

**IDENTIFICANDO CONHECIMENTOS CRÍTICOS PARA FORTALECER A
CAPACIDADE DE RESPOSTA RESILIENTE**

**Jaime Miranda Junior¹;
Lídia Neumann Potrich²;
José Leomar Todesco³;
Denilson Sell⁴;
Heron Jader Trierweiler⁵.**

***Abstract:** The identification of knowledge that determines the ability to anticipate, adapt and implement responses in the face of unexpected events is critical for promoting resilience. A CMD-based tool for eliciting key knowledge in ESO is described. The instrument brings together a set of questions that guide the identification of decision-making points, based on situational awareness, resilience engineering and knowledge. The feasibility analysis of the proposal took place through the prospective analysis of ESO in the oil and gas industry, guided by the storytelling technique, in which it was possible to qualify the determinant knowledge in the prospected scenarios and identify opportunities to promote learning.*

***Keywords:** Critical knowledge; Resilient response; Operational security events.*

Resumo: A identificação do conhecimento determinante às capacidades resilientes em face de eventos inesperados é crítico para a promoção da resiliência. Descreve-se um instrumento baseado no CMD para elicitare conhecimentos determinantes em ESO. O instrumento reúne um conjunto de perguntas que direciona a identificação dos pontos de tomada de decisão, tomando como base fundamentos de consciência situacional, da engenharia de resiliência e do conhecimento. A análise de viabilidade deu-se por meio da análise prospectiva de ESO na indústria de óleo e gás, orientada pela técnica de storytelling, na qual foi possível qualificar os conhecimentos determinantes nos cenários prospectados e identificar oportunidades para promover a aprendizagem.

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6250-3493>. e-mail: jaimemjunior@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3904-1526>. e-mail: lidia.potrich@gmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4934-9820>. e-mail: titetodesco@gmail.com

⁴ Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2014-9446>. e-mail: denilsonsell@gmail.com

⁵ Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2014-9446>. e-mail: heronjt@gmail.com

Palavras-chave: Conhecimento crítico; Resposta resiliente; Eventos de segurança operacional.

1. INTRODUÇÃO

Em setores de alto risco, como aviação, óleo e gás e energia, acidentes são críticos pelos potenciais danos humanos, sociais, ambientais e econômicos. Em diversas indústrias, acidentes e incidentes, além de fenômenos não intencionais ou individuais, resultam de fatores sociais e organizacionais (Hovden et al., 2018). De fato, em operações complexas, não há como prever tudo o que pode acontecer. Ocorre que o ambiente organizacional está se tornando ainda mais complexo, devido a fatores como a sofisticação das tecnologias digitais, a digitalização das relações no mercado e do trabalho, a revolução de dados e as novas demandas e desafios da Sociedade 6.0 (Hirose & Sawaragi, 2020; Reiman et al., 2021).

Pensando na evolução da gestão da segurança em sistemas complexos, haja vista a imprevisibilidade e a necessidade constante de adaptação, surge um novo paradigma, chamado de *Safety II*, tendo a engenharia de resiliência como forma de instrumentalizar e operacionalizar esta nova visão. Esta nova visão é uma alternativa aos conceitos tradicionais de engenharia de segurança (*Safety I*) baseados em divisão e previsibilidade.

Hollnagel et al. (2006) definem resiliência como a capacidade intrínseca de um sistema para regular o seu funcionamento antes, durante e depois de perturbações, de modo que possa manter as operações necessárias, mesmo depois de um acidente grave ou na presença de uma tensão contínua.

Dessa forma, instrumentos e pesquisas foram e estão sendo desenvolvidos a fim fortalecer a engenharia de resiliência. Uma dessas ferramentas é o *Resilience Analysis Grid* (RAG), desenvolvida por Hollnagel (2015) onde fornece uma ferramenta prática para mensurar resiliência.

