

## FRAMEWORK PARA ANÁLISE DA RESILIÊNCIA EM OPERAÇÕES INTEGRADAS DA INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS

Denilson Sell<sup>1</sup>;

Viviane Schneider <sup>2</sup>;

Paulo Selig<sup>3</sup>;

Aran Bey Tcholakian Morales<sup>4</sup>;

Jose Leomar Todesco<sup>5</sup>

***Abstract:** Complexity and instability are elements present in the oil and gas industry, making it challenging to predict and deal with all the elements that may impact the safety of your operations. In this sense, knowledge is considered a fundamental factor to confer resilience in this sector. This article presents a knowledge-oriented resilience assessment framework. The framework consists of a knowledge model that represents elements that condition human performance and determine the potential for resilience. The framework was established based on an interdisciplinary approach, mobilizing specialists in several areas. The approach involved a review of the literature and initiatives in various sectors, the experimental development of technologies and an experimental application with organizations involved in oil and gas sector.*

***Keywords:** Knowledge engineering; Resilience; Human factors; Resilience assessment.*

**Resumo:** Complexidade e instabilidade são elementos presentes na indústria de óleo e gás, tornando desafiador prever e lidar com todos os elementos que podem impactar a segurança de suas operações. Nesse sentido, o conhecimento é considerado um fator fundamental para conferir resiliência neste setor. Este artigo apresenta uma estrutura de avaliação de resiliência orientada para o conhecimento. O framework é composto por um modelo de conhecimento que representa elementos que condicionam o desempenho humano e determinam o potencial de resiliência. O framework foi estabelecido por meio de uma abordagem interdisciplinar, mobilizando especialistas em diversas áreas. A abordagem envolveu uma revisão da literatura e iniciativas em

---

<sup>1</sup> Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis – Brasil. Correio eletrônico: denilson@stela.org.br

<sup>2</sup> Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. Correio eletrônico: viviane.sch@gmail.com

<sup>3</sup> Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. Correio eletrônico: pauloselig@gmail.com

<sup>4</sup> Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. Correio eletrônico: aran@stela.org.br

<sup>5</sup> Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. Correio eletrônico: titetodesco@gmail.com

vários setores, o desenvolvimento experimental de tecnologias e uma aplicação experimental com organizações envolvidas no setor de óleo e gás.

*Keywords: Engenharia do conhecimento; Resiliência; Fatores humanos; Avaliação da Resiliência.*

## 1. INTRODUÇÃO

As atuais configurações do mundo do trabalho, com a crescente multiplicidade das variáveis que incidem sobre a gestão dos riscos e segurança a que estão expostas as organizações, tornam mais complexas a governança e a gestão de operações em especial em setores como de óleo e gás. Acidentes no setor de óleo e gás são críticos por motivos humanos, sociais, ambientais e econômicos. Nesta área, os fatores humanos merecem atenção especial, pois são aspectos fundamentais para a gestão de riscos e segurança.

Abordagens contemporâneas em áreas reconhecidas pela excelência na gestão da segurança, como na aviação, procuram integrar os fatores humanos e os princípios da engenharia de resiliência, examinando igualmente o desempenho humano, as condições de trabalho, os fatores tecnológicos, fisiológicos, psicológicos, sociológicos e gerenciais, bem como a dinâmica de sistemas sob restrições financeiras, operacionais e de risco. Com base em uma abordagem interdisciplinar envolvendo a engenharia de resiliência e do conhecimento, além de diversas outras disciplinas, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um arcabouço com o objetivo de apoiar o desempenho operacional para prevenir acidentes e mitigar riscos, e orientar a formação de uma cultura de segurança nas operações integradas no setor de óleo e gás.

### 1.1 FATORES HUMANOS SOB A ÓTICA DE SEGURANÇA E RESILIÊNCIA

Considerando a complexidade da indústria de óleo e gás as bases conceituais deste estudo estão associadas à engenharia de resiliência e fatores humanos. A engenharia de resiliência (ER) tornou-se mais amplamente conhecida a partir de 2004, entretanto, o conceito de resiliência já vem sendo abordado desde muito antes (Carim Junior & Saurin; 2013). A psicologia e a sociologia são campos de estudo que se referem à resiliência como a habilidade humana de se adaptar a situações adversas. O conceito também é utilizado

nas engenharias, ecossistemas e segurança, que enfocam a resiliência nos sistemas; além da gestão e ciências políticas. No presente estudo, utiliza-se o conceito proposto por Hollnagel (2011) que define resiliência como a habilidade intrínseca de um sistema adaptar seu funcionamento antes, durante ou após alguma mudança ou desordem, a fim de manter as operações necessárias, sob condições esperadas e inesperadas. A ER tem como objetivo a compreensão de como a resiliência se manifesta em diferentes contextos para, com base nisso, desenvolver princípios e práticas de projeto que criem condições favoráveis para a resiliência dos sistemas sócio técnicos complexos, como no âmbito das operações do setor de óleo e gás.

