

IDENTIFICANDO O FLUXO DE CONHECIMENTO EM SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS COMPLEXOS PARA CONTRIBUIR COM A CAPACIDADE RESILIENTE

Jaime Miranda Junior¹
Jose Leomar Todesco²
Denilson Sell³
Lídia Neumann Potrich⁴
Caroline De Medeiros⁵

Abstract: Knowledge is an essential resource for enhancing resilience potential in complex sociotechnical systems (SSTCs), but qualifying this knowledge is a challenging task. This present study introduces a roadmap that enables the analysis of knowledge flows in SSTCs, guiding the identification of knowledge that empowers SSTCs to monitor, anticipate, and respond to threats and unexpected events. To assess its feasibility, a positive retrospective analysis was conducted on operational safety events (OSEs), using interview transcripts with professionals from the oil and gas industry. Through the proposed framework, it was possible to discern knowledge flows, providing valuable qualification to the knowledge and reinforcing resilient capabilities within SSTCs.

Keywords: Knowledge flow; resilient capacity; Complex sociotechnical systems.

Resumo: O conhecimento é um recurso essencial para a promoção do potencial de resiliência em sistemas sociotécnicos complexos (SSTC), mas a qualificação deste conhecimento é uma tarefa desafiadora. O presente estudo apresenta um roteiro que possibilita a análise de fluxos de conhecimento em SSTC, direcionando a identificação dos conhecimentos que habilitam SSTCs a monitorarem, anteciparem e a responderem a ameaças e eventos inesperados. Para avaliar sua viabilidade, conduziu-se uma análise retrospectiva positiva em eventos de segurança operacional (ESO), utilizando transcrições de entrevistas com profissionais da indústria de óleo e gás. Por meio do instrumento proposto, foi possível discernir os fluxos de conhecimento, conferindo uma valiosa qualificação ao conhecimento e reforçando as capacidades resilientes em SSTC.

Palavras-chave: Fluxo de conhecimento; Capacidade resiliente; Sistemas sociotécnicos complexos.

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia 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, Gestão e Mídia do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4934-9820>. e-mail: titetodesco@gmail.com

³ Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-2014-9446>. e-mail: denilsonsell@gmail.com

⁴ Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3904-1526>. e-mail: lidia.potrich@gmail.com

⁵ Programa de Pós-Graduação em Enfermagem – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1469-8724>. e-mail: profcarolifsc@gmail.com

Resumen: El conocimiento es un recurso esencial para potenciar el potencial de resiliencia en sistemas sociotécnicos complejos (SSTC), pero calificar este conocimiento es una tarea desafiante. Este estudio presente presenta una hoja de ruta que permite el análisis de flujos de conocimiento en SSTC, guiando la identificación del conocimiento que capacita a los SSTC para monitorear, anticipar y responder a amenazas y eventos inesperados. Para evaluar su viabilidad, se llevó a cabo un análisis retrospectivo positivo sobre eventos de seguridad operativa (ESO), utilizando transcripciones de entrevistas con profesionales de la industria del petróleo y el gas. A través del marco propuesto, fue posible discernir los flujos de conocimiento, proporcionando una valiosa calificación al conocimiento y reforzando las capacidades resilientes dentro de los SSTC.

Palabras clave: flujo de conocimiento; Capacidad resiliente; sistemas sociotécnicos complejos.

1 INTRODUÇÃO

Em organizações de alta confiabilidade, tais como usinas nucleares, aviação, plantas petroquímicas e sistemas de saúde, o gerenciamento de riscos e a promoção da segurança são fatores críticos em face do potencial de perda de vidas humanas, impacto econômico, ambiental e social de incidentes e acidentes em sua operação. Entretanto, tais organizações são classificadas como sistemas sociotécnicos complexos (SSTC) em virtude da imprevisibilidade do resultado da interação entre pessoas, tecnologia e demais fatores ambientais e contextuais presentes em suas operações. Em SSTC, é impossível prever todas as situações possíveis que podem comprometer a segurança e os resultados das operações (Hirose & Sawaragi, 2020; Reiman et al., 2021).

Hollnagel (2011) define resiliência (na perspectiva da engenharia) como sendo a capacidade intrínseca de um sistema ajustar seu funcionamento antes, durante ou após mudanças e distúrbios, de modo que possa sustentar as operações necessárias sob condições esperadas e inesperadas. O mesmo autor apresenta quatro capacidades/habilidades para que esses sistemas sociotécnicos complexos possam estar resilientes: a capacidade de aprender, a capacidade de responder, a capacidade de monitorar e a capacidade de antecipar. Destaca também que, o conhecimento é um elemento fundamental para a resiliência desses sistemas, pois atua diretamente nessas quatro capacidades/habilidades, sendo um fator primordial para elas. Portanto, quanto mais explícito e qualificado for esse conhecimento, mais as organizações de alta confiabilidade terão capacidades para enfrentar os riscos e as incertezas de suas atividades diárias.

