



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MODELAGEM BAYESIANA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL DISTRIBUÍDA:
UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA DO CONTEXTO SOCIOTÉCNICO

Porto Alegre
Dezembro, 2023

Cláudio Roberto do Rosário

**MODELAGEM BAYESIANA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL DISTRIBUÍDA:
UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA DO CONTEXTO SOCIOTÉCNICO**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia em Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Gonçalves Amaral

Porto Alegre
Dezembro, 2023

Cláudio Roberto do Rosário

**MODELAGEM BAYESIANA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL DISTRIBUÍDA:
UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA DO CONTEXTO SOCIOTÉCNICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia, com concentração na área de Sistema de Produção.

Defendido em: 06/12/2023

Banca examinadora

Prof. Dr. Fernando Gonçalves Amaral (Orientador)
PPGEP/UFRGS

Prof.^o Dr. Daniel Pacheco Lacerda
GMAP/Unisinos

Prof.^a Dr.^a Liane Mahlmann Kipper
Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC

Prof. Dr. Thiago Gomes de Lima
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

ABSTRACT

Organizational knowledge retention is an emerging topic organizations adopt as a competitive strategy. Considering the scope of cognitive knowledge management, the thesis focuses on distributed situational awareness, given the need for more concerning the scientific evolution of knowledge sharing. The problem addressed by the thesis consists of understanding the decision-making heuristics of agents in manufacturing processes through empirical research that establishes theoretical constructs as scientific support and develops an artifact for practical use to promote the elicitation of situational consciousness. To this end, the study adopts the perspective of Situational Awareness in a sociotechnical context. The central themes of the thesis are knowledge elicitation, situational awareness, and distributed situational awareness. The thesis aims to assist in the process of perception of reality by agents in manufacturing processes when projecting future variables in conditioned occurrences through Bayesian network modeling. The methodology adopted to conduct the research was Design Science Research (DSR) to develop an artifact capable of modeling the elicited knowledge. As a result, the thesis contributes to the scientific community, as it establishes the necessary metrics for the conversion and transfer of knowledge, considering a complex context and the central themes of the research. In a practical scope, the contribution of the thesis occurs when it is possible to provide the leveling of situational awareness between the operators of the studied process since both have, based on the results, the same consultation basis represented through the integration of perceptions, phases in which the representation and transfer of knowledge occurs, called distributed situational awareness. The strategy adopted to promote the analysis of situational awareness, particularly the categorization of responses, proved to be a valuable instrument to map the determining variables that involve the decision-making process. Mainly in processes in which communication of activities is continuous and mediated by the transition in alternating shifts. It was also found that the resources adopted to analyze verbalizations proved suitable for research that aims to study human behavior through concepts based on associated digital humanities and social network analysis. Such resources helped to measure the similarity of perceptions of variables between operators. It was concluded that modeling using the Bayesian Belief Network (BBN) approach contributed as an artifact capable of impacting the operators' cognitive load, as it allows the representation of operators' situational awareness in an integrated way and promotes distributed situational awareness.

Key words: Eliciting Knowledge; Tacit Knowledge; Elicitation Techniques; Distributed Situational Awareness; Decision-making; Sociotechnical Systems.

RESUMO

A retenção do conhecimento organizacional é um tema emergente e adotado pelas organizações como estratégia competitiva. Considerando o escopo da gestão do conhecimento cognitivo, a tese atua sobre a consciência situacional distribuída, dado as indicações de carência em relação à evolução científica desse tipo de compartilhamento do conhecimento. A problemática abordada pela tese consiste na compreensão das heurísticas de tomada de decisão dos agentes dos processos de manufatura por meio de uma pesquisa empírica que estabelece os construtos teóricos como suporte científico e desenvolve um artefato para uso prático com o propósito de promover a elicitación da consciência situacional. Para tanto, a pesquisa adota a perspectiva da Consciência Situacional em um contexto sociotécnico. Os temas centrais da tese são: elicitación do conhecimento, consciência situacional e a consciência situacional distribuída. A tese objetiva auxiliar no processo de percepção da realidade por parte dos agentes dos processos de manufatura quando da projeção futura das variáveis em ocorrências condicionadas por meio da modelagem de redes bayesianas. A metodologia adotada para conduzir a pesquisa foi a *Design Science Research* (DSR) com vistas a desenvolver um artefato capaz de modelar o conhecimento elicitado. Como resultado, a tese contribui com a comunidade científica, pois estabeleceu-se as métricas necessárias para a conversão e transferência do conhecimento, considerando um contexto complexo e os temas centrais da pesquisa. Em um âmbito prático a contribuição da tese ocorre quando da possibilidade de proporcionar o nivelamento da consciência situacional entre os operadores do processo estudado, já que ambos possuem, a partir dos resultados, a mesma base de consulta representada por meio da integração das percepções, fases em que ocorre a representação e transferência do conhecimento, denominado consciência situacional distribuída. A estratégia adotada para promover a análise das consciências situacionais, em especial a categorização das respostas, demonstrou ser um instrumento útil para uso como mecanismo de mapeamento das variáveis determinantes que envolvem o processo de tomada de decisão. Principalmente, em processos em que a comunicação das atividades é contínua e mediada por transição em turnos alternantes. Constatou-se também que os recursos adotados para análise das verbalizações se mostraram adequados para pesquisas que se propõem analisar o comportamento humano por meio dos conceitos baseados em análise *digital humanities e social network* associadas. Tais recursos auxiliaram na mensuração da similaridade das percepções das variáveis entre os operadores. Concluiu-se que a modelagem por meio da abordagem *Bayesian Belief Network* (BBN) contribuiu como um artefato capaz de impactar sobre a carga cognitiva dos operadores, já que permite a representação das consciências situacionais dos operadores de forma integrada e promovendo a consciência situacional distribuída.

Palavras-chave: Elicitación do Conhecimento; Conhecimento Tácito; Técnicas de Elicitación; Consciência Situacional distribuída; Tomada de decisão; Sistemas Sociotécnicos.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre os artigos, objetivos específicos e questões de pesquisa	19
Quadro 2 – Fases de condução do (DSR)	21
Quadro 3 – Tipos de artefatos em (DSR)	22
Quadro 4 – Fases de condução do (DSR) no contexto da tese	24
Quadro 5 – Categorização das perguntas e codificação	35
Quadro 6 – <i>Framework</i> teórico para elicitación do conhecimento	36
Quadro 7 – Características da empresa e operadores	37
Quadro 8 – Descrição das respostas dos operadores	37
Quadro 9 – <i>Framework</i> para condução da revisão sistemática	49
Quadro 10 – <i>Framework</i> para condução das análises e discussões	53
Quadro 11 – Protocolo PRISMA	54
Quadro 12 – Estilos de entrevistas	58
Quadro 13 – Estilos de entrevistas e técnicas de elicitación do conhecimento tácito	58
Quadro 14 – Elicitación individual e coletiva	60
Quadro 15 – Características do conhecimento tácito com base em Polany	63
Quadro 16 – Análise da tendência de indicações na adoção de (TECT)	65
Quadro 17 – Análise da adoção prática das (TECT)	68
Quadro 18 – Aspectos relevantes da <i>Distributed Situation Awareness</i> (DSA)	99
Quadro 19 – Característica do processo estudado	111
Quadro 20 – Tempo de entrevista por operador	117
Quadro 21 – Frequências de ocorrências das verbalizações das variáveis por operador	120
Quadro 22 – Análise das similaridades da (SA) entre os operadores	121
Quadro 23 – Resultado da aplicação do <i>repertory grid</i>	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases para a construção do DSR	20
Figura 2 – Mapa conceitual - metodologia da tese	23
Figura 3 – Relação entre os tópicos de análise, a 1ª e 2ª questão de investigação	52
Figura 4 – Resultado da aplicação do protocolo PRISMA	55
Figura 5 – Diagrama estratégico de classificação dos fatores	83
Figura 6 – Diagrama estratégico referente aos termos de busca (2000 – 2019)	85
Figura 7 – Números de publicações ao longo do período (2000 – 2019)	86
Figura 8 – Revistas que mais publicam na área	87
Figura 9 – Relação entre os autores e os artigos publicados	92
Figura 10 – Representação da comunicação entre os operadores	110
Figura 11 – Ambiente de trabalho, processo de injeção de polímeros	110
Figura 12 – Etapas da pesquisa	111
Figura 13 – Questionário para elicitación das (SA) dos operadores	112
Figura 14 – Formulário - <i>Repertory grid</i> e projeção de cluster por dendrograma	115
Figura 15 – <i>Bayesian Network as Shift handover protocol</i> (DSA)	116
Figura 16 – <i>Social Network</i> entre os operadores 01, 02 e 03	120
Figura 17 – Análise de cluster - Dendrograma	123
Figura 18 – Exemplo de elo de ligação (nós)	124
Figura 19 – Modelagem CPT	124
Figura 20 – Mapa mental das (SA) em relação aos clusters condicionadas e integradas	124
Figura 21 – Simulação randômica das (SA) condicionadas e integradas sobre a probabilidades de ocorrências das variáveis do processo	125
Figura 22 – <i>Shift handover protocol</i> (DSA): Mapa mental das (SA) em relação aos clusters e variáveis condicionadas e integradas	126
Figura 23 – <i>Shift handover protocol</i> (DSA): Simulação randômica das (SA) em relação aos clusters, variáveis e os parâmetros de regulagem condicionadas e integradas	126

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variáveis verbalizadas na 1ª etapa - Operador A	38
Gráfico 2 – Variáveis verbalizadas na 2ª etapa - Operador A	38
Gráfico 3 – Variáveis verbalizadas na 1ª etapa - Operador B	39
Gráfico 4 – Variáveis verbalizadas na 2ª etapa - Operador B	39
Gráfico 5 – Comparação entre as variáveis verbalizadas	40
Gráfico 6 – Número de publicações sobre técnicas de elicitación do conhecimento tácito por ano	
.....	57
Gráfico 7 – Número de publicações sobre técnicas de elicitación do conhecimento tácito por <i>journal</i>	
.....	57
Gráfico 8 – Relação das variáveis verbalizadas com maior frequência - Operador 01	118
Gráfico 9 – Relação das variáveis verbalizadas com maior frequência - Operador 02	119
Gráfico 10 – Relação das variáveis verbalizadas com maior frequência - Operador 03	119
Gráfico 11 – Número de interações probabilísticas por variáveis	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Autores que mais publicam na área	88
Tabela 2 – Autores e artigos que mais publicam na área	88
Tabela 3 – Legenda para o resultado da Figura 9	92
Tabela 4 – <i>Framework</i> da (CS) na perspectiva dos sistemas sociotécnicos	94
Tabela 5 – Período e quantidades de publicações dos elementos da (CS)	98
Tabela 6 – Sensibilidade das variáveis “ <i>Infection</i> ” e “ <i>Preform</i> ” sobre as demais variáveis	128

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Tema	15
1.2 Delimitação do tema	16
1.3 Ineditismo da tese	
1.4 Justificativa da escolha do tema	16
1.5 Objetivo geral	18
1.6 Objetivos específicos e questões de pesquisa	18
1.7 Metodologia de pesquisa	19
1.7.1 Fases da metodologia de pesquisa	24
REFERÊNCIAS	26
2 ANÁLISE DA DIFERENÇA NA TOMADA DE DECISÃO: UM ESTUDO INICIAL DA PERCEPÇÃO DAS VARIÁVEIS DOS PROCESSOS.....	31
2.1 Introdução	31
2.2 Fundamentação teórica	33
2.2.1 Elicitação do conhecimento	33
2.2.2 Ação situada e a memória de curta e longa duração	34
2.3 Metodologia	35
2.4 Abordagem prática	36
2.5 Elicitação do conhecimento	36
2.6 Resultados	38
2.6.1 Análise dos resultados da 1ª e 2ª etapas	38
2.6.2 Análise das diferenças de percepções	40
2.7 Conclusão	41
REFERÊNCIAS	42

3 ELICITAÇÃO DO CONHECIMENTO TÁCITO: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA, DEBATE E FUTURAS DIREÇÕES DE PESQUISA.....	45
3.1 Resumo	46
3.2 Introdução	46
3.3 Metodologia da pesquisa	48
3.3.1 Questões de investigação e tópicos de investigação	49
3.4 Resultados e discussão	55
3.4.1 Análise dos resultados da aplicação do protocolo PRISMA	55
3.5 Tópicos de análise e as questões de investigações	57
3.5.1 Estilo de entrevista	57
3.5.2 Tipos de conhecimento	59
3.5.3 Elicitação individual e coletiva	59
3.5.4 Engenheiro do conhecimento	60
3.5.5 Complementaridade entre as técnicas de elicitação	60
3.5.6 Tipos de memória	61
3.5.7 Dimensão do conhecimento tácito	62
3.5.8 Modelo SECI	64
3.5.9 Técnicas de Elicitação do Conhecimento Tácito (TECT)	65
3.5.10 Futuras direções de pesquisa e achados	69
3.6 Conclusão	71
REFERÊNCIAS	73

4 SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS E CONSCIÊNCIA SITUACIONAL: UMA REVISÃO

INTEGRATIVA.....80

4.1 Resumo 80

4.2 Introdução 81

4.3 Metodologia da pesquisa 82

4.4 Análise bibliométrica 85

4.5 Resultados 85

4.6 Análise da distribuição temporal, revistas e autores 86

4.7 Análise das Redes Sociais 91

4.8 Discussão 95

4.8.1 Elementos da consciência situacional e os sistemas sociotécnicos 95

4.8.2 Direções de pesquisas futuras 98

4.9 Conclusão 100

REFERÊNCIAS 101

5 MODELAGEM DE REDES BAYESIANAS PARA MELHORAR A CONSCIÊNCIA DA SITUAÇÃO DISTRIBUÍDA EM MUDANÇA DE TURNO: ESTUDO DE CASO.....106