De acordo com Costella, Saurin, & de Macedo Guimarães (2009) e Carim Junior & Saurin (2013), sistemas resilientes apresentam princípios tais como comprometimento da alta direção, o qual considera a segurança como valor-chave da empresa ainda que, se configure ou mesmo porque se configure, como um limite à pressão por produção. A aprendizagem vivenciada a partir do cotidiano, do trabalho como forma de monitorar os procedimentos de forma sistemática é um princípio mais efetivo do que somente ativada por um incidente ou acidente. Desta forma deve-se buscar a redução da “distância entre o trabalho como imaginado pelos gerentes e como realizado pelos operadores” (Carim Junior & Saurin, 2013, p.777). Além disso, os atores citam a flexibilidade e a consciência, princípios fundamentais neste estudo, visto que “implica em que o pessoal operacional seja capaz e autônomo para tomar decisões importantes sem esperar por instruções dos gerentes” (Carim Junior & Saurin, 2013, p.776), e que sejam conscientes sobre “seu desempenho e do estado das barreiras contra acidentes em relação ao limite da perda de controle. A consciência permite antecipar mudanças nos riscos e avaliar os trade-offs (conflito de escolha) entre segurança e produção” (Carim Junior & Saurin, 2013, p. 778).

Nesse contexto, é crescente a compreensão de que os acidentes de trabalho, para além de fenômenos fortuitos ou individuais, implicam fatores sociais e organizacionais (Hovden, Albrechtsen & Herrera, 2010). A complexidade de variáveis que interagem na ocorrência de um acidente requer compreender a dinâmica das relações sociais (Areosa & Dwyer, 2010) e tal realidade impacta na ação das pessoas de modo que uma possível resposta seria o estabelecimento de um ambiente de confiança para neutralizar essa sensação (Fischer, 2008). O olhar sobre estas dimensões nos aproxima da concepção de

que a qualidade de vida, e as concepções de saúde, meio ambiente, gestão e segurança estão associadas entre si e são construções sociais e multifatoriais.

O presente estudo descreve a proposição de um framework para apoiar a avaliação de fatores humanos que condicionam as respostas resilientes no âmbito de operações integradas na indústria de óleo e gás. Operações integradas no presente estudo são caracterizadas por aquelas que envolvem múltiplos arranjos de competências individuais e organizacionais, caracterizada ainda pela sua natureza distribuída entre unidades *on-shore* e *off-shore*. A abordagem proposta conjuga visões sobre fatores humanos e resiliência desenvolvidas em áreas como a engenharia de resiliência, sociologia, serviço social, gestão ambiental, engenharia e gestão do conhecimento, mobilizando mais de 30 pesquisadores (mestres e doutores), além de diversos especialistas da indústria de óleo e gás, com vistas a possibilitar a identificação de *insights* sobre como desenvolver os fatores que condicionam respostas resilientes e contribuir para a segurança em operações integradas na indústria de óleo e gás.

### 3. METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O intuito do estabelecimento do framework segue dois objetivos: (i) possibilitar a avaliação do potencial de resiliência em operações integradas; e (ii) instrumentalizar a coleta, a organização de dados e a produção de conhecimento sobre os elementos que condicionam as respostas resilientes com vistas a possibilitar a análise do potencial de resiliência.

A identificação dos elementos que configuram o modelo de análise do framework foi estabelecido por meio da mobilização de aproximadamente 30 pesquisadores de áreas de conhecimento como sociologia, serviço social, engenharia de resiliência, engenharia e gestão do conhecimento, meio ambiente, além dos especialistas provenientes das empresas mobilizadas no estudo.

A caracterização dos elementos de análise do framework foi estabelecida por meio de uma ontologia, a qual busca descrever e qualificar os fatores que condicionam o desempenho resiliente. Tais fatores foram organizados nas dimensões Indivíduo, Trabalho e Organização, tal como aplicado no Modelo ERA, modelo este desenvolvido

por um consórcio europeu para a criação de diretrizes para a gestão de fatores humanos no setor ferroviário (*European Railway Agency*, 2013).