Porém, tais ferramentas não apresentam um direcionamento dentro da perspectiva do conhecimento, ou seja, não consideram explicitamente o conhecimento como um recurso ativo organizacional. Segundo Hollnagel, Woods e David (2006), o conhecimento é um elemento essencial para fortalecer as capacidades resilientes de um sistema complexo, com isso, faz-se necessário um instrumento para identificar e extrair

conhecimentos críticos nos ESO (eventos de segurança operacional) para que possa fortalecer o potencial de resiliência de um sistema. O presente artigo descreve a criação de um instrumento de apoio à elicitación de conhecimentos determinantes para o potencial de resiliência tomando como base o método das decisões críticas. O instrumento, denominado Roteiro de CDM, busca orientar a qualificação do conhecimento crítico para o reconhecimento das condições do sistema (tomando como base princípios da consciência situacional) e para a implementação de respostas (a partir da perspectiva da Engenharia de Resiliência).

O artigo possui a seguinte estrutura: primeiro, uma revisão conceitual sobre engenharia de resiliência, conhecimento crítico e o método de decisões críticas. Esta fundamentação será importante alicerce para o entendimento da construção do roteiro proposto para elicitación de conhecimentos. Em seguida, a apresentação do processo de desenvolvimento do instrumento. Na sequência, a descrição da aplicação do roteiro em um evento de segurança operacional na indústria de óleo e gás. Por fim, na última seção, são apresentadas as considerações finais da pesquisa, abordando também a possibilidade de trabalhos futuros e limitações da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

O termo engenharia de resiliência começou a ganhar popularidade em 2004 por meio do *1º Resilience Engineering Symposium*, ocorrido em 2004 na Suécia e também pela publicação do livro *Resilience engineering: concepts and percepts*, pelos autores Hollnagel, Woods e Levenson (2006).

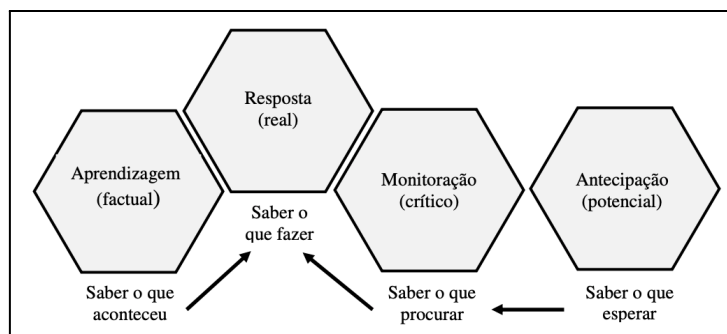
Hollnagel (2014) utilizou os termos *Safety I* e *Safety II* para diferenciar duas visões sobre segurança em sistemas complexos. A perspectiva *Safety I* está associada a uma preocupação com as coisas que dão errado. Os eventos adversos são analisados em retrospectiva para entender o que deu errado e para definir medidas para evitar resultados semelhantes no futuro. Como perspectiva complementar, sugere-se incluir conhecimentos sobre como e por que as coisas dão certo. Essa perspectiva foi rotulada

de *Safety II* (Wahl, Kongsvik e Antonsen, 2020). De forma similar, o termo engenharia de resiliência remete a esse novo paradigma *Safety II*.

Esse novo paradigma, *Safety II* ou Engenharia de Resiliência, surgiu devido às abordagens tradicionais tratarem os acidentes como apenas relações lineares de causa e efeito. Porém, com a evolução dos sistemas sociotécnicos, as relações e interações entre os agentes do sistema ficaram cada vez menos lineares, devendo a segurança ser tratada como uma propriedade emergente, resultante das interações entre todos os aspectos de um sistema.

Hollnagel (2011) definiu quatro capacidades essenciais que caracterizam um sistema resiliente: (1) Capacidade de Responder: ou seja, como responder a interrupções regulares, irregulares e distúrbios, quer por meio de um conjunto de respostas preparadas ou ajustando o funcionamento normal do sistema; (2) Capacidade de Monitorar: isto é, como monitorar o que é ou pode tornar-se uma ameaça em curto prazo; (3) Capacidade de Antecipar: ou seja, como antecipar aos acontecimentos, ameaças e oportunidades futuras, tais como possíveis mudanças, interrupções, pressões e ameaças latentes; e por fim (4) Capacidade de Aprender, que é como aprender com a experiência, em particular, como aprender as lições certas da experiência certa; aprender com os sucessos e com as falhas. A Figura 1 caracteriza as quatro capacidades.