5.1 Resumo 106

5.2 Introdução 107

5.3 Metodologia 109

5.3.1 O cenário e o processo estudado 109

5.3.2 Procedimentos metodológicos 111

5.3.2.1 Entrevista com os operadores – Etapa 1 112

5.3.2.2 Tratamento das verbalizações – Etapa 2 113

5.3.2.3 Nível de monitoramento – Etapa 3 113

5.3.2.4 Modelagem da (DSA) – Etapa 4 115

5.3.2.5 Validade preditiva da BBN – Etapa 5	116
5.4 Resultados	117
5.4.1 Entrevista com os operadores	117
5.4.2 Análise da consciência situacional	118
5.4.3 Mensuração da consciência situacional	121
5.4.4 Modelagem da (DSA)	122
5.4.5 Validade preditiva da modelagem	127
5.5 Discussão	128
5.6 Conclusão	131
REFERÊNCIAS	132
6. Conclusão final da tese e trabalhos futuros	138
7. Trabalhos futuros	139

1 INTRODUÇÃO

A retenção do conhecimento organizacional é um tema emergente e adotado pelas organizações como estratégia competitiva. Segundo Ferreira, Mueller e Papa (2018), o capital intelectual pode ser compreendido como o resultado dos recursos humanos e da estrutura organizacional. A integração de tais recursos, neste contexto, se torna um desafio na busca de potencializar a *performance* organizacional, e como consequência, proporcionar vantagens competitivas. Os autores Lazzolino e Laise (2018) indicam que a mensuração do conhecimento é o ponto chave para a gestão do conhecimento. Em relação à estrutura organizacional e a integração com o recurso humano, a literatura recomenda a abordagem da Teoria dos Sistemas Sociotécnicos como aporte teórico para compreender a integração entre os recursos humanos, o meio ambiente e a tecnologia (RIGHI e SAURIN, 2015). Considerando o escopo da gestão do conhecimento, a tese atua sobre o conhecimento tácito, dado as indicações de carência em relação à evolução científica sobre o nível de extração desse tipo de conhecimento (ZAPPAVIGNA e PATRICK, 2010). Os estudos sobre o conhecimento tácito iniciaram-se em Polanyi (1966) e foi observado no sentido de desmistificar a forma de raciocínio, o qual recaiu sobre os mecanismos heurísticos e cognitivos adotados no processo de tomada de decisão. Posteriormente, Nonaka e Takeuchi (1995) difundiram o conhecimento tácito, relacionando-o ao processo de conversão para conhecimento explícito com o propósito de promover o aprendizado organizacional. Para Zhou (2004) e Flanagan e Clarkson (2007), o processo de conversão do conhecimento inicia na compreensão do processo cognitivo dos agentes detentores do conhecimento. Os autores Nonaka (1994); Nonaka, Byosiere e Borucki (1994); Nonaka, Umemoto e Senoo (1996) e Nonaka e Von Krogh (2009) contribuíram com a tese de Polanyi (1966) ao se concentrarem na teoria da criação do conhecimento, instituindo o modelo SECI (Socialização, Externalização, Combinação e Internalização), o qual é representado por quatro fases de conversão do conhecimento tácito em explícito: a Socialização, a Externalização, a Combinação e a Internalização. Por meio das quatro fases, o conhecimento é transformado de tácito individual epistemológico para o explícito ontológico organizacional, compreendido como a espiral do conhecimento (TAKEUCHI e NONAKA, 2008). No entanto, a pesquisa realizada por Gavrilova e Andreeva (2012) aponta limitações no modelo SECI, em especial, na fase de Externalização do conhecimento, onde a conversão entre o conhecimento tácito

para o explícito ocorre. As autoras Gavrilova e Andreeva (2012) estimulam a comunidade científica quando expõem a seguinte pergunta:

“Externalização, como atingi-la?”

Um dos mecanismos adotados pela comunidade científica para promover a conversão do conhecimento tácito em explícito são as técnicas de elicitación do conhecimento tácito (ROSÁRIO *et al.*, 2015; HAO JIA *et al.*, 2017). De acordo com Vásquez-Bravo *et al.*, (2014), a elicitación do conhecimento é um processo que compreende três fases: 1ª) aquisição, 2ª) representação e 3ª) transferência do conhecimento. A pesquisa de Boiral (2002), revelou que os conhecimentos usados pelos envolvidos em um processo de solução de problemas não são codificados para uso futuro. O foco está nas atividades que eliminam o problema, porém os mecanismos de análise da causa do problema, uma etapa anterior à etapa de atuação sobre a causa, não são mapeados. Esse estudo também revelou que parte dos mecanismos de análise da causa do problema são oriundos do conhecimento tácito. Boiral (2002) fundamenta que a falta de codificação dos mecanismos de tomada de decisão se dá pelo fato de que as pessoas possuem dificuldades para expor verbalmente o seu conhecimento tácito (a experiência acumulada). Os autores Selwyn e Classen (2012), Pattarawan, Brian e Jignya (2016) e Grandvallet *et al.* (2017) complementam quando citam que a modelagem do conhecimento tácito é um processo complexo, bem como o gargalo do processo de elicitación do conhecimento tácito no âmbito dos Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC).

Ao passo que os níveis de competitividade aumentam, a necessidade de promover confiabilidade nos processos produtivos se torna latente. Um processo produtivo com interrupções devido às falhas operacionais ou defeitos nos produtos é um fator a ser explorado neste contexto. A problemática abordada pela tese consiste na compreensão das heurísticas de tomada de decisão dos agentes dos processos de manufatura por meio de uma pesquisa empírica que estabelece os construtos teóricos como suporte científico e desenvolve um artefato para uso prático com o propósito de promover a elicitación do conhecimento. Para tanto, a pesquisa adota a perspectiva da Consciência Situacional (CS) instituída por Endsley (1995a, 1995b). De acordo com o autor a (CS) pode ser classificada em três níveis de cognição, sendo que o primeiro nível trata da percepção dos elementos da situação, o segundo consiste na compreensão das funções dos elementos por meio dos mecanismos de memória e

modelos mentais e o terceiro nível representa a capacidade de projeção futura dos elementos (HENRIQSON *et al.*, 2009). A tese irá substituir a nomenclatura ‘elementos’, citada por (ENDSLEY, 1995a; 1995b), por significar uma abordagem ampla da percepção dos elementos por ‘variáveis do processo’ por ser um termo específico apropriado aos objetivos da tese. A aprendizagem organizacional, neste contexto, será adotada como um aporte teórico, já que o tema central da pesquisa é o nivelamento do conhecimento com base na elicitação das variáveis percebidas em um processo produtivo. A aprendizagem organizacional instituída por Argote (2011) indica a importância da realização de estudos que desenvolvam mecanismos capazes de promover a retenção do conhecimento organizacional. Este autor classifica a aprendizagem organizacional em três estágios: i) a criação, ii) a retenção iii) e a transferência do conhecimento.

Para Gavrilova e Andreeva (2012) a elicitação do conhecimento possui papel central em um sistema de gestão do conhecimento. As técnicas de elicitação do conhecimento são utilizadas com a finalidade de promover o reuso do conhecimento e, como consequência, o aprendizado organizacional (SELWYN e CLASSEN, 2012). Para Preiss (2000) e Kwong e Lee (2009) a elicitação do conhecimento é um processo de mapeamento dos modelos mentais usado para a construção da memória organizacional e, como consequência, aumenta a confiabilidade no sistema. Segundo Bertalanffy (1973), as limitações fisiológicas e paradigmas que determinam a capacidade humana, limitam a percepção da realidade em sua totalidade. A partir dessa constatação advém a necessidade de empregar ferramentas computacionais para que possam auxiliar na compreensão dos fenômenos como um todo. Para o contexto da tese, os fenômenos são representados pelas percepções das variáveis do processo estudado. Assim, para que seja possível aperfeiçoar o processo de percepções dos eventos é necessário que haja uma conexão entre o conhecimento humano e os recursos computacionais (JOHNSON, 1992; COELHO, 1995; RUSSEL e NORVIG, 2003; FERNANDES, 2005; BITTENCOURT, 2006; CARNEIRO *et al.*, 2007). Portanto, a tese pretende auxiliar no processo de percepção da realidade.

Contudo, os temas centrais da tese são a Elicitação do conhecimento, Teoria dos Sistemas Sociotécnicos e a Consciência Situacional (CS) por constituírem as bases de estudos para alcançar os objetivos estabelecidos. A pesquisa está estruturada a partir da introdução, primeiro capítulo, onde foram estabelecidos o contexto, a problemática, os objetivos e a metodologia de pesquisa. O método de pesquisa adotado para conduzir a tese foi a *Design*

Science Research (DSR), com base no desenvolvimento de artigos. O segundo capítulo apresenta o artigo I, o qual discorre sobre a situação problema, denominada pelo (DSR) como a fase de conscientização, ou seja, na primeira fase de desenvolvimento da tese, o pesquisador foi a campo identificar as lacunas de ordem prática. O terceiro e o quarto capítulo representam os artigos II e III de revisão sistemática da literatura sobre os temas centrais da pesquisa, respectivamente: Elicitação do conhecimento e a Consciência Situacional (CS) em uma perspectiva dos sistemas sociotécnicos. Os artigos de revisão sistemática formam as bases teóricas adotadas para o desenvolvimento do artefato a ser utilizado no quinto capítulo, fase final da tese, onde se pretende estabelecer as métricas de elicitação do conhecimento tácito e aplicá-las sobre os agentes do processo produtivo estudado. De acordo com o explicitado algumas questões emergem da problemática, como:

- Como os agentes do processo percebem as variáveis envolvidas em um contexto Sociotécnico?
- Como representar as heurísticas de tomada de decisão?
- Como ampliar a capacidade dos agentes em relação à percepção da realidade? Sobretudo no terceiro nível da consciência situacional, quando da projeção futura das variáveis em ocorrências condicionadas.

Por meio dos resultados espera-se contribuir com a comunidade científica, pois serão estabelecidas as métricas necessárias para a conversão do conhecimento tácito para explícito com base em duas revisões sistemáticas da literatura, considerando um contexto complexo e os temas centrais da pesquisa. A contribuição da tese em um âmbito prático ocorrerá quando da possibilidade de proporcionar o nivelamento da consciência situacional entre os agentes do processo estudado, pois estes terão a mesma base de consulta representada por meio da integração das percepções, fases onde ocorrerão a representação e transferência do conhecimento. Contudo, pretende-se potencializar a *performance* operacional, dado que as percepções das variáveis adotadas na tomada de decisão no processo estudado serão ampliadas e, como consequência, minimizar as paradas por falha operacional ou defeitos nos produtos.

1.1 Tema

A tese aborda alternativas para proporcionar a ampliação da consciência situacional dos *stakeholders* em processos contínuos.

1.2 Delimitação do tema

O trabalho possui delimitações de ordem teórica e prática. Em relação à primeira delimitação está restrito a três lentes teóricas: 1ª) A elicitação do conhecimento tácito; 2ª) Teoria dos Sistemas Sociotécnicos; e 3ª) Os aspectos da Consciência Situacional (CS).

Em relação à parte prática o escopo do estudo aborda os aspectos de nível operacional. O estudo empírico se deu em um processo de injeção de polímeros, em uma empresa do ramo alimentício localizada no Vale do Taquari/RS. Em relação às características do processo estudado, o mesmo se enquadra enquanto arranjos físicos por produto e um processo de produção contínuo, com operadores trabalhando isolados, em turnos alternantes, em três turnos sendo um operador por turno. O processo escolhido também representa um gargalo produtivo e carecendo de análise e estudo.

1.3 Ineditismo da Tese

O ineditismo da tese é classificado como incremental, já que contribui com a comunidade científica por meio do desenvolvimento de um artefato teórico e prático concebido para elicitar a Consciência Situacional (CS) de operadores em processos produtivos.

O artefato foi concebido seguindo as premissas da metodologia *Design Science Research* (DSR), com base em um questionário elaborado para qualificar as respostas durante o processo de elicitação da (CS) dividido em três níveis. Além disso, o artefato infere sobre o terceiro nível da consciência situacional quando permite a modelagem das probabilidades de ocorrências condicionadas entre as variáveis.

1.4 Justificativa da escolha do tema

A tese propõe atuar sobre a premissa da Consciência Situacional, tema emergente que implica sobre a aprendizagem organizacional e, como consequência, proporciona vantagens competitivas nas organizações (VÁSQUEZ-BRAVO *et al.*, 2014; MUELLER e PAPA, 2018;

CASTANEDA, MANRIQUE e CUELLAR, 2018; CENTOBELLI, CERCHIONE e ESPOSITO, 2018). A Gestão do Conhecimento compreende o processo de aquisição, transferência e reuso do conhecimento (EBRAHIM, 2006). Em um contexto macro, dispõe de uma abordagem multidisciplinar, uma vez que envolve elementos como a estrutura organizacional, fatores culturais, tecnologias e recursos humanos (SASSON e IAN, 2006; PLESSIS, 2007). A Gestão do Conhecimento aborda algumas vertentes como objeto de atuação, tais como: inovação (BRAND, 1998; SIMÃO e FRANCO, 2018); transferência de tecnologia (BHARDWAJ e MONIN, 2006; CASTANEDA, MANRIQUE e CUELLAR, 2018); criação do conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1995); elicitação do conhecimento (PREISS, 2000; KWONG e LEE, 2009); tomada de decisão (COFFEY e HOFFMAN, 2003; PLANT e STANTON, 2015) e engenharia do conhecimento (ABEL e FIORINI, 2013). Entre os objetos citados, a tese atua sobre a engenharia do conhecimento e como consequência a elicitação e manipulação do conhecimento sobre a ótica da consciência situacional.

A engenharia do conhecimento atua sobre as metodologias de aquisição e manipulação do conhecimento, sobretudo no mapeamento da racionalização da tomada de decisão (ABEL e FIORINI, 2013). De acordo com Gavrilova e Andreeva (2012), a elicitação do conhecimento ocupa um papel central em um sistema de gerenciamento do conhecimento. As técnicas de elicitação são usadas para auxiliar no processo de reutilização do conhecimento e como consequência, promovem o aprendizado organizacional (WHYTE e CLASSEN, 2012). Para Preiss (2000) e Kwong e Lee (2009), a elicitação de conhecimento é um processo de mapeamento dos modelos mentais usados para a construção da memória organizacional. Portanto, integrar as premissas da engenharia do conhecimento à elicitação do conhecimento permite estabelecer a especificidade da tese.