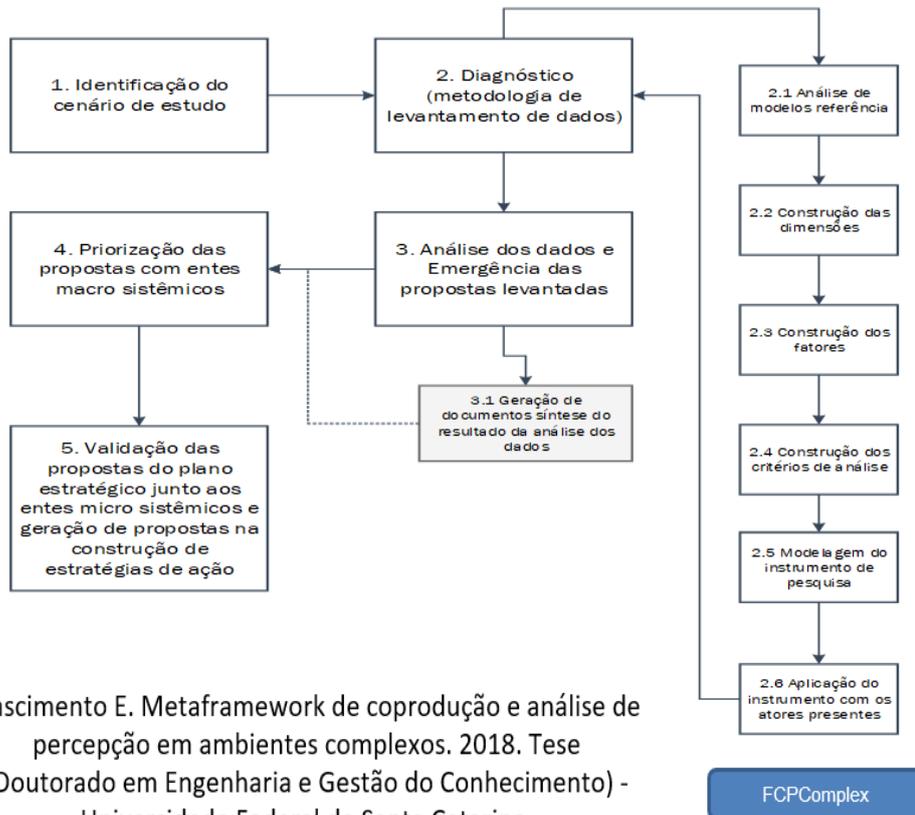
Objetiva-se com o framework favorecer a produção de uma visão completa sobre as condições dos fatores que condicionam as respostas resilientes, com vistas a favorecer a identificação de pontos fortes e dos pontos de atenção para futuras intervenções no sistema.

A estratégia de pesquisa para a criação do Framework de Análise da Resiliência e de Fatores Humanos envolveu um método de coprodução que buscou integrar diversas abordagens de pesquisa, em uma sequência de passos. Tal estratégia foi orientada pelo framework de coprodução desenvolvido por Nascimento (2018), no programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC. A sequência de passos do framework é ilustrada a Figura 1.

Conforme ilustra a Figura 1, a fase 1 aborda a identificação do cenário em que o framework será modelado, tanto em nível individual, quanto organizacional. Esta etapa foi realizada por meio do levantamento da documentação relevante acerca do ambiente em questão, incluindo leis, normas, estatutos, regimentos, além de outros conteúdos que pudessem contextualizar o ambiente e que servissem como fonte de referência enquanto material de consulta para eventuais questões no processo de construção dos instrumentos de pesquisa (NASCIMENTO 2018). No âmbito do presente projeto, neste passo foram levantados conteúdos sobre operações integradas no setor de óleo e gás junto às empresas participantes do estudo e por meio de uma busca sistemática envolvendo as temáticas “Resilience Assessment” e “Resilience Analy\*” em periódicos nacionais e internacionais organizados pelas bases Scopus e Web of Science ou disponibilizados por associações e entidades ligadas ao setor de óleo e gás.

A segunda etapa da pesquisa, refere-se ao estabelecimento da metodologia de levantamento de dados. Esta etapa é composta de cinco passos: a análise dos modelos-referência; a formulação dos pilares e a construção das suas dimensões; a construção dos fatores; a construção dos critérios de análise e a modelagem do instrumento de pesquisa (NASCIMENTO 2018). Nas próximas seções serão apresentados os detalhes sobre a articulação dos membros dos diferentes grupos mobilizados no projeto de P&D para a construção dos fatores.

Figura 1 – Metaframework de coprodução e análise



Nascimento E. Metaframework de coprodução e análise de percepção em ambientes complexos. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina.

