

FLUXO DE CONHECIMENTO EM SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS COMPLEXOS: UMA PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DO FLUXO NO FORMATO VISUAL

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

***Abstract:** This study proposes a visual representation of knowledge flow in complex sociotechnical systems (SSTCs), which are characterized by the diversity of components and the unpredictability of risks inherent in the interactions among their elements. In a literature review, models were found that guide and define the elements present in the flow, as well as their visual representation, but without encompassing the inherent complexity of SSTCs. To assess its feasibility, an analysis of operational safety events was conducted using transcripts of interviews with professionals in the oil and gas industry. Through the transcripts, it was possible to extract the elements and represent the flow according to the proposal. The proposal proved to be promising and assisted in the qualification of knowledge, thus constituting an alternative for the analysis of knowledge in SSTCs.*

Keywords: Knowledge flow; Knowledge flow representation; complex sociotechnical systems.

***Resumo:** Este estudo propõe uma representação visual do fluxo de conhecimento em sistemas sociotécnicos complexos (SSTC), onde são caracterizados pela diversidade de componentes e da imprevisibilidade dos riscos inerentes às interações entre seus elementos. Em uma revisão na literatura foram encontrados modelos que orientam e definem os elementos presentes no fluxo, bem como sua representação visual, porém sem contemplar a complexidade inerente aos SSTCs. Para avaliar sua viabilidade, conduziu-se uma análise de eventos de segurança operacional, utilizando transcrições de entrevistas com profissionais da indústria de óleo e gás. Por meio das transcrições foi possível extrair os elementos e representar o fluxo de acordo com a proposta. A proposta mostrou-se promissora e auxiliou na qualificação do conhecimento, constituindo assim uma alternativa para a análise do conhecimento em SSTC.*

Palavras-chave: Fluxo de conhecimento; Representação de fluxo de conhecimento; 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: *Este estudio propone una representación visual del flujo de conocimiento en sistemas sociotécnicos complejos (SSTC), que se caracterizan por la diversidad de componentes y la imprevisibilidad de los riesgos inherentes a las interacciones entre sus elementos. En una revisión de la literatura, se encontraron modelos que guían y definen los elementos presentes en el flujo, así como su representación visual, pero sin abarcar la complejidad inherente de los SSTC. Para evaluar su viabilidad, se llevó a cabo un análisis de eventos de seguridad operativa utilizando transcripciones de entrevistas con profesionales de la industria del petróleo y el gas. A través de las transcripciones, fue posible extraer los elementos y representar el flujo de acuerdo con la propuesta. La propuesta resultó ser prometedora y ayudó en la calificación del conocimiento, constituyendo así una alternativa para el análisis del conocimiento en los SSTC.*

Palabras clave: *Flujo de conocimiento; Representación del flujo de conocimiento; sistemas sociotécnicos complejos*

1 INTRODUÇÃO

Sistemas sociotécnicos complexos são permeados por uma grande diversidade de elementos, tais como pessoas, tecnologia, ambiente físico, procedimentos e regulamentações e são reconhecidos pelas incertezas e imprevisibilidades das interações entre tais elementos (Saurin & Sosa, 2019; Schneider, 2019). São exemplos de sistemas sociotécnicos complexos: usinas nucleares, aviação, plantas petroquímicas, sistemas de saúde, entre outros.

Os pesquisadores Saurin e Sosa (2013) delinearão quatro características de sistemas sociotécnicos complexos: (i) uma quantidade expressiva de elementos que interagem dinamicamente; (ii) ampla diversidade de elementos; (iii) variações previamente previsíveis; e (iv) resiliência. A resiliência é considerada um dos principais atributos em sistemas sociotécnicos complexos, pois a partir dela são efetivadas respostas e adaptações para lidar com incertezas e riscos inerentes à complexidade da composição dos SSTCs e a imprevisibilidade de parte dessas atividades.

Com o objetivo de apoiar a resiliência em SSTC, Hollnagel e Woods (2006) destacam que o conhecimento é um elemento essencial para fortalecer as capacidades resilientes desses sistemas. Segundo Hollnagel (2011), para que um sistema possa ter um desempenho resiliente, são necessárias, em princípio, quatro habilidades: (1) conhecimento do que fazer (capacidade de responder); (2) conhecimento do que observar (capacidade de monitorar); (3) conhecimento de prever (capacidade de antecipar); e (4) conhecimento do que ocorreu (capacidade de aprender). O conhecimento, seguindo tal definição, é fator fundamental para habilitar as três primeiras capacidades, e a aprendizagem é qualificada como essencial para retroalimentação e fortalecimento do sistema (Hollnagel, 2011).

