o conjunto de equipamentos e instalações operacionais projetado e implementado para o desenvolvimento do projeto. O elemento procedimento pode ser entendido como todas as instruções explícitas que integram as etapas de exploração, avaliação, desenvolvimento, produção e abandono. Já o elemento pessoas representa todas as equipes envolvidas no desenvolvimento e operação do campo de petróleo.



**Figura 4. Relacionamento entre *Hardware*-Pessoas-Procedimentos**

Fonte: Nertney, (1987, p. 4)

No propósito de aprimorar a prontidão operacional em projetos, Gerbec (2017) detalhou estruturas de trabalho propondo elementos de prontidão operacional a serem considerados em um projeto.

Conforme reforçam Frei et al. (2015), embora os elementos do sistema que possam ser submetidos a avaliações específicas de acordo com os critérios estabelecidos, todos os três subsistemas e suas interfaces devem ser tratadas como um único sistema.

Em complemento aos subsistemas e suas interfaces correspondentes, a abordagem proposta por Nertney (1987) também inclui várias dimensões de desenvolvimento. O sistema pode evoluir a partir de um estágio operacional incipiente para um estágio operacional maduro através de alguns estágios de

desenvolvimento que são representados por círculos concêntricos em direção ao ponto central (alvo). Todos os subsistemas devem estar em congruência, alcançando um estado de prontidão coletiva em aderência aos requisitos do sistema operacional.

Na figura 5, conhecida como roda de Nertney, consolidam quais os elementos e suas interfaces assim como os diferentes estágios de desenvolvimento. O alvo de prontidão ou maturidade operacional (congruência de todos os subsistemas) é apresentado pelo centro do círculo (“OK”).



Figura 5. Representação gráfica para os elementos e interface segundo Nertney

As práticas de segurança de processo e os sistemas de gestão da segurança formais existem há anos em inúmeras organizações. De acordo com Centro de Segurança de Processos Químicos (CCPS) vinculado ao Instituto Americano de Engenharia Química (AIChE) - um comitê técnico formado por várias

organizações que busca aprimorar e disseminar informações técnicas com foco na prevenção dos principais acidentes - a gestão de segurança de processo é amplamente creditada pela redução de grandes riscos de acidentes e pela melhoria do desempenho da indústria.

Neste sentido, numa evolução dos sistemas de gestão de segurança formais, o sistema de gestão de segurança de processo baseada em risco (RBPS) é aquele considerado como um dos mais avançados e adequados para cenários complexos como aqueles observados em instalações offshore de óleo e gás.

Com o passar do tempo, as organizações envolvidas com processos industriais desenvolveram diferentes estratégias para lidar com os acidentes e prevenção de perdas (figura 6). A qualquer instante, sistemas marítimos de produção, instalações industriais, organizações não se encontrarão no mesmo patamar ao longo deste espectro. Na verdade, os diferentes departamentos ou a mesma função departamental em períodos distintos podem optar por adotar a implantação simultânea de múltiplas estratégias.



**Figura 6. Evolução das estratégias de prevenção de perdas/acidentes e de segurança de processo**

A gestão da segurança de processo baseada em normas (o que devo fazer?) consiste numa abordagem prescritiva e de implantação relativamente fácil, no entanto pode conduzir a um espectro de performance variado, pois as empresas podem limitar o esforço de segurança de processo em conformidade com normas, embora muitas das falhas específicas nos processos não sejam abordadas em normas.

A gestão da segurança de processo baseada na conformidade (o que tenho que fazer?) possibilitou com o passar do tempo, a evolução de várias empresas no sentido de ter sido implantadas novas atividades que conquistaram melhorias relevantes para o desempenho da segurança. Todavia, estes controladores da conformidade regulatória também contribuíram para que algumas das empresas adotassem uma mentalidade baseada apenas na conformidade.

A gestão da segurança baseada na melhoria contínua (com base na minha experiência, como posso melhorar?) utiliza os indicadores de resultados para definir o histórico do desempenho e contribui para conduzir as mudanças no sistema de gestão baseado em resultados. Tal abordagem é eficaz quando há uma relação de alta responsabilidade entre um processo de negócios e um ou mais indicadores de resultado. Entretanto, tal estratégia tende a não ser bem-sucedida quando os indicadores de resultados que operam são eventos de frequência baixa e de consequências elevadas, tais como acidentes catastróficos. A ausência de eventos de perdas não indica necessariamente que o sistema de gestão de segurança de processo esteja operando satisfatoriamente.

Na gestão da segurança baseada em risco (RBPS), a organização cumpre com as exigências regulatórias e aplica adequadamente as lições aprendidas através da experiência na empresa ou na indústria de forma geral, continuando a utilizar os indicadores de resultados para ajudar a conduzir seu programa de segurança de processo. Entretanto, a informação de risco e os indicadores de tendência também são estudados pela gestão para ajudar a medir e prever de modo confiável o desempenho de vários aspectos do sistema, independentemente de quaisquer eventos de perda. A informação do risco também é utilizada para determinar o nível do esforço e a atenção da gestão que é apropriada para os riscos identificados.

A abordagem RBPS reconhece que nem todos os riscos e perigos são iguais, e conseqüentemente, concentra mais recursos em riscos e perigos maiores. Os perigos e o nível de risco associado com a instalação ou com as operações devem ser a primeira coisa a ser considerada no projeto, sendo que a demanda para cada atividade mapeada, os recursos necessários e a cultura de segurança incorporada também influenciam no projeto e na melhoria das decisões.

Conforme CCPS (2007) para que a RBPS funcione de forma mais eficiente, as empresas devem integrar suas práticas com elementos de outros sistemas de gestão, de forma que a abordagem seja totalmente consistente com as operações produtivas, com os controles de segurança, saúde e meio ambiente, e com as técnicas e áreas de negócio relacionadas.

Os perigos e o nível de risco associado com a instalação ou com as operações devem ser a primeira preocupação a ser gerenciada no projeto e na melhoria das atividades de Gestão de Segurança de Processo (PSM). A demanda

para a atividade, os recursos necessários e a cultura de segurança incorporada também influenciam no projeto e na melhoria das decisões.

Da abordagem RBPS são apresentados quatro pilares da prevenção de acidentes, devendo ser implantados com um nível de rigor adequado ao risco:

- I. Compromisso com a segurança de processo – a pedra fundamental da excelência na segurança de processo;
- II. Entendimento dos perigos e riscos – a base de uma abordagem baseada em risco.
- III. Gestão do risco – A execução contínua das tarefas de RBPS. As organizações devem:
  - a. operar e manter os processos que oferecem riscos;
  - b. manter as mudanças nesses processos dentro do limite de tolerância ao risco; e
  - c. se preparar para possíveis acidentes, responder e gerenciar os acidentes que realmente ocorrerem.
- IV. Aprender a partir da experiência – as oportunidades para melhorar. As métricas fornecem respostas diretas para o sistema de RBPS, e os indicadores de tendência fornecem sinais de aviso com antecedência a respeito de resultados de segurança de processo ineficientes.

Uma organização que direciona seus esforços de segurança de processo para esses quatro pilares, aumenta substancialmente a possibilidade de melhorar sua eficiência de sua segurança de processo, a frequência e a gravidade dos acidentes devem diminuir, e o desempenho da segurança, do meio ambiente e do negócio deve aumentar de forma duradoura.

Para que a PSM funcione de forma mais efetiva, as empresas devem integrar suas práticas de RBPS com outros sistemas de gestão, como os sistemas de qualidade, confiança, meio ambiente e segurança.

Na evolução da abordagem de gestão de segurança de processo, o RBPS conta com vinte elementos dispostos nos quatro pilares citados anteriormente, os quais podem ser projetados e implantados em diferentes níveis de rigor para otimizar o desempenho, eficiência e eficácia da gestão de segurança de processo (Figura 7).



**Figura 7: Elementos de Segurança de Processo Baseada em Risco (RBPS)**

Fonte: CCPS, 2011

Ainda segundo CCPS (2007) para cada um dos vinte elementos do sistema de gerenciamento de RBPS é estabelecido uma estrutura de trabalho geral conforme tabela 1.

**Tabela 1: Discriminação da Estrutura de Trabalho Genérica para o Sistema de RBPS**

Item	Descrição
Elemento	Essa divisão básica em um sistema de gestão de processo corresponde ao tipo de trabalho que deve ser feito
Princípio Fundamental	Os elementos são organizados de acordo com os princípios-chave, que podem ser de natureza genérica ou especificamente definidos pelo tipo de elemento
Característica Básica	Os princípios fundamentais são cumpridos por adesão a características básicas
Atividade de Trabalho	As características básicas são obtidas concluindo as atividades que contêm risco, por exemplo, desenvolvendo exemplos específicos de mudanças e substituições equivalentes para cada categoria de mudança, e utilizando isso em treinamentos de conscientização de pessoal, para minimizar a chance do sistema de Gestão de Mudanças (MOC) ser descumprido
Opções de implementação	As opções de implementação representam um espectro de como as atividades de trabalho podem ser realizadas (exemplos múltiplos de mudanças e substituições equivalentes são desenvolvidos para todos os tipos de mudança, em diversas áreas de produção; eles são atualizados com base no desempenho do MOC).

Fonte: CCPS (2007)

O elemento Prontidão Operacional é um dos nove elementos dos pilares do RBPS para a gestão do risco, seja para novos processos (como é o caso de novos sistemas de produção), ou para processos que foram desativados temporariamente para modificação ou manutenção regular. Garantir a partida segura dos processos ao longo da vida de uma instalação é o propósito a ser alcançado no desenvolvimento deste elemento.

Conforme CCPS (2007) isso é realizado através de análises de prontidão de inicializações que podem ser simples, envolvendo apenas uma pessoa efetuando uma análise visual do processo para verificar que nada mudou e que o equipamento está pronto para retomar as operações. Revisões complexas podem levar semanas e até meses, até que os funcionários da equipe de engenharia, operacional e de manutenção verifiquem a conformidade dos equipamentos para o propósito do projeto, a qualidade da construção, a conclusão do procedimento, o treinamento de competências, e assim por diante. Tipicamente, listas de verificação extensas, verificação de diversos estágios e múltiplas autorizações funcionais são necessárias para a autorização de uma inicialização.

Situações de alto risco normalmente geram uma necessidade maior de formalidade e de ampliação no âmbito e no nível de detalhe; por exemplo, um maior detalhamento das listas de verificação costumava orientar a avaliação. Abordagens menos rigorosas, como aquelas usando uma lista de verificação simples ou nenhuma lista de verificação, podem ser adequadas para processos envolvendo cenários de risco reduzido.

Instalações com operações muito dinâmicas podem requerer práticas de prontidão muito flexíveis. As instalações com cultura de segurança de processo sólidas podem frequentemente contar com ferramentas de pré-partida mais baseadas no desempenho, uma vez que uma cultura forte gera maior confiança de que os empregados verificarão integralmente o sistema de acordo com o procedimento de inicialização projetado. Entretanto, na prática, aquelas instalações com uma forte cultura de segurança de processo normalmente adotam o uso de listas de verificação abrangentes para guiar e documentar as análises de prontidão. Instalações com uma cultura de segurança de processo incipiente, ou em desenvolvimento, podem exigir abordagens e ferramentas mais detalhadas e prescritivas, para garantir maior domínio e controlar os diferentes aspectos do sistema de gestão para assegurar um bom desempenho.