Fonte: Nascimento (2018).

Nas etapas subsequentes, foram realizadas atividades de análise dos dados, avaliação das propostas dos elementos para a composição do framework, além da priorização das propostas e a verificação do framework. Para tanto, conforme apresentado nas próximas seções, foram realizadas dinâmicas envolvendo integrantes do projeto além de representantes das empresas envolvidas no estudo. Estes passos representam um dos pontos mais críticos do framework, pois, deles resultaram a estrutura que orientou todo o processo de levantamento e de organização de dados.

A partir deste método foi estabelecido o Framework para Análise da Resiliência e de Fatores Humanos, framework este que reúne diversos instrumentos e uma sistemática para integração, organização e análise dos dados coletados para caracterizar os diferentes fatores relacionados aos indivíduos, trabalho e organização. Dentre os elementos reunidos

no framework, destaca-se o modelo de conhecimento utilizado para organizar diferentes dados que caracterizam fatores humanos em operações integradas, além da estratégia de coleta de dados, o algoritmo de cálculo dos indicadores e o dashboard de apresentação das informações, sendo os 2 últimos partes integrantes da prova de conceito do sistema de conhecimento.

#### **4. FRAMEWORK PARA SEGURANÇA E RESILIÊNCIA FATORES HUMANOS EM OPERAÇÕES INTEGRADAS**

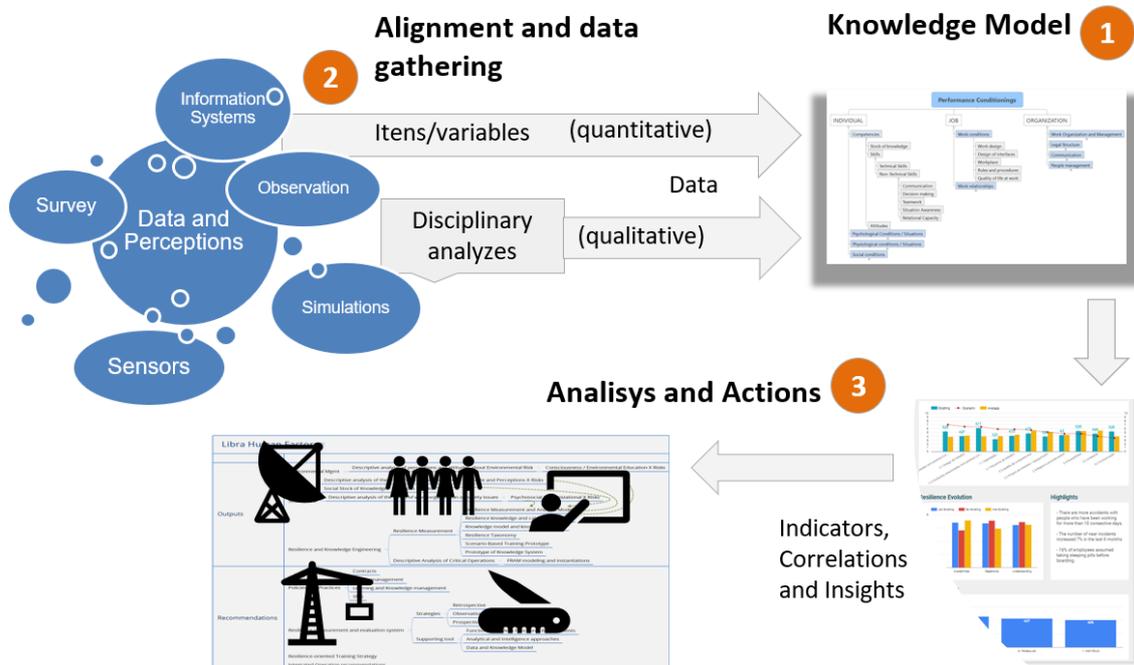
Um framework é um artefato que explica, graficamente ou na forma narrativa, as principais questões a serem estudadas, ou seja, os fatores-chave, construtos ou variáveis em um domínio de estudo. Além disso, um framework identifica os objetos ou as questões de estudos, a forma como esses elementos se inter-relacionam, e os mecanismos para que isso aconteça (NASCIMENTO 2018).