Portanto, fica clara a necessidade de qualificar e explicitar o conhecimento, que habilita os SSTCs a monitorarem, anteciparem e responderem a eventos inesperados. Uma forma de qualificar esse conhecimento é explorar o conceito de fluxo de conhecimento, pois ele permite observar diversos elementos em movimento. Na literatura, encontramos alguns modelos e métodos que destacam a utilização do conceito de fluxos de conhecimento, como os trabalhos de 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. No entanto, esses modelos se baseiam em sistemas não considerados complexos, não refletindo, portanto, a realidade de um ambiente sociotécnico complexo. Essa foi a principal lacuna e motivação identificada para o desenvolvimento da presente pesquisa, cujo objetivo principal é propor uma representação visual para o fluxo de conhecimento em sistemas sociotécnicos complexos.

A estrutura do artigo é a seguinte: primeiramente, apresentamos uma revisão conceitual sobre sistemas sociotécnicos complexos, fluxo de conhecimento e sobre representações visuais aplicadas para suporte à análise de fluxos de conhecimentos. Em seguida, detalhamos o processo de desenvolvimento da representação proposta. Posteriormente, delineamos a proposta de representação do fluxo de conhecimento. A viabilidade do instrumento é demonstrada na sequência. Finalmente, na última seção, apresentamos as considerações finais da pesquisa, abordando também as possibilidades para trabalhos futuros e as limitações do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. SISTEMA SOCIOTÉCNICO COMPLEXO

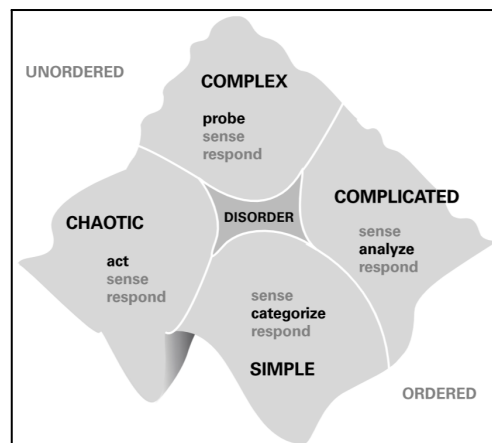
Para compreendermos o conceito de sistemas sociotécnicos complexos, podemos partir da premissa de que um sistema é definido como uma construção mental de uma organização, contendo uma coleção de objetos inter-relacionados em uma determinada estrutura, formando um todo (uma unidade) com alguma funcionalidade que o identifica como tal (Alves, 2012). Quando ocorre uma interação forte e intensiva de conhecimento com tecnologias dentro do ambiente de trabalho, temos um sistema sociotécnico caracterizado.

No entanto, para entender a complexidade nesse contexto, podemos recorrer aos pesquisadores Snowden e Boone (2007), que desenvolveram o *framework* Cynefin. Segundo

eles, dependendo do ambiente (domínio) no qual a organização está inserida, a percepção e a análise para resolver situações variam. Dessa forma, eles criaram o Cynefin com o propósito de auxiliar na determinação do contexto operacional predominante, permitindo tomar decisões mais adequadas e precisas.

O *framework* Cynefin engloba quatro domínios: (i) simples, (ii) complicado, (iii) caótico e (iv) complexo. Na Figura 1, esse *framework* é sintetizado em cada um de seus domínios.

Figura 1 - *Framework* Cynefin.



Fonte: Snowden e Boone (2007).

O primeiro domínio apresentado pelos autores foi definido como "simples", caracterizando-se principalmente pela estabilidade e pelas relações claras de causa e efeito em suas atividades. No cenário denominado pelos autores como "complicado", ao contrário do contexto simples, embora haja uma relação entre causa e efeito, podem existir vários caminhos para solucionar uma determinada situação, necessitando, portanto, de um processo analítico. O terceiro domínio definido pelos autores é o "caótico", sendo um contexto de grande turbulência. Nesse domínio, não existe uma resposta certa. Por fim, no domínio "complexo", ao contrário do contexto complicado, em que existe pelo menos uma resposta certa, as respostas certas são difíceis e não podem ser descobertas. O entendimento, nesse contexto, ocorre somente de forma retrospectiva, pois os padrões de mudança se alteram rapidamente. O contexto complexo é marcado por imprevisibilidades e incertezas nas atividades.