Outros aspectos escolhidos para contribuir teoricamente na construção dos construtos da tese foram as abordagens da Consciência Situacional (CS) com base em Endsley (1995a, 1995b), e a teoria dos Sistemas Sociotécnicos de acordo com Righi, Saurin e Wachs (2015). Considerou-se importante estabelecer um elo entre a cognição humana e os aspectos ambientais, como tecnologia, ambiente e recursos humanos. Os autores Nikulina e Khomenko (2015) argumentam que a cognição é um tema emergente e pode ter implicações positivas na gestão do conhecimento organizacional. A gestão da cognição ajuda de forma mais produtiva

a entender como as atividades são realizadas do ponto de vista dos modos cognitivos (NIKULINA e KHOMENKO, 2015).

O tema se justifica tendo em vista as abordagens na literatura que adotam as técnicas de Elicitação do Conhecimento Tácito, as quais podem ser encontradas em Selwyn e Classen (2012), Pattarawan, Brian e Jignya (2016) e Grandvallet *et al.* (2017). No entanto, tais abordagens não categorizam a dimensão do conhecimento elicitado. Nesta direção, não há evidência na literatura de uma abordagem que integre o processo de Elicitação do Conhecimento na perspectiva da Consciência Situacional como forma de delinear a etapa de aquisição do conhecimento para promover a categorização do conhecimento elicitado conforme proposto pela tese. Os autores Ulrich Hauptmanns (2004), Guo Lijie *et al.* (2009) e Li Dacheng e Jjinji Gao (2010) reconhecem a importância de promover a modelagem do conhecimento como parte do processo de um sistema desenvolvido para promover maior confiabilidade na previsão de falhas nos sistemas industriais, além de ser apontado como um tema emergente entre a comunidade científica (GARG HARISH, 2014; LIU HU-CHEN *et al.*, 2014; PETROVIC *et al.*, 2014; CHEN *et al.*, 2014; CAMASTRA *et al.*, 2015; YOU XIAO-YUE *et al.*, 2015; ROSÁRIO *et al.*, 2015; OLIVA *et al.*, 2015; HAO JIA *et al.* 2017).

1.5 Objetivo geral

O objetivo geral da tese é propor uma sistemática para ampliar a consciência situacional dos envolvidos em um processo produtivo, com base no desenvolvimento de um artefato para elicitação do conhecimento tácito na perspectiva dos Sistemas Sociotécnicos, norteado pela *Design Science Research* (DSR) como método de pesquisa.

1.6 Objetivos específicos e questões de pesquisa

Os objetivos específicos e as questões de pesquisa foram estabelecidos por meio do desenvolvimento de artigos e representam o desdobramento do objetivo geral (Quadro 1). As interações entre os objetivos específicos e as fases da tese são explicitadas na seção 1.6, onde a metodologia da pesquisa foi desenvolvida.

Quadro 1 – Relação entre os artigos, objetivos específicos e questões de pesquisa

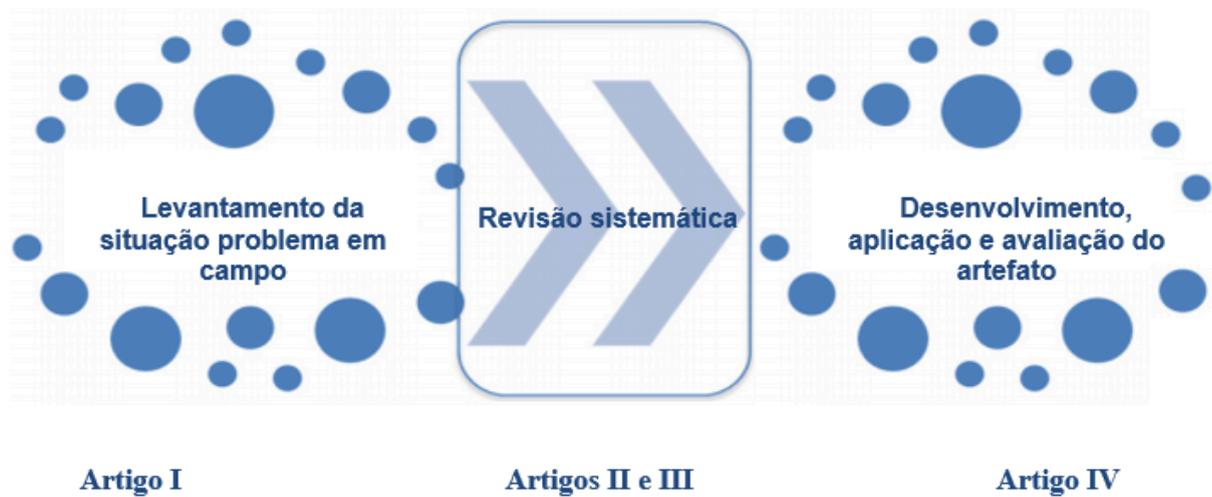
Artigos	Objetivos específicos	Questões de Pesquisa
I	Identificar se há diferenças significativas na percepção das variáveis por parte dos <i>stakeholders</i> em um processo estudado.	Quais são as diferenças entre as percepções das variáveis do processo adotadas para tomada de decisão entre os operadores do processo estudado?
II	Revisar sistematicamente o estado da arte sobre elicitación do conhecimento tácito.	Como está o estado da arte em torno do processo de conversão do conhecimento tácito para explícito entre 2008 a 2022? Quais são as futuras direções de pesquisa em relação ao uso das técnicas de elicitación do conhecimento tácito?
III	Revisar sistematicamente o estado da arte sobre as tendências na análise da consciência situacional.	Quais são os elementos dos estudos na perspectiva dos sistemas sócios técnicos que analisam a consciência situacional? Quais são as relações existentes entre as publicações neste contexto? Quais são as direções de pesquisas futuras neste contexto?
IV	Propor uma alternativa para promover melhoria na performance dos processos ao integrar as consciências situacionais.	Até que ponto a Situation Awareness (SA) dos diferentes membros da equipe pode conectar-se durante as trocas de informações entre os turnos alternantes?

Fonte: O autor

1.7 Metodologia de pesquisa

A metodologia de pesquisa adotada pela tese foi a *Design Science Research* (DSR). A Figura 1 ilustra a representação macro do modelo da metodologia, que estabelece as fases para a construção das classes de problema com base em (LACERDA *et al.*, 2013). O mapa conceitual, figura 02, representa o framework do desenvolvimento metodológico da tese, o qual estabelece as fases do (DSR) em consonância com o modo de abordagem, a projeção das instâncias de cada fase, bem como os *Out-puts* da tese. A forma de condução da metodologia foi por meio do desenvolvimento de artigos, considerando as interações entre eles.

Figura 1 – Fases para a construção do DSR



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Lacerda *et al.* (2013)

A metodologia de pesquisa está estruturada com base no conceito da ciência orientada para a ação (AHLEMANN *et al.*, 2013). Para a condução da tese optou-se por adotar a descrição prescritiva com base em Keller (1989), dado que a pesquisa foi direcionada a partir da situação problema identificada na fase de conscientização do DSR.

A contribuição teórica da tese fundamenta-se principalmente na atuação concomitante entre a prática e a teoria, considerando que os construtos teóricos foram projetados com base em feedbacks práticos e teóricos, respectivamente. O Quadro 2 representa as fases do (DSR) proposto por Lacerda *et al.* (2013).

Quadro 2 – Fases de condução do (DSR)

Etapa de Condução	Saída da DSR	Descrições
Fase I Conscientização	Proposta	<p>A. Evidenciar a situação problema;</p> <p>B. Explicitar o ambiente externo e seus principais pontos de interação com o artefato;</p> <p>C. Explicitar as métricas e os critérios para a aceitação da solução do artefato (quando não for possível a obtenção de uma solução ótima);</p> <p>D. Explicitar os atores que se interessam pelo artefato;</p> <p>E. Explicitar as classes de problemas, os artefatos existentes e suas limitações.</p>
Fase II Sugestão	Tentativa	<p>F. Explicitar as premissas e requisitos para a construção do artefato;</p> <p>G. Registrar todas as tentativas de desenvolvimento do artefato;</p> <p>H. Registrar as razões que fundamentaram a exclusão da tentativa de artefato do desenvolvimento;</p> <p>I. Verificar possíveis implicações éticas da aplicação do artefato.</p>
Fase III Desenvolvimento	Artefato	<p>J. Justificar a escolha das ferramentas para o desenvolvimento do artefato;</p> <p>K. Explicitar os componentes do artefato e as relações causais que geram o efeito desejado para que o artefato realize seus objetivos;</p> <p>L. Explicitar as formas pelas quais o artefato pode ser testado.</p>
Fase IV Avaliação	Medidas de Desempenho	<p>M. Explicitar, em detalhes, os mecanismos de avaliação do artefato;</p> <p>N. Evidenciar os resultados do artefato em relação às métricas inicialmente projetadas;</p> <p>O. No caso de avaliações qualitativas do artefato, explicitar as partes envolvidas e as limitações de viés;</p> <p>P. Evidenciar o que funcionou como o previsto e os ajustes necessários no artefato.</p>
Fase V Conclusão	Resultados	<p>Q. Sintetizar as principais aprendizagens em todas as fases do projeto;</p> <p>R. Justificar a contribuição do trabalho para a classe de problema.</p>

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Lacerda *et al.* (2013)

A classe de problema definida na tese baseia-se na indicação de Kepner e Tregoe 1980 e Dresch, Lacerda e Valle Antunes Júnior (2015), quando da abordagem da *Design Science Research*. Se trata da análise de problemas e tomada de decisão a fim de implicar no desenvolvimento de métodos para identificação, análise e solução de problemas.

Para Petter, Khazanchi e Murphy (2010) o método de (DSR) estabelece dois aspectos críticos: i) a criação, ii) e a avaliação de artefatos. Neste contexto, a metodologia da tese desenvolve instanciações de artefatos e avalia a aplicabilidade destes na prática. Para Lacerda

et al. (2013) os artefatos podem ser classificados como: Constructos, Modelos, Métodos e Instâncias (Quadro 3).

Quadro 3 – Tipos de artefatos em (DSR)

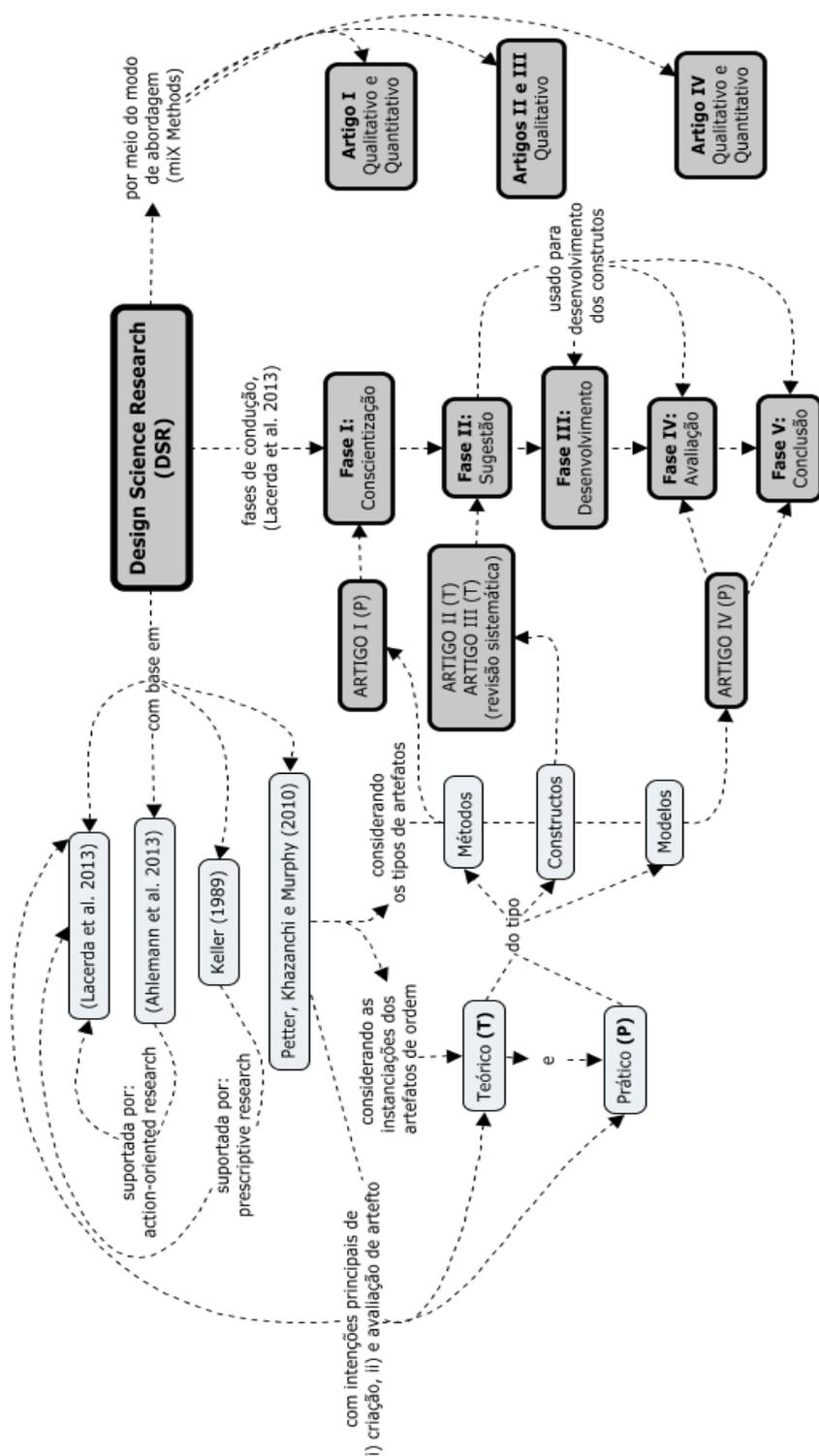
Descrições/Tipos de Artefatos	
Constructos	Constructos ou conceitos formam o vocabulário de um domínio. Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. Conceituações são extremamente importantes em ambas as ciências naturais e de <i>design</i> . Eles definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas. Eles podem ser extremamente valiosos para <i>designers</i> e pesquisadores.
Modelos	Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de <i>design</i> , modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são. As ciências naturais, muitas vezes, usam o termo ‘modelo’ como sinônimo de ‘teoria’, ou ‘modelos’ como as teorias ainda incipientes. No <i>Design Science</i> , no entanto, a preocupação é a utilidade de modelos, não a aderência de sua representação à Verdade. Não obstante, embora tenda a ser impreciso sobre detalhes, um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.
Métodos	Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Os métodos podem ser ligados aos modelos, nos quais as etapas do método podem utilizar partes do modelo como uma entrada que o compõe. Além disso, os métodos são, muitas vezes, utilizados para traduzir um modelo ou representação em um curso para resolução de um problema. Os métodos são criações típicas das pesquisas em <i>Design Science</i> .
Instanciações	Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instâncias operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instância pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. As instâncias demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.