O Framework de Análise da Resiliência e de Fatores Humanos em Operações Integradas foi desenvolvido em um projeto de pesquisa para permitir a integração das diversas fontes de dados coletadas pelos grupos e possibilitar uma ampla e aprofundada análise sobre os fatores humanos em operações integradas. Os seguintes elementos compõem o Framework:

1. um modelo de conhecimento que possui flexibilidade para propiciar a geração de diferentes indicadores e índices, em virtude da estrutura hierárquica utilizada na sua composição. Tais indicadores foram desenvolvidos com base em workshops com especialistas de diferentes áreas ao longo de dois anos de trabalho.
2. um método para coleta e integração de dados qualitativos e quantitativos do ambiente de pesquisa;
3. um protótipo de sistema para apoiar a análise e gestão dos fatores humanos e resiliência.

Conforme ilustra a Figura 2, esses três itens são integrados em uma sistemática de aplicação do framework.

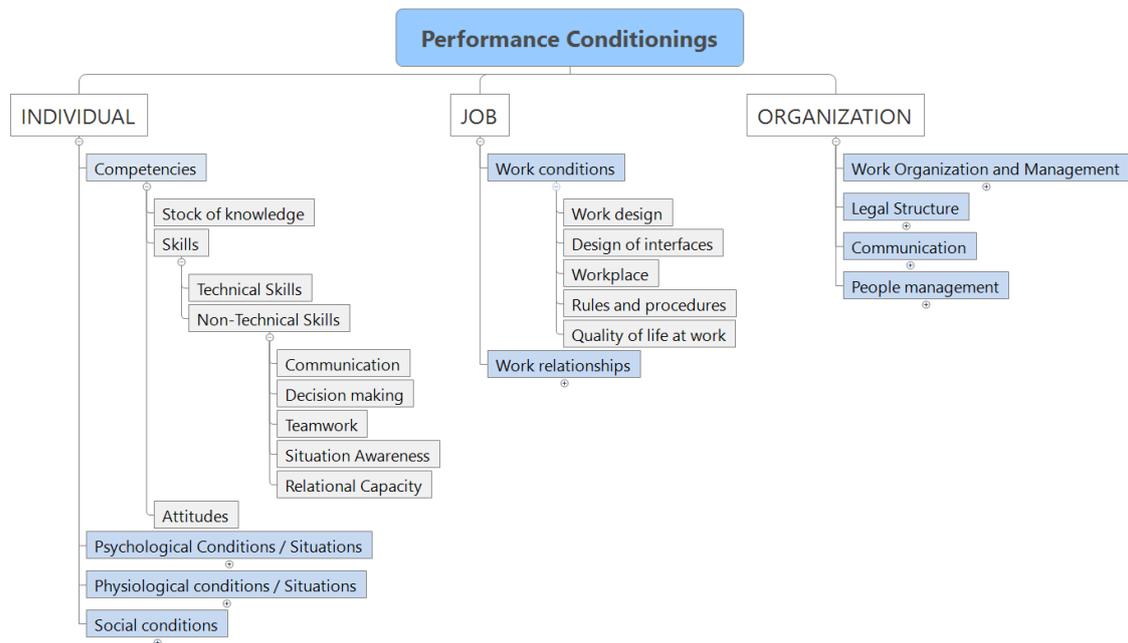
Figura 2 –Identificação dos elementos e sistemática de aplicação do framework



Fonte: elaborado pelos autores.

O framework favoreceu a análise dos dados coletados por diferentes grupos de pesquisa junto às empresas participantes do estudo observando diferentes perspectivas, em face da sua estrutura hierárquica de agrupamento dos fatores e seus fatores associados, conforme ilustra a Figura 3. Tal flexibilidade possibilita a incorporação de novos fatores ou a inclusão e remoção de níveis de agrupamento dos fatores. Isto possibilita a organização dos fatores em diferentes perspectivas de análise, favorecendo a integração dos fatores e de suas mensurações a outros sistemas de avaliação de desempenho, propiciando ainda a qualificação de metas para fatores individuais ou para grupos de fatores. Tais metas podem direcionar os esforços dos colaboradores das organizações de acordo com os interesses declarados na estratégia definida por cada empresa, buscando envolver diferentes atores a empreender esforços de acordo com a estratégia de gestão da segurança definida pelas organizações (PORTULHAK e BORTOLOCCI; 2016).

Figura 3 – Organização hierárquica dos fatores que condicionam a performance resiliente



Fonte: elaborado pelos autores

O elemento central do modelo de análise é o construto Condicionantes da Resposta de Resiliência. Este construto é derivado de um conjunto de fatores associados aos construtos de primeira ordem Indivíduo, Trabalho e Organização. Seguindo este pressuposto, os construtos de primeira ordem são dimensões de análise estabelecidas sobre variáveis associadas aos elementos do modelo SHELL (Hawkins, 1984), englobando fatores associados às perspectivas *Software*, *Hardware*, *Environment* e *Liveware-Liveware*.