Figura 1 - As capacidades de um sistema resiliente



Fonte: Hollnagel, 2011.

Portanto, os sistemas resilientes se esforçam para aumentar a segurança de sistemas complexos por meio da construção e desenvolvimento de capacidades tecnológicas e organizacionais adaptativas (Saleh, Veitch & Musharraf, 2020).

A engenharia de resiliência introduziu novas abordagens para aprender sobre o trabalho em sistemas complexos. Em termos de melhoria da segurança, a engenharia de resiliência marca uma mudança da abordagem tradicional de investigação retrospectiva de eventos adversos, para um aprendizado proativo sobre os padrões no trabalho diário, incluindo como as coisas vão bem (Hegde et al. 2020).

Diante desse contexto, constata-se que o conhecimento é um fator essencial para fortalecer as capacidades resilientes dentro de um sistema complexo (Hollnagel, Woods & David; 2006).

2.2. CONHECIMENTO CRÍTICO

O termo conhecimento não detêm um consenso conceitual na literatura, devido a diversos contextos e várias visões de mundo e perspectivas de análise. O conhecimento pode ser visto como um produto de pesquisas em disciplinas diversas, e também pode ser criado em diversas esferas como a científica, teológica, senso comum ou filosófica (Pacheco, 2016). Nonaka e Takeuchi (1995) trouxeram o termo conhecimento para o campo organizacional, onde afirmaram que o conhecimento é um ativo valioso que deve ser gerenciado.

Nesta esfera organizacional, a APQC (2014) define conhecimento como sendo o que os funcionários sabem sobre disciplinas relacionadas ao trabalho, produtos, processos, seus clientes, uns aos outros, erros e acertos.

Existem pelo menos três epistemologias para o termo conhecimento, são elas: cognitivista, autopoietica e conexionista. Na visão cognitivista o conhecimento ocorre pela identificação, coleta e disseminação de informações. Na visão conexionista compreende a criação do conhecimento através da comunicação e relação. Para a visão autopoietica a interpretação é que gera conhecimentos (Venzin, Von Krogh & Roos, 1998). Independente da epistemologia escolhida, a criticidade do conhecimento pode ser definida. Huang e Cummings (2011) argumentam que o conhecimento crítico representa *expertise*, idéias e insights vitais que permitem terminar uma tarefa de forma bem sucedida, sendo o conhecimento de maior qualidade existente e compartilhado dentro da empresa.

A literatura apresenta modelos a fim de analisar o nível de criticidade dos conhecimentos. Um destes modelos é o chamado *Critical Knowledge Factors* (CKF) desenvolvido pelo Clube de Gestão do Conhecimento de Paris. Nele, são apresentados 20 critérios de criticidade, divididos em quatro eixos temáticos. Este trabalho adotou este modelo devido a sua simplicidade e abrangência. O Quadro 1 apresenta os critérios.

Quadro 1- Critérios de criticidade.

Eixo temático	Critérios
Raridade	<ul style="list-style-type: none"> • Número e disponibilidade de especialistas. • Externalização. • Liderança. • Originalidade. • Confidencialidade.
Utilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Correspondência com objetivos estratégicos. • Criação de valor. • Emergente. • Adaptabilidade. • Uso.
Dificuldade de capturar conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de fontes do conhecimento. • Mobilização de redes. • Conhecimento tácito. • Importância de fontes de conhecimento tangíveis. • Rapidez da obsolescência.
Natureza do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidade. • Complexidade. • Dificuldade de apropriação. • Importância de experiências passadas. • Dependência do ambiente.

Fonte: Ermine, Boughzala, & Tounkara (2006).