Dessa forma, fica evidente que em ambientes sociotécnicos complexos ocorre uma interação intensiva entre conhecimento e tecnologia no ambiente de trabalho, tendo a incerteza e a imprevisibilidade como duas características presentes nesse domínio. No próximo tópico, será abordado o tema do fluxo de conhecimento.

2.2. FLUXO DE CONHECIMENTO

Na literatura, existem várias definições de fluxo de conhecimento, e a presente pesquisa adota como conceito norteador aquele definido pelo pesquisador Zhuge (2002). Ele enfatiza que o fluxo de conhecimento é um processo de transferência de conhecimento entre pessoas ou mecanismos de processamento de conhecimento. Esse processo possui três atributos cruciais: direção, conteúdo e portador, que, respectivamente, determinam o emissor e o receptor, o conteúdo do conhecimento compartilhável e a mídia capaz de transmitir o conteúdo.

Em sua revisão da literatura, Bittarello (2014) ressaltou várias definições do termo fluxo de conhecimento, abordando diferentes níveis de análise. O Quadro 1 apresenta algumas das definições destacadas pela autora.

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.
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.

Fonte: adaptado de Bittarello (2014).

Em uma pesquisa realizada, os autores Miranda Júnior, Potrich e Todesco (2021) examinaram a motivação e a aplicabilidade do conceito de fluxo de conhecimento em organizações. Três motivações foram descobertas e categorizadas: (i) uso do fluxo de conhecimento para melhorar os processos organizacionais, (ii) uso do fluxo de conhecimento para apoiar a alta gestão organizacional e (iii) uso do fluxo de conhecimento para fomentar a

inovação organizacional. Independentemente do objetivo, o recurso do conhecimento foi destacado e qualificado pelos elementos presentes no fluxo.

De maneira similar, Nissen (2002) reitera que o principal propósito de um fluxo de conhecimento é viabilizar a transferência de capacidades e experiências de onde o conhecimento está localizado (origem) para onde é necessário (destino). Entretanto, ele destaca que diversos fatores podem facilitar ou dificultar esse movimento do conhecimento, incluindo a capacidade de absorção do destinatário, a motivação da origem para transmitir o conhecimento e o ruído no canal de comunicação, entre outros. Esses são elementos relevantes na representação do fluxo de conhecimento. É válido ressaltar que dentre as três epistemologias (cognitivista, conexionista e autopoietica) definidas para uma melhor compreensão do termo conhecimento pelos autores Venzin, Von Krogh e Roos (1998), a presente pesquisa se encaixa na visão conexionista. No próximo tópico, serão apresentadas algumas formas de representar o fluxo de conhecimento.

2.3. REPRESENTAÇÃO DO FLUXO DE CONHECIMENTO

Na literatura, existem registros do uso de várias ferramentas e tecnologias para representar o fluxo de conhecimento. Algumas das técnicas e linguagens empregadas na representação incluem diagrama de sequência, diagrama de estados, gráficos interativos, *Extensible Markup Language* (XML) e grafos. O Quadro 2 apresenta exemplos de trabalhos que utilizaram essas abordagens.

Quadro 2- Representação de fluxo de conhecimento.

Autores (ano)	Tecnologia utilizada	Ambiente de aplicação
Khalefa et al. (2015)	Fluxograma	Sistema sociotécnico simples e complicado
Rodríguez-Elias et al. (2008)	Gráfica rica	Sistema sociotécnico simples e complicado
Zhuge (2002)	XML	Sistema sociotécnico simples e complicado

Fonte: Autores, (2023).

Os autores Khalefa et al. (2015) ilustram os elementos fundamentais de um fluxo de conhecimento (origem, destino e o recurso conhecimento) por meio de um fluxograma.