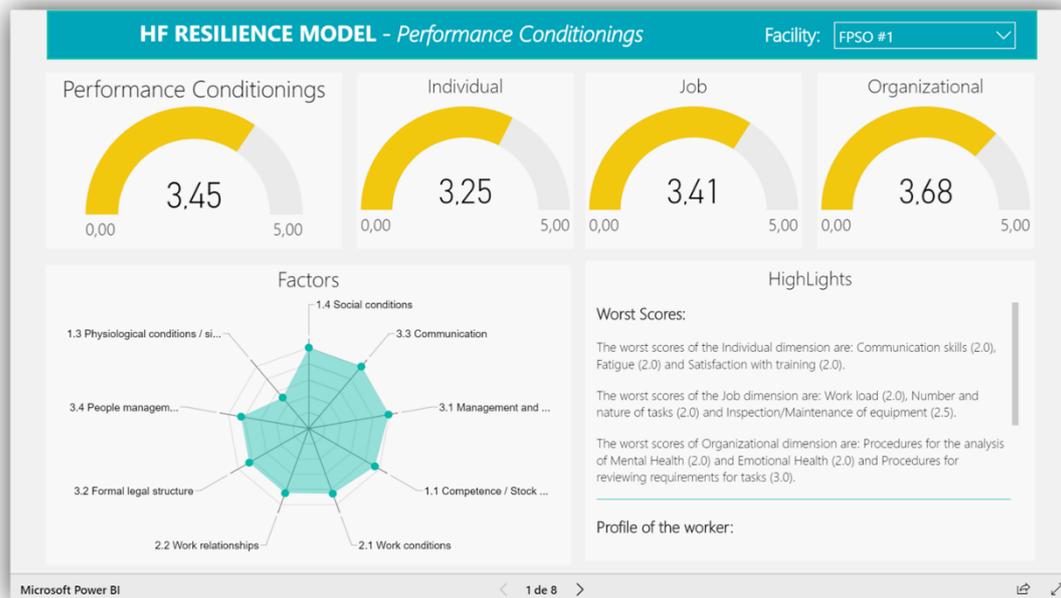
A estruturação do modelo de análise do framework busca retratar os fatores que podem interferir no desempenho humano, incorporando aqueles ligados ao plano individual (como as competências, condições psicológicas e fisiológicas dos trabalhadores), da organização do trabalho (como a carga de trabalho, regras, procedimentos e tecnologias, entre outras) e aspectos organizacionais (como políticas ligadas a gestão de pessoas, relações contratuais, gestão da segurança, entre outras). O framework reúne 148 fatores associados, agrupados em 10 fatores gerais e nas 3 dimensões de análise (ou construtos de primeira ordem).

O objetivo do modelo de análise do framework é possibilitar o apoio a análise dos elementos que condicionam o potencial de resiliência por meio de um conjunto de indicadores. Para fins de experimentação do framework, foram coletados dados sobre as operações de empresas da indústria de óleo e gás envolvidas em operações integradas no território brasileiro. Os dados foram coletados por meio de um survey junto aos trabalhadores envolvendo perguntas associadas aos fatores do modelo, buscando coletar a percepção dos entrevistados sobre as operações em que estavam envolvidos. Outros dados de essência qualitativa foram coletados por meio de grupos focais e da análise da variabilidade de operações específicas priorizadas pelos gestores das empresas. Os dados coletados foram convertidos em uma escala Likert de 5 pontos para representar o nível em que os trabalhadores percebiam o nível de desenvolvimento de cada fator do modelo no seu ambiente de trabalho.

Os indicadores estabelecidos sobre o modelo de análise buscam sintetizar os escores dos fatores, possibilitando a estratificação do nível dos condicionantes de performance resiliente das operações das empresas participantes nas dimensões Indivíduo, Trabalho e Organização. Os indicadores foram projetados por meio de um protótipo de sistema de apoio à decisão baseado no modelo de análise do framework. A tela inicial do protótipo é ilustrada na Figura 4. O protótipo permite a exploração dos escores agrupados pelas diferentes categorias do modelo, possibilitando o detalhamento até os fatores alvo que foram alvo do processo de coleta.

A aplicação do framework possibilitou uma visão integrada sobre as informações coletadas pelos diferentes grupos de pesquisa envolvidos em um projeto de pesquisa interdisciplinar e favoreceu discussões sobre os elementos que podem ser alvo de intervenções por parte das empresas participantes do estudo.