2.3. MÉTODO DE DECISÕES CRÍTICAS (CDM)

Pelos métodos e técnicas de elicitação, é possível identificar e elicitar o conhecimento de um especialista sobre um domínio. Na literatura, encontram-se ferramentas para este fim. O Método de Decisões Críticas (CDM), é um destes métodos. Classificação de conceito, grades de repertório, grades em escada, tarefa de informação limitada, são outras ferramentas encontradas na literatura para este fim (Shadbolt & Smart, 2015).

O CDM baseia-se em incidentes críticos usando um conjunto de investigações cognitivas para examinar e determinar as bases para avaliação e qualificação de uma determinada situação, e por consequência a identificação da tomada de decisão durante incidentes. Estas sondagens são executadas por meio de entrevistas retrospectivas acerca de incidentes reais não rotineiros que exigiram julgamento ou tomada de decisão (Klein et al., 1989).

Justifica-se a escolha deste método no presente trabalho, pois, primeiro é um método que tem um enfoque para eventos não rotineiros, ou seja, focados em eventos de segurança, e também por fornecer uma identificação do ponto de tomada de decisão, onde dessa forma, identifica-se o conhecimento utilizado para determinada situação, o método foi escolhido para o trabalho.

Por mais que o CDM contenha semelhanças com outras técnicas de elicitação de conhecimento, Klein et al. (1989) definem quatro características que as diferem das demais estratégias de elicitação de conhecimento, são elas:

(i) Foco em casos não rotineiros: os incidentes não rotineiros ou difíceis de acontecer, geralmente são fontes ricas de dados, e também os conhecimentos tácitos, que não fazem parte dos procedimentos formalizados para este domínio, emergem.

(ii) Abordagem baseada em casos: normalmente extrai-se informações mais úteis e específicas quando são investigados incidentes concretos e não rotineiros.

(iii) Sondagens cognitivas: as perguntas, normalmente, exigem dos tomadores de decisão uma reflexão sobre as estratégias e bases para a tomada de decisão.

(iv) Sondagem semiestruturada: há um equilíbrio entre uma abordagem totalmente estruturada e a semiestruturada, pois, embora sejam realizadas perguntas específicas para cada ponto de decisão, a ordenação e a escrita podem seguir o fluxo do diálogo da entrevista.

No Quadro 2, são apresentadas as etapas do CDM.

Quadro 2- Etapas do CDM.

Etapa	Nome	Descrição
1	Selecionar incidente	Selecionar incidentes (eventos) que podem ilustrar aspectos não rotineiros de um domínio.
2	Obter relato de incidente não	Solicitar ao entrevistado descrever o incidente desde o momento em que percebeu o início do incidente até quando foi considerado sob controle.

	estruturado	Relato sem interrupção, exceto por pequenos esclarecimentos.
3	Construir a linha do tempo do incidente	Reconstruir o incidente na forma de linha do tempo que estabelece a sequência e duração de cada evento.
4	Identificação do ponto de decisão	Na construção da linha do tempo, identificar decisões específicas que foram tomadas para aprofundamento.
5	Investigação do ponto de decisão	Para cada ponto de decisão, investigar questões como: pistas, objetivos, conhecimento, avaliação da situação, dentre outros.

Fonte: adaptado de Klein et al., (1989).

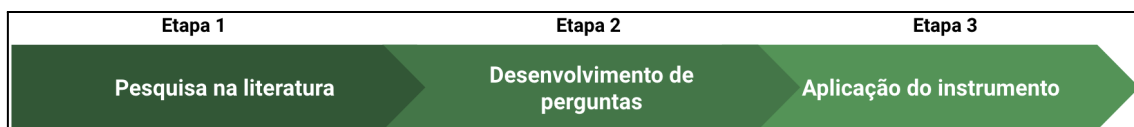
3. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO ROTEIRO DE CDM

O principal objetivo do desenvolvimento do Roteiro de CDM foi nortear a identificação e a extração dos conhecimentos críticos em eventos de segurança operacional e os fatores relacionados a estes conhecimentos que viabilizam ou dificultam as respostas resilientes.