A literatura apresenta alguns instrumentos para a análise de operações e identificar o potencial de resiliência de SSTC, como por exemplo, respectivamente, o FRAM (*Functional*

Resonance Analysis Method) e RAG (*Resilience Analysis Grid*), que são bastante utilizadas e difundidas. No entanto, ambas não exploram profundamente o recurso do conhecimento (Hollnagel, 2011). Patriarca et al. (2018) ratificam a necessidade do desenvolvimento de métodos e modelos para analisar o potencial de resiliência. Eles comentam que, em sistemas sociotécnicos, a complexidade é inerente às atividades, envolvendo interações entre aspectos técnicos, humanos e organizacionais, o que justifica a necessidade de tais ferramentas, em específico, a relação entre o conhecimento e o potencial de resiliência.

Sendo assim, partindo da premissa de que o conhecimento é um elemento fundamental para contribuir com a resiliência em SSTC, e observando a carência de instrumentos para qualificar esse conhecimento, a presente pesquisa busca a análise do fluxo de conhecimento como meio para qualificar o recurso do conhecimento em SSTC. Apresenta-se como contribuição um instrumento contendo um conjunto de perguntas direcionadoras para extrair e identificar os principais elementos dos fluxos de conhecimento nas atividades laborais das organizações de alta confiabilidade, com o objetivo de identificar oportunidades para fortalecer o potencial de resiliência. Como delimitação da pesquisa, o instrumento desenvolvido destina-se a aplicação em Eventos de Segurança Operacional (ESO), sendo um ESO qualquer atividade que apresente um acidente/incidente, seja de qualquer ordem – físico, ambiental, ecológico, entre outros, ou também um quase acidente (Agência Nacional de Aviação, 2013).

Foram encontrados na literatura trabalhos que apresentam modelos de fluxo de conhecimento que enfatizam seus principais elementos. Por exemplo, os autores Khalefa, et al. (2015), destacam quatro elementos essenciais presentes em um fluxo de conhecimento: o emissor, o receptor, o conhecimento que está sendo movimentado e/ou deslocado, e o contexto. Da mesma forma, o autor Rodríguez-Elias (2008) aponta que quatro elementos são necessários para estabelecer um fluxo de conhecimento: o ator, a atividade (conteúdo), o conhecimento necessário para executar uma atividade e a fonte do conhecimento. Por fim, Zhuge (2002) também traz quatro elementos: o emissor, o receptor, o conhecimento que está sendo movimentado e/ou deslocado, e a forma na qual o conteúdo é transmitido. Dessa forma, o instrumento desenvolvido foi baseado nesses três modelos encontrados.

O artigo está estruturado da seguinte forma: primeiramente, uma revisão conceitual sobre o fluxo de conhecimento e a engenharia de resiliência são apresentados. Em seguida, o processo de desenvolvimento do instrumento proposto é detalhado. Posteriormente, a viabilidade do instrumento é demonstrada através da análise retrospectiva positiva em um

ESO. Por fim, na última seção, são apresentadas as considerações finais da pesquisa, abordando também as possibilidades para trabalhos futuros e as limitações da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. FLUXO DE CONHECIMENTO

Na literatura, não há uma definição precisa a respeito do conceito de fluxo de conhecimento; no entanto, a essência fundamental gira em torno da mesma proposta, ou seja, a troca, difusão ou movimentação de ideias, conhecimentos e conceitos (An, Han, & Park, 2017). Em sua revisão da literatura, Bittarello (2014) destacou algumas definições para o termo fluxo de conhecimento, abordando os níveis de análise dentro de equipes, entre equipes também dentro da organização. O Quadro 1 apresenta algumas definições evidenciadas pela autora, bem como outras encontradas ao longo da pesquisa.

Quadro 1- Definições de fluxo de conhecimento.

Autores (ano)	Definição
Duen-Ren Liu, Chih-Wei Lin e Hui-Fang Chen (2013)	Reflete o nível de cooperação entre os trabalhadores do conhecimento ou processos e influência na eficácia do trabalho em equipe ou no fluxo de trabalho.
Dalmarco (2012)	Definido pelo conteúdo de conhecimento transferido nas relações e pelo ator responsável por estimular a relação.
Wu, David C. Yen (2012)	Processo de passagem de conhecimento entre as pessoas ou mecanismos de processamento de conhecimento.
Rodríguez-Elias (2008)	Transferência de conhecimento do local em que é criado ou armazenado para o local em que precisa ser aplicado.
Laihonen (2006)	Refere-se ao conhecimento que é transferido de uma pessoa para outra ou de um lugar para outro. O receptor relaciona-o com o próprio modelo mental e cria a própria interpretação do conhecimento original que ele recebeu.
Nissen (2002)	Considera o fluxo de conhecimento em termos de conhecimento dinâmico, em que o fluxo trabalha numa atividade de conversão do conhecimento, transferência, compartilhamento, integração, reutilização, movimentação e aplicação desse conhecimento numa escala de tempo.
Zhuge (2002)	É um processo de passagem de conhecimento entre pessoas ou mecanismo de processamento de conhecimento. Possui três atributos cruciais: direção, conteúdo e portador, que, respectivamente, determinam o emissor e o receptor, o conteúdo do conhecimento compartilhável e a mídia que pode transmitir o conteúdo.
Schulz (2001)	Volume agregado de know-how e informação, transmitido por unidade de tempo.