Uma operação mais segura e a manutenção das instalações que produzem, armazenam ou utilizam produtos perigosos (como é o caso de petróleo) exigem sistemas de gestão de segurança de processo com uma abordagem mais sistêmica.

O objetivo preliminar do elemento da prontidão operacional é assegurar que os processos que foram desligados ou que nunca iniciaram sejam inicializados de forma segura (CCPS, 2011).

Ainda de acordo com CCPS (2011), os seguintes princípios-chave devem ser tratados ao se desenvolver, avaliar ou aprimorar algum sistema de gestão para o elemento da prontidão operacional:

- Manter uma prática confiável.
- Conduzir análises de prontidão apropriadas, como necessário.
- Tomar decisões de partida baseadas nos resultados de prontidão.
- Acompanhar e verificar os resultados de decisões, ações e do uso de resultados da prontidão.

Para o princípio-chave *Manter uma prática confiável*, um programa escrito que documente as intenções do elemento de prontidão é ponto de partida para o sucesso de longo prazo das atividades de prontidão (CCPS, 2011). A definição de papéis e responsabilidades, onde e quando as atividades de prontidão devem ser realizadas, quais questões técnicas devem ser tratadas, e o conhecimento técnico necessário dos funcionários são essenciais para que se tenha um sistema de prontidão efetivo. Devem-se manter registros acerca das atividades de prontidão, de forma que o desempenho e a eficiência possam ser periodicamente avaliados.

Procedimentos formais para realização de análises de prontidão ajudarão a assegurar revisões confiáveis e de alta qualidade. Designar um proprietário do sistema de prontidão e definir os papéis e responsabilidades do sistema de prontidão ajudará a assegurar que os funcionários sabem o que devem fazer.

Muitos tipos de situações de inicialização podem apresentar-se. Planejar essas situações com antecedência ajudará a instalação a se preparar para conduzir uma revisão da prontidão sem comprometer seus recursos ou atrasar desnecessariamente a produção.

O mesmo procedimento de prontidão pode não se aplicar para todas as áreas da instalação. Identificar as áreas e as situações para as quais a revisão de

aplica, e determinar as questões a serem tratadas para cada tipo de situação de inicialização antes que elas ocorram, ajudará a assegurar análises de prontidão eficientes.

Todos os funcionários devem ser treinados no programa de prontidão. O treinamento de prontidão deste sistema deve ser fornecido a empregados e empresas contratadas, e um treinamento detalhado deve ser dado para funcionários designados para papéis específicos dentro do elemento de prontidão.

Manter um arquivo de dados e métricas de prontidão fornecerá informações valiosas para auditorias internas e revisões de gestão das práticas de prontidão.

Para o princípio-chave *Conduzir análises de prontidão apropriadas*, a qualidade das análises de prontidão depende da obtenção de informações precisas, e de recursos e pessoal qualificado, em quantidade suficiente (CCPS, 2011). O processo de revisão deve ser completo e, ainda assim, suficientemente flexível para ser adequado tanto para situações de reinicialização ou inicialização simples quanto para mais complexas de novos processos. As ferramentas apropriadas devem ser usadas, e os registros devem ser criados para documentar os resultados de cada revisão.

Revisões da prontidão de nível superior crítico somente podem ser executadas, se informações quanto ao projeto, a construção, a inspeção, o treinamento, e informações sobre o risco sejam disponibilizadas para a equipe da revisão. Ter uma lista das informações necessárias para cada tipo de inicialização contribuirá para a abrangência e eficiência.

Definir os papéis e responsabilidades de prontidão para os diversos grupos de funcionários, e fornecer treinamento de conscientização e de atualização para todos os funcionários e todas as contratadas ajudarão a assegurar que revisões efetivas de prontidão sejam realizadas. Análises de prontidão não podem ser completadas com qualidade sem que os funcionários competentes tenham a disciplina e a experiência necessárias. Algumas revisões da prontidão podem exigir treinamento especializado, e ferramentas para acessar e inspecionar equipamentos com processo complexo.

As revisões de segurança devem fornecer confiança suficiente de que o processo está pronto para ser iniciado. Dependendo do tipo de inicialização, os itens específicos que têm de ser tratados podem variar consideravelmente.

Para novas instalações, um procedimento de análise de perigos deve ser

realizado, e recomendações devendo ser resolvidas ou implementadas antes da inicialização e reinicialização.

As equipes envolvidas nas análises de prontidão devem usar as ferramentas adequadas (tal como listas de verificação) para conduzir, documentar as bases da análise de prontidão, e para registrar os resultados da mesma.

Preparar a documentação da prontidão, incluindo a finalização do formulário de revisão e a lógica/base da prontidão torna disponível um registro adequado da análise de prontidão.

No princípio-chave *Tomar decisões de partida baseadas nos resultados de prontidão* os resultados de cada análise de prontidão devem conduzir a ação – seja decidindo que a inicialização pode ser realizada de forma segura ou estabelecendo condições que devem ser atendidas antes da inicialização (CCPS, 2011). Os resultados da prontidão e as informações de partida devem ser amplamente comunicados para todo o pessoal envolvido.

Se forem identificadas questões que exigem ações, deve ser determinado se as ações devem ser finalizadas antes da partida ou se eles podem ser tratados após a partida. Se uma ação puder ser adiada, documentar a razão disso (incluindo qualquer ação substituta, se necessário) e o prazo para que a ação seja completada. Cada ação adiada deve ser autorizada por indivíduos explicitamente identificados, ou representantes de departamentos ou funções, com hierarquia e competências especificadas no programa escrito. O nível de autorização deve ser proporcional ao risco incorrido em decorrência da decisão.

Comunicar os resultados da revisão da prontidão ao pessoal potencialmente envolvido, incluindo as contratadas, e coordenar com outros grupos envolvidos fora da unidade revista, tal como a área de manutenção, de resposta de emergência, de administração, e assim por diante.

No princípio-chave *Acompanhamento das decisões, ações e uso dos resultados de prontidão*, as análises de prontidão podem estabelecer condições que devem ser atendidas antes da partida. O atendimento dessas condições deve ser acompanhado e documentado. As modificações dos registros e do conhecimento da segurança de processos devem ser preenchidas.

Se uma revisão identificar itens que devem ser tratados antes ou durante a inicialização, a gestão deve assumir a responsabilidade de assegurar que cada item seja completado para um ou mais indivíduos. Algumas ações podem exigir

revisão de gestão de mudanças (MOC) antes da execução. Todos os itens de ação de análise de prontidão devem ser documentados e acompanhados até a finalização.

Após a conclusão de uma análise de prontidão e a resolução de todos os itens de ação, as informações e os registros relevantes da segurança de processos devem ser atualizados, e a análise da prontidão deve ser fechada. Manter um arquivo de todas as análises de prontidão para novas instalações preservará as informações que podem ser usadas continuamente para melhorar o processo de prontidão.

A abordagem do RBPS sugere que o grau de rigor projetado para cada atividade de trabalho deve ser avaliado em relação aos riscos, ajustado para as considerações dos recursos e sintonizado com a cultura da instalação. Dessa forma, o grau de rigor que deve ser aplicado em uma atividade de trabalho em particular irá variar para cada instalação, e provavelmente irá variar entre as unidades e áreas de processo dentro de uma única instalação. Conseqüentemente, para desenvolver um sistema de segurança de processo baseada em risco, o interessado deve executar as seguintes etapas:

- Avaliar os riscos na instalação, investigar o equilíbrio entre a carga do recurso para as atividades do RBPS e os recursos disponíveis, e examinar a cultura da instalação.
- Estimar os potenciais benefícios que podem ser conseguidos ao se tratar de cada um dos princípios-chave para esse elemento do RBPS.
- Com base nos resultados das etapas anteriores definir quais características essenciais descritas para cada princípio-chave serão necessárias para controlar adequadamente o risco.
- Para cada característica essencial que será implementada, determinar como ela será executada, e selecionar as atividades de trabalho correspondentes descritas.
- Para cada atividade de trabalho que será executada, determine o nível do rigor que será requerido.

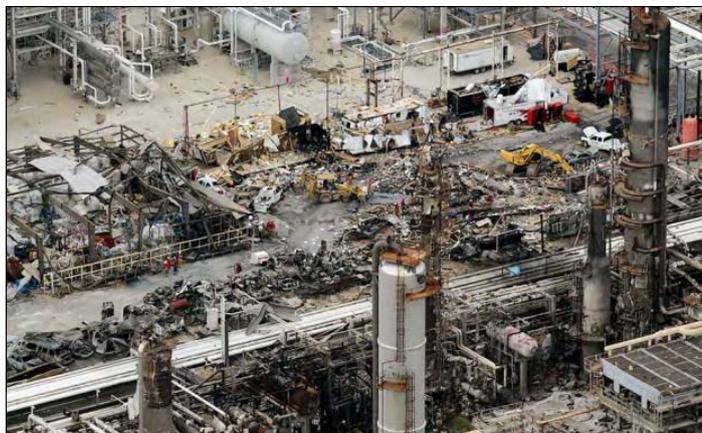
#### 1.4 Justificativa

Nancy Leveson (2011) esclarece que quando analisamos os dados históricos dos grandes acidentes na indústria de óleo e gás (figuras 8 e 9), no que tange à segurança, são fatores comuns nas investigações: falha na cultura de segurança das organizações, falta de comprometimento real da liderança com segurança, análises de riscos e projetos inadequados, ausência ou não atendimento de procedimento de gestão de mudanças, deficiência na aprendizagem de eventos anteriores e confusão entre segurança ocupacional e segurança de processo.



**Figura 8. Acidente com Sonda Deepwater Horizon em 2010**

Fonte: [www.csb.gov/macondo-blowout-and-explosion/](http://www.csb.gov/macondo-blowout-and-explosion/)



**Figura 9. Acidente com refinaria Texas City em 2005**

Fonte: [www.csb.gov/bp-america-texas-city-refinery-explosion/](http://www.csb.gov/bp-america-texas-city-refinery-explosion/)

Além de Macondo (CSB, 2016), outras investigações de acidentes como *AirGas Facility Fatal Explosion* (CSB, 2017), *Williams Olefins Plant Explosion and Fire* (CSB, 2016), *Tesoro Martinez Sulfuric Acid Spill* (CSB, 2016), *ExxonMobil Baton Rouge Refinery Chemical Release and Fire*. (CSB, 2017), *US Ink Fire/Sun Chemical Corporation* (CSB, 2015) e *BP Texas City* (CSB, 2005) indicaram deficiências ou ausências de adequado gerenciamento de mudanças técnicas e organizacionais, não tendo robustas abordagens nestas dimensões.