Fonte: Lacerda et al. (2013)

O artefato foi definido a partir das indicações de Kepner e Tregoe 1980 e Dresch, Lacerda e Valle Antunes Júnior (2015), quando da abordagem da *Design Science Research*. No contexto da tese, o artefato foi classificado como instanciações, já que propõe instâncias sistematizadas para o desenvolvimento e aplicação de métodos para identificação, análise e solução de problemas.

O mapa conceitual representa a metodologia desenvolvida, ver Figura 2, o mesmo foi desenvolvido com base na integração dos quadros I, II, III e Figura 1.

Figura 2 – Mapa conceitual - metodologia da tese



Fonte: O autor

1.7.1 Fases da metodologia de pesquisa

Em seguida as fases da metodologia de pesquisa são relacionadas com as fases de condução do DSR com maior detalhamento, representada pelo Quadro 4. As descrições foram identificadas conforme os códigos estabelecidos no Quadro 2. As codificações por meio das letras foram adotadas para facilitar o entendimento da aplicação das premissas de (LACERDA et al., 2013).

Quadro 4 – Fases de condução do (DSR) no contexto da tese

Etapa de Condução		Saída da DSR	Descrições
Artigo I	Fase I Conscientização	Proposta	<p>(A) A situação problema evidenciada foi a diferença de percepção das variáveis de tomada de decisão entre os operadores do processo estudado.</p> <p>(B) O ambiente de evidência da situação problema foi um processo de injeção de polímero em uma empresa de alimentos localizada no Vale do Taquari/RS. O ponto de interação entre a situação problema e o artefato foi as variáveis dos processos. O artefato teórico foi desenvolvido para promover a elicitación das variáveis do processo percebidas pelos operadores e adotadas para a tomada de decisão.</p> <p>(C/D) As métricas estabelecidas para a elicitación do conhecimento foram baseadas em (DILLON, 1980) e (ROSE, 2010) respectivamente. Para propor as relações entre as variáveis, utilizou-se da categorização das respostas desenvolvida por (DILLON, 1980). A outra métrica adotada foi a classificação da memória, em curta e longa duração, com base em (ROSE, 2010).</p> <p>(E) Atualmente na empresa estudada, há uma tentativa de implementar um programa de nivelamento do conhecimento, porém não foi evidenciado a adoção de um instrumento para tanto. A atividade de nivelamento adotada pela empresa é o treinamento operacional tradicional, ou seja, contato prático com o operador que atua no posto de trabalho. Não foi evidenciado a adoção de um indicador de curva de aprendizagem.</p>

continuação...

Artigo II e III	Fase II Sugestão	Tentativa	<p>(F) As premissas e requisitos para a construção do artefato foram estabelecidas nesta etapa por meio do desenvolvimento de duas revisões sistemáticas da literatura.</p> <p>(G/H) O registro e as razões que fundamentam a busca por artefatos na literatura foram estabelecidos pelo método PRISMA- Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Artigo II) e pela pesquisa Bibliométrica (artigo II).</p> <p>(I) A intenção de ambos os artigos foi identificar possibilidades de desenvolver um artefato de elicitación do conhecimento e análise da consciência situacional que tenha um grau de ineditismo para os propósitos da tese. Também foi solicitado a concessão da empresa para a condução da pesquisa.</p>
Artigo IV	Fase III Desenvolvimento	Artefato	<p>(J) A escolha das premissas que auxiliaram no desenvolvimento do artefato está exposta nos artigos II e III.</p> <p>(K) Os componentes inerentes ao artefato serão compostos pela integração dos achados dos artigos II e III.</p> <p>(L) Os artefatos foram testados em campo, no mesmo processo estudado na fase de conscientização da situação problema.</p>
	Fase IV Avaliação	Medidas de Desempenho	<p>(M) O artefato foi avaliado de duas formas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Com base na capacidade de elicitar práticas tácitas e os modos cognitivos durante as entrevistas com os especialistas, como por exemplo, as verbalizações do tipo <u>“Se isso... então faça aquilo...”</u>, exemplificado por (HENRIQSON et al., 2009) e a presença de memórias episódicas conforme indicado por (BROWN et al., 2016). 2- Com base na presença dos níveis de Consciência Situacional instituído por Endsley (1995a, 1995b) quando das verbalizações das variáveis do processo estudado, com base em (HENRIQSON et al., 2009). <p>(N): Está contemplado na seção 5.3.2.5 Validade preditiva da BBN</p> <p>(O): O questionário (Figura 13 – Questionário para elicitación das (SA) dos operadores) foi avaliado com base no item (M)</p>

			(P) Os ajustes necessários foram realizados no artigo IV quando comparado com o artigo I da primeira fase do DSR.
	Fase V Conclusão	Resultados	(Q/R) Estão contemplados nas seções discussões e resultados do artigo IV.

Fonte: O autor

REFERÊNCIAS

Ahlemann F., Arbi F. E., Kaiser M. G., Heck A. (2013). A process framework for theoretically grounded prescriptive research in the project management field, **International Journal of Project Management**, Vol. 31, p. 43–56

Argote, L., (2011). Organizational learning research: Past, present and future, **Management Learning**, Vol 42, n. 4, p. 439–446.

Bertalanffy, L. V. (1973) **Teoria Geral dos Sistemas**, Petrópolis Vozes.

Bittencourt, G (2006), **Inteligência Artificial – Ferramentas e Teorias**, Editora da UFSC.

Boiral, O., 2002. Tacit Knowledge and Environmental Management. **LRP Long Range Planning**, 35, p.291–317.

Camastra Francesco, Angelo Ciaramella, Valeria Giovannelli, Matteo Lener, Valentina Rastelli, Antonino Staiano, Giovanni Staiano e Alfredo Starace 2015. A fuzzy decision system for genetically modified plant environmental risk assessment using Mamdani inference. **Expert Systems with Applications**, vol. 42, p. 1710–1716.

Carneiro P. R; Grimoni J. A.; Udaeta M. E. M. (2007) Metodologia e regras para um sistema especialista na substituição da eletrotermia para fornos a gás natural na indústria metalúrgica, **4o PDPETRO**, Campinas, 21-24.

Chen Z., Xiaona W. and Jianguo Q. (2014). Risk assessment of an oxygen-enhanced combustor using a structural model based on the FMEA and fuzzy fault tree. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, vol.32, p. 349 – 357.

Coelho, Helber (1995). **Inteligência Artificial em 25 Lições**, Editora Fundação Calouste Gulbenkian, 19 – 21.

Dresch Aline, Lacerda Daniel Pacheco , Valle Antunes Jr José Antônio. **Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement**. Springer, 2015

Dillon J. T. (1980). The Classification of Research Questions. **Review of Educational Research Fall**, Vol. 54, No. 3, p. 327-361.

Endsley, M. R., (1995a). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, **Human Factors**, Vol. 37 n° 1, p. 32-64.

Endsley, M. R. (1995b). Measurement of situation awareness in dynamic systems. **Human Factors**, Vol. 37, p. 65–84.

Fernandes, Anita Maria da Rocha (2005). **Inteligência Artificial: noções gerais**, Editora VisualBooks, 2 – 24.

Ferreira J.; Mueller J.; Papa A. (2018) "Strategic knowledge management: theory, practice and future challenges", **Journal of Knowledge Management**. Editorial.

Flanagan, T., Eckert, C. & Clarkson, P.J., 2007. Externalising tacit overview knowledge: A model-based approach to supporting design teams. **AI EDAM: Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing**, 21(3), p.227–242.

Garg Harish, Monica Rani, S.P; Sharma, e Yashi Vishwakarma. 2014. Intuitionistic fuzzy optimization technique for solving multi-objective reliability optimization problems in interval environment, **Expert Systems with Applications**, vol.41, p. 3157–3167.

Gavrilova T., Andreeva T., (2012) "Knowledge elicitation techniques in a knowledge management context", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 16 Issue: 4, p.523-537.

Grandvallet, Christelle Franck Pourroy, Guy Prudhomme, Frédéric Vignat. (2017). Testing three techniques to elicit additive manufacturing knowledge. **Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing, Lecture Notes in Mechanical Engineering**, p 281-288

Guo Lijie, Jinji Gao, Jianfeng Yang e Jianxin kang. 2009. Criticality evaluation of petrochemical equipment based on fuzzy comprehensive evaluation and a BP neural network, **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, vol.22, p.469–476.

Hao Jia; Zhao Qiangfu; Yan Yan; Wang Guoxin. (2017). A Review of Tacit Knowledge: Current Situation and the Direction to Go. **International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering**, Vol. 27, No. 5, p. 727–748

Henriqson, E.; Carim Júnior, G. C.; Saurin, T. A.; Amaral, F. G. Consciência situacional, tomada de decisão e modos de controle cognitivo em ambientes complexos. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 433-444, 2009

Johnson P. (1992). **Human-computer interaction: psychology, task analysis and software engineering**. Maidenhead: McGraw-Hill.

Kepner, C. H., & Tregoe, B. B. (1980). O Administrador Racional: Uma abordagem sistemática à solução de problemas e tomada de decisão. **The Rational Manager: A Systematic Approach to Problem Solving and Decision-Making** (2nd ed.). São Paulo: Atlas.

Keller L. Robin, (1989). Decision research with descriptive, normative, and prescriptive purposes - some comments, **Annals of Operations Research**, Vol.19, p.485 – 487.

Kwong Erin, W.B. Lee, (2009) "Knowledge elicitation in reliability management in the airline industry", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 13 Issue: 2, p.35-48

Lacerda D. P.; Dresch, A.; Proenca A., Antunes J.J. A. V. (2013). Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, 20(4), 741-761.

Lazzolino, G.; Laise D. (2018) "Knowledge worker productivity: is it really impossible to measure it?", **Measuring Business Excellence**, Vol. 22 Issue: 4, p.346-36

Li Dacheng e Jinji Gao.2010. Study and application of Reliability-centered Maintenance considering Radical Maintenance, **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, vol. 23, p. 622 – 629

Liu Hu-Chen, Long Liu and Nan Liu, (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review, **Expert Systems with Applications**, vol. 40, p. 828–838.

Liu Hu-Chen, Jian-Xin You, Xiao-Jun Fan e Ging-lian Lin,2014. Failure mode and effects analysis using D numbers and grey relational projection method. **Expert Systems with Applications**, vol.41, p. 4670–4679.

Nonaka, I.; Von Krogh, G., 2009. Perspective--Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory. **Organization Science**, 20(3), p.635–652.

Nonaka, I., 1994. A Dynamic Theory of Organization Knowledge Creation. **Organization Science**, 5(1), p.14–37.

Nonaka, I., Byosiere, P. & Borucki, C.C., 1994. Organizational Knowledge Creation Theory : A First Comprehensive Test. **Internation Business Review**, 3(4), p.337–351.

Nonaka, I., Umemoto, K. & Senoo, D., 1996. From information processing to knowledge creation: A paradigm shift in business management. **Technology in Society**, 18(2 SPEC. ISS.), p.203–218.

Nonaka, Ikujiro, and Hirotaka Takeuchi 1995. **The knowledge-creating company**. Oxford: Oxford University Press.

Oliva G. Medina- N., P. Weber e B.Jung. 2015. Industrial system knowledge formalization to aid decision making in maintenance strategies assessment. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, vol. 37, p. 343–360.

Oliveira V. P. Uma informação tácita; **Revista de Ciência da Informação**, vol.6 n 3, 2005

Pattarawan Prasarnphanich; Brian D; Janz, Jignya Patel; (2016) "Towards a better understanding of system analysts' tacit knowledge: A mixed method approach", **Information Technology & People**, Vol. 29 Issue: 1, p.69-98.

Petrovic Dejan v., Miloš Tanasijevic, Vitomir Milic, Nikola Lilic, Saša Stojadinovic e Igor Svrkota. 2014. Risk assessment model of mining equipment failure based on fuzzy logic. **Expert Systems with Applications**, vo 41, p. 8157–8164.

Petter, S., Khazanchi, D., & Murphy, J. D. (2010). A Design Science Based Evaluation Framework for Patterns. **Data Base for Advances in Information Systems**, 41(3), p. 9-26.

Polanyi, M. (1958). Personal Knowledge, Chigago, IL: **The University of Chicago Press**.

Polanyi, M. (1966). **The Tacit Dimension**, London: Routledge & Kegan Paul.

Preiss Kenneth J., (2000) "A two-stage process for eliciting and prioritising critical knowledge", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 4 Issue: 4, p.328-336

Rosário C. R. do, Kipper L. M., Frozza R., Bueno B. M. (2015). Modeling of tacit knowledge in industry: Simulations on the variables of industrial processes. **Expert Systems With Applications**, vol. 42, p. 1613–1625.