O Roteiro de CDM pode ser aplicado em qualquer organização ou sistema que evidencie operações críticas de segurança em suas atividades, sendo estes eventos que já aconteceram (retrospectivos) ou mesmo imaginando eventos que possam ocorrer (prospectivos), pois a linha de (re)construção dos eventos e os pontos de tomada de decisão acontecem em ambas as situações. Entre os exemplos de setores com essas características, pode-se citar aviação, saúde, construção civil, usinas nucleares, óleo e gás, dentre outras.

A sua construção foi baseada no CDM de acordo com as três etapas ilustradas pela Figura 2.

Figura 2 - Etapas de desenvolvimento do Roteiro de CDM.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na primeira etapa, foram identificados, por meio de estudos publicados em bases de dados eletrônicas, os elementos e fatores que contribuem para uma resposta resiliente. A busca na literatura ocorreu em cinco fases, passando desde a busca nas

bases de dados eletrônicas, até a organização, limpeza e revisão das variáveis encontradas. Ao final desta etapa, foram encontrados e definidos 34 (trinta e quatro) variáveis que atuam de forma determinante a uma resposta resiliente. Foram agrupados em doze categorias, são elas: consciência situacional, habilidade para monitorar, aprendizagem organizacional, habilidade para responder, gestão analítica, participação e tomada de decisão, repositório de conhecimentos, capacidade de resistência, capacidades contingentes, margens de segurança, recursos disponíveis, sistemas de monitoramento.

Na segunda etapa, foram definidas perguntas baseadas nos elementos identificados na etapa anterior. Ao total, foram definidas cinco macro perguntas, associadas a um objetivo. As duas primeiras remetem à identificação do entrevistado e, também, à definição de qual evento de segurança operacional será trabalhado na entrevista. Na sequência, uma pergunta que direciona para identificação de quais informações e conhecimentos foram essenciais para o diagnóstico do evento de segurança. A próxima pergunta também tem por objetivo extrair as informações e conhecimentos, porém nesse momento, direcionadas para a intervenção/ação. A última pergunta remete a quais elementos atuaram como facilitadores ou dificultadores neste evento de segurança. Vale ressaltar que as perguntas do Roteiro de CDM que objetivam a identificação e extração dos conhecimentos, fazem referência ao eixo Dificuldade de capturar conhecimento do CKF, como destacado na seção de conhecimento crítico. No Quadro 3, são apresentadas as perguntas, assim como o seu objetivo e relação com o CDM.

Quadro 3 - Perguntas do Roteiro de CDM desenvolvido.

Objetivo da pergunta	Perguntas	Relação com as etapas do CDM
Identificação do entrevistado	Qual seu nome, cargo e/ou função? Há quantos anos você realiza este trabalho, tanto na atual quanto em outras empresas? Você poderia falar brevemente sobre suas atividades diárias?	----
Identificação do evento (desarme, adaptação ou recuperação)	Você pode me contar um episódio onde sua experiência auxiliou na resolução de um problema?	Selecionar incidentes. Obter relato de incidente não estruturado. Construir a linha do tempo do incidente.

Diagnóstico	Como você percebeu que este seria um evento atípico/difícil? Quais foram as principais informações (pistas) que estavam disponíveis naquele momento que você percebeu que iria acontecer um acidente? Quais conhecimentos foram utilizados para interpretar estas informações?	Identificação do ponto de decisão.
Intervenção	Diante da percepção do evento, qual foi o plano de ação estabelecido? Quais informações e quais conhecimento críticos foram utilizados para traçar esse objetivo? Como foi realizada a mobilização das competências necessárias para o plano de ação?	Investigação do ponto de decisão.
Fatores dificultadores	Teve algum elemento/fator que dificultou a concepção e/ou a implementação do plano de ação?	---

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A última etapa, descrita a seguir, foi a aplicação do Roteiro de CDM em um evento de segurança operacional.