Figura 4 – Ilustração do protótipo de Sistema de Apoio à Decisão



Fonte: elaborado pelos autores

## 5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O presente artigo apresenta os resultados iniciais de uma pesquisa interdisciplinar que mobiliza especialistas em diferentes áreas do conhecimento. O trabalho envolveu a criação de um framework que busca viabilizar a análise contínua sobre os elementos que condicionam a performance resiliente em operações complexas e de alto risco como as operações integradas na indústria de óleo e gás.

A construção do framework envolveu inicialmente a identificação dos fatores que condicionam as respostas resilientes, a qual envolveu a análise de modelos e frameworks aplicados em diferentes indústrias e uma busca sistemática na literatura. Como resultado, foi estabelecido o modelo de análise do framework, envolvendo 148 fatores, distribuídos nos 10 fatores gerais e nas 3 dimensões de análise.

Com vistas a demonstrar a aplicabilidade do framework, foram utilizados os dados coletados pelos integrantes de um projeto de pesquisa interdisciplinar desenvolvido junto a diversas empresas que atuam no setor de óleo e gás. Os dados inventariados foram utilizados para alimentar o framework e para subsidiar a produção de indicadores e

análises por meio de protótipo de sistema de conhecimento para análise do potencial de resiliência.

Os indicadores e informações produzidos pelo sistema de conhecimento possibilitaram o cruzamento de diversas informações que até então vinham sendo tratadas individualmente pelos grupos disciplinares mobilizados no projeto de pesquisa. Esta nova organização das informações favoreceu uma visão holística sobre as condições encontradas nas empresas analisadas e favoreceu uma análise interdisciplinar sobre os pontos a serem abordados por intervenções que favoreçam o fortalecimento da resiliência e da segurança nas operações integradas das empresas envolvidas no estudo.

O framework reúne elementos abstratos que representam as relações em sistemas sociotécnicos complexos, sendo um dispositivo de potencial apoio na gestão de resiliência. Contudo, o framework como um artefato não consegue abranger todas as nuances dos ambientes reais, sendo também necessárias ações que possibilitem que o sistema se torne resiliente ao integrar as relações entre indivíduos, trabalho e organização.

Os trabalhos futuros envolvem a ampliação dos fatores que compõem o modelo de análise para possibilitar a análise dos fatores que determinam o potencial de resiliência e que possam ser aplicados para analisar o comportamento do sistema em ação. Pretende-se ainda analisar alternativas de coleta de dados para retratar o comportamento resiliente das operações por meio da revisão de acidentes e incidentes e de técnicas projetivas.

## 6 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Brasil (ANP) associado ao investimento de recursos oriundos das Cláusulas de P,D&I - Regulamento nº 03/2015 (processos: 2016/00187-1 e 2019/00105-3).

## 7. REFERÊNCIAS

ISO 22316:2017(en) - Security and resilience — Organizational resilience — Principles and attributes. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22316:ed-1:v1:en>  
ANSI/ASIS SPC.1-2009 Standard on Organizational Resilience (ASIS, 2009)