Rose Nathan S.; Joel Myerson; Henry L. Roediger III; Sandra Hale. (2010). Similarities and Differences Between Working Memory and Long-Term Memory: Evidence From the Levels-of-Processing Span Task. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn**. Vol. 36, n 2, p. 471–483.

Righi, A. W.; Saurin T. A. (2015). Complex socio-technical systems: Characterization and management guidelines. **Applied ergonomics**, Vol. 50, p. 19-30.

Selwyn Classen; Whyte Grafton, (2012) "Using storytelling to elicit tacit knowledge from SMEs", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 16 Issue: 6, p.950-962

Takeuchi, H.; Nonaka, I, (2008). **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Bookman.

Hauptmanns, U. (2004). Semi-quantitative fault tree analysis for process plant safety using frequency and probability ranges, **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, vol. 17 p. 339–345.

Vásquez-Bravo, Di. M. I.; Segura S. M. F.; Domínguez M. Amescua, A. (2014). “Knowledge management acquisition improvement by using software engineering elicitation techniques”, **Computers in Human Behavior**, Vol.30, p. 721-730.

You Xiao-Yue, Jia N-Xin You, Hu-Chen Liu e Lu Zhen 2015. Group multi-criteria supplier selection using an extended VIKOR method with interval 2-tuple linguistic information. **Expert Systems with Applications**, vol.42, p.1906–1916.

Zappavigna Michele, Jon Patrick. (2010). Eliciting tacit knowledge about requirement analysis with a Grammar-targeted Interview Method (GIM). **European Journal of Information Systems**, vol. 19, p.49–59.

Zhou, Y.J., 2004. An empirical study of shop floor tacit knowledge acquisition in Chinese manufacturing enterprises. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 34(4), p.249–261.

2 MENSURAÇÃO DA DIFERENÇA NA TOMADA DE DECISÕES E O IMPACTO NA ESTABILIDADE DO PROCESSO: UM ESTUDO DE CASO

2.1 Introdução

A preocupação em compreender a relação entre o conhecimento tácito e o explícito teve seu marco inicial nos estudos de (POLANYI 1958; POLANYI 1966). O saber tácito estava sendo observado com uma perspectiva de desmistificar a forma processo de solução de problemas (POLANYI, 1958). Johnson et al. (2019) observam que o conhecimento tácito nas organizações necessita de atenção no sentido de torná-lo tangível para uso como fonte de vantagem competitiva.

Nonaka e Von Krogh (2009) abordaram o conhecimento processual tácito das tarefas e a conversão para explícito com o objetivo de promover a aprendizagem organizacional entre as partes interessadas. Na literatura há pesquisas anteriores que abordaram a teoria da conversão de conhecimento tácito para explícito. Essas pesquisas apontam que o processo de conversão de conhecimento se dá pelo entendimento do processo cognitivo dos agentes (ZHOU 2004; DYCK et al. 2005; FLANAGAN et al., 2007).

Para Polanyi (1966) o conhecimento tácito é espontâneo, intuitivo, experimental e cotidiano, envolvendo uma gama de informações conceituais e sensoriais. Estes elementos cognitivos do conhecimento tácito referem-se aos modelos mentais, tais como: esquemas, paradigmas, perspectivas, crenças e pontos de vista por meio dos quais os indivíduos percebem e definem o seu mundo. Uma característica do conhecimento tácito está na lógica pré-formada e pessoal da forma de pensamento para execução das atividades. Johnson et al. (2019) complementam que o conhecimento tácito se trata do *Know How* do indivíduo adquirido por meio de experiências passadas.

Ainda, segundo Polanyi (1966), deve-se entender a dimensão do conhecimento tácito e as limitações humanas a partir do fato de que o ser humano sabe mais do que geralmente expõe verbalmente. A partir dessa premissa, Polanyi (1966) afirma que o conhecimento é sempre de âmbito pessoal, não podendo ser representado ou codificado em sua íntegra, porém

Johnson et al. (2019) apontam que a intangibilidade do conhecimento tácito é uma lacuna nas organizações. As organizações necessitam desenvolver mecanismos de retenção do conhecimento tácito (JOHNSON et al., 2019).

A partir das premissas apresentadas, advém o desafio desta pesquisa, a qual trata do desenvolvimento de mecanismos que possam auxiliar sobre a dificuldade em externalizar o conhecimento humano. Desta forma, o problema de pesquisa consiste em compreender a relação entre as estratégias de elicitação do conhecimento utilizado na tomada de decisão e o processo de conversão do conhecimento tácito em explícito.

Neste sentido, o artigo aborda uma estratégia para promover a elicitação do conhecimento tácito sobre a perspectiva do conhecimento processual para tomada de decisão na execução das tarefas. O objetivo deste estudo é desenvolver um *framework* teórico para promover a elicitação da memória de curta e longa duração. Assim, pretende-se compreender as heurísticas de tomadas de decisões adotadas em um processo produtivo para manter a estabilidade do mesmo, evitando a ocorrência de eventos indesejáveis. Para esta pesquisa, o conceito de eventos indesejáveis compreende uma abordagem ampla, pode ser considerado como um incidente ou acidente operacional, defeitos na fabricação dos produtos, retrabalho operacional, interrupção do processo por qualquer natureza, considerando a necessidade de prever os eventos indesejáveis, manter o processo em estado de estabilidade por meio da percepção de alternativas de tomada de decisão.

O artigo apresenta um instrumento de elicitação do conhecimento usado para compreensão das estratégias adotadas na tomada de decisão, considerando a memória na perspectiva temporal, a memória de curta e longa duração. O processo de elicitação do conhecimento, nesta pesquisa, atua sobre as diferenças das consciências situacionais dos operadores por meio do mapeamento do modelo mental usado ao pensar tacitamente sobre os parâmetros operacionais dos processos.

A pesquisa em campo contemplou um processo de injeção de polímeros. O fenômeno observado foram as atividades que cada operador realiza durante o acompanhamento do processo produtivo. O artigo levanta ainda a necessidade de promover a integração entre as heurísticas de tomadas de decisão para evitar os eventos indesejáveis, já que as variáveis percebidas dos processos serão elicítadas e compartilhadas para futuramente ampliar a margem de manobra para manter a estabilidade dos processos.

Como elemento para discussão do presente estudo, se estabelece a questão de pesquisa que norteia o processo de desenvolvimento: Quais são as variáveis percebidas entre os operadores da empresa estudada e as diferenças entre as percepções?

Neste sentido, o presente estudo é delineado perpassando, além desta Introdução, por Fundamentação Teórica, Metodologia, Resultados e Conclusão para responder a questão de pesquisa delimitada.

2.2 Fundamentação teórica

2.2.1 Elicitação do conhecimento

Para Gábor e Barna (1988), Cairo (1998), Liou Y. I. (1990), Wagne (2002) e Kim et al. (2011), a elicitação do conhecimento é a principal atividade do processo de gestão de Sistemas Baseados em Conhecimentos (SBC).

A literatura que aborda os contextos internos das organizações aponta o conhecimento humano como um tema emergente (GARG HARISH, 2014; LIU HU-CHEN et al., 2014; OLIVA et al., 2015). O conhecimento envolvido no processo de confiabilidade industrial é um tema sedimentado pela comunidade científica como sendo importante para manter o fluxo de operações nos processos produtivos por meio das condições estruturais dos equipamentos. Os autores Ulrich Hauptmanns (2004), Li Dacheng e Jinji Gao (2010) reconhecem a importância do conhecimento humano como parte do processo de modelagem de sistemas desenvolvidos para promover maior confiabilidade na previsão de falhas em equipamentos.

Por outro lado, há uma corrente de pesquisadores que abordam o conhecimento humano na perspectiva da relação homem-máquina e seus entornos, considerando a consciência situacional por meio do processo cognitivo. Esta abordagem teve sua origem na teoria da decisão comportamental e foi adotada mais tarde pela área da Ergonomia (SUCHMAN, 1987; 1993; WILSON e MYERS, 1999); AUGIER e MARCH, 2002). A teoria das decisões comportamentais parte do princípio de que todos os indivíduos das organizações tomam decisões baseadas nas opções em seu entorno e no comportamento racional e consciente (SUCHMAN, 1987; 1993).

2.2.2 Ação situada e a memória de curta e longa duração

Suchman (1987) introduziu a abordagem da ação situada, posteriormente adotada como ergonomia cognitiva ou ergonomia situada (WILSON e MYERS, 1999). Como por exemplo (FURNISS et al. 2014), onde trabalharam com base na abordagem da ergonomia situada em um ambiente hospitalar. A ação situada parte da premissa de que as ações humanas são ordenadas com base nos planos cognitivos desenvolvidos antes da ação prática efetiva.

A ergonomia estabelece a distinção entre a tarefa e a atividade, onde a primeira representa as prescrições definidas antecipadamente, já a atividade é o que se faz na prática, levando em conta as prescrições. Leplat e Rasmussen (1984) e Guérin et al. (2001) abordaram as diferenças entre a tarefa e a atividade. A tarefa pode ser algo coletivo, uma prescrição geral do que deve ser realizado; já a atividade pode ser diferente, mesmo sendo oriunda da mesma prescrição de tarefa, pois a atividade constitui elementos que podem desviar do objetivo traçado.

Um desses elementos é a consciência situacional de cada indivíduo, seus mecanismos cognitivos de tomada de decisão. Yrjö Engeström (2001) reforça o argumento de que o sistema de atividades deve ser estudado como unidade de análise em pesquisas que envolva a polivalência de atividades e o processo de aprendizagem.

Em uma perspectiva da memória em relação às tarefas, para esta pesquisa adotou-se as premissas de Rose et al. (2010), as quais estabelecem a distinção entre a memória de curta e longa duração. A primeira refere-se à consciência situacional, situação em tempo atual, já a memória de longa duração refere-se à memória do passado, a qual deve ser retomada em uma dada situação que se faça necessária.

Considerando as premissas supramencionadas, tais como: Leplat e Rasmussen (1984); Suchman (1987); Wilson e Myers (1999); Guérin et al. (2001) e Yrjö Engeström (2001); Furniss et al. (2014); Gavrilova e Leshcheva (2015) aportam a análise das atividades em uma perspectiva da ergonomia cognitiva por meio da compreensão dos estilos cognitivos. Assim, o mapeamento do conhecimento, conforme exemplificam Margaryan, Littlejohn e Stanton (2016), consiste no desenvolvimento e entendimento de mecanismos que compreendam as práticas tácitas do conhecimento usadas em um contexto integrado, onde envolve fatores como, pessoas, suas práticas de trabalho, os sinais dos ambientes e os artefatos que atuam no ambiente.

2.3 Procedimentos Metodológicos

O método adotado para a pesquisa em campo foi denominado de ‘categorização de respostas’, sendo os procedimentos divididos em três etapas conforme segue.

A **1ª Etapa** tem por objetivo iniciar o contato com as *expertises* do processo estudado, bem como elicitare as condições adotadas para operacionalizar o processo com base nas premissas de Rose et al. (2010), as quais estabelecem a distinção entre as memórias de curta e longa duração.

A **2ª Etapa** tem por objetivo categorizar as respostas considerando as premissas de Dillon (1984). As perguntas foram estruturadas de forma a inferir sobre as respostas em relação a sua forma e estrutura cognitiva. Dillon (1984) classificou as possíveis alternativas de relação entre as variáveis conforme o Quadro 5.

A **3ª Etapa** trata-se da análise das verbalizações das respostas com base na análise de conteúdo, nesta etapa adotou-se o *software* <http://voyant-tools.org/> com base em Rockwell et al. (2010), os quais baseiam-se em *Digital Humanities* como área de conhecimento.

Quadro 5 – Categorização das perguntas e codificação

Caracterização das variáveis:	Comparação entre as variáveis:	Contingências entre as variáveis:
1. Natureza; 2. Atributos; 3. Função; 4. Racional.	5. Concomitância; 6. Conjunção; 7. Desunião; 8. Equivalência; 9. Diferença; 10. Desproporção; 11. Subordinação;	12. Relação; 13. Correlação; 14. Condicionalidade; 15. Consequência; 16. Antecedência; 17. Bicondicionalidade.

Fonte: Dillon (1984)

O uso condicionado entre as variáveis proporciona o raciocínio lógico do respondente. O Quadro 6 consolida as etapas de utilização do framework teórico usado como instrumento de elicitação do conhecimento nas entrevistas em campo.

Quadro 6 – *Framework* teórico do questionário para eliciação do conhecimento

	Etapas	Objetivos	Pergunta	Fonte
Questões Básicas	1ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Iniciar um contato inicial com o Expertise do Processo; ✓ Elicitar as atividades em relação a situação de operacionalização do processo; 	<p>a) Como são realizadas as atividades de curta duração? ¹</p> <p>b) Como são realizadas as atividades de longa duração? ²</p>	Rose et al. (2010)
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elicitar as lembranças da memória de curta duração; ✓ Identificar as variáveis críticas do processo. 	<p>c) Quais são as variáveis críticas do processo?</p> <p>d) São realizadas atividades de forma simultânea em relação à operacionalização do processo?</p>	Dos autores
Categorização das respostas	2ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Promover a categorização das respostas; ✓ Elicitar as lembranças da memória de longa duração; ✓ Analisar as funções das variáveis; ✓ Analisar as relações entre as variáveis do processo. 	<p>Caracterização das variáveis:</p> <p>e) Qual é a função da variável “x”? (Código 3)</p> <p>f) Quais são os atributos da variável “x”? (Código 2)</p> <p>Comparação entre as variáveis:</p> <p>g) O que acontece com a variável “z” se o atributo da variável “x” é alterado? (Código 8)</p> <p>h) Qual é a ordem de subordinação entre as variáveis? (Código 11)</p> <p>Contingências entre as variáveis:</p> <p>i) Quais variáveis possuem atributos que coovariam? (Código 14)</p>	Adaptado de Dillon (1984)
Análise	3ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilizar um artefato para analisar as verbalizações; ✓ Analisar as diferenças nas tomadas de decisões. 	Não aplicável	Rockwell et al. 2010

1 - Atividades que o operador realiza para dar início ao funcionamento do processo, análogo ao conceito de memória de curta duração (ROSE et al., 2010).