4. APLICAÇÃO DO ROTEIRO DE CDM

4.1. CONTEXTO E DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO

O Roteiro de CDM foi aplicado em dinâmicas de *storytelling*, com profissionais que atuam em operações de perfuração de poços e exploração de petróleo. O termo *storytelling* endereça a uma prática de contar histórias que vem sendo largamente utilizada no contexto empresarial. Em pesquisas sobre segurança operacional, contudo, foram poucos os estudos que a adotaram (Sanne, 2008; Mchugh & Klockner, 2020).

O instrumento foi utilizado como guia para a observação não participante durante as dinâmicas de *storytelling*.

Foram realizadas quatro dinâmicas entre 2020 e 2021 de forma virtual devido à pandemia de COVID-19. As dinâmicas de *storytellings* foram conduzidas por dois pesquisadores, e estavam presentes em torno de cinco profissionais de diferentes companhias e cargos (engenheiros, gestores, oficiais de segurança) da indústria de óleo e gás. Esses profissionais foram instigados a elaborar histórias sobre potenciais eventos de segurança operacional em plataformas de produção e perfuração de petróleo que poderiam acontecer. Além de debater sobre questões circunstanciais envolvendo os

casos, os participantes puderam compartilhar percepções sobre práticas (gerais) da indústria que lhes preocupam.

De posse do Roteiro de CDM, outros dois pesquisadores atuaram como observadores participantes dentro das dinâmicas de *storytellings*, com o objetivo de analisar a história que estava sendo construída pelos profissionais e identificar os conhecimentos críticos relacionados aos eventos de segurança, alimentando as respostas do Roteiro de CDM.

Após a participação no *storytelling* e a aplicação do Roteiro de CDM por meio de observador participante, buscou-se novamente validar as observações por meio das transcrições das entrevistas.

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das dinâmicas de *storytelling*, conseguiu-se identificar os conhecimentos críticos nos eventos de segurança operacional que foram trabalhados por cada grupo. Durante as dinâmicas, os participantes foram instigados a projetar um evento de segurança operacional em uma plataforma *offshore* de produção ou exploração de petróleo, detalhando causas, efeitos, consequências e demais aspectos relevantes.

No Quadro 4, são apresentados alguns recortes de evidências obtidas pelas dinâmicas de *storytellings*, por meio do Roteiro de CDM, nos blocos de identificação do evento, de diagnóstico e de fatores dificultadores para uma resposta resiliente.

Quadro 4 - Evidências na aplicação do Roteiro de CDM.

Pergunta	Exemplo de observações dos participantes
Você pode me contar um episódio onde sua experiência auxiliou na resolução de um problema?	<p>"Explosão em um FPSO decorrente do vazamento de uma grande massa de gás gerada por falha em um compressor (equipamento elétrico) agravada por corrosão."</p> <p>"Perda de posição, atrelada a manutenção, com condição de reservatório exposto. Perfuração com fluido base óleo/sintético. Desconexão de emergência, perda de fluido riser".</p> <p>"Dano/Trinca no casco de um tanque de carga de um FPSO devido a falta de manutenção com parada de</p>