Como abordado anteriormente, na sistemática de gestão de segurança de processo baseado em risco (RBPS), a Prontidão Operacional é um dos vinte elementos considerados, todavia conforme Malosok (2018) ao contrário de alguns dos elementos desta abordagem, há poucas orientações e desenvolvimento sobre a forma de cumprir tal elemento e como implementá-lo de forma eficiente e precisa na indústria envolvendo processos industriais, como é o caso da indústria de petróleo.

## 1.5 Objetivo

### 1.5.1 Objetivo geral

O presente trabalho pretende contribuir para a pesquisa profissional, introduzindo uma abordagem prática que pode ser utilizada para avaliar o quanto os princípios da sistemática de gestão da segurança baseada em risco são incorporados na etapa de prontidão operacional durante desenvolvimento de novos sistemas de produção offshore.

Pre vemos que, além das necessidades descritas no parágrafo anterior, esta abordagem deve contribuir para o melhor reconhecimento de possíveis lacunas entre os elementos necessários da sistemática da prontidão operacional para atender às práticas de gerenciamento de segurança.

### 1.5.2 Objetivos específicos

Visando alcançar o objetivo geral do trabalho, teve-se como objetivos específicos:

- a) Formular uma metodologia para avaliação da prontidão operacional de novas

plataformas de produção de petróleo na perspectiva sistêmica englobando pessoas, procedimentos e instalações;

- b) Aplicar a metodologia numa organização industrial anônima efetuando considerações sobre os resultados encontrados, incluindo proposições para indicadores chave de desempenho;

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Método

O método ora proposto para avaliar a prontidão operacional alinhado com a sistemática de gestão da segurança baseada em risco baseia-se inicialmente no conceito de prontidão ou maturidade operacional segundo Nertney (1987) e segue também o raciocínio formulado por Gerber (2016) aplicado para o processo de gestão de mudanças.

A abordagem formulada por Nertney define seis estágios de prontidão ou maturidade operacional, no entanto, apenas descrições gerais dos estágios são disponíveis para atividades relacionadas a procedimentos e investigação de incidentes. Visando contornar esta limitação, na metodologia desenvolvida neste trabalho interpreta-se estes estágios como sendo (listados em termos de relevância, do mais baixo para o mais alto):

- *Princípios básicos definidos;*
- *Princípios detalhados definidos;*
- *Princípios objeto de testes e qualificações;*
- *Princípios verificados incluindo interfaces;*
- *(Sub)sistema / interface pronto;*
- *Pessoas, hardware (equipamentos/instalações) e procedimentos estão congruentes (Ok).*

Cada estágio inclui critérios a serem alcançados para os três subsistemas (pessoas, *hardware* e procedimentos) e suas três interfaces, da seguinte forma:

- *Subsistema procedimentos;*



Portanto, a avaliação de prontidão operacional é obtida numa matriz seis por seis conforme ilustrada na Tabela 2. Tendo definido os critérios gerais para os estágios de prontidão operacional e relacionado os subsistemas e suas interfaces para a prontidão operacional, as características essenciais são cobertas pelas necessidades das atividades a serem definidas.

**Tabela 2: Matriz conceitual para determinação da avaliação de prontidão operacional**

		Resultado detalhado por sistema quanto a avaliação de maturidade					
Estágio genérico	Definição do estágio	Subsistema Procedimentos	Interface Procedimentos Pessoas	Subsistema Pessoas	Interface Hardware Pessoas	Subsistema Hardware	Interface Procedimentos Hardware
Estágio de prontidão organizacional	1. Princípios Básicos definidos	Descrição do critério a ser atendido	-	-			
	2 – Princípios detalhados definidos						
	3 – Princípios objeto de testes e qualificações						
	4 – Princípios verificados incluindo interfaces						
	5 – Pronto						
	6 – Há congruência						

Quanto a isso, conforme previamente descrito neste trabalho, CCPS (2007) para o elemento Prontidão Operacional, lista os seguintes pontos chave que foram considerados tendo em mente as interações entre as dimensões técnicas e organizacionais:

- I – Implementar um procedimento de gestão de prontidão operacional;
- II – Conduzir análises de prontidão operacional apropriadas;
- III – Tomar decisões de partida baseadas nos resultados da prontidão;
- IV – Acompanhar e verificar os resultados de decisões, ações e do uso de resultado da prontidão (realizar *follow-up* completo das atividades).

CCPS (2011) abordando o elemento Auditoria, lista os princípios-chave a se aplicar assim como exemplos para critérios de avaliação a partir dos quais se define

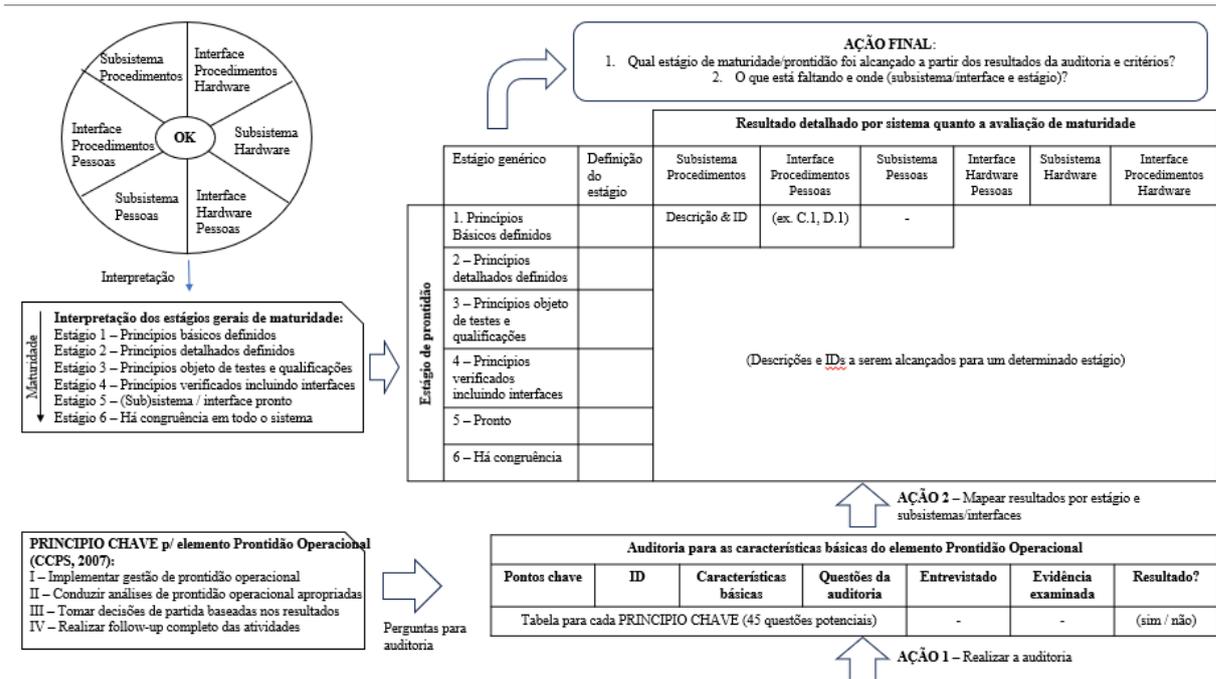
a melhor abordagem para auditorias. A partir deste guia as perguntas são derivadas e na metodologia proposta neste trabalho, o resultado da aplicação da auditoria (notas) segue uma taxonomia da seguinte forma (ver tabela 3):

- *Princípios-chave*
- *Características básicas e seus IDs*
- *Questões específicas de auditoria*
- *Lista de entrevistados*
- *Lista das evidências examinadas*
- *Resultado? (característica chave presente ou não?)*

**Tabela 3: Matriz conceitual para aplicação da auditoria nas características básicas do elemento prontidão operacional**

Auditoria para as características básicas do elemento Prontidão Operacional						
Pontos chave	ID	Características básicas	Questões da auditoria	Entrevistado	Evidência examinada	Resultado? (sim/não)
I – Implementar gestão de prontidão operacional						
II – Conduzir análises de prontidão operacional apropriadas						
III – Tomar decisões de partida baseadas nos resultados						
IV – Realizar <i>follow-up</i> completo das atividades						

A metodologia desenvolvida neste trabalho efetua numa abordagem de auditoria para avaliação da prontidão operacional (maturidade), com base nos princípios da roda de Nertney e os principais princípios de gerenciamento de segurança de processo para o elemento prontidão operacional conforme figura 11.



**Figura 11. Abordagem esquemática para avaliação da prontidão operacional**

A relação de perguntas possíveis para esta metodologia quanto ao princípio-chave I – Implementar um procedimento de gestão de prontidão operacional é apresentada na tabela 4, e para os demais princípios-chave (II – Conduzir análises de prontidão operacional apropriadas; III - Tomar decisões de partida baseadas nos resultados da prontidão e IV - Realizar follow-up completo das atividades), temos respectivamente as perguntas contidas nas tabelas 5 a 7.

A partir das respostas as questões da auditoria, resultados são encontrados (característica básica presente: sim ou não) e com isso se consegue identificar se as características-básicas estão presentes em uma organização específica responsável pela implementação de um projeto.

Por exemplo, na tabela 4, seção I, a primeira característica básica (ID = I.A) estabelece que o procedimento para gestão de prontidão operacional foi definido. A pergunta correspondente para realização da auditoria é “Existe um procedimento de gestão de prontidão operacional, formalmente adotado pela organização?”.

Conforme a resposta, sendo positiva (sim), então a referida característica básica é presente na organização.

**Tabela 4: Princípio-chave I (Implementar gestão de prontidão operacional) - perguntas para auditoria a serem consideradas**

ID	Características básicas	Exemplos de questões para auditoria
I.A	Procedimento de Prontidão Operacional é definido	Existe um procedimento associado à prontidão operacional formalmente adotado pela organização
I.B	Dono no procedimento de prontidão operacional é definido	A organização atribui a responsabilidade na estrutura organizacional para o procedimento associado à prontidão operacional?
I.C	Regras para prontidão operacional estão definidas (técnica, <i>hardware</i> e organizacional)	Todas as regras requeridas para o processo de prontidão operacional foram estabelecidas?
I.D	Gestores associados à prontidão operacional & especialistas treinados	Todas as posições gerenciais e de especialistas que possuem papéis associados à prontidão operacional tiveram treinamentos quanto as suas atribuições?
I.E	Empregados e contratados treinados tendo conhecimento quanto a gestão da prontidão operacional	Todos os empregados e contratados passaram por uma capacitação inicial sobre os princípios básicos do processo de prontidão operacional?
I.F	Histórico associado à prontidão operacional é acessível a todas as pessoas envolvidas	Todos os registros atrelados ao processo de prontidão operacional (todos os tipos) estão disponíveis para todo o público interessado (preservação do conhecimento)?
I.G	Indicadores de performance atrelados ao procedimento de prontidão operacional são coletados regularmente	É parte do procedimento de prontidão operacional também coletar dados e atividades baseado em indicadores de performance?
I.H	Etapas do processo de prontidão operacional são regularmente auditados por qualidade	Todos os registros de atividades associadas à prontidão operacional são auditados regularmente por compliance e com rigor aplicado na aplicação e implementação
I.I	Revisões do desempenho do procedimento de prontidão operacional são feitas regularmente	Há um indicador global de performance do procedimento de prontidão operacional estando sujeito revisões periódicas?