2 - Atividade que o operador realiza para manter o processo estável ao retomar lembranças de sinais do processo semelhantes ao presente, que ocorreu no passado, análogo ao conceito de memória de longa duração (ROSE et al., 2010).

Fonte: O autor

2.4 Abordagem prática

A pesquisa em campo foi realizada em uma empresa localizada no Rio Grande do Sul, Brasil. Não foi autorizado a sua identificação em função das variáveis elicitadas nos resultados. As características da empresa e dos operadores participantes da pesquisa estão representadas pelo Quadro 7.

Quadro 7 – Características da empresa e operadores

Tempo de Mercado (Anos)	Operadores		
	Tempo no Cargo (Anos)	Nível de escolaridade	Duração da entrevista (Elicitação do Conhecimento)
92	Operador A = 13 Operador B = 2	Operador A = Ensino Médio Operador B = Ensino Médio	Operador A = 3:30h Operador B = 3:00h

Fonte: Empresa estudada

2.5 Elicitação do conhecimento

As perguntas listadas no Quadro 6, **etapas 1 e 2**, foram aplicadas para ambos os operadores, um breve exemplo das descrições das respostas estão representadas pelo Quadro 8.

Quadro 8 – Descrição das respostas dos operadores

Questões	Operador A	Operador B
a)	Verifico a temperatura do canhão no painel, vejo o parâmetro da ejetora, mover frente, mover trás, travão de frente, travão de trás e alta força. Verifico o molde, o movimento do molde na fechada e abertura, tempo de intervalo, pancada e a de fixação. Analiso se a cavidade está obstruída, vejo a adição do pigmento, temperatura do óleo e vejo a registro da água da refrigeração do óleo. Purga a resina, eu observo até fluxo da resina sair de forma contínua. Quando trocamos de pré-forma, temos que mexer nos parâmetros do pigmentador.	Eu ouço se a bomba está trabalhando em um ritmo mais forte, sincronia do robô, isso ao natural, ouvindo. O dosador de pigmento, vejo o nível dele se está legal para produção, na central de lubrificação olho toda segunda. No manual de manutenção pede uma vez por semana. Verifico o nível de abastecimento do moído. Régua de dosagem tem uma medida base para alimentar as cavidades. Tem a lubrificação da máquina, depende o local é feito semanal, ou quinzenal. Verifico o vazamento, limpeza de filtro, limpeza e lubrificação do molde.
b)	Olho os parâmetros, pressão, velocidade, tempo de plastificação, tempo de ciclo, tempo de intervalo, abastecimento do reservatório de resina. Faço a análise da pré-forma, olho a qualidade da rosca, se está ovalizada, deformada, olho corpo, se tem pontos pretos ou brancos, diferença de cor, machucado, se está cristalizado ou opaco e vejo de o fundo não está furado. Vejo o secador de resina, o parâmetro do ponto de orvalho e temperatura do secador.	Dou uma espiada no painel da máquina, olho os parâmetros, a leitura que está sendo feito. Olho o tempo de resfriamento (T 39), o tempo de plastificação (T 21), tempo de ciclo (T 11), pressão da plastificação (P 600), vejo a velocidade da rosca da plastificação (N 21), almofada do material (S 19), temperatura do óleo (TH 2). Agora está fria, a gente dá uma estrangulada no registro de pressão da água para esquentar o óleo. Controlo a temperatura do molde, secador da resina, nos parâmetros, ponto de orvalho, temperatura e funil de secagem. A cada ½ hora, verifico a temperatura do etanol, pode ficar até 10°C, eu trabalho até 6°C, para garantir a qualidade do processo, isso varia bastante, a cara tem que passar aqui seguido. Olho o desumidificador que tira a umidade de dentro do molde. Verifico o registro de água para resfriar o óleo, se eu verifico no painel se a temperatura do óleo está alta eu abro o registro. Faço as inspeções no material, vejo a rosca, formação, anel, bolha ponto preto.

Fonte: O autor

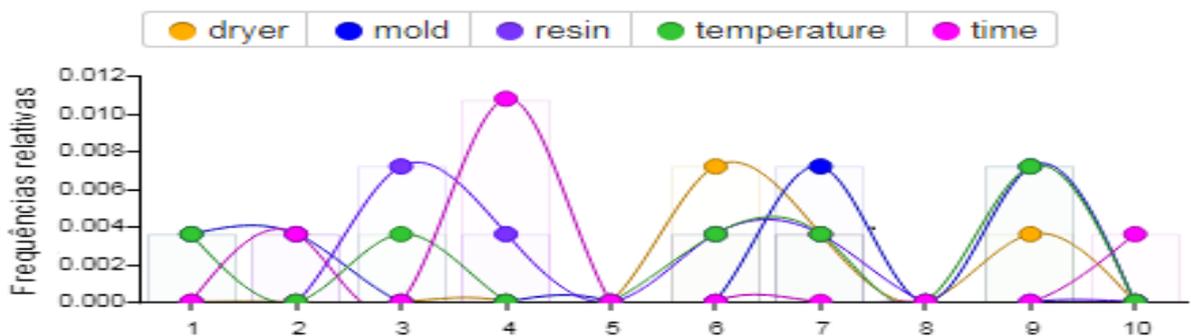
2.6 Resultados

A seguir são relatados os resultados das análises das descrições das respostas dos operadores. A análise foi dividida em duas situações, a primeira tem como objetivo analisar se os objetivos da metodologia adotada para elicitação do conhecimento foram cumpridas. Já a segunda visa analisar se a questão de pesquisa foi respondida.

2.6.1 Análise dos resultados da 1ª e 2ª etapas

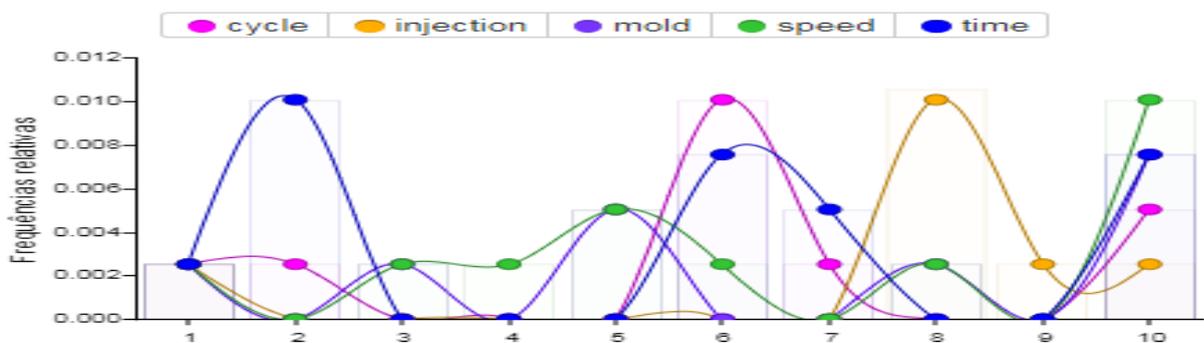
Esta seção tem como objetivo analisar o impacto da aplicação da metodologia adotada em relação à 1ª e 2ª etapas, especialmente se as variáveis críticas do processo podem ser identificadas, bem como se há evidências da distinção entre as memórias de curta e longa duração.

Gráfico 1 - Variáveis verbalizadas na 1ª etapa – Operador A



Fonte: <https://voyant-tools.org/>

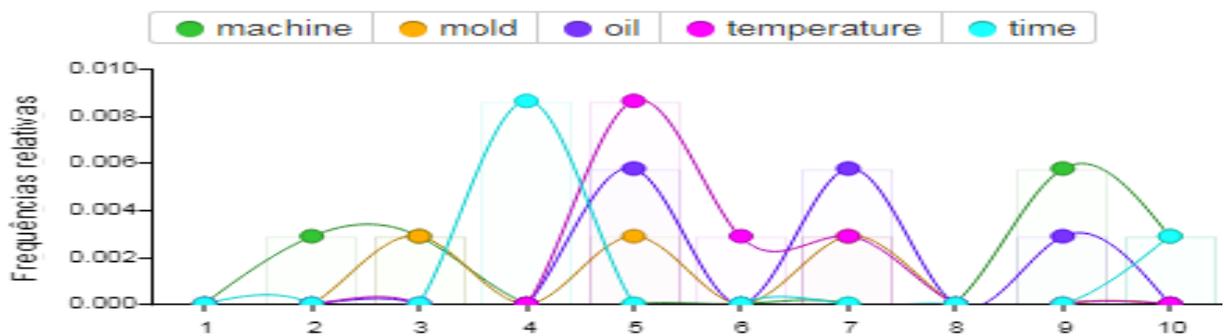
Gráfico 2 - Variáveis verbalizadas na 2ª etapa – Operador A



Fonte: <https://voyant-tools.org/>

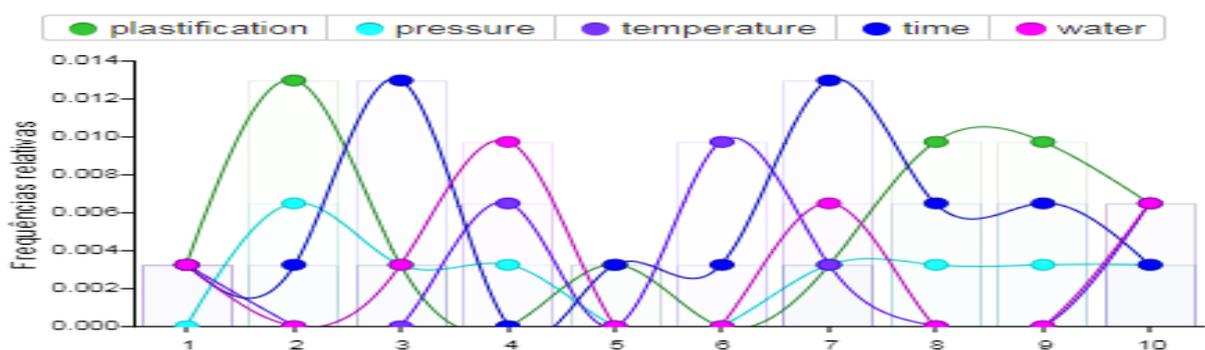
Os Gráficos 1 e 2 representam a verbalização do conhecimento do Operador A, considerando a 1ª e 2ª etapas da metodologia adotada. A análise foi limitada às 5 variáveis mais frequentemente verbalizadas durante a elicitação do conhecimento em cada etapa. Ao comparar os Gráficos 1 e 2, observa-se que as variáveis “Molde” e “Tempo” foram verbalizadas na 1ª e 2ª etapas, o que pode-se inferir que representam as variáveis críticas do processo considerando o modelo mental de acompanhamento do processo pelo operador A, pois são lembradas em diversas situações. As demais variáveis são diferentes entre a 1ª e 2ª etapas.

Gráfico 3 - Variáveis verbalizadas na 1ª etapa – Operador B



Fonte: <https://voyant-tools.org/>

Gráfico 4 - Variáveis verbalizadas na 2ª etapa – Operador B



Fonte: <https://voyant-tools.org/>

Os Gráficos 3 e 4 representam a verbalização do conhecimento do Operador B, considerando a 1ª e 2ª etapas da metodologia adotada. A análise foi limitada às 5 variáveis mais frequentemente verbalizadas durante a elicitação do conhecimento em cada etapa. Ao

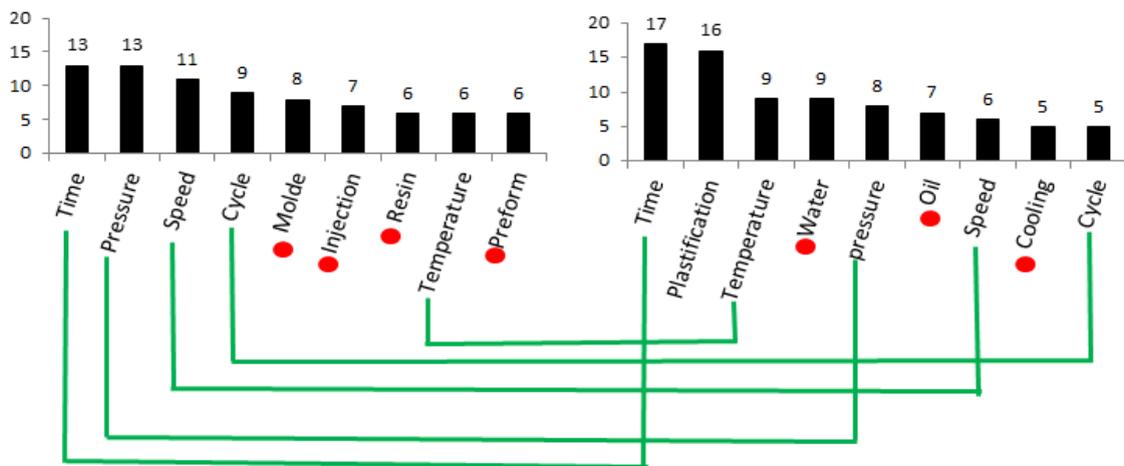
comparar os Gráficos 3 e 4, observa-se que as variáveis “Temperatura” e “Tempo” foram verbalizadas na 1ª e 2ª etapas, podendo-se inferir que representam as variáveis críticas do processo considerando o modelo mental de acompanhamento do processo pelo Operador B, pois são lembradas em diversas situações. As demais variáveis são diferentes entre a 1ª e 2ª etapas.

Observa-se que os Gráficos 2 e 4, os quais representam a 2ª etapa da metodologia, demonstram a elicitación de variáveis não lembradas na 1ª etapa, portanto os objetivos da metodologia foram alcançados, especialmente o mapeamento das variáveis críticas do processo, as quais podem ser classificadas por ordem de similaridade na verbalização, como a variável “Tempo”, verbalizada pelos operadores A e B na 1ª e 2ª etapa. Para complementar a análise dos resultados da aplicação da metodologia adotada, a análise a seguir representa a comparação entre as verbalizações dos operadores A e B.