Fonte: adaptado de Bittarello (2014).

Com base nas definições apresentadas no Quadro 1, alguns autores propõem não apenas uma definição, mas também um modelo estabelecendo elementos comumente encontrados e identificados em qualquer fluxo de conhecimento. Entre eles, destacam-se Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias (2008) e Zhuge (2002).

Uma das principais motivações para identificar o fluxo de conhecimento em uma atividade, processo ou até mesmo em toda a organização é que sua utilização permite a qualificação e evidência do conhecimento crítico para as atividades. Para estabelecer a movimentação do conhecimento, alguns elementos precisam ser identificados.

No entanto, Nissen (2002) reafirma que o principal objetivo de um fluxo de conhecimento é possibilitar a transferência de capacidades e experiências de onde o conhecimento reside (origem) para onde é necessário (destino). Porém, ele destaca que alguns fatores podem facilitar ou dificultar essa movimentação do conhecimento, tais como a capacidade absorviva do destinatário, a motivação da origem em transmitir o conhecimento e o ruído no canal de comunicação, entre outros.

Mesmo assim, o fluxo de conhecimento pode ser aplicado para vários objetivos e contextos diferentes, como destacado na pesquisa de Miranda Júnior, Potrich e Todesco (2021). Vale ressaltar que dentre as três epistemologias (cognitivista, conexionista e autopoietica) definidas para melhor compreender o termo conhecimento dos autores Venzin, Von Krogh e Roos (1998), a presente pesquisa enquadra-se como na visão conexionista.

Por fim, destaca-se que o contexto em que o fluxo de conhecimento da presente pesquisa está inserido é em sistemas sociotécnicos complexos, onde a resiliência na perspectiva da engenharia da resiliência é um elemento essencial. Essa abordagem será explorada no próximo tópico.

2.2. ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

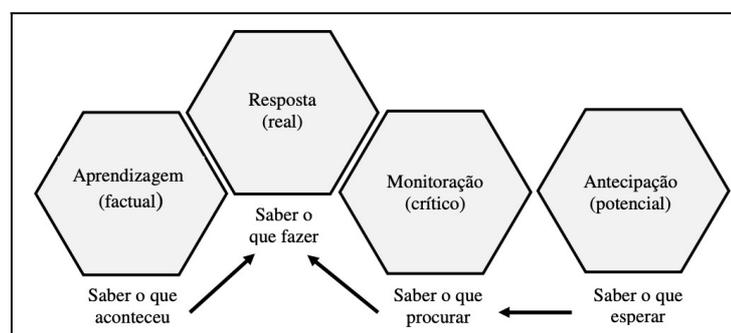
Os autores Hosseini, Barker e Ramirez-Marquez (2016) identificaram quatro domínios em que o conceito de resiliência é aplicado – (i) no domínio organizacional, (ii) no domínio social, (iii) no domínio econômico e (iv) no domínio de engenharia –, sendo que desses domínios emergem diferentes conceitos. O termo resiliência tem origem no termo latino *resiliere*, que, em seu sentido mais amplo, significa retornar. Esse termo é aplicado em diversas áreas do conhecimento, e por isso não há um consenso na literatura sobre uma definição específica.

No domínio da engenharia, um conceito amplamente difundido e utilizado é o de Hollnagel (2011), que inclusive é a referência norteadora da presente pesquisa. O autor define resiliência como a capacidade intrínseca de um sistema ajustar seu funcionamento antes, durante ou após mudanças e distúrbios, de modo que possa sustentar as operações necessárias sob condições esperadas e inesperadas.

Neste domínio da engenharia, as atividades laborais desenvolvidas enfrentam altos índices de riscos, incertezas e imprevisibilidades, classificando-se como sistemas complexos, onde a resiliência se destaca como um de seus principais atributos (Hirose & Sawaragi, 2020; Reiman et al., 2021). Dentro dessa área de sistemas complexos, existe uma subárea dedicada à gestão da segurança, denominada por Hollnagel (2006) como *Safety II*. E, inserida na gestão da segurança, encontra-se a área de engenharia da resiliência, que concentra seus esforços no desenvolvimento de ferramentas com os seguintes objetivos principais: (i) analisar, medir e monitorar a resiliência das organizações em seu ambiente operacional; (ii) melhorar a resiliência de uma organização em relação ao meio ambiente; e (iii) modelar e prever os efeitos de curto e longo prazo das decisões de mudança e gerenciamento de linha sobre a resiliência, entre outros objetivos (Hollnagel, Woods, & Leveson, 2006).