	<i>produção e possível vazamento de óleo para o mar prejudicando a estabilidade da unidade".</i>
Como você percebeu que este seria um evento atípico/difícil? Quais foram as principais informações (pistas) que estavam disponíveis naquele momento que você percebeu que iria acontecer um acidente? Quais conhecimentos foram utilizados para interpretar estas informações?	<p><i>"O conhecimento sobre o que é uma falha elétrica de uma falha mecânica, para a devida tomada de decisão; experiência e conhecimento sobre o tipo de navio são primordiais ...".</i></p> <p><i>"São utilizados informações sobre meteorológicas, sobre condições dos equipamentos e a localização e condições das unidades próximas; passo a passo do procedimento, ..."</i></p> <p><i>"As informações sobre algum problema são compartilhadas através do telefone, rádio ou por um painel de controle luminoso e sonoro, ...".</i></p> <p><i>"São utilizados conhecimento dos limites operacionais; das condições climáticas; dos sensores do ângulo de riser; Know-how; análise de risco, ...".</i></p>
Teve algum elemento/fator que dificultou a concepção e/ou a implementação do plano de ação?	<p><i>"O quadro de funcionários reduzido no turno da noite, gera mais dificuldade no apoio à tomada de decisão; as barreiras de comunicação; o pouco tempo para acessar informações e conhecimentos para a tomada de decisão; complexidade na descrição dos procedimentos, ...".</i></p> <p><i>"O quadro de funcionários reduzido e complexidade nos procedimentos, leva os conhecimentos/informações a não estarem disponíveis ..."</i></p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Por meio da aplicação do Roteiro de CDM ratificou-se a importância de se qualificar o conhecimento, desde a identificação de qual conhecimento foi fundamental para respostas resilientes, até mesmo aprofundar nesse conhecimento no que diz respeito a formalização, localização e barreiras e facilitadores para alcançá-los.

Complementando, fica evidente a identificação de conhecimentos críticos que foram constatados no decorrer da aplicação do Roteiro de CDM, desde conhecimentos procedurais, passando por experiência na indústria, até conhecimentos inerentes a cada trabalhador (conhecimento tácito). Dois tipos de conhecimento tangenciaram as quatro dinâmicas de *storytellings* acompanhada, e que foram fundamentais para respostas resilientes: a experiência dos trabalhadores na indústria e o conhecimento técnico no momento da realização da operação. No Quadro 5, são apresentados sinais identificados.

Quadro 5 - Evidências de conhecimento crítico.

Tipo de conhecimento	Evidências observadas nos participantes
Conhecimento técnico	<p><i>"Conhecimento na inspeção e manutenção dos equipamentos, conhecimento nos planos e programas de respostas emergenciais, conhecimento para fazer o teste hidrostático nas linhas de produção; Conhecimento para fazer o teste de N2 e vácuo nas linhas de produção; Conhecimento em operações de pull out; Conhecimento em operações de pull in; Conhecimento na operação de um equipamento ROV (veículo submarino operado remotamente)".</i></p>
Know-how (experiência)	<p><i>"Experiência e conhecimento sobre o tipo de navio em que a operação está sendo feita; Trabalhadores mais jovens tendem a ter vivenciado menos eventos de risco que os mais experientes. Eles lidam com essas situações quase exclusivamente por meio de treinamentos e simulações".</i></p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste estudo foi desenvolver um instrumento para apoio à identificação e extração de conhecimentos críticos em eventos de segurança operacional. Além da identificação de pistas sobre os conhecimentos críticos mobilizados nas respostas resilientes, foram identificados elementos associados à perda, desperdício e fluxo do conhecimento nos eventos trabalhados. Como perda de conhecimento, por exemplo, foi identificado a rotatividade dos profissionais (*turnover*).

Cabe ressaltar, que o produto da aplicação do Roteiro de CDM em eventos de segurança operacional, sejam eles prospectados ou mesmo já ocorridos, têm como produto o conhecimento crítico e determinantes de diversos eventos, com isso, é proporcionado o insumo para as organizações aprenderem com esses eventos.

No que diz respeito à limitação da pesquisa, vale destacar que o Roteiro de CDM não passou por uma etapa de validação, ou seja, foi concebido e desenvolvido, e na sequência aplicado por meio de experimento.

Dessa forma, como oportunidades de trabalhos futuros para o estudo desenvolvido, sugere-se a validação do Roteiro de CDM por especialistas que trabalham