- Argonne National Laboratory. Petit et al. 2013. Resilience Measurement Index: An Indicator of Critical Infrastructure Resilience. ANL/DIS-13-01. Disponible em <http://www.osti.gov/bridge>.
- British Standards Institute 25999 Standard on Business Continuity (BSI, 2010).
- D. L. Alderson and J. C. Doyle, Contrasting Views of Complexity and Their Implications For Network-Centric Infrastructures. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-part A: Systems and Humans, 40,4,(2010), 839-852.
- D. Mendonça, Resilient Measures of Performance. in: Remaining Sensitive to the Possibility of Failure-Resilience Engineering Perspectives, E. Hollnagel, C. Nemeth, S. Dekker, Ashgate Studies in Resilience Engineering, 2008, pp. 29-47.
- De Carvalho et al. (2016). A fuzzy model to assess disaster risk reduction maturity level based on the Hyogo Framework for Action. Springer.
- E. Hollnagel, Barrier Accident Analysis and Prevention. Aldershot, UK: Ashgate, 2004.
- E. Hollnagel, D. Woods, N. Leveson, Resilience Engineering: Concepts and Precepts, Aldershot, UK: Ashgate, 2006.
- E. Hollnagel, Safety Management - Looking Back or Looking Forward, in: Remaining Sensitive to the Possibility of Failure Resilience Engineering Perspectives, E. Hollnagel, C. Nemeth, S. Dekker, Ashgate Studies in Resilience Engineering, 2008, pp. 63-79.
- EPRI, Final Report on Leading Indicators of Human Performance, Electric Power Research Institute, 2001.
- European Railway Agency. Douvi, E.; Patacchini, A. 2013. Application guide for the design and implementation of a Railway Safety Management System. ERA/GUI/10-2013/SAF V 1.0. Disponible em: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/ERA-GUI-10-2013-SAF%20V%201.pdf>.
- Florin, M.-V., & Linkov, I. (Eds.). (2016). IRGC resource guide on resilience. Lausanne: EPFL International Risk Governance Center (IRGC). Available from: [irgc.epfl.ch](http://irgc.epfl.ch).
- Hawkins, K. Environment and Enforcement: Regulation and the Social Definition of Pollution. Clarendon Press, Oxford, 1984.
- G. Huber, A Method for Assessing Resilience in Complex Organizations: A Study in Helicopter Aviation, MSc Dissertation, Graduate Program in Computer Science, Federal University of Rio de Janeiro, 2010.
- GJ Huber, AW Righi, JO Gomes, PVR de Carvalho. Firefighting emergency response exercise-an analysis of standardization and resilience. ISCRAM, 2016 - [idl.iscram.org](http://idl.iscram.org).
- GJ Huber, JO Gomes, PVR de Carvalho. A program to support the construction and evaluation of resilience indicators. Work, 2012.
- Huber et al. (2012). A Program to Support the Construction and Evaluation of Resilience Indicators. Work 41 (2012) 2810-2816 DOI: 10.3233/WOR-2012-0528-2810 IOS Press. O artigo está disponível em: <https://content.iospress.com/download/work/wor0528?id=work%2Fwor0528>
- ISO 22301 Societal Security – Business Continuity Management Systems – Requirements 06-15-2012 (ISO, 2012).

- J. O. Gomes, D.D. Woods, P.V.R., Carvalho, G. Huber, and M.R.S. Borges, Resilience and brittleness in the offshore helicopter transportation system: the identification of constraints and sacrifice decisions in pilots' work. *Reliability Engineering & Systems Safety*, 94, (2009), 311-319.
- J. Wreathall, Measuring Resilience, in: *Preparation and Restoration-Resilience Engineering Perspectives*, E. Hollnagel, C. Nemeth, S. Dekker, Ashgate Studies in Resilience Engineering, 2009, pp. 95-114.
- J. Wreathall, Properties of Resilient Organizations: An Initial View, in: *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*, E. Hollnagel, D. Woods, N. Leveson, Aldershot, UK: Ashgate, 2006, pp 275-286.
- J.Rasmussen, I. Svedung, *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency, 2000.
- Júnior, S NAZIR, PVR CARVALHO, JO Gomes. Assessment Team Decision-Making: One Way to Assess the Multi-Criteria Decision-Making Based on Observation. 2016 - [carpedien.ien.gov.br](http://carpedien.ien.gov.br)
- N. Leveson, A New Accident Model for Engineering Safer Systems, *Safety Science*, 42, 4, (2004), 237-270.
- NFPA 1600 Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs (NFPA, 2010).
- P. V. R. Carvalho, I. L. Santos, J. O. Gomes, M. R. S. Borges, Micro incident analysis framework to assess safety and resilience in the operation of safe critical systems: a case study in a nuclear power plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 21, (2008), 277-286.
- P. V. R. Carvalho, M. C. Vidal, E. F. Carvalho. Nuclear power plant communications in normative and actual practice: A field study of control room operators' communications. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing* 17, (2007), 43-78.
- P.V.R. de Carvalho et al. / A Computerized System to Monitor Resilience Indicators in Organizations. (2012). Artigo trata de uma ferramenta computacional para monitorar resiliência.
- PVR de Carvalho, JO Gomes, GJ Huber, MC Vidal. Normal people working in normal organizations with normal equipment: System safety and cognition in a mid-air collision. *Applied ergonomics*, 2009 – Elsevier
- R. Flin, Erosion of Managerial Resilience: Vasa to NASA, in: *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*, E. Hollnagel, D. Woods, N. Leveson, Aldershot, UK: Ashgate, 2006, pp. 223-233.
- R. Westrum, A Typology of Resilience Situations, in: *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*, E. Hollnagel, D. Woods, N. Leveson, Aldershot, UK: Ashgate, 2006, pp. 55-66.
- S. Dekker, Resilience Engineering: Chronicling the Emergence of Confused Consensus, in: *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*, E. Hollnagel, D. Woods, N. Leveson, Aldershot, UK: Ashgate, 2006, pp. 77-90.
- T. Sheridan, Risk, Human Error and System Resilience: Fundamental Ideas, *Human Factors*, 50,3, (2008), 418-426.