Hollnagel (2011) apresentou um modelo que destaca quatro habilidades e/ou capacidades fundamentais para garantir a resiliência de um sistema. Essas capacidades são: (i) a capacidade de responder a eventos; (ii) a capacidade de monitorar eventos em andamento; (iii) a capacidade de antecipar ameaças e oportunidades futuras; e (iv) a capacidade de aprender com fracassos e sucessos passados. Essas quatro capacidades estão caracterizadas na Figura 1.

Figura 1 - As capacidades de um sistema resiliente.



Fonte: Hollnagel, 2011.

Dentre as habilidades/capacidades definidas por Hollnagel (2011), conforme apresentado na Figura 1, destaca-se o conhecimento como um elemento essencial, atuando

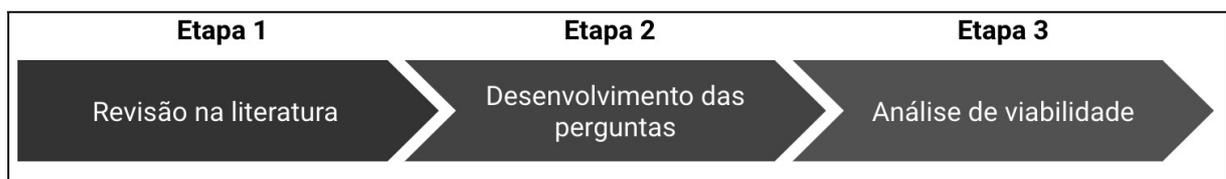
como um catalisador para ativá-las. Portanto, a qualificação desse conhecimento por meio de instrumentos e ferramentas é de suma importância para garantir a resiliência de um sistema. A seguir, será apresentado o processo de desenvolvimento do instrumento.

3. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO INSTRUMENTO

O objetivo principal do desenvolvimento deste instrumento foi proporcionar uma ferramenta para extrair e identificar os fluxos de conhecimento em SSTC, aprimorando assim a compreensão do conhecimento crítico utilizado nas atividades laborais e, conseqüentemente, contribuindo para a resiliência em organizações de alta confiabilidade.

O desenvolvimento do instrumento ocorreu em três etapas distintas, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Etapas de desenvolvimento do instrumento.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na primeira etapa, denominada revisão na literatura, realizou-se uma busca nas principais bases de dados eletrônicas, incluindo Scopus, Web of Science e IEEE Xplore, com o objetivo de encontrar modelos e métodos que enfatizassem a identificação de fluxos de conhecimento em qualquer tipo de sistema, destacando também os elementos utilizados para tal identificação. Nessa busca, foram identificados três modelos que atendiam aos critérios estabelecidos: Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias (2008) e Zhuge (2002). Esses três modelos apresentam diversas características em comum, desde os elementos presentes no fluxo de conhecimento até sua aplicabilidade em sistemas não complexos.

Utilizando esses três modelos como ponto de partida para o desenvolvimento do instrumento, foi realizada uma análise detalhada de cada um deles. Em seguida, foram identificados e definidos os elementos que seriam observados para estabelecer o fluxo de conhecimento em SSTC, a fim de qualificar essa movimentação do conhecimento. Os elementos identificados foram os seguintes: (i) o recurso conhecimento a ser movimentado; (ii) a origem do conhecimento; (iii) o destino do conhecimento; (iv) o canal de movimentação

do conhecimento; (v) o contexto de aplicação; e (vi) as barreiras e/ou facilitadores para o conhecimento.

Iniciou-se a segunda etapa da construção do instrumento, intitulada desenvolvimento das perguntas, após a definição dos elementos observados em um SSTC para estabelecer o fluxo de conhecimento. O Quadro 2 apresenta as perguntas e os elementos observados. Cada pergunta está associada a um objetivo específico, representando um elemento dentro do fluxo de conhecimento que está sendo observado.

As duas primeiras perguntas têm o propósito de ratificar o ESO que está sendo trabalhado, bem como confirmar os conhecimentos críticos já identificados no ESO. Essas confirmações derivam da aplicação do Roteiro CDM, cujo objetivo é extrair conhecimentos críticos em um ESO. O presente instrumento atua como um complemento, aprofundando a qualificação do conhecimento. O Roteiro CDM pode ser consultado em detalhes na publicação de Miranda Jr et al. (2022).

As demais perguntas são conduzidas de forma sequencial no instrumento. Além disso, na segunda coluna do Quadro 2, denominada aspectos na representação do conhecimento, são definidos alguns atributos necessários para representar o fluxo de conhecimento no formato visual, facilitando sua leitura e compreensão. Para a origem do conhecimento, são utilizados os atributos: *source*, *creator*, *get*, *kind* e *input*; e para o destino do conhecimento, os atributos são: *absorption recipient*, *channel*, *barriers* e/ou *facilitators*.