Por sua vez, os pesquisadores Rodríguez-Elias et al. (2008) apresentaram o *Knowledge Flow Identification* (KoFI), um método destinado a auxiliar na análise dos

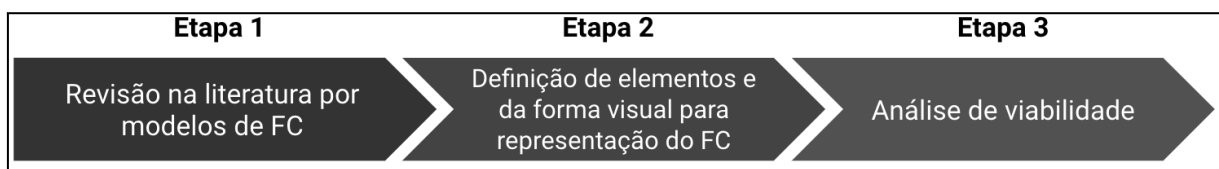
processos organizacionais a partir da perspectiva do fluxo de conhecimento. O KoFI é estruturado em um conjunto de etapas e tarefas que podem ser realizadas para examinar fluxos de conhecimento em processos de negócios. Uma das etapas do KoFI envolve a representação do fluxo de conhecimento, na qual os pesquisadores empregaram a técnica de gráficos interativos.

Finalmente, Zhuge (2002) propôs um modelo de fluxo de conhecimento que viabiliza o compartilhamento e a gestão de conhecimento ponto a ponto em equipes colaborativas. Nesse modelo, o pesquisador definiu a direção, o conteúdo e o portador como atributos principais em um fluxo, os quais, por sua vez, determinam o emissor, o receptor, o conteúdo do conhecimento compartilhável e o meio de transmissão (canal de comunicação) pelo qual o conhecimento (recurso do conhecimento) é transferido da origem ao destino. Nesse modelo, Zhuge (2002) representou o fluxo de conhecimento por meio do XML.

3. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO DE FLUXO DE CONHECIMENTO EM SSTC

O principal objetivo da elaboração dessa proposta foi fornecer elementos e componentes visuais para representar os fluxos de conhecimento em SSTC, aprimorando, dessa forma, a compreensão do conhecimento crítico empregado nas atividades laborais e, por conseguinte, contribuindo para a resiliência em organizações de alta confiabilidade. O desenvolvimento do instrumento transcorreu em três etapas distintas, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Etapas de desenvolvimento do instrumento.



Fonte: Autores (2023).

Na primeira fase, denominada "revisão na literatura por modelos de fluxo de conhecimento", foi realizada 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 se concentraram na identificação de fluxos de conhecimento em diferentes tipos de sistemas,

bem como destacam os elementos utilizados para tal identificação. Durante essa revisão, foram identificados três modelos que satisfaziam os critérios predefinidos: Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias (2008) e Zhuge (2002). Esses modelos serviram como base para a construção da representação proposta.

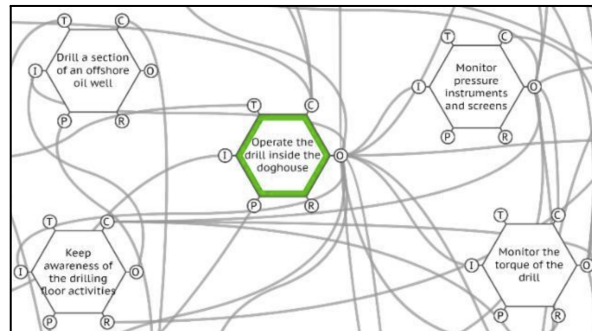
Na segunda etapa, com base nos elementos encontrados nos três modelos selecionados, o objetivo foi determinar quais elementos estariam presentes na representação do fluxo de conhecimento. Essas escolhas foram fundamentadas nos elementos que melhor se adequam a ambientes complexos. Nessa etapa também foi definido como seria a representação visual de cada elemento. Na última fase, a representação proposta foi verificada e aplicada a uma transcrição de entrevista realizada com profissionais da indústria de petróleo e gás em um ESO. Essa aplicação será detalhada no próximo tópico.

4. PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO FLUXO DE CONHECIMENTO EM SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS COMPLEXOS

O objetivo primordial ao desenvolver esta proposta de representação de fluxo de conhecimento em SSTC foi oferecer um método visual para o registro e análise dos elementos presentes em um fluxo em ambientes complexos. Isso se faz necessário uma vez que, apesar da existência de representações de fluxo, estas tendem a se limitar a ambientes não complexos. Isso, por sua vez, simplifica a compreensão da qualificação e explicitação do recurso conhecimento.