**Tabela 5: Princípio-chave II (Conduzir análises de prontidão operacional apropriadas) - perguntas para auditoria a serem consideradas**

ID	Características básicas	Exemplos de questões para auditoria
II.A	Tipos de atributos técnicos definidos para condução do procedimento de prontidão operacional (lista extensiva)	Existe escopo de atributos técnicos definidos em detalhe (listas extensivas, guias e práticas aplicáveis escritas)?
II.B	Áreas relevantes, processos e sistemas são definidos	Existe escopo da prontidão operacional em termos de processos, equipamentos, sistemas operacionais definido?
II.C	Sistemas operacionais, processos, equipamentos e procedimentos operacionais sujeitos a avaliação detalhada	É conduzida avaliação criteriosa para equipamentos de processo, condições de processo e procedimentos de trabalho?
II.D	Tipos de ajustes organizacionais são determinados em função do processo de prontidão operacional?	Todas as mudanças organizacionais definidas em qualquer posição, responsabilidade na organização, sua política ou procedimento que pode afetar a segurança de processo (estrutura, staff, habilidades, sistemas, estratégia ou valores compartilhados)?
II.E	Impactos técnicos e organizacionais em função da prontidão operacional estão interrelacionados	O procedimento de prontidão operacional claramente considera e avalia que as questões técnicas e organizacionais estão normalmente interrelacionadas?
II.F	Inputs estruturados como checklist são usados como informação para tomada de decisão	O procedimento formal de prontidão operacional considera o uso de documentos estruturados, demandando justificativas para a partida, reforços quanto a avaliação de riscos, no sentido de forma transparente avaliar a decisão?
II.G	Padrões de aceitação e portões de aprovação são definidos para cada nível de prontidão operacional	Existem questionários e avaliações detalhadas além de revisores e aprovadores para os tipos específicos de aprovações de prontidão operacional?
II.H	Métodos e técnicas analíticas são definidas para cada tipo de decisão de prontidão operacional	As partidas podem ser diversas na sua natureza, de modo que as avaliações de implicações de segurança são definidas para cada tipo (isto é, para cada tipo de perigo)?
II.I	A integridade dos aspectos de gestão identificados e seus elementos está mantida	O procedimento formal de prontidão operacional considera avaliação dos impactos possíveis sobre os aspectos geridos e seus elementos numa forma estruturada e documentada?
II.J	Impactos do tipo cruzados são formalmente identificados na	O procedimento formal de prontidão operacional considera possíveis implicações de segurança a partir da partida de

	decisão de partida	um sistema ou processo considerando um segundo ou terceiro sistema e processo?
II.K	Otimizações e alternativas para partida são consideradas	Durante avaliação e planejamento de alternativas para partida são consideradas otimizações para mais de um aspecto?
II.L	Condições de partida extraordinárias (contingenciadas) são explicitamente identificadas e gerenciadas	O procedimento formal de prontidão operacional permite partida em condições excepcionais com duração e prazos definidos para reestabelecimento as condições originais
II.M	As qualificações para os revisores do procedimento formal de prontidão operacional são explícitas	Existe uma lista de revisores do procedimento formal de prontidão operacional incluindo suas qualificações requeridas?
II.N	Cada avaliação de prontidão operacional de um sistema ou processo demanda uma revisão específica por disciplina	É definido para cada tipo de partida, quais avaliações específicas por revisores especialistas devem ser feitas?
II.O	Avaliação dos riscos é feita por revisores competentes	O procedimento de prontidão operacional demanda que avaliação dos riscos para perigos específicos seja realizada por especialistas/revisores?
II.P	Avaliação dos riscos é baseada na matriz de tolerância aos riscos da organização	Todos os revisores adotam guia alinhado com o critério de tolerância aos riscos para cada tipo de perigo para coordenar seus resultados?
II.Q	Registros de processos atrelados à prontidão operacional são revisados e mantidos para avaliação de performance	Procedimento de prontidão operacional demanda que registros de processos atrelados às decisões sejam mantidos para fins de avaliação de performance?

**Tabela 6: Princípio-chave III (Tomar decisões de partida baseadas nos resultados da prontidão)  
- perguntas para auditoria a serem consideradas**

ID	Características básicas	Exemplos de questões para auditoria
III.A	Aprovadores para o início de operação proposto são definidos	A lista de posições aprovadoras para aprovar/rejeitar as propostas de partida ou início de operação foram definidas em avanço?
III.B	Aprovadores são definidos conforme tipo de partida proposta	A lista de posições aprovadoras depende do tipo de partida proposta (é dependente da natureza da prontidão operacional)?
III.C	As atribuições dos	As atribuições dos aprovadores são específicas e apenas

	aprovadores são específicas para cada tipo de partida proposta	relacionadas a cada tipo de partida proposta?
III.D	Substitutos dos aprovadores são definidos	Existe uma política estabelecida em que a um substituto é atribuído a incumbência de aprovação (em caso de indisponibilidade do titular)?
III.E	Aprovadores recebem opções de aprovação	O procedimento formal de prontidão operacional especifica que os aprovadores tem opções para aprovação (específico para cada tipo de decisão de partida) quando da tomada de decisão?
III.F	Aprovadores são treinados formalmente na matriz de tolerância ao risco da organização	Os aprovadores são treinados formalmente sobre a matriz de tolerabilidade ao risco adotada pela organização?
III.G	Verificação do critério de tomada de decisão é feita	O critério de tomada de decisão passa por algum tipo de verificação?
III.H	Auditoria de acompanhamento da performance dos aprovadores é feita	A performance dos aprovadores é objeto de auditorias de acompanhamento?

**Tabela 7: Princípio-chave IV (realizar *follow-up* completo das atividades) - perguntas para auditoria a serem consideradas**

ID	Características básicas	Exemplos de questões para auditoria
IV.A	Documentação associada a prontidão operacional deve estar atualizada antes da decisão ser tomada	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que a documentação do processo esteja atualizada antes do início efetivo da partida
IV.B	Processo de partida é formalmente comunicado aos envolvidos antes de ser iniciado	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que qualquer partida de equipamento, sistema ou processo seja comunicado aos envolvidos antes de iniciar?
IV.C	Material de treinamento associado ao sistema, ao processo ou equipamento deve ser atualizado antes da partida	O procedimento formal de prontidão operacional entre outras ações determina que o material de treinamento associado ao sistema para partida esteja atualizado?
IV.D	Empregados e contratados são retreinados e avaliados	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que os empregados e contratados sejam primeiramente retreinados sobre os materiais atualizados relacionados ao sistema ou

	quanto ao entendimento	processo que iniciou a operação
IV.E	Registros do processo de prontidão operacional e documentação são arquivados para a vida do projeto?	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que os registros de todas as etapas atreladas a prontidão operacional, avaliação de procedimentos sejam arquivadas para a vida do projeto?
IV.F	Validação periódica dos equipamentos e sistemas contra a documentação de conhecimento do processo	O procedimento formal de prontidão operacional demanda avaliação periódica dos equipamentos e sistemas contra a documentação de conhecimento de processo?
IV.G	Validação periódica dos procedimentos dos sistemas contra a documentação de conhecimento do processo	O procedimento formal de prontidão operacional demanda validação periódica dos procedimentos contra a documentação de conhecimento de processo?
IV.H	Os impactos das partidas são monitorados	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que os impactos das partidas sejam monitorados?
IV. I	Partida de equipamentos são objeto de testes e qualificações	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que equipamentos sejam submetidos a testes e qualificações?
IV. J	Os critérios e princípios são estabelecidos antecipadamente	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que os critérios e princípios sejam estabelecidos antecipadamente
IV.K	Acoplamento entre pessoas e equipamentos é objeto de verificação periódica	O procedimento formal de prontidão operacional demanda uma avaliação periódica do acoplamento entre pessoas e equipamentos?

Segundo a metodologia proposta neste trabalho, o próximo passo é reunir as características básicas presentes na organização numa avaliação sistêmica da prontidão operacional.

A tabela 8 apresenta a abordagem de avaliação através do mapeamento das características básicas da prontidão operacional numa organização de acordo com os seis estágios de prontidão conforme proposto por Nertney.

Para cada estágio de prontidão, a descrição do estágio é estabelecida, assim como para todos os subsistemas e suas interfaces. Isso inclui as descrições

relacionadas aos critérios de desempenho esperados (por estágio) e características básicas presentes. Por uma questão de brevidade, apenas os ID's das características básicas são relacionadas neste trabalho.

**Tabela 8: Mapeamento proposto dos estágios de maturidade e características básicas requeridas relacionadas as atividades de gestão de prontidão operacional – Estágios 1 ao 6**

Estágio	Subsistema procedimento	Interface Pessoas Procedimento	Subsistema pessoas	Interface pessoas hardware	Subsistema Hardware	Interface hardware procedimento
1	I.A, I.B	II.F, III.A, IV.A	I.C, IV.B, IV.C	I.C		II.A, II.B
2	I.C, II.D, II.E	II.G, II.H, III.B, III.C, III.D	I.D, I.E, II.M, II.N, IV.D	II.I, II.L	II.C	II.E, IV.E,
3	II.I, II.J, II.K	I.F, I.G, III.E	II.O, II.P, II.Q	IV.H, IV.J	IV.I	IV.E
4	I.I	I.H, III.F, III.G	III.H	IV. K	IV.F	IV.G
5	Pronto	Pronto	Pronto	Pronto	Pronto	Pronto
6	Seguir					

Importante salientar que para uma dada organização se qualificar para a prontidão em dado estágio, por exemplo *1 – Princípios básicos definidos*, todas as características básicas listadas sobre este estágio (sempre tendo em mente todos os seis subsistemas e interfaces) devem ser identificadas.