Quadro 2 - Perguntas definidas no instrumento.

Objetivos das perguntas	Aspectos para representação do fluxo de conhecimento
Objetivo: Ratificar o ESO	
De acordo com o Roteiro CDM, no qual um ESO foi enfatizado, seria possível recordar de forma sucinta?	---
Objetivo: Ratificar os conhecimento críticos identificados	
No roteiro anterior, foram destacados conhecimentos críticos que possibilitaram a detecção das pistas e a concepção do plano de ação. Seria possível ratificar esses conhecimentos? Dentre os relacionados, quais são os dois mais relevantes?	---
Objetivo: Origem do conhecimento	
Seria possível compartilhar detalhes acerca da fonte (origem) do conhecimento em questão e fornecer insights adicionais sobre o local onde esse conhecimento surgiu?	<i>Source</i>
Seria possível identificar e compartilhar os principais criadores ou produtores desse	<i>Creator</i>

conhecimento, aqueles que desempenharam um papel fundamental na sua concepção e desenvolvimento?	
Seria possível fornecer uma explicação mais detalhada sobre o processo de obtenção desse conhecimento? Gostaria de compreender melhor como ele foi adquirido, por meio de quais métodos, técnicas ou fontes específicas esse conhecimento foi obtido?	<i>Get</i>
Considerando os tipos clássicos de conhecimento, poderia ser esclarecido em qual categoria ele se enquadra? Seria um conhecimento de natureza tácita, baseado em experiências práticas e implícito nas ações e habilidades, ou um conhecimento explícito, formalizado em documentos ou registros?	<i>Kind</i>
Seria necessário possuir algum conhecimento prévio ou alguma informação específica como pré-requisito para compreender plenamente esse conhecimento em questão? Existem conceitos, noções ou fundamentos que são necessários para estabelecer uma base sólida e facilitar a compreensão completa desse conhecimento? Dos conhecimentos críticos elencados anteriormente, há algum que atua como pré-requisito para os demais?	<i>Input</i>
Como você avalia a acessibilidade a esse conhecimento? Ele está acessível e disponível para todos agentes? Quais medidas foram adotadas para garantir que o conhecimento seja facilmente encontrado, compreendido e utilizado por aqueles que necessitam dele?	---
Como você avalia a credibilidade desse conhecimento? Levando em consideração a confiança na fonte da informação e sua capacidade de fornecer dados precisos e confiáveis.	
Objetivo: Destino do conhecimento	
Com relação à receptividade do destinatário a esse conhecimento foi de fácil assimilação? O conteúdo apresentado foi facilmente compreendido e absorvido pelo destinatário, sem grandes dificuldades ou barreiras de entendimento?	<i>Absorption</i>
Quem foram os principais destinatários deste conhecimento? Quais principais agentes (humanos e não-humanos) foram os principais receptores ou beneficiários desse conhecimento em particular?	<i>Recipient</i>
Como você avalia a precisão desse conhecimento em relação ao momento em que foi disponibilizado? Ele estava disponível em tempo hábil e refletia com precisão as informações atualizadas e relevantes para o contexto em que foi utilizado?	---
Como você avalia a compreensibilidade desse conhecimento? Foi de fácil entendimento e assimilação pelos destinatários, considerando a clareza das informações apresentadas, a organização do conteúdo e a facilidade de compreensão da linguagem utilizada?	---
Objetivo: Canal de movimentação do conhecimento	
De que maneira específica esse conhecimento foi transmitido? Qual meio, mídia ou canal foi utilizado para movimentar esse conhecimento aos destinatários, permitindo que eles tivessem acesso a ele?	<i>Channel</i>
Objetivo: Contexto do conhecimento	
Você consegue visualizar que esse conhecimento pode ser aplicado em outros contextos (ESO) além do atual, ou é mais específico e aplicável apenas neste contexto em particular?	---
Objetivo: Barreiras e/ou facilitadores para o conhecimento	
Durante o deslocamento desse conhecimento, foi possível identificar alguma barreira ou elemento facilitador que possa influenciar a movimentação desse conhecimento? Existem	<i>Barriers and/or Facilitators</i>

obstáculos que dificultam sua disseminação ou fatores que tornam mais fácil a sua transferência entre seus agentes? (Pode-se exemplificar: comunicação, idioma, difícil absorção.	
---	--

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Vale ressaltar também que o instrumento inclui questões que abordam atributos de avaliação do conhecimento, como acessibilidade, credibilidade, precisão e compreensibilidade. A proposta visa aprimorar o instrumento, permitindo não apenas a identificação dos fluxos de conhecimento, mas também a sua avaliação.

Na última etapa, o instrumento foi verificado e aplicado em uma transcrição de entrevista realizada com profissionais da indústria de óleo e gás em ESO, e será detalhada no próximo tópico.

4. APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO

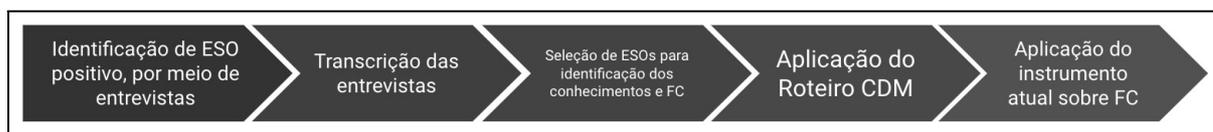
4.1. CONTEXTO E DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO

A viabilidade e aplicação do instrumento foi verificada por meio de uma análise retrospectiva positiva em eventos de segurança operacional (ESO), utilizando, para esse fim, as transcrições de entrevistas realizadas com profissionais da indústria de petróleo e gás. Essas entrevistas foram conduzidas nos anos de 2021 e 2022, com profissionais do setor, com o objetivo de identificar ESO que tiveram um desfecho positivo. Nesses eventos, os profissionais, por meio do seu conhecimento acumulado, conseguiram superar situações negativas e evitar possíveis acidentes. As entrevistas foram conduzidas por pesquisadores da PUCRS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). Vale ressaltar que as entrevistas tinham o intuito de identificar e descobrir ESO com desfecho positivo, e não especificamente de explorar e qualificar o recurso conhecimento.

Após a realização das dinâmicas das entrevistas e a obtenção das transcrições, foram selecionadas duas delas. Inicialmente, foi empregado o Roteiro CDM desenvolvido pelos pesquisadores Miranda Junior et al. (2022), com o propósito de identificar os conhecimentos críticos presentes nos Eventos de Segurança Operacional (ESO). Posteriormente, o presente instrumento foi utilizado para identificar os fluxos de conhecimento nos ESO, a fim de aprimorar a qualificação do conhecimento. As duas primeiras questões do presente instrumento referem-se à validação dos ESO abordados nas entrevistas e à identificação dos conhecimentos críticos.

O instrumento atual representa uma extensão do Roteiro CDM, elaborado por Miranda Junior et al. (2022), visando aprofundar a qualificação desse recurso de conhecimento tão crucial para a capacidade de resiliência. A Figura 3 ilustra a sequência de atividades desenvolvidas para a análise de viabilidade.

Figura 3 - Etapas de análise de viabilidade do instrumento.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O próximo tópico destaca os resultados obtidos por meio da aplicação do instrumento.

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio das transcrições de duas entrevistas, foi possível, inicialmente, validar os ESO e também identificar os conhecimentos críticos associados a cada um. Em seguida, utilizando o presente instrumento, foram identificados diversos fluxos de conhecimento.

No Quadro 3, estão apresentados alguns exemplos de evidências obtidas por meio da aplicação do instrumento.

Quadro 4 - Evidências na aplicação do instrumento atual.

Pergunta	Evidências nas transcrições das entrevistas
De acordo com o Roteiro CDM, no qual um ESO foi enfatizado, seria possível recordar de forma sucinta?	<p><i>ESO1: ESO na operação de offloading dentro de uma plataforma de perfuração e exploração de petróleo.</i></p> <p>-----</p> <p><i>ESO2: Uma turbina danificada que prejudicava a geração de energia dentro da planta de produção de petróleo.</i></p>
No roteiro anterior, foram destacados conhecimentos críticos que possibilitaram a detecção das pistas e a concepção do plano de ação. Seria possível ratificar esses conhecimentos? Dentre os relacionados, quais são os dois mais relevantes?	<p><i>knowledge 1: Experiências passadas no offshore</i></p> <p><i>knowledge 2: O tempo de aproximação do navio</i></p> <p><i>knowledge 3: Tipo de navios</i></p> <p><i>knowledge 4: Equipamentos presentes no navio</i></p> <p><i>knowledge 5: Procedimentos para fazer o offloading</i></p> <p>-----</p> <p><i>Knowledge 1: (Técnico-procedural) Turbina e dos equipamentos que atuam de suporte para a turbina,</i></p>