Como fonte de inspiração para essa proposta, adotou-se a ferramenta FRAM (*Functional Resonance Analysis Method*). O FRAM é um método empregado para analisar a ressonância funcional em ambientes complexos. No entanto, antes de realizar a análise propriamente dita, é necessário efetuar a modelagem e representação visual das funções (ou atividades) de uma operação específica. Essa representação é realizada por meio de um elemento hexagonal, no qual cada ponto (vértice) do hexágono é utilizado para registrar um aspecto a fim de qualificar a atividade. As linhas representam a interligação entre as funções. A Figura 3 apresenta um exemplo de modelagem de uma operação usando o FRAM.

Figura 3 - Exemplo de utilização do FRAM.



Fonte: França e Hollnagel (2019).

Dessa maneira, a presente proposta de representação do fluxo de conhecimento para sistemas sociotécnicos complexos incorpora quatro elementos essenciais de um fluxo de conhecimento, a saber: (i) os atores (fonte/emissor e destino/receptor); (ii) o canal e direção; (iii) o objeto a ser compartilhado (conhecimento); e (iv) o contexto de aplicação. Esses elementos foram derivados dos trabalhos de Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias et al. (2008) e Zhuge (2002). Para representar os elementos de origem e destino do conhecimento, o hexágono também foi empregado, sendo que em cada vértice do hexágono um aspecto é registrado para sua qualificação. O Quadro 3 detalha cada um destes elementos de forma minuciosa.

Quadro 3- Representação visual de fluxo de conhecimento em SSTC

Elemento	Representação
Origem e destino do conhecimento	
Objeto a ser compartilhado (conhecimento)	
Canal de comunicação e direção	
Contexto da aplicação	

Fonte: Autores, (2023).

Como anteriormente referido, para os elementos de origem e destino do conhecimento dentro do fluxo, são abordados seis aspectos individuais, a fim de qualificar o conhecimento

que está sendo transferido. No Quadro 4, são detalhadas as descrições de cada um desses aspectos.

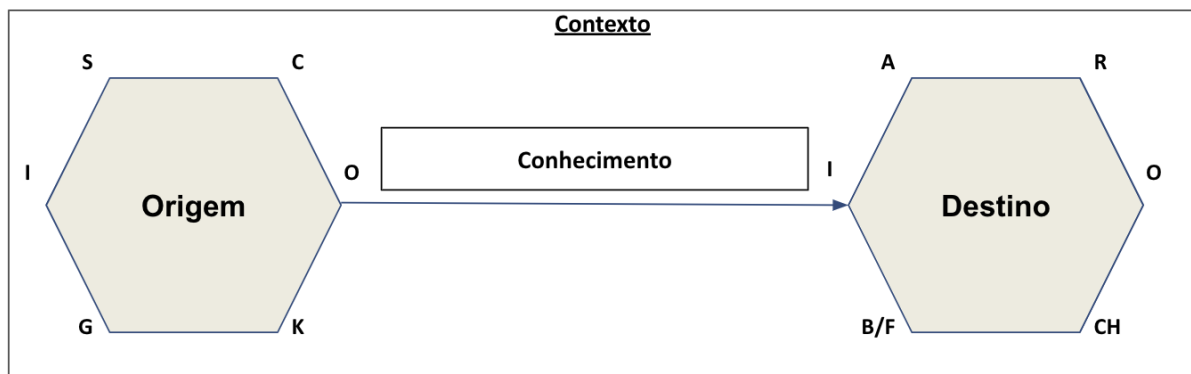
Quadro 4- Aspectos na origem, destino, canal e barreiras/facilitadores do conhecimento.