Como o exemplo anterior, isto significa que as características básicas abaixo relacionadas estariam atendidas, conforme primeira linha na tabela 8:

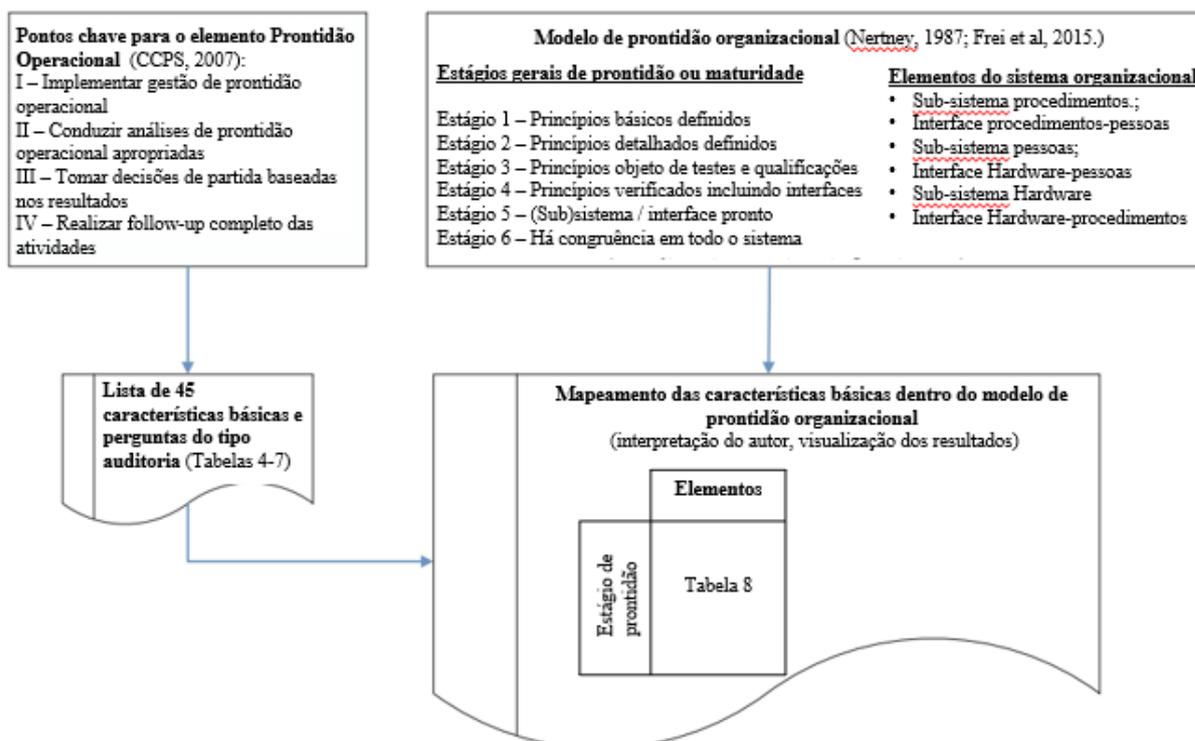
- ID I.A - Existe um procedimento associado à prontidão operacional formalmente adotado pela organização;
- ID I.B – Existe escopo da prontidão operacional em termos de processos, equipamentos, sistemas operacionais definido;
- ID I.C – Todas as regras requeridas para o processo de prontidão operacional foram estabelecidas;
- ID II.A – Existe escopo de atributos técnicos definidos em detalhe (listas extensivas, guias e práticas aplicáveis escritas);
- ID II.B – Existe escopo da prontidão operacional em termos de processos, equipamentos, sistemas operacionais definido;

- ID II.F – O procedimento formal de prontidão operacional considera o uso de documentos estruturados, demandando justificativas para a partida, reforços quanto a avaliação de riscos, no sentido de forma transparente avaliar a decisão;
- ID III.A – A lista de posições aprovadoras para aprovar/rejeitar as propostas de partida ou início de operação foram definidas em avanço;
- ID IV.A – O procedimento formal de prontidão operacional demanda que a documentação do processo esteja atualizada antes do início efetivo da partida;
- ID IV.B – O procedimento formal de prontidão operacional demanda que qualquer partida de equipamento, sistema ou processo seja comunicado aos envolvidos antes de iniciar;
- ID IV.C - O procedimento formal de prontidão operacional entre outras ações determina que o material de treinamento associado ao sistema para partida esteja atualizado;

Na sequência, tendo atendido integralmente o estágio de prontidão anterior, o conjunto de características básicas requerido é avaliado para o próximo estágio de prontidão (ou linha abaixo na tabela 8). Por fim, nesta sequência progressiva até o mais alto, sexto estágio de prontidão (“Pessoas, *hardware* (equipamentos e instalações) e procedimentos estão congruentes (Ok)”) todos os seis subsistemas e interfaces devem alcançar o estágio final (pronto).

A visão geral desta metodologia e as ações estão apresentadas na figura 12, destacando que ação 1 utiliza perguntas para auditoria (tabelas 4 a 7), respostas destas perguntas (resultados) são usadas na ação 2 no sentido de verificar se as características básicas foram encontradas (tabela 8) e a ação final é interpretar o estágio de prontidão mais elevado que foi alcançado.

Um exemplo da formulação e aplicação de sistemática semelhante, sendo aplicada para o elemento da abordagem RBPS, Gerenciamento de Mudanças pode ser encontrado em Levovnik et al. (2018).



**Figura 12. Representação gráfica do desenvolvimento do método proposto para avaliação de prontidão operacional segundo gestão de segurança de processo**

## 2.2 Amostragem

A técnica de amostragem utilizada nesta pesquisa foi de conveniência, não sendo probabilística e nem aleatória. Decidiu-se empregar amostragem proposital para selecionar um caso (organização) que corresponde ao nosso objetivo. Portanto, nossa amostra não representa estatisticamente a população da indústria de óleo e gás sujeita aos riscos de acidentes graves. A organização alvo foi selecionada com base na colaboração anterior com os autores (onde conseguimos assegurar o acesso através dos contatos existentes). Uma vez que a organização foi incluída na amostra com base na relação estabelecida com autores, isso implica uma amostragem por conveniência. No entanto, nossa amostra também atende a critérios proposital de seleção de amostra que foi relevante para nossa pesquisa (Saunders, 2016). Nossa organização selecionada corresponde à chamada amostragem de caso típico e serve como um perfil ilustrativo para um caso representativo. O método proposto para a avaliação da prontidão organizacional foi aplicado e testado em uma organização anônima. Entende-se que a amostra fornece uma ilustração de uma organização típica da indústria de óleo e gás que está sujeita a riscos de acidentes.

### 2.3 Procedimento

Primeiramente, o representante da organização foi contactado para anunciar o objetivo, o escopo e os benefícios esperados da entrevista do tipo auditoria. Em seguida, foi enviado um e-mail ao representante com uma descrição extensa do tema (Apêndice A) e um formulário de questionário que posteriormente foi utilizada no teste do método proposto (Apêndice B). Neste questionário também constava qual projeto de desenvolvimento da produção seria objeto da aplicação da metodologia. Dessa forma, a organização participante pode se familiarizar antecipadamente com as questões.

Na segunda parte, organizou-se um encontro. Por meio da entrevista, representantes da organização (auditados) relataram suas posições. O papel do autor era fornecer explicações adicionais sobre os tópicos e questões de auditoria. Assim, os auditados relataram se têm ou não os recursos necessários específicos do sistema de avaliação de prontidão operacional dentro do sistema de gerenciamento de segurança de sua organização. Normalmente, gestores intermediários nomeados para segurança de processo, de desenvolvimento de projetos e de construção de sistemas de produção participaram.

A entrevista durou até cerca de duas horas considerando a familiarização dos participantes com os tópicos e tendo sido cobertos todas as características essenciais que eram requeridas no método proposto. Respostas às questões da auditoria, nomes dos auditados, evidências apresentadas e todas as explicações adicionais ou comentários foram então inseridas na ferramenta de questionário, possibilitando a interpretação visual dos resultados e o estágio alcançado por cada elemento e a visão global.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

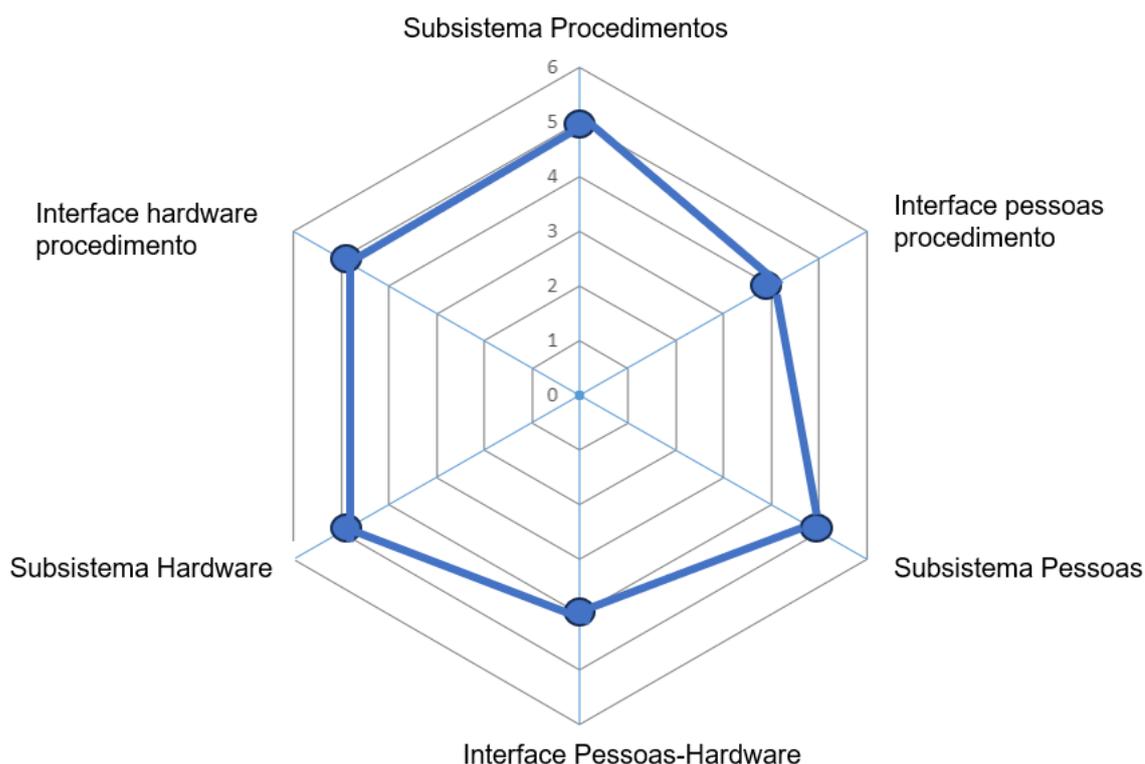
Os resultados da auditoria feita na organização alvo são apresentados na tabela 9, tendo sido codificados por cores (branco para respostas “sim” a pergunta aplicada e cinza para respostas “não”) a cada um dos subsistemas e interfaces avaliados conforme os seis estágios de prontidão operacional segundo Nertney (1987).

**Tabela 9: Resultados resumidos para a organização auditada**

Sistema de prontidão operacional						
Estágio	Subsistema procedimento	Interface Pessoas Procedimento	Subsistema pessoas	Interface pessoas hardware	Subsistema Hardware	Interface hardware procedimento
1	I.A	II.F	I.C	I.C		II.A
	I.B	III.A	IV. B			II.B
		IV. A	IV.C			
2	II.C	II.G	I.D	II.I	II.C	II.E
	II.D	II.H	I.E	II.L		IV.E
	II.E	III.B	II.M			
		III.C	II.N			
3		III.D	IV. D			
	II.I	I.F	II.O	IV. H	IV. I	IV. E
	II.J	I.G	II.P	IV. J		
4	II.K	III.E	II.Q			
	I.I	I.H	III.H	IV. K	IV. F	IV. G
		III.F				
5		III.G				
	Pronto	Não pronto	Pronto	Não pronto	Pronto	Pronto
6	Não observado congruência entre <i>Hardware</i> , <i>Pessoas</i> e <i>Procedimentos</i>					

Pode ser observado que não se conseguiu atingir o estágio de prontidão 4 - *Princípios verificados incluindo interfaces de forma plena em todos os subsistemas e interfaces* devido a resultados negativos relacionado com algumas características chave requeridas nos elementos: interface pessoas-procedimento (ID III.F) “Aprovadores são treinados formalmente na matriz de tolerância ao risco da organização” e interface pessoas-*hardware* (ID IV.K) “Acoplamento entre pessoas e equipamentos é objeto de verificação periódica”.