	<p>como: bomba, acoplamento e pressão.</p> <p><i>Knowledge 2: (Experiência) Experiência no setor de manutenção.</i></p>
<p>Seria possível compartilhar detalhes acerca da fonte (origem) do conhecimento em questão e fornecer insights adicionais sobre o local onde esse conhecimento surgiu?</p>	<p><i>knowledge 1: Experiências passadas no offshore Porque na Marinha do Brasil ela ensina muito, ela trabalha muito o seu psicológico, no momento de dificuldade, você tem que ter um raciocínio mais apurado, e tem que ter a calma para poder tomar a decisão certa, ou você atira, ou vai levar um tiro.</i></p> <p><i>knowledge 5: Procedimentos para fazer o offloading Tem um procedimento específico para o offloading, de acordo com cada função a ser desempenhada, na minha função na função do marinho, desde o maior até o menor.</i></p> <p>-----</p> <p><i>Knowledge 1: Formalizado em documentos e registros.</i></p>
<p>Seria possível fornecer uma explicação mais detalhada sobre o processo de obtenção desse conhecimento? Gostaria de compreender melhor como ele foi adquirido, por meio de quais métodos, técnicas ou fontes específicas esse conhecimento foi obtido?</p>	<p><i>knowledge 1: Treinamento teórico e prático offshore.</i></p> <p><i>knowledge 5: Reuniões presenciais entre gestores da Petrobras e gestão do navio para alinhamento e definição dos procedimentos de acordo com o navio. Reunião presencial entre todos os participantes da operação.</i></p>
<p>Considerando os tipos clássicos de conhecimento, poderia ser esclarecido em qual categoria ele se enquadra? Seria um conhecimento de natureza tácita, baseado em experiências práticas e implícito nas ações e habilidades, ou um conhecimento explícito, formalizado em documentos ou registros?</p>	<p><i>knowledge 1: Tem uma parte que é teórica, mas a grande riqueza encontra-se na mente das experiências acumuladas pelos profissionais.</i></p> <p><i>knowledge 5: Explícito.</i></p> <p>-----</p> <p><i>knowledge 1: Explícito.</i></p> <p><i>knowledge 5: Explícito.</i></p>
<p>Como você avalia a credibilidade desse conhecimento? Levando em consideração a confiança na fonte da informação e sua capacidade de fornecer dados precisos e confiáveis.</p>	<p><i>knowledge 1: Alta, pois com esses conhecimentos ele conseguiu contornar uma situação.</i></p> <p><i>knowledge 5: Alta, pois a definição dos procedimentos é definida desde o cargo mais alto até o operacional.</i></p> <p>-----</p> <p><i>knowledge 1: Alta, pois a empresa além de fornecer as informações da turbina, também atua junto com a equipe de manutenção.</i></p>
<p>De que maneira específica esse conhecimento foi transmitido? Qual meio, mídia ou canal foi utilizado para movimentar esse conhecimento aos destinatários, permitindo que eles tivessem acesso a ele?</p>	<p><i>knowledge 1: Transmissão do conhecimento presencial.</i></p> <p><i>knowledge 5: Transmissão do conhecimento presencial.</i></p>
<p>Durante o deslocamento desse conhecimento, foi possível identificar alguma barreira ou elemento facilitador que possa influenciar a movimentação desse conhecimento? Existem obstáculos que dificultam sua disseminação ou</p>	<p><i>Knowledge 1: Idioma. Profissionais de várias nacionalidades e a comunicação ocorrendo em três idiomas.</i></p> <p><i>knowledge 5: Desalinhamento/choques/divergências de procedimentos estabelecidos entre a Petrobras e a</i></p>

<p>fatores que tornam mais fácil a sua transferência entre seus agentes? (Pode-se exemplificar: comunicação, idioma, difícil absorção.)</p>	<p><i>gestão do navio.</i></p> <p>-----</p> <p><i>knowledge 1: Comunicação com a empresa que desenvolveu a turbina.</i></p>
---	---

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No Quadro 4, são apresentadas algumas perguntas, bem como as respostas retiradas das evidências encontradas nas transcrições das entrevistas. Na segunda linha do Quadro 4, é possível observar a validação dos conhecimentos críticos identificados por meio da aplicação do Roteiro CDM, dos quais foram extraídos quatro conhecimentos relacionados ao primeiro ESO e dois conhecimentos referentes ao segundo ESO. Torna-se evidente a presença de conhecimentos tácitos e explícitos.

Outro aspecto relevante a ser destacado, visando uma melhor caracterização desse conhecimento através dos fluxos de conhecimento, é a origem desses conhecimentos. Nota-se a existência de conhecimentos tácitos acumulados ao longo da carreira dos profissionais, bem como procedimentos estabelecidos para o desenvolvimento das atividades.

Além disso, evidenciou-se a maneira como esse conhecimento é transmitido ao profissional e também qual canal de comunicação é utilizado para esse fim. Foi observado que o formato presencial ainda é amplamente empregado, seja por meio de reuniões, trocas de turno ou mesmo treinamentos. Importante também é a identificação de possíveis obstáculos ou facilitadores na circulação desse recurso de conhecimento. Nas evidências, foram identificados ruídos de comunicação, bem como a influência do idioma utilizado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O recurso conhecimento desempenha um papel crucial na capacidade resiliente das organizações de alta confiabilidade. Por isso a sua qualificação é de extrema importância. Com isso, este estudo propôs um instrumento para identificar os fluxos de conhecimento, comum recorte em ESO, qualificando, dessa forma, melhor o conhecimento. Foram abordados elementos essenciais no fluxo como a origem, destino, canal de movimentação, contexto de aplicação e barreiras/facilitadores associados. Através da análise retrospectiva de ESO dentro da indústria de óleo e gás, utilizando entrevistas com profissionais experientes, o instrumento revelou informações valiosas sobre como o conhecimento se movimenta.