Elemento correspondente no fluxo de conhecimento	Aspecto no hexágono	Fonte	Descrição
Origem	<i>Input</i>	Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias et al. (2008) e Zhuge (2002)	Aspecto com objetivo de registrar se houve algum outro conhecimento complementar ao conhecimento principal.
	<i>Source</i>	Rodríguez-Elias et al. (2008)	Aspecto com objetivo de registrar a origem do recurso conhecimento, podendo ser agentes humanos e não humanos.
	<i>Creator</i>	Proposta da presente pesquisa	Aspecto com objetivo de registrar a fonte do conhecimento, ou seja, de onde surgiu o conhecimento, que chegou na origem (<i>source</i>).
	<i>Output</i>	Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias et al. (2008) e Zhuge (2002)	Aspecto com objetivo de registrar qual conhecimento será movimentado.
	<i>Kind</i>	Rodríguez-Elias et al. (2008)	Aspecto com objetivo de registrar qual o tipo de conhecimento que estará em movimento.
	<i>Get</i>	Proposta da presente pesquisa	Aspecto com objetivo de registrar como foi obtido esse conhecimento.
Destino	<i>Absorption</i>	Proposta da presente pesquisa	Aspecto com objetivo de registrar como foi a capacidade de absorção do conhecimento que foi movimentado.
	<i>Recipient</i>	Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias et al. (2008) e Zhuge (2002)	Aspecto com objetivo de registrar para quem foi destinado esse conhecimento.
	<i>Input</i>	Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias et al. (2008) e Zhuge (2002)	Aspecto com objetivo de registrar se o conhecimento principal chegou ao destinatário.
Canal e direção	<i>CHannel</i>	Khalefa et al. (2015), Rodríguez-Elias et al. (2008) e Zhuge (2002)	Aspecto com objetivo de registrar qual o canal de comunicação utilizado para movimentação
	<i>Barriers and/or Facilitators</i>	Proposta da presente pesquisa	Aspecto com objetivo de registrar ocorrências de barreiras e/ou facilitadores para a movimentação do conhecimento.

Fonte: Autores, (2023).

Na Figura 4 apresenta-se a proposta de representação do fluxo de conhecimento em SSTC com todos os seus elementos. Vale lembrar que nas pontas do hexágono estão as iniciais dos aspectos definidos.

Figura 4 - Proposta para representação de fluxo de conhecimento em SSTC.



Fonte: Autores (2023).

Na última etapa, a proposta de representação de fluxo de conhecimento em SSTC foi verificada e aplicada, por meio de transcrições de entrevista realizada com profissionais da indústria de óleo e gás em ESO, e será detalhada no próximo tópico.

5. APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO

5.1. CONTEXTO E DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO

A viabilidade e aplicação da proposta de representação de fluxo de conhecimento em SSTC foram avaliadas por meio de uma análise retrospectiva positiva em ESO, sendo a delimitação da pesquisa. Os ESOs podem ser definidos como quaisquer atividades que resultaram em um acidente/incidente, abrangendo várias categorias, como física, ambiental, ecológica, entre outras, bem como quase acidentes (Agência Nacional de Aviação, 2013).

Usando transcrições de entrevistas realizadas com profissionais da indústria de petróleo e gás nos anos de 2021 e 2022, com o propósito de identificar ESOs que tiveram desfechos positivos devido ao conhecimento acumulado, foi possível identificar os elementos presentes nos fluxos de conhecimento e, como resultado, visualmente representar seus fluxos conforme proposto neste estudo. É importante ressaltar que a extração dos elementos ocorreu através de dois instrumentos aplicados de forma sequencial. Primeiro, foi utilizado o instrumento para extrair os conhecimentos críticos, conforme definido pelos autores Miranda Junior et al. (2022). Posteriormente, com um segundo instrumento, foram extraídos os elementos do fluxo de conhecimento. O próximo tópico abordará os resultados obtidos por meio da aplicação do instrumento nesta pesquisa.

5.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da implementação de dois instrumentos (roteiros), um descrito em Miranda Junior et al. (2022) e o segundo a presente proposta, onde cada são compostos por perguntas específicas, destinadas primeiramente à extração de conhecimentos críticos de um ESO e, posteriormente, aos fluxos de conhecimento estabelecidos, foi possível validar a representação do fluxo de conhecimento em SSTC. No Quadro 5, são fornecidos exemplos de evidências obtidas a partir da utilização desses instrumentos. A primeira coluna apresenta as perguntas contidas nos instrumentos, enquanto a segunda coluna exhibe as evidências das respostas dos profissionais. As três primeiras perguntas no Quadro 5 se relacionam ao primeiro instrumento, enquanto as perguntas subsequentes tratam do segundo instrumento.

Quadro 5 - Evidências na aplicação dos instrumentos.