Nas discussões dos resultados com os auditados, reflexões sobre o que exatamente estava faltando – por exemplo, matriz de tolerância ao risco -, qual seria o caminho a seguir e se eles poderiam continuar a utilizar a ferramenta. A figura 13 que ilustra de forma gráfica o resultado da aplicação da metodologia foi comentada como fácil entendimento inclusive para utilização entre departamentos ou entre organizações conforme estudos de benchmarking.



**Figura 13 – Resultado da aplicação da metodologia para uma organização anônima**

Ainda sobre os requisitos cuja avaliação não indicou congruência, na discussão se constatou que havia lacunas na devida visibilidade da matriz de tolerabilidade ao risco (documento que compõem o sistema de gestão da empresa) por parte de determinados stakeholders envolvidos nas aprovações de etapas na prontidão de equipamentos. Outro ponto que pôde ser identificado é a oportunidade de aprimoramento de avaliações periódicas da interrelação entre pessoas e *hardware* (equipamentos e instalações) na fase operacional. Tal questão é objeto de recente pesquisa na indústria de petróleo (RAMOS, M. et al. 2020) com a alcunha de Confiabilidade Humana, impulsionada inclusive no país pela própria ANP (MORAIS, 2021). Ainda sobre este tema, trabalhos recentes (*Energy Institute*, 2020) orientam como as empresas devem identificar aquelas tarefas críticas sob o prisma de segurança e estudar formas de melhor gerenciar o risco de falha humana, possibilitando melhorias na segurança e redução de perdas.

Potencializar os benefícios desta avaliação focada no elemento prontidão operacional pode ser obtida mediante a sistematização de indicadores chave de desempenho (KPI) ou indicadores chave de risco (KRI) por parte da organização. Nas tabelas 10 a 13 são apresentadas algumas proposições extraídas de boas

práticas da indústria (CCPS, 2013) conforme cada um dos quatro princípios-chave para o elemento prontidão operacional.

**Tabela 10: Indicadores propostos para elemento Prontidão Operacional – Princípio-chave I**

<b>Indicador proposto</b>	<b>Considerações</b>
Número dos incidentes que ocorrem durante a inicialização	Um número alto ou uma taxa crescente podem indicar que as análises de prontidão não estão sendo conduzidas de forma cuidadosa, ou que os MOCs não foram realizados adequadamente
Número de desligamentos simulados após a inicialização	Um número elevado ou taxa crescente podem indicar que as atividades da prontidão não foram eficazes
Número das partes de equipamentos montadas de forma inadequada, e descobertas durante as análises de prontidão	Um número elevado indicaria que as revisões da prontidão foram eficazes, mas podem também indicar deficiências em práticas de manutenção ou de construção
Número de funcionários treinados antes da inicialização	Um número ou uma porcentagem elevada, normalmente indicam que as atividades de prontidão estão sendo realizadas de acordo com a programação
Horas de trabalho da equipe, dedicadas às análises de prontidão	Um número anormalmente grande pode indicar maior dificuldade das situações de inicialização, ou a necessidade de melhorar a eficiência
Duração da inicialização	Um número elevado pode indicar que as análises de prontidão não foram bem executadas

**Tabela 11: Indicadores propostos para elemento Prontidão Operacional – Princípio-chave II**

<b>Indicador proposto</b>	<b>Considerações</b>
Número de inicializações para cada análise de prontidão não foi realizado	Um número alto ou crescente indica que é necessário desenvolver um programa de prontidão, e que um treinamento de conscientização reparador pode ser necessário
Número de análises de prontidão executadas	Um número alto ou em processo de aumento indica um programa ativo. Um número baixo, combinado com o conhecimento de um alto número de revisões de MOC, pode indicar que o sistema de prontidão está sendo negligenciado

**Tabela 12: Indicadores propostos para elemento Prontidão Operacional – Princípio-chave III**

<b>Indicador proposto</b>	<b>Considerações</b>
Número de análises de prontidão para as autorizações de reinicialização não foi encontrado	Um número ou uma porcentagem alta indicariam que os relatórios de prontidão não estão sendo terminados, ou documentados de forma adequada

Número de inicializações adiadas devido a problemas encontrados durante as análises de prontidão	Um número alto ou em processo de elevação pode indicar que o processo de revisão de MOC não está identificando os perigos e gerenciando os riscos de forma abrangente
--	---

**Tabela 13: Indicadores propostos para elemento Prontidão Operacional – Princípio-chave IV**

<b>Indicador proposto</b>	<b>Considerações</b>
Número das questões durante a inicialização que deveriam ter sido descobertas durante a análise de prontidão	Um número alto ou crescente indica um desempenho de análise de prontidão ineficiente

No processo decisório em autorizar a transição do projeto para a fase operacional, baseado nesta sistemática, a liderança deve primeiramente procurar compreender se o sistema que está sendo implementado está produzindo os resultados desejados, ainda na etapa de projeto (envolvendo as atividades de comissionamento e construção e montagem).

Se o nível de qualidade das análises de prontidão da organização for menos do que satisfatório, evidenciado por inicializações com problemas, ou se ele não estiver melhorando como resultado das mudanças no sistema de gestão, então a gestão deve identificar possíveis ações corretivas e buscar implementá-las. Possivelmente, a organização não está fazendo as atividades necessárias adequadamente. Mesmo se os resultados forem satisfatórios, as revisões da gestão podem ajudar a determinar se os recursos estão sendo usados de forma inteligente – há tarefas que podem ser feitas de forma mais eficiente, ou tarefas que não devem ser feitas? A gestão deve combinar métricas e indicadores, listados por exemplo nas tabelas 10 a 13, com observações pessoais, questionamentos direto, resultados de auditorias, e feedback em diversos tópicos, para ajudar a responder estas questões. As atividades e os tópicos para a discussão incluem o seguinte:

- Reveja uma amostra de análises de prontidão para cada área operacional, para avaliar a abrangência e a qualidade das mesmas.
- Reveja qualquer lacuna significativa que tenha sido identificada em análises de prontidão recentes.
- Determine se o processo de prontidão está sendo utilizado.
- Pergunte aos funcionários se há qualquer evidência de que a instalação está tentando contornar o processo de prontidão.

- Reveja qualquer descoberta das auditorias recentes que tratem da prontidão; determine se alguma ação corretiva que deveria ter sido feita não o foi.
- Determine se qualquer incidente ou tendência identificou falhas na prontidão como a causa originária ou fator contribuinte. As falhas dos sistemas de gestão associadas foram identificadas e tratadas?
- Reveja os dados dos treinamentos dos novos funcionários e empresas contratadas em relação ao elemento de prontidão.
- Faça perguntas aos funcionários sobre o treinamento do processo de prontidão.
- Avalie a utilização dos recursos para tratar das questões de prontidão.

Além disso, o responsável pelo elemento de prontidão deve ser capaz de explicar qualquer tendência ou anormalidade nos indicadores. Finalmente, se algum projeto importante que lide com lacunas conhecidas na prontidão estiver em andamento, um resumo deve ser preparado para a comissão de revisão gerencial ou órgão afim.

Os resultados de uma revisão gerencial das atividades de prontidão devem demonstrar que a liderança na instalação está ciente da prontidão, reconhece seu valor e tem a intenção de garantir que todos os processos sejam revistos antes da inicialização. As revisões gerenciais das atividades de prontidão que revelem deficiências sérias e crônicas na segurança de processo devem resultar em uma avaliação completa do MOC e de todos os elementos de RBPS relacionados. Ademais, um processo de revisão gerencial eficaz educa toda a equipe de liderança em relação à importância da prontidão e do papel que ela desempenha em ajudar a identificar os perigos, gerenciar os riscos e sustentar os negócios.

A principal vantagem para as organizações que conduzem avaliação de prontidão é a identificação de lacunas em seu sistema de gerenciamento de segurança operacional em questões técnicas e organizacionais ao se implantar um novo projeto de desenvolvimento da produção.

Desta forma, a organização usufrui de um diagnóstico para duas questões capitais:

- *“Onde” na escala de prontidão está posicionada (em que estágio na roda de prontidão), ou em outras palavras, quão bem está preparada a organização*

*para gerir a transição da fase de projeto para a fase operacional;*

- *Quais são as fraquezas ou mesmo lacunas no atual sistema de gestão e na sua aplicação. Este é um pré-requisito para melhorias e avanços para os estágios mais avançados de prontidão.*

#### **4 CONCLUSÕES**

A Prontidão Operacional como um dos elementos de segurança de processo baseada em risco segundo CCPS ainda carece de guias, orientações e desenvolvimento sobre a forma de abordar e como implementá-lo de forma eficiente em organizações industriais.

No presente estudo uma metodologia para avaliação da maturidade (ou prontidão operacional) aplicada a projetos de desenvolvimento de produção de petróleo foi desenvolvida correlacionando elementos do gerenciamento de segurança de processo com a abordagem de prontidão operacional conhecida como roda de Nertney aplicada para projetos complexos com elevados investimentos.

O trabalho desenvolvido apresenta uma escala de prontidão a partir de estágios pré-estabelecidos e define um conjunto de 45 perguntas do tipo auditoria foi concebido de modo a responder as seguintes perguntas com foco em prontidão operacional:

- em primeiro lugar, “onde” em uma escala de prontidão, estará posicionado (em qual estágio da roda de Nertney), ou em outras palavras, o quão bem preparada está a organização para iniciar a fase operacional de um projeto;

- em segundo lugar, quais são os pontos fracos ou mesmo ausentes no sistema de gerenciamento existente e em sua aplicação. Este é um pré-requisito para melhoria e avanço para estágio de prontidão superiores;

A metodologia para avaliação de prontidão operacional foi aplicada num projeto de desenvolvimento da produção desenvolvido por uma organização anônima, tendo sido viabilizada através de entrevistas e respostas dadas pelos representantes desta empresa.

Os resultados da avaliação foram debatidos e observadas lacunas de aprimoramento nas práticas de gestão associadas a cada um dos elementos que integram a sistemática: pessoas, *hardware*, procedimentos e suas interfaces.

Uma proposta de indicadores atrelado ao processo de prontidão operacional

também foi apresentada de modo a facilitar a comunicação com alta administração conectando juntamente com as conclusões da aplicação do processo de avaliação.