diretamente com eventos em sistemas complexos. Uma segunda oportunidade de continuação da pesquisa, seria a instrumentalização, por meio do CDM, de temáticas que tangenciam o termo conhecimento, como por exemplo: perda e desperdício de conhecimento, e fluxo de conhecimento. Pois, o Roteiro de CDM de identificação de conhecimentos críticos desenvolvido, atua como um gancho para que sondagens e investigações mais profundas possam ser exploradas.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi realizado no âmbito do Projeto Fatores Humanos (Projeto HF) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), financiado pelo Consórcio de Libra, com apoio da ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Brasil) associado ao investimento de recursos oriundos das Cláusulas de P,D&I - Regulamento nº 03/2015 (processo 2019/00105-3).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- APQC. (2014) Knowledge Management Glossary. Houston: APQC.
- Al-Laham, A., Tzabbar, D., & Amburgey, T. L. (2011). The dynamics of knowledge stocks and knowledge flows: innovation consequences of recruitment and collaboration in biotech. *Industrial and Corporate Change*, 20(2), 555-583.
- Ermine, J., Boughzala, I., & Tounkara, T. (2006). Critical knowledge map as a decision tool for knowledge transfer actions. *Electronic Journal of Knowledge Management*, v. 4, n. 2, p. 129-140.
- Hegde, S., Hettinger, A. Z., Fairbanks, R. J., Wreathall, J., Krevat, S. A., & Bisantz, A. M. (2020). Knowledge elicitation to understand resilience: A method and findings from a health care case study. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 14(1), 75-95.
- Hirose, T., & Sawaragi, T. (2020). Extended FRAM model based on cellular automaton to clarify complexity of socio-technical systems and improve their safety. *Safety science*, 123, 104556.

- Hollnagel, E. (2011) Prologue: the scope of resilience engineering. *Resilience engineering in practice: A guidebook*. Farnham, UK: Ashgate, p. xxix-xxxix.
- Hollnagel, E., & Woods, D. D. (2006) Epilogue: Resilience engineering precepts. *Resilience engineering: Concepts and precepts*, p. 347-358.
- Hollnagel, E. (2015) RAG – Resilience Analysis Grid. Introduction to the Resilience Analysis Grid (RAG).
- Huang, S., & Cummings, J. N. (2011) When critical knowledge is most critical: Centralization in knowledge-intensive teams. *Small Group Research*, v. 42, n. 6, p. 669-699.
- Hovden, J., Lie, T., Karlsen, J. E., & Alteren, B. (2008). The safety representative under pressure. A study of occupational health and safety management in the norwegian oil and gas industry. *Safety Science*, 46(3), 493-509. doi:10.1016/j.ssci.2007.06.018
- Klein, G. A.; Calderwood, R., & Macgregor, D. (1989) Critical Decision Method for Eliciting Knowledge. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, p. 462-472. Mai/Jun.
- Shadbolt, Nigel and Smart, Paul R (2015) Knowledge Elicitation: Methods, Tools and Techniques. In, Wilson, John R and Sharples, Sarah (eds.) *Evaluation of Human Work*. Boca Raton, Florida, USA. CRC Press, pp. 163-200.
- Mchugh, K.; & Klockner, K. (2020) Learning lessons from rail safety storytelling: Telling safety like it is. *Safety Science*, [s. l.], v. 122, n. October 2019, p. 104524.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995) *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, New York, New York, USA.
- Pacheco, R. C. S. (2016) Coprodução em ciência, tecnologia e inovação: fundamentos e visões. Em: *Interdisciplinaridade: Universidade e Inovação Social e Tecnológica*. Organizado por Joana Maria Pedro e Patrícia de Sá Freire, Curitiba, CRV., pp. 21-62.
- Reiman, A., Kaivo-oja, J., Parviainen, E., Takala, E.-P., & Lauraeus, T. (2021). Human factors and ergonomics in manufacturing in the industry 4.0 context – A scoping review. *Technology in Society*, 65, 101572. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101572>
- Sanne, J. M. (2008) Incident reporting or storytelling? Competing schemes in a safety-critical and hazardous work setting. *Safety Science*, [s. l.], v. 46, n. 8, p. 1205–1222.
- Salehi, V., Veitch, B., & Musharraf, M. (2020). Measuring and improving adaptive capacity in resilient systems by means of an integrated DEA-Machine learning approach. *Applied ergonomics*, 82, 102975.
- Stewart, T. A. (1997) *Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations*. Nicholas Brealey, London, UK.