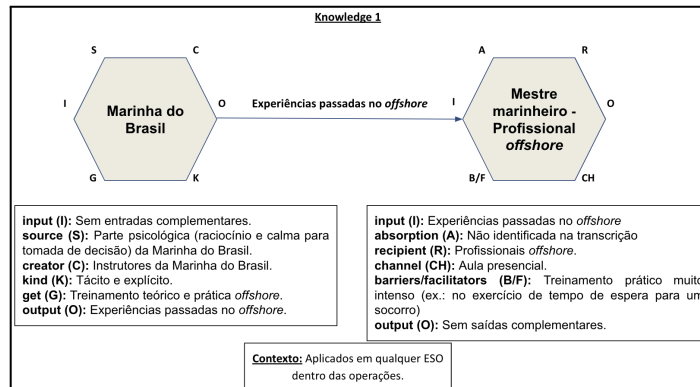
Pergunta	Evidências nas transcrições das entrevistas
Descreva brevemente o (ou um) evento de segurança operacional que poderia ter sido um grave acidente, mas não foi? E porque?	<i>Dentro da operação de offloading, nós estávamos recolhendo o cabo da armação, que é o “sanso”, entre as conexões dos dois ladrilhos, que faz a amarração entre os ladrilhos, e teve um momento que o marinheiro que estava trabalhando comigo, ele foi, tentar tirar, o cabo, que chamamos na linguagem marítima, o cara morreu, quando fica preso entre uma perna e outra, então ficou preso ali, e ele foi bater com o pé para tirar, coisa que nunca se deve fazer; o que aconteceu, quando ele bateu, o cabo enrolou no pé dele e ele foi para cima do guincho.</i>
Quais conhecimentos foram utilizados para interpretar estas informações e encontrar possíveis soluções?	<i>Quando acontece isso, o que eu faço, eu seguro o guincho e mando o cara ir lá puxar, ele vai tencionar um pouco mais, e eu vou “pagar” ele aqui, “pagar” quer dizer folgar, então ele está tensionado e eu folgando o cabo vai soltar. Se eu não conseguir fazer isso, tenho outra solução, eu vou folgar mais o meu guincho, colocar ele num equipamento que chamamos de cabeça, faço um oito com o cabo, ele vai tencionar lá e o cabo vai soltar.</i>
A partir do diagnóstico/análise do evento foi estabelecido um plano de ação ou similar? Como e para quê?	<i>Foi identificado três soluções para o problema - Então eu tinha naquele momento outras soluções para evitar o problema do estrangulamento do cabo no carretel. Solução escolhida: Mas aí, naquele momento eu tive bastante tranquilidade, chamei o guarda do navio. Mandeí eles pararem de recolher o cabo, e soltar o cabo, e aí, movimentei o guincho, tranquilamente para cá, ele ficou preso com o pé, fui rodando o guincho ao contrário, o pé dele folgou, fui lá distorci o cabo e tirei ele de lá.</i>
De acordo com o Roteiro CDM, no qual um ESO foi enfatizado, seria possível recordar de forma sucinta?	<i>ESO na operação de offloading dentro de uma plataforma de perfuração e exploração de petróleo.</i>
No roteiro anterior, foram destacados conhecimentos críticos que possibilitaram a detecção das pistas e a	<i>knowledge 1: Experiências passadas no offshore knowledge 2: O tempo de aproximação do navio</i>

<p>concepção do plano de ação. Seria possível ratificar esses conhecimentos? Dentre os relacionados, quais são os dois mais relevantes?</p>	<p><i>knowledge 3: Tipo de navios</i> <i>knowledge 4: Equipamentos presentes no navio</i> <i>knowledge 5: Procedimentos para fazer o offloading</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</i> <i>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> <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>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> <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> <i>knowledge 5: Explícito.</i></p>

Fonte: Autores (2023).

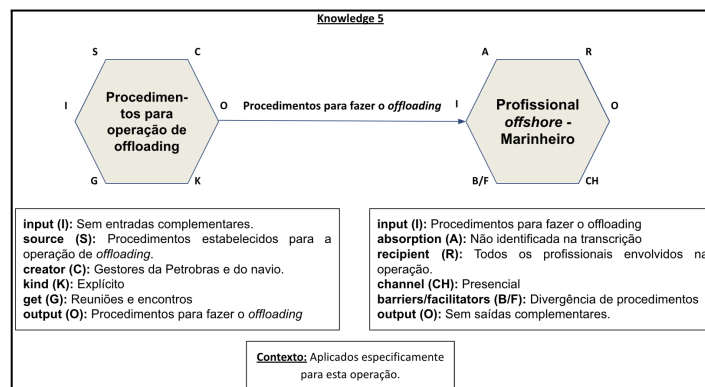
Com base nas respostas obtidas por meio dos instrumentos, os elementos foram identificados para representar o fluxo de conhecimento nos eventos de segurança operacional (ESOs) abordados nas entrevistas. Foi observado que o ESO em questão estava relacionado com a "operação de offloading em uma plataforma de perfuração e exploração de petróleo". A partir dessa situação, foram extraídos cinco conhecimentos críticos, a saber: (1) experiências passadas em operações offshore; (2) tempo de aproximação do navio; (3) tipos de navios envolvidos; (4) equipamentos presentes no navio; e (5) procedimentos para conduzir o offloading. Os conhecimentos 1 e 5 foram explorados ao longo dos instrumentos e também foram sujeitos a validação para representação nos fluxos de conhecimento. As Figuras 5 e 6 apresentam visualmente esses fluxos como resultado dessa validação.