2.6.2 Análise das diferenças de percepções

Esta seção tem como objetivo analisar as diferenças entre as variáveis percebidas pelos operadores A e B, e como consequência, responder à questão de pesquisa. “Quais são as variáveis percebidas entre os operadores da empresa estudada e as diferenças entre as percepções?”

Gráfico 5 – Comparação entre as variáveis verbalizadas



Fonte: O autor

No Gráfico 5, que representa as variáveis verbalizadas pelos Operadores A e B, optou-se por limitar a análise sobre as nove variáveis com maior frequência verbalizadas por operador. Constatou-se que 58% das variáveis do processo são percebidas de forma diferente pelos operadores. Tal diferença entre a percepção das variáveis entre os operadores do processo de injeção de polímeros fomenta a necessidade de transformar o conhecimento tácito em explícito, visto que estas geram diferentes tomadas de decisão e assim a abertura para eventos indesejáveis no processo.

2.7 Conclusão

O presente estudo teve como questão de pesquisa norteadora a avaliação das variáveis percebidas entre os operadores de um mesmo processo na empresa estudada, e se estes possuíam diferentes percepções sobre as variáveis. Por meio dos resultados obtidos verificou-se que existem diferentes compreensões sobre a etapa do processo produtivo avaliado. Neste sentido, se faz necessário dentro da organização que haja uma integração entre as heurísticas de tomadas de decisão para reduzir eventos inesperados. Assim, se faz necessária a eliciação do conhecimento e seu compartilhamento para ampliar a margem de manobra e a estabilidade dos processos.

A comparação entre as estratégias de tomada de decisão evidencia a necessidade de proporcionar a ampliação do aprendizado situacional entre os operadores, a fim de fornecer uma maior percepção do processo e, como consequência, potencializar as ações que atuam para mantê-lo estável. A categorização das variáveis demonstrou ser um instrumento útil para uso como mecanismo de eliciação do conhecimento tácito, dadas as evidências identificadas, como por exemplo, a frequência relativa maior das variáveis verbalizadas na 2ª etapa da metodologia. Concluiu-se também que o recurso usado para análise das verbalizações é adequado para pesquisa de análise da confiabilidade humana.

REFERÊNCIAS

- CAIRO, O. 1998. A comprehensive methodology for knowledge acquisition from multiple knowledge sources. *Expert Systems with application*, vol. 14, p 1 – 16.
- DILLON, J. T. 1980. *The Classification of Research Questions*. *Review of Educational Research Fall*, Vol. 54, No. 3, pp. 327-361.
- DYCK, B. et al., 2005. *Learning to build a car: An empirical investigation of organizational learning*. *Journal of Management Studies*, 42(2), pp.387–416.
- FLANAGAN, T., ECKERT, C. & CLARKSON, P.J., 2007. *Externalizing tacit overview knowledge: A model-based approach to supporting design teams*. *AI EDAM: Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing*, 21(3), pp.227–242.
- FURNISS DOMINIC; PAOLO MASCI; Paul Curzon; Astrid Mayer; Ann Blandford. (2014). *7 Themes for guiding situated ergonomic assessments of medical devices: A case study of an inpatient glucometer*, *Applied Ergonomics*, Vol. 45, pp.1668e1677
- GÁBOR A; BARNA G. 1988. *Knowledge-based system for supporting statistical database Management*. *Knowledge-based Systems*
- GARG HARISH; MONICA RANI, S.P; SHARMA, E YASHI VISHWAKARMA. 2014. *Intuitionistic fuzzy optimization technique for solving multi-objective reliability optimization problems in interval environment*, *Expert Systems with Applications*, vol.41, p. 3157–3167.
- GAVRILOVA TATIANA A.; Leshcheva Irina A. (2015) *Ontology design and individual cognitive peculiarities: A pilot study*, *Expert Systems with Applications*, Vol. 42, pp. 3883–3892.
- GUÉRIN, F. 2001 *Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie*, ed. *Edgard Blucher Ltda*.
- KIM J. SONG J. JONES D. R. 2011. *The cognitive selection framework for knowledge acquisition strategies in virtual communities*; *International Journal of Information Management*. vol. 31, p. 111-120,
- LEPLAT, J. & Rasmussen, J., 1984. *Analysis of human errors in industrial*. *Accid. Anal & Prev.*, 16(2), pp.77–88.
- LI DACHENG e JINJI Gao. 2010. *Study and application of Reliability-centered Maintenance considering Radical Maintenance*, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 23, p. 622 – 629
- LIU Y. I. 1990 *Knowledge acquisition: Issues, techniques, and methodology*. In: *Conference on trends and directions in expert systems*, *SIGBDP*, Orlando, USA, p 212 – 236,

- LIU, HU-CHEN, JIAN-XIN YOU, XIAO-JUN FAN e GING-LIAN LIN, 2014. *Failure mode and effects analysis using D numbers and grey relational projection method*. **Expert Systems with Applications**, vol.41, p. 4670–4679,
- JOHNSON T.L., FLETCHER S.R., BAKER W. e CHARLES R.L., (2019). *How and why we need to capture tacit knowledge in manufacturing: Case studies of visual inspection*, **Applied Ergonomics** 74 (2019) 1–9
- MARGARYAN A. e LITTLEJOHN A., Stanton N. A., (2016), *Research and development agenda for Learning from Incidents*. **Safety**, Vol.99, pp. 5-13.
- MIE AUGIER e JAMES G. MARCH 2002. *A model scholar: Herbert A. Simon (1916–2001)*, **Journal of Economic Behavior & Organization**, vol. 49, pp. 1–17.
- NONAKA, I. e VON KROGH, G., 2009. *Perspective--Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory*. **Organization Science**, 20(3), pp.635–652.
- OLIVA G. MEDINA- N., P.WEBER e B.JUNG. 2015. *Industrial system knowledge formalization to aid decision making in maintenance strategies assessment*. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, vol. 37, p. 343–360.
- POLANYI, M. (1958). *Personal Knowledge, Chicago, IL: The University of Chicago Press*.
- POLANYI, M. (1966). *The Tacit Dimension, London: Routledge & Kegan Paul*.
- ROSE NATHAN S., JOEL MYERSON, HENRY L. ROEDIGER III, e SANDRA HALE. 2010. *Similarities and Differences Between Working Memory and Long Term Memory: Evidence From the Levels-of-Processing Span Task*. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn**. Vol. 36, N° 2, pp. 471–483.
- ROCKWELL, G., SINCLAIR, S., RUECKER, S., ORGANISCIK, P. (2010). *Ubiquitous text Analysis*. **Poetess Archive Journal**, Vol. 2n°(1), pp, 1 – 20.
- SUCHMAN, L.A. 1987. *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*. **New York: Cambridge University Press**.
- SUCHMAN, L.A.1993. *Response to Vera and Simon's Situated Action: A Symbolic Interpretation*. **Cognitive science**, vol. 17, pp. 71-75.
- ULRICH HAUPTMANN 2004. *Semi-quantitative fault tree analysis for process plant safety using frequency and probability ranges*, **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, vol. 17 p. 339–345.
- WAGNE, W.P.; J. OTTO e CHUNG, Q.B. 2002: *Knowledge acquisition for expert systems in accounting and financial problem domains*, **Knowledge-Based Systems**, vol.15, p. 439 – 447

WILSON BRENT G. e KAREN MADSEN MYERS.1999. *Theoretical Foundations of Learning Environments. Situated Cognition in Theoretical and Practical Context*, **Mahwah NJ: Erlbaum**, cap. 3, pp. 57-88.

YRJÖ ENGSTRÖM (2001) *Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization*, **Journal of Education and Work**, 14:1, 133-156

ZHOU, Y.J., 2004. *An empirical study of shop floor tacit knowledge acquisition in Chinese manufacturing enterprises*. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 34(4), pp.249–261.

3 ELICITAÇÃO DO CONHECIMENTO TÁCITO: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA, DEBATE E FUTURAS DIREÇÕES DE PESQUISA

3.1 Resumo

O objetivo desta revisão sistemática da literatura foi debater, em torno do processo de elicitação do conhecimento tácito, algumas indicações da necessidade de aprofundamento teórico com base em alguns tópicos subjacentes ao tema central. Pela análise e síntese dos tópicos, destacaram-se oportunidades de pesquisas futuras. O método de pesquisa adotado neste estudo foi o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Foram selecionados 42 artigos para análise em profundidade, considerando o período entre os anos de janeiro de 2008 até dezembro de 2018. O artigo contribui para a comunidade científica ao debater os tópicos de análise e estabelece algumas oportunidades de pesquisas futuras por meio de achados científicos tais como: inclusão de um engenheiro do conhecimento considerando o modelo SECI, a indicação de previsibilidade na percepção do conhecimento episódico em um processo de elicitação do conhecimento tácito e a adoção híbrida das técnicas de elicitação do conhecimento. Foi possível identificar 33 técnicas de elicitação do conhecimento e classificá-las por cronologia e número de citações. As bases de dados selecionadas para a revisão sistemática foram a *Science Direct*, *Emerald Insight* e *Scopus*, escolhidas com base na possibilidade de encontrar artigos de coleções como, *Elsevier*, *Springer*, *Taylor & Francis* e *SAGE Publishing*. Este artigo foi estruturado com base na indicação de lacunas teóricas e da necessidade de aprofundamento sobre os temas subjacentes ao processo de elicitação do conhecimento tácito, o que permitiu expor de forma sistemática, um cenário amplo que representa o escopo e a complexidade acerca do processo de conversão do conhecimento tácito em explícito. O artigo estabelece ainda algumas direções de pesquisas e desafios a serem explorados em um contexto empírico.

Palavras-chave: Elicitação do Conhecimento; Conhecimento tácito; Técnicas de elicitação.

3.2 Introdução

A cognição humana é entendida pela capacidade em perceber, compreender e projetar ações futuras (ENDSLEY, 1995a; 1995b). O desafio neste sentido consiste em identificar a forma de aprendizagem, tendo em vista que a gestão do conhecimento é a espinha dorsal da aprendizagem organizacional (CARAYANNIS, 1999). Os autores Lin e Huang (2008) estudaram a relação das dimensões cognitivas e os principais fatores que auxiliam no sistema de gerenciamento de conhecimento, entre eles, a prática tácita.

O presente estudo analisa duas dimensões para a gestão do conhecimento em relação às técnicas de elicitação de conhecimento tácito. A primeira dimensão refere-se ao conhecimento tácito individual, sobretudo na análise do trabalho cognitivo e a segunda dimensão refere-se à representação e transferência de conhecimentos. Os estudos sobre o conhecimento tácito iniciaram em Polanyi (1966). O conhecimento tácito foi observado no sentido de desmistificar a forma de raciocínio, a qual recaiu sobre os mecanismos heurísticos e cognitivos adotados no processo de tomada de decisão. Posteriormente, Nonaka (1991) e Nonaka e Takeuchi (1995) difundiram o conhecimento tácito, relacionando-o ao processo de conversão para conhecimento explícito com o propósito de promover o aprendizado organizacional. Para Zhou (2004) e Flanagan e Clarkson (2007), o processo de conversão do conhecimento inicia na compreensão do processo cognitivo dos agentes detentores do conhecimento.

Os autores Nonaka (1994), Nonaka, Byosiére e Borucki (1994), Nonaka, Umemoto e Senoo (1996) e Nonaka e Von Krogh (2009) contribuíram com a tese de Polanyi ao se concentrarem na teoria da criação do conhecimento, instituindo as quatro fases de conversão do conhecimento tácito em explícito, a Socialização, a Externalização, a Combinação e Internalização. Por meio das quatro fases, o conhecimento é transformado de tácito individual e epistemológico para o explícito ontológico organizacional e fornece novos conhecimentos durante as fases de transições. No entanto, a pesquisa realizada por Gavrilova e Andreeva (2012) aponta limitações na fase de Externalização, o que indica oportunidades de pesquisas para explorar essa fase de conversão de conhecimento. Um dos mecanismos adaptados pela comunidade científica para promover a conversão do conhecimento tácito em explícito são as técnicas de elicitação do conhecimento tácito (ROSÁRIO et al., 2015; HAO JIA et al., 2017).

Para Gábor e Barna (1988) e Wagne, Otto e Chung (2002) a elicitación do conhecimento é a principal atividade na gestão de Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC). Os autores Ulrich (2004), Li Dacheng e Jinji Gao (2010), Garg et al. (2014), Liu et al. (2014), Oliva et al. (2015) reconhecem a importância do conhecimento humano como parte do processo de modelagem de sistemas desenvolvidos para promover maior confiabilidade nos processos.

O mapeamento do conhecimento, como exemplificado em Margaryan, Littlejohn e Stanton (2016), é o desenvolvimento de mecanismos que compreendem as práticas tácitas do conhecimento utilizadas em um contexto integrado e que envolve fatores como pessoas, suas práticas de trabalho e os sinais dos ambientes.

A gestão do conhecimento é entendida como um processo de aquisição e transferência de conhecimentos (EBRAHIM, 2006). Em um contexto macro, dispõem de uma abordagem multidisciplinar, uma vez que envolvem elementos como a estrutura organizacional, fatores culturais, tecnologias e recursos humanos (SASSON e IAN, 2006; Plessis, 2007). Em relação aos temas relacionados com a gestão do conhecimento, a literatura apresenta tópicos como inovação (BRAND, 1998; SIMÃO e FRANCO, 2018); transferência de tecnologia (BHARDWAJ e MONIN 2006), NONAKA, 1994; NONAKA, 2009; CASTANEDA, MANRIQUE e CUELLAR, 2018); elicitación do conhecimento (PREISS, 2000; KWONG e LEE, 2009) e tomada de decisão (PLANT e STANTON, 2015; Coffey e Hoffman (2003).