Os objetivos propostos no trabalho foram atingidos a medida que se tornou possível a aplicação de forma propositiva desta metodologia numa organização industrial anônima revelando inclusive oportunidades de aprimoramento em algumas práticas de gestão relevantes. Embora a amostra seja pequena, os resultados e congruência com a literatura e relatórios de investigação de acidentes mencionados acima, sugerem que a gestão ainda depende da experiência do pessoal envolvido sendo ainda relutantes em preservar o conhecimento em procedimentos e critérios escritos e verificados.

Portanto, nós argumentamos que é importante avaliar a maturidade organizacional quanto a prontidão operacional alinhada com a estratégia de gestão de segurança de processo baseado em risco. No contexto atual em que lidamos com um ritmo acelerado de mudanças nas organizações industriais e suas instalações continuar evoluindo no amadurecimento do sistema de gestão considerando adequadamente os sistemas sociotécnicos é questão de sobrevivência.

#### **4.1 Trabalhos futuros**

Adotando este método que usa estágios de prontidão pré-definidos pode se desenvolver benchmarking de forma simples e transparente correlacionado com organizações industriais similares ou mesmo dentro da própria organização, considerando histórico de projetos já implementados, a depender de como é feita a organização do trabalho.

Permitir a comparação entre as características de performance de um sistema de produção na iminência de entrar em operação com o estado atual da arte potencializa a identificação de melhorias neste sistema de produção não apenas na dimensão (subsistema) de *hardware* (equipamentos e instalações), mas também nas dimensões recursos humanos e procedimentos.

Além da implantação de novos projetos de desenvolvimento da produção de petróleo, há espaço para implementação desta sistemática para as instalações já existentes que venham a sofrer intervenções programadas por longos períodos motivados por exemplo por questões de manutenção e integridade.

Outro cenário para potencial utilização desta metodologia é a negociação

envolvendo aquisições de ativos existentes entre organizações, em que uma adequada avaliação da prontidão operacional num contexto organizacional distinto pode revelar lacunas a serem trabalhadas antes efetivamente na negociação comercial e retomada das atividades operacionais.

Este trabalho é uma contribuição na busca de robustecer o processo decisório envolvendo implantação de novas instalações industriais, não se limitando a sistemas marítimos de produção de petróleo. Em pesquisas futuras, espera-se que além de ajustes na metodologia considerando por exemplo projetos de refino e afins, a efetiva aplicação empresarial possa fornecer importantes feedbacks para tornar a ferramenta e sua metodologia cada vez mais e para efetiva e com isso relevante para a manutenção do caráter estratégico do segmento de petróleo e gás natural.

Ainda a respeito de gerenciamento de riscos, lembramos que o saudoso Trevor Kletz (1993) disse perfeitamente: “As organizações não têm memória, somente as pessoas têm memória”.

## REFERÊNCIAS

ALLISON, L.; CHAPMAN, H.E.; BUTRY, D.T.; **Metrics and Tools for Measuring Construction Productivity: Technical and Empirical Considerations**. Disponível em: [https://tsapps.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=903603](https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=903603). Acesso em 30 mai. 2023.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2023/anuario-2023.pdf>. Acesso em 30 abr. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000: Gestão de riscos – diretrizes**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-br/centrais-de-conteudo/iso-31000-de-2018-gestao-de-riscos-pdf>. Acesso em 30 mai. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60079-10-1 – Atmosferas explosivas – Parte 10-1: Classificação de áreas – Atmosferas explosivas de gases inflamáveis**. Disponível em: <https://abntcatalogo.com.br/>. Acesso em 30 mai.2024

CCPS. **Guidelines for risk based process safety**. Center for Chemical Process Safety, Hoboken, New Jersey: Wiley, 2007. 698 p. ISBN 978-0-470-925119

CCPS. **Guidelines for Auditing Process Safety Management Systems**, Center for Chemical Process Safety, Hoboken, New Jersey: Wiley, 2011. 960 p ISBN 978-0-470- 28235-9.

CCPS. **Guidelines for Managing Process Safety Risks During Organizational Change**. Center for Chemical Process Safety, Hoboken, New Jersey: Wiley, 2013. 264 p. ISBN 978-1-118- 37909-7.

CCPS. **Levantamento Industrial dos Indicadores Pró-ativos de Segurança de Processo**. Center for Chemical Process Safety. Disponível em [https://icosse.org/sites/default/files/docs/pages/project\\_233\\_leading\\_indicator\\_white\\_paper-\\_edited\\_-\\_2-21-13\\_r1\\_portugues.pdf](https://icosse.org/sites/default/files/docs/pages/project_233_leading_indicator_white_paper-_edited_-_2-21-13_r1_portugues.pdf)

CSB. **AirGas Facility Fatal Explosion**. 2017. Disponível em: <http://www.csb.gov/airgas-facility-fatal-explosion/> Acesso em 30 mai. 2024.

CSB. **BP America Texas City Refinery Explosion**, 2005. Disponível em: <https://www.csb.gov/bp-america-texas-city-refinery-explosion/> Acesso em 30 mai. 2024.

CSB. **Caribbean Petroleum Refining Tank Explosion and Fire**. 2015. Disponível em: <http://www.csb.gov/caribbean-petroleum-refining-tank-explosion-and-fire/> Acesso em 30 mai. 2024.

CSB. **ExxonMobil Baton Rouge Refinery Chemical Release and Fire**. 2017. Disponível em: <http://www.csb.gov/exxonmobil-refinery-chemical-release-and-fire/> Acesso em 30 mai. 2024.

CSB. **Macondo Blowout and Explosion**. 2016. Disponível em: <http://www.csb.gov/macondo-blowout-and-explosion/> Acesso em 30 mai. 2024.

CSB. **Tesoro Martinez Sulfuric Acid Spill**. 2016. Disponível em: <http://www.csb.gov/tesoro-martinez-sulfuric-acid-spill/> Acesso em 30 mai. 2024.

CSB, **US Chemical Safety Board**. 2018. Disponível em: <http://www.csb.gov> Acesso em 30 mai. 2024.

CSB. **US Ink Fire**. 2015. Disponível em: <http://www.csb.gov/us-ink-fire/> Acesso em 30 mai. 2024.

CSB. **Williams Olefins Plant Explosion and Fire**. 2016. Disponível em: <http://www.csb.gov/williams-olefins-plant-explosion-and-fire-/> Acesso em 30 mai. 2024.

ENERGY INSTITUTE. **Guidance on Human Factors Safety Critical Task Analysis**. Disponível em: <https://publishing.energyinst.org/data/assets/file/0012/697917/Pages-from-Guidance-on-human-factors-safety-critical-task-anlysis-jk.pdf>. Acesso em 30 mai. 2024.

FREI, R.; GARFORTH A.; KINGSTON J.; et al. **Using Operational Readiness to Improve the Management of Risk, Volume 1: Concepts**. The Noordwijk Risk Initiative Foundation. ISBN 978-90-77284-12-4. Disponível em: <http://www.nri.eu.com/WHITE%20PAPER%202.1.pdf>. Acesso em 30 mai. 2024.

GERBEC, M. **Safety change management – a new method for integrated management of organizational and technical changes**. Safety Science, v. 100 (b), pág 225-234. dezembro de 2016

IEA - International Energy Agency. **World Energy Outlook 2023**. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2a-edf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf> . Acesso em 30 abr. 2024.

KEREN, N.; WEST, H.H., MANNAN, M.S., **Benchmarking MOC practices in the process industries**. Process Safety Program., v. 21 (2), pág 103–112. abril de 2004.

KINGSTON-HOWLETT J.; FREI R.; GARFORTH A.; et al. **More than process restart/pre-start: operational readiness – alive and kicking**. IchemE Hazards 26 Conference. Disponível em: <https://www.icheme.org/media/11818/hazards-26-poster-13-operational-readiness-more-than-process-pre-start.pdf>

KLETZ, T. **Lessons from Disaster – How organizations have no memory and accidents recur**. Gulf Publishing, 1993, 192 p.

KRAUSS, E; **How Does Operational Readiness Assist in Asset Management: It Surely is an Operations Function?** 2014 Australian Journal of Multi-disciplinary Engineering, v.11 (1), pág. 1-11, novembro de 2015.

LEVESON, N; **Risk Management in the Oil and Gas Industry.** Disponível em: <https://energy.mit.edu/news/risk-management-in-the-oil-and-gas-industry/>. Acesso em 30 mai. 2024.

LEVOVNIK D.; GERBEC M.; **Operational readiness for the integrated management of changes in the industrial organizations – Assessment approach and results.** Safety Science v. 107, pág 119-129. Agosto de 2018.

MALOSOK M.; **Structured Operational Readiness for Process Safety Management.** Malaysia: Univeriti Teknologi PETRONAS. 2018. 250 p. Tese (Mestrado)

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora No. 37 (NR-37) – Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo.** Portaria Mtb no 1186, em 20.dez.2018. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-37-nr-37/> Acesso em 30 mai. 2024.

MORAIS, C.P.M.; CORREIA, E. M. **Análise de confiabilidade humana de uma operação de teste de poço onshore.** Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/356987551\\_Analise\\_de\\_confiabilidade\\_humana\\_de\\_uma\\_operacao\\_de\\_teste\\_de\\_poco\\_onshore](https://www.researchgate.net/publication/356987551_Analise_de_confiabilidade_humana_de_uma_operacao_de_teste_de_poco_onshore). Acesso em 30 mai. 2024.

NERTNEY, R.J. **Process Operational Readiness and Operational Readiness Follow-On.** DOE-76-45/39, SSDC-39, EG&G Idaho, Idaho Falls, USA. 1992. Disponível em: <https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/DE93007225.xhtml> Acesso em 30 mai. 2024.

NERTNEY, R.J. **A Guide to Advance Preparation for Accident Investigation.** Disponível em: <https://www.osti.gov/biblio/6750468/>. Acesso em 30 mai. 2024.

NKOSI, T. M; **Asset Operational Readiness Assessment of New Build Power Plan Equipment.** University of Pretoria. 2019. 180 p. Tese (Mestrado)

RAMOS, M., MAJOR, C; EKANEM, N; et al. **Human Reliability Analysis for Oil and Gas Operations: Analysis of Existing Methods.** Disponível em: [tps://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2109/2109.14096.pdf](https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2109/2109.14096.pdf). Acesso em 30 mai. 2024.

SAUNDERS, M., LEWIS, O., THORNHILL, A., **Understanding research philosophy and approaches to theory development.** In: Research Methods for Business Students, 7<sup>th</sup> ed. Harlow (Essex), Pearson Education, 2016.

SEYMOUR, T.; HUSSEIN, S. **The History of Project Management.** International Journal of Management & Information Systems. v. 18 (4), página 233, maio de 2014.