Ao longo do desenvolvimento do instrumento, foram identificados modelos de fluxo de conhecimento existentes que serviram como base para a criação das perguntas. Estes modelos foram cuidadosamente analisados e adaptados para abordar as particularidades dos sistemas sociotécnicos complexos. As perguntas foram estruturadas de forma a abranger desde a origem do conhecimento até sua aplicação prática, considerando também aspectos de avaliação do fluxo, como acessibilidade, credibilidade e compreensibilidade.

Os resultados da aplicação do instrumento nas transcrições de entrevistas demonstraram sua eficácia na identificação dos fluxos de conhecimento. Evidências concretas foram obtidas, ressaltando a importância de conhecimentos tácitos acumulados ao longo da experiência profissional, bem como procedimentos formais estabelecidos para orientar as atividades. Além disso, a forma como o conhecimento é transmitido, incluindo o uso predominante de interações presenciais, foi reveladora.

A análise de viabilidade realizada por meio deste instrumento contribuiu para uma compreensão mais profunda da interação entre conhecimento e resiliência em sistemas sociotécnicos complexos. Em última análise, a criação deste instrumento e sua aplicação bem-sucedida representam um passo importante em direção ao fortalecimento da resiliência organizacional em ambientes complexos. Como resultado, este estudo oferece uma abordagem prática e valiosa para aprimorar a capacidade resiliente de sistemas sociotécnicos complexos.

No entanto, apesar dos avanços alcançados nesta pesquisa, algumas lacunas e oportunidades de trabalhos futuros foram identificadas. Para uma validação mais sólida do instrumento proposto, sugere-se a condução de entrevistas utilizando tanto o instrumento desenvolvido quanto o Roteiro CDM em paralelo. Além disso, há espaço para uma expansão do instrumento. Uma área promissora é a refinagem e melhor qualificação dos atributos utilizados para avaliar os fluxos de conhecimento. A inclusão de critérios mais específicos e detalhados poderia enriquecer a análise e proporcionar uma compreensão mais abrangente das nuances envolvidas na qualificação e movimentação do conhecimento em sistemas sociotécnicos complexos.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Aviação. (2013). Sistema de Consulta e Registro de Ocorrências Aeronáuticas (SISCRO). Informativo SAI 14/20. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/aeroportos-e-aerodromos/informativos-sai/2020-14>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

- An, Y., Han, M., & Park, Y. (2017) Identifying dynamic knowledge flow patterns of business method patents with a hidden Markov model. *Scientometrics* 113, 783–802. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2514-8>.
- Bittarello, K. P. (2014). *O fluxo de conhecimento no ambiente das redes de empresas de base tecnológica*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- 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.
- Hollnagel, E., & Woods, D. D. (2006) Epilogue: Resilience engineering precepts. Resilience engineering: *Concepts and precepts*, p. 347-358.
- Hosseini, S., Barker, K., & Ramirez-Marquez, J. E. (2016). A review of definitions and measures of system resilience. *Reliability Engineering & System Safety*, 145, 47-61. doi:10.1016/j.ress.2015.08.006.
- Khalefa, M. S. (2015). Architecture knowledge flow framework design. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 79(2), 261-271.
- Miranda Junior, J., Potrich, L. N., & Todesco, J. L. (2021). Classificação das abordagens de fluxo de conhecimento por domínio de aplicação: uma análise da literatura. In: *Anais do 11º Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação (ciKi)*, Maringá, PR. Maringá, PR: ciKi.
- Miranda Junior, J., Todesco, J. L., Sell, D, Trierveiler, H. J. (2022). Identificando conhecimentos críticos para fortalecer a capacidade de resposta resiliente. In: *Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação (ciKi)*, Monterrey, México. Monterrey, México: ciKi.
- Nissen, M. E. (2002). An extended model of Knowledge-Flow Dynamics. *Communications of the Association for Information Systems*, vl. 8, Article 18. pp. 251-266.
- Patriarca, R., Bergström, J., Di Gravio, G., & Costantino, F. (2018). Resilience engineering: current status of the research and future challenges. *Safety Science*, 102, 79-100. doi:10.1016/j.ssci.2017.10.005.
- Rodríguez-Elias, O. M., Moran, A. L., Lavandera, J., & Vizcaíno, A. (2008). Applying the KoFI methodology to improve knowledge flows in a manufacturing process. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Software and Data Technologies* (pp. 309-314).
- Venzin, M., von Krogh, G., & Roos, J. (1998). *Future research into knowledge management*. In G. von Krogh & J. Roos (Eds.), *Knowing in firms: understanding, managing and measuring knowledge* (pp. 26-66). Sage Publications.
- Zhugue, H. A knowledge flow model for peer-to-peer team knowledge sharing and management. *Expert Systems with Applications*, v. 23, p. 23-30, 2002.