De acordo com Gavrilova e Andreeva (2012), a elicitación do conhecimento tem um papel central em um sistema de gerenciamento de conhecimento. As técnicas de elicitación são usadas para auxiliar no processo de reutilização do conhecimento e como consequência promovem o aprendizado organizacional (WHYTE e CLASSEN, 2012). Para Preiss (2000) e Kwong e Lee (2009) a elicitación de conhecimento é um processo de mapeamento dos modelos mentais usados para a construção da memória organizacional.

Para Garcia-Perez et al. (2015), por meio da modelagem do conhecimento, é possível representar um sistema complexo e visualizar a heurística de tomada de decisão. De forma complementar para Coffey e Hoffman (2003), ao mapear a tomada de decisão em processos de resolução de problemas, é sugerido para a análise da tarefa, o fluxo de trabalho e o espaço ambiental envolvido. Hoffman (2008) complementa, quando indica a adoção da *Cognitive Task Analysis* (CTA) para análise de ambientes sociotécnicos. A gestão da cognição auxilia de

uma forma mais produtiva a compreender o que é feito para representar a melhor forma de fazer (NIKULINA e KHOMENKO, 2015).

Este artigo visa debater em torno das técnicas de elicitación de conhecimento tácito adotadas pela comunidade científica para apoiar o processo de conversão de conhecimentos tácito individuais para o conhecimento coletivo explícito, tendo em vista as estratégias adotadas para a tomada de decisão. Para tanto, aborda temas subjacentes ao processo de elicitación do conhecimento tácito.

3.3 Metodologia da pesquisa

De acordo com Boell e Kecmanovic (2015), o primeiro passo para o planejamento de uma rigorosa Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é a formulação das questões de investigação, pois serão elas as responsáveis pela direção do protocolo de pesquisa. A construção teórica que deu suporte à elaboração das questões de investigação foi abordada na seção introdutória do artigo. A condução da revisão sistemática foi baseada em Templier e Paré (2015). Estes autores estabelecem seis etapas para o projeto e o desenvolvimento de revisão sistemática da literatura, conforme representado pelo Quadro 9. O protocolo adotado neste estudo é conhecido na literatura como PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), indicado por (MOHER et al. 1999; 2009), quando o pesquisador pretende reduzir significativamente a possibilidade de incorrer uma visão unilateral na condução da investigação. De acordo com MOHER et al. (2009), o método PRISMA é composto por quatro fases, as quais são utilizadas para orientar o desenvolvimento do protocolo de investigação. O quadro 09 representa a integração entre os autores Moher et al. (1999; 2009), Templier e Paré (2015), Boell e Kecmanovic (2015), ao propor o uso integrado das seis etapas instituídas por Templier e Paré (2015) e as quatro fases do método PRISMA indicado por Moher et al. (1999; 2009).

Quadro 9 – *Framework* para condução da revisão sistemática

Fases	Descrições	Referências	
1 Formulação do Problema	Definição dos objetivos e da questão da investigação. Os autores devem justificar a necessidade de uma revisão bibliográfica independente, definir a finalidade da revisão, e os conceitos no centro da síntese.	Boell and Kecmanovic (2015) (Seção 9 - introdutória)	
2 Busca na Literatura	Este é o início da fase de coleta de dados. Neste momento, os autores devem identificar uma série de fontes de informação, bem como os estudos que são pertinentes à revisão, (Templier e Paré 2015).	1 Identificação	Protocolo PRISMA (Moher et al. (2009)
3 Triagem para inclusão	A fase de coleta de dados inclui a avaliação da aplicabilidade dos estudos previamente identificados, (Templier e Paré 2015).	2 Triagem	
4 Avaliação da qualidade	Os investigadores devem avaliar a qualidade dos estudos com base em normas metodológicas reconhecidas, de forma a maximizar a validade, (Templier e Paré 2015).	3 Elegibilidade	
5 Extraindo dados	Esta etapa envolve reunir informações aplicáveis de cada estudo primário incluso na revisão e decidir o que é relevante para o problema de interesse, (Templier e Paré 2015).	4 Incluídos	
6 Analisando e sintetizando dados	Esta última etapa requer que os autores organizem, comparem, agrupem, resumem, agreguem ou interpretem as informações extraídas anteriormente para sugerir uma nova contribuição para o conhecimento, (Templier e Paré 2015).	(Projetada na seção 6.2.1)	

Fonte: O autor

3.3.1 Questões de investigação e tópicos de investigação

Com base na construção teórica apresentada na seção introdutória foram estabelecidas duas questões de pesquisa para determinar os tópicos a serem investigados e discutidos durante a condução da revisão da literatura.

1ª Questão de Investigação: “Como está o debate em torno do processo de conversão do conhecimento tácito para explícito entre 2008 a 2022?”

2ª Questão de Investigação: “Quais são as futuras direções de pesquisa em relação ao uso das técnicas de elicitación do conhecimento tácito?”

De acordo com Templier e Paré (2015), ao desenvolver uma revisão sistemática da literatura recomenda-se que os autores organizem, comparem, resumem, agreguem ou

interpretem as informações previamente extraídas, para sugerir uma nova contribuição para o conhecimento. Contudo, estabeleceram-se alguns tópicos subjacentes ao tema principal da revisão sistemática, os quais suportam as questões de investigação.

A contribuição de Hoffman (2008) levou à escolha da data inicial do período de análise da literatura de 2008 até 2022. Hoffman (2008) em sua pesquisa sobre os primeiros ensaios em direção ao processo de eliciação do conhecimento abordou algumas questões, que foram utilizadas como parâmetro para estabelecer os tópicos de análise em relação à 1ª questão de investigação: (i) Estilo de entrevista, (ii); Tipo de conhecimento, por exemplo, declarativo e processual; iii) Eliciação de conhecimento individual e coletivo.

Para a entrevista com o especialista durante a eliciação do conhecimento, Gavrilova e Andreeva (2012) propõem um agente especial (analista) para facilitar o processo de eliciação do conhecimento. Evidência do uso prático do agente (analista) indicado pelas autoras pode ser encontrada em (ROSÁRIO et al., 2015); que de acordo com estes autores, o agente (analista) é chamado de Engenheiro do Conhecimento.

Com base em Gavrilova e Andreeva (2012) e Rosário et al. (2015), foi adicionado ao estudo mais um tópico de análise em relação à 1ª Questão de investigação: iv) indicação da adoção ou projeção de um agente especial (analista) ou de um engenheiro de conhecimento para facilitar o processo de eliciação do conhecimento tácito.

Os autores Gavrilova e Andreeva (2012) e Vásquez-Bravo et al. (2014) indicam a importância de mesclar as técnicas de eliciação do conhecimento, dadas suas limitações, observando a possibilidade de promover a complementaridade entre as técnicas na promoção da gestão do conhecimento. De maneira complementar Hao Jia et al. (2017) indicam como pesquisa futura a análise da possibilidade da adoção de métodos híbridos para o processo de eliciação do conhecimento tácito.

Neste sentido, elenca-se o tópico (v) de análise relacionado à 1ª questão de investigação: analisar se existe uma indicação das técnicas de eliciação do conhecimento, com vistas aos aspectos da complementaridade entre eles ou adoção híbrida.

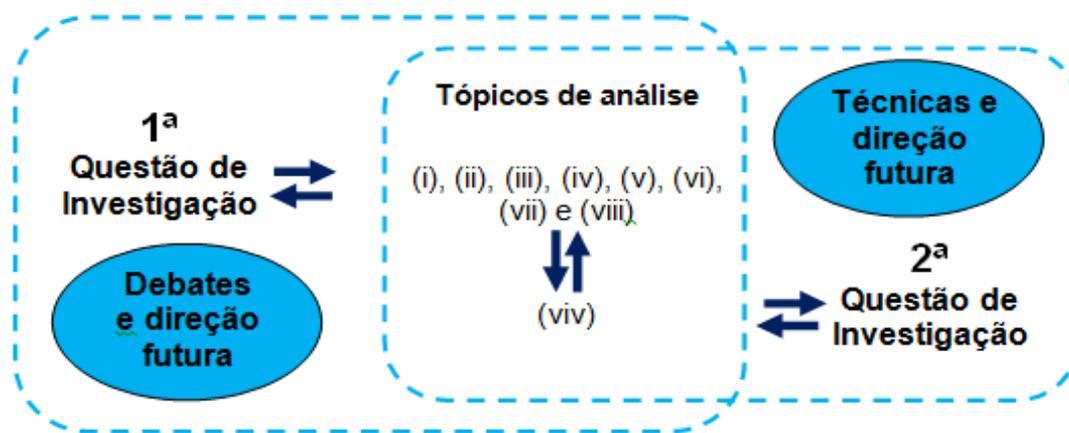
Considerou-se importante abordar o aspecto relacionado com a cognição humana, que é abordado pela ergonomia cognitiva. Suchman (1987) introduziu a abordagem de ação situada, mais tarde adotada como ergonomia cognitiva ou ergonomia situada. A ação situada parte da premissa de que as ações humanas são ordenadas com base nos planos cognitivos desenvolvidos antes da ação prática real. Entretanto, a ergonomia estabelece a distinção entre

tarefa e a atividade, a tarefa representa as prescrições predefinidas, a atividade reflete a prática do dia-dia, levando em conta as prescrições (GUÉRIN et al., 2001; LEPLAT e RASMUSSEN, 1984). A tarefa pode ser algo coletivo, uma prescrição geral do que deve ser feito, já a atividade pode ser diferente mesmo que seja oriunda da mesma prescrição das tarefas. Para complementar a relação entre a tarefa e a atividade, entende-se que explorar os tipos de memória se torna um fator essencial. Para tanto, os conceitos de Rose et al. (2010) foram adotados, pois estabelecem a distinção entre a memória de curta e longa duração. Estudar a relação entre os tipos de memórias, tarefas e atividades se torna um tópico interessante. A memória de curta duração refere-se ao contexto situacional presente no momento atual; e a memória de longa duração refere-se ao passado, que deve ser retomada em um dado momento por meio da recuperação da memória. Nesse sentido, o tópico de análise (vi) foi estabelecido em relação à 1ª questão de investigação: analisar se há distinção entre memória de curta duração ou memória de trabalho e memória de longa duração em um processo de elicitação de conhecimento tácito.

De acordo com Polanyi (1966), deve-se entender a dimensão do conhecimento tácito e as limitações humanas, dado o fato de que a real dimensão do saber humano está limitada à capacidade de verbalização do conhecimento em sua íntegra. Com base nas premissas de Polanyi (1966), o desafio desta pesquisa surge. Investigar as tendências do desenvolvimento de mecanismos que possam auxiliar na dificuldade de verbalização do conhecimento. Contudo, o tópico de análise recai sobre a 1ª questão de investigação: vii) analisar se existem indicações das citações de Polanyi (1966) em relação à dimensão da elicitação do conhecimento tácito. O principal objetivo neste tópico de análise é verificar se durante o período de análise de 2008 a 2018, houve alguma evolução em relação à indicação de Polanyi. A aderência do Modelo SECI de Nonaka (1991) e Nonaka e Takeuchi (1995) entre o período 2008-2018 também é um tópico interessante para análise. Portanto, o tópico de análise (viii) discorre sobre a adoção ou não do modelo SECI em um contexto de elicitação de conhecimento tácito. O que motivou a adotar este tópico de análise foi a pesquisa de Gavrilova e Andreeva (2012), que indica que a segunda fase do modelo SECI pode ter limitações em seu modo executivo. Por esta razão, pode comprometer a adesão à utilização do modelo SECI como uma forma de gestão do conhecimento tácito em uma perspectiva da manipulação do conhecimento.

A 2ª questão de investigação complementa a 1ª questão de investigação, pois propõe realizar uma análise das práticas de adoção das técnicas de elicitação do conhecimento tácito ao aplicar os filtros dos métodos representados pelos Quadros 9 e 11. Portanto, os tópicos de análise correspondentes a 1ª questão de investigação; (i), (ii), (iii), (iv), (v), (vi), (vii) e (viii) estão relacionados com a 2ª questão de investigação e o tópico (vii) está subsidiado à 2ª questão de investigação conforme ilustrado pela figura 03.

Figura 3 – Relação entre os tópicos de análise, a 1ª e 2ª questão de investigação



Fonte: O autor

A pesquisa de Hao Jia et al. (2017) indica a técnica de *Repertory Grid*, como uma alternativa emergente de elicitação de conhecimento tácito com base em Abdul-Rahman, Wang e Siong (2011). Entretanto, entende-se que uma análise sistemática sobre as tendências na adoção de técnicas de elicitação do conhecimento tácito se faz necessário a fim de evidenciar com maior profundidade as práticas científicas em torno deste tema. Portanto, o último tópico de análise foi estabelecido: (ix) análise sistemática sobre as futuras direções na adoção de técnicas de elicitação do conhecimento tácito.

O quadro 10 representa os tópicos de análise que conduzem as discussões em torno do tema central da revisão sistemática.

Quadro 10 – *Framework* para condução das análises e discussões

*QI	Tópicos de análise	Fontes
1	(i) Estilo de entrevista; (ii) Tipo de conhecimento, (declarativo, processual); (iii) Elicitação de conhecimento individual e coletivo.	(Hoffman, 2008)
	(iv) Indicação da adoção ou projeção de um agente especial (analista) ou um engenheiro de conhecimento para facilitar o processo de elicitação do conhecimento.	(Gavrilova and Andreeva, 2012) and (Rosário et al. 2015)
	(v) Analisar se existe uma indicação das técnicas de elicitação do conhecimento, com vistas aos aspectos da complementaridade entre eles ou adoção híbrida.	(Gavrilova and Andreeva, 2012) and (Vásquez-Bravo et al., 2014), (Hao et al., 2017).
	(vi) Analisar se há uma distinção entre memória de curta duração ou memória de trabalho e memória de longa duração em um processo de elicitação de conhecimento tácito.	Suchman, (1987), (Guérin, 2001) and (Leplat and Rasmussen, 1984), (Rose et al., 2010)
	(vii) Analisar se existem indicações das citações de Polanyi em relação à dimensão da elicitação do conhecimento tácito. O principal objetivo neste tópico de análise é verificar se, durante o período de análise, 2008 a 2018, houve alguma evolução em relação à