## APÊNDICE A - Email encaminhado à organização selecionada para aplicação da metodologia

Pesquisa de Dissertação de Mestrado - Metodologia para avaliação de prontidão operacional em novos sistemas de produção de petróleo e gás natural



**Robson Dourado** <dourado.robson@gmail.com>  
para |



Prezado senhor,

conforme contato realizado, estamos desenvolvendo uma pesquisa de dissertação de mestrado com o propósito de desenvolver uma metodologia que permita avançarmos na avaliação gerencial do elemento prontidão operacional dentro do workflow de implantação de projetos de desenvolvimento da produção. Reconhecendo que esta organização a qual você representa vem se destacando na adoção de práticas de gestão alinhadas com a metodologia RBPS - segurança de processo baseada em risco, acreditamos que a contribuição aqui solicitada além de auxiliar no desenvolvimento deste trabalho acadêmico, também ajudará a fornecer uma avaliação complementar a diversas práticas de gestão presentes desta organização tendo como propósito, assegurar a avaliação mais sistêmica possível quando da decisão de iniciar a fase operacional dos novos sistemas marítimos de produção.

Desta forma, conforme arquivo em anexo, mediante a seleção adequada de um projeto de desenvolvimento da produção que esteja em estágio avançado mas que ainda não tenha iniciado a sua fase operacional, convidamos ao preenchimento do questionário proposto, sendo que ficamos a disposição para qualquer esclarecimento que se faça necessário.

Com o resultado deste questionário preenchido pretendemos retornar com uma avaliação propositiva a qual poderá ser usada por vocês para continuar a manter este elevado nível de performance quanto a segurança de processo.

Saudações,  
Robson Dourado

## APÊNDICE B – Formulários utilizados para a coleta de dados

### 1. Princípio-chave I – Implementar gestão de prontidão operacional.

Princípio-chave I			
ID	Características básicas	Questões para auditoria	Resposta (Sim/Não):
I.A	Procedimento de Prontidão Operacional é definido	Existe um procedimento associado à prontidão operacional formalmente adotado pela organização	
I.B	Dono no procedimento de prontidão operacional é definido	A organização atribui a responsabilidade na estrutura organizacional para o procedimento associado à prontidão operacional?	
I.C	Regras para prontidão operacional estão definidas (técnica, <i>hardware</i> e organizacional)	Todas as regras requeridas para o processo de prontidão operacional foram estabelecidas?	
I.D	Gestores associados à prontidão operacional & especialistas treinados	Todas as posições gerenciais e de especialistas que possuem papéis associados à prontidão operacional tiveram treinamentos quanto as suas atribuições?	
I.E	Empregados e contratados treinados tendo conhecimento quanto a gestão da prontidão operacional	Todos os empregados e contratados passaram por uma capacitação inicial sobre os princípios básicos do processo de prontidão operacional?	
I.F	Histórico associado à prontidão operacional é acessível a todas as pessoas envolvidas	Todos os registros atrelados ao processo de prontidão operacional (todos os tipos) estão disponíveis para todo o público interessado (preservação do conhecimento)?	
I.G	Indicadores de performance atrelados ao procedimento de prontidão operacional são coletados regularmente	É parte do procedimento de prontidão operacional também coletar dados e atividades baseado em indicadores de performance?	
I.H	Etapas do processo de prontidão operacional são regularmente auditados por qualidade	Todos os registros de atividades associadas à prontidão operacional são auditados regularmente por compliance e com rigor aplicado na aplicação e implementação	
I.I	Revisões do desempenho do procedimento de prontidão operacional são feitas regularmente	Há um indicador global de performance do procedimento de prontidão operacional estando sujeito revisões periódicas?	

## 2. Princípio-chave II – Conduzir análises de prontidão operacional apropriadas.

<b>Princípio chave II</b>			
<b>ID</b>	<b>Características básicas</b>	<b>Questões para auditoria</b>	<b>Resposta (Sim/Não)</b>
II.A	Tipos de atributos técnicos definidos para condução do procedimento de prontidão operacional (lista extensiva)	Existe escopo de atributos técnicos definidos em detalhe (listas extensivas, guias e práticas aplicáveis escritas)?	
II.B	Áreas relevantes, processos e sistemas são definidos	Existe escopo da prontidão operacional em termos de processos, equipamentos, sistemas operacionais definido?	
II.C	Sistemas operacionais, processos, equipamentos e procedimentos operacionais sujeitos a avaliação detalhada	É conduzida avaliação criteriosa para equipamentos de processo, condições de processo e procedimentos de trabalho?	
II.D	Tipos de ajustes organizacionais são determinados em função do processo de prontidão operacional?	Todas as mudanças organizacionais definidas em qualquer posição, responsabilidade na organização, sua política ou procedimento que pode afetar a segurança de processo (estrutura, staff, habilidades, sistemas, estratégia ou valores compartilhados)?	
II.E	Impactos técnicos e organizacionais em função da prontidão operacional estão interrelacionados	O procedimento de prontidão operacional claramente considera e avalia que as questões técnicas e organizacionais estão normalmente interrelacionadas?	
II.F	Inputs estruturados como checklist são usados como informação para tomada de decisão	O procedimento formal de prontidão operacional considera o uso de documentos estruturados, demandando justificativas para a partida, reforços quanto a avaliação de riscos, no sentido de forma transparente avaliar a decisão?	
II.G	Padrões de aceitação e portões de aprovação são definidos para cada nível de prontidão operacional	Existem questionários e avaliações detalhadas além de revisores e aprovadores para os tipos específicos de aprovações de prontidão operacional?	
II.H	Métodos e técnicas analíticas são definidas para cada tipo de decisão	As partidas podem ser diversas na sua natureza, de modo que as avaliações de implicações de segurança são definidas para cada tipo (isto é,	

	de prontidão operacional	para cada tipo de perigo)?	
II.I	A integridade dos aspectos de gestão identificados e seus elementos está mantida	O procedimento formal de prontidão operacional considera avaliação dos impactos possíveis sobre os aspectos geridos e seus elementos numa forma estruturada e documentada?	
II.J	Impactos do tipo cruzados são formalmente identificados na decisão de partida	O procedimento formal de prontidão operacional considera possíveis implicações de segurança a partir da partida de um sistema ou processo considerando um segundo ou terceiro sistema e processo?	
II.K	Otimizações e alternativas para partida são consideradas	Durante avaliação e planejamento de alternativas para partida são consideradas otimizações para mais de um aspecto?	
II.L	Condições de partida extraordinárias (contingenciadas) são explicitamente identificadas e gerenciadas	O procedimento formal de prontidão operacional permite partida em condições excepcionais com duração e prazos definidos para reestabelecimento as condições originais	
II.M	As qualificações para os revisores do procedimento formal de prontidão operacional são explícitas	Existe uma lista de revisores do procedimento formal de prontidão operacional incluindo suas qualificações requeridas?	
II.N	Cada avaliação de prontidão operacional de um sistema ou processo demanda uma revisão específica por disciplina	É definido para cada tipo de partida, quais avaliações específicas por revisores especialistas devem ser feitas?	
II.O	Avaliação dos riscos é feita por revisores competentes	O procedimento de prontidão operacional demanda que avaliação dos riscos para perigos específicos seja realizada por especialistas/revisores?	
II.P	Avaliação dos riscos é baseada na matriz de tolerância aos riscos da organização	Todos os revisores adotam guia alinhado com o critério de tolerância aos riscos para cada tipo de perigo para coordenar seus resultados?	
II.Q	Registros de processos atrelados à prontidão operacional são revisados e mantidos para avaliação de performance	Procedimento de prontidão operacional demanda que registros de processos atrelados às decisões sejam mantidos para fins de avaliação de performance?	

### 3. Princípio-chave III – Tomar decisões de partida baseadas nos resultados da prontidão.

Princípio-chave III			
ID	Características básicas	Questões para auditoria	Resposta (Sim/Não)
III.A	Aprovadores para o início de operação proposto são definidos	A lista de posições aprovadoras para aprovar/rejeitar as propostas de partida ou início de operação foram definidas em avanço?	
III.B	Aprovadores são definidos conforme tipo de partida proposta	A lista de posições aprovadoras depende do tipo de partida proposta (é dependente da natureza da prontidão operacional)?	
III.C	As atribuições dos aprovadores são específicas para cada tipo de partida proposta	As atribuições dos aprovadores são específicas e apenas relacionadas a cada tipo de partida proposta?	
III.D	Substitutos dos aprovadores são definidos	Existe uma política estabelecida em que a um substituto é atribuído a incumbência de aprovação (em caso de indisponibilidade do titular)?	
III.E	Aprovadores recebem opções de aprovação	O procedimento formal de prontidão operacional especifica que os aprovadores tem opções para aprovação (específico para cada tipo de decisão de partida) quando da tomada de decisão?]	
III.F	Aprovadores são treinados formalmente na matriz de tolerância ao risco da organização	Os aprovadores são treinados formalmente sobre a matriz de tolerabilidade ao risco adotada pela organização?	
III.G	Verificação do critério de tomada de decisão é feita	O critério de tomada de decisão passa por algum tipo de verificação?	
III.H	Auditoria de acompanhamento da performance dos aprovadores é feita	A performance dos aprovadores é objeto de auditorias de acompanhamento?	

#### 4. Princípio-chave IV – Realizar *follow-up* completo das atividades.

Princípio-chave IV			
ID	Características básicas	Questões para auditoria	Resposta: (Sim/Não)
IV.A	Documentação associada a prontidão operacional deve estar atualizada antes da decisão ser tomada	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que a documentação do processo esteja atualizada antes do início efetivo da partida	
IV.B	Processo de partida é formalmente comunicado aos envolvidos antes de ser iniciado	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que qualquer partida de equipamento, sistema ou processo seja comunicado aos envolvidos antes de iniciar?	
IV.C	Material de treinamento associado ao sistema, ao processo ou equipamento deve ser atualizado antes da partida	O procedimento formal de prontidão operacional entre outras ações determina que o material de treinamento associado ao sistema para partida esteja atualizado?	
IV.D	Empregados e contratados são retreinados e avaliados quanto ao entendimento	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que os empregados e contratados sejam primeiramente retreinados sobre os materiais atualizados relacionados ao sistema ou processo que iniciou a operação	
IV.E	Registros do processo de prontidão operacional e documentação são arquivados para a vida do projeto?	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que os registros de todas as etapas atreladas a prontidão operacional, avaliação de procedimentos sejam arquivadas para a vida do projeto?	
IV.F	Validação periódica dos equipamentos e sistemas contra a documentação de conhecimento do processo	O procedimento formal de prontidão operacional demanda avaliação periódica dos equipamentos e sistemas contra a documentação de conhecimento de processo?	
IV.G	Validação periódica dos procedimentos dos sistemas contra a documentação de conhecimento do processo	O procedimento formal de prontidão operacional demanda validação periódica dos procedimentos contra a documentação de conhecimento de processo?	
IV.H	Os impactos das partidas são monitorados	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que os impactos das partidas sejam monitorados?	

IV. I	Partida de equipamentos são objeto de testes e qualificações	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que equipamentos sejam submetidos a testes e qualificações?	
IV. J	Os critérios e princípios são estabelecidos antecipadamente	O procedimento formal de prontidão operacional demanda que os critérios e princípios sejam estabelecidos antecipadamente	
IV.K	Acoplamento entre pessoas e equipamentos é objeto de verificação periódica	O procedimento formal de prontidão operacional demanda uma avaliação periódica do acoplamento entre pessoas e equipamentos?	