Figura 5 - Fluxo de conhecimento do primeiro conhecimento identificado.



Fonte: Autores (2023).

Figura 6 - Fluxo de conhecimento do primeiro conhecimento identificado.



Fonte: Autores (2023).

Destaca-se que a representação visual dos fluxos de conhecimento está diretamente ligada aos instrumentos empregados para extrair os elementos a serem representados. Por fim, é importante ressaltar que a proposta de representação visual do fluxo de conhecimento possibilita uma compreensão aprimorada dos fluxos presentes em um SSTC. A partir dessa compreensão, torna-se mais evidente a qualificação desses conhecimentos críticos que estão em movimento, permitindo que as organizações aprendam com essas descobertas institucionalizando procedimentos, planos de trabalho, e melhorando a cultura organizacional, entre outros meios.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo abordou a proposta de representação visual para o fluxo de conhecimento em sistemas sociotécnicos complexos (SSTC). A pesquisa introduziu uma

abordagem inovadora e diferenciada para visualizar o fluxo de conhecimento em ambientes complexos, levando a resultados significativos e promissores. Através da análise de eventos reais na indústria de óleo e gás, foi possível verificar a aplicabilidade e eficácia da proposta em um contexto prático.

A pesquisa atingiu seu objetivo ao apresentar uma representação visual inovadora para o fluxo de conhecimento em sistemas sociotécnicos complexos. Essa conquista deixa um legado valioso de contribuições tanto no âmbito acadêmico quanto profissional. Na academia, o conceito de fluxo de conhecimento evoluiu com uma nova forma de representação em ambientes complexos. Para o cenário profissional, uma ferramenta inovadora foi disponibilizada para organizações, auxiliando em suas atividades cotidianas. Apesar de ter alcançado uma proposta sólida para representar visualmente o fluxo de conhecimento em sistemas sociotécnicos complexos, existem diversas oportunidades para aprofundamento e desenvolvimento futuro. Algumas direções possíveis para pesquisas subsequentes incluem a aplicação da proposta de representação de fluxo de conhecimento em outras áreas igualmente complexas, como saúde e construção civil, bem como a incorporação de atributos de qualidade para avaliação dos fluxos.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi realizado com o apoio do Fundo Estadual de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior (FUMDES), por meio do programa UNIEDU.

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.
- Alves, J. B. da M. (2012). *Teoria geral de sistemas: em busca da interdisciplinaridade*. Florianópolis: Instituto Stela.
- 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.
- França, J. E. M., Hollnagel, E., & Woods, D. D. (2019). *Recognition and analysis of human factors and non-technical skills using the Functional Resonance Analysis Method*

- (FRAM). In: Anais do 9º Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação (ciKi), Porto Alegre, RS: ciKi.
- 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.
- 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*. Vol. 8, Article 18. pp. 251-266.
- Rodríguez-Elias, O. M., Moran, A. L., Lavandera, J., & Vizcaino, 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).
- Saurin, T. A., & Sosa, S. (2013). *Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: a case study of a control room in an oil refinery*. *Applied Ergonomics*, 44(5), 811-823.
- Schneider, V. (2019). *A coerência dos símbolos que unem agentes em contextos sociotécnicos de coprodução*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Recuperado de <http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2019/05/Viviane-Schneider-Tese.pdf>. Acesso em: 10 de julho de 2023.
- Snowden, D. J., & Boone, M. E. (2007). *A leader's framework for decision making*. *Harvard Business Review*, 85(11), 69-76.
- 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.
- Zhuge, H. *A knowledge flow model for peer-to-peer team knowledge sharing and management*. *Expert Systems with Applications*, v. 23, p. 23-30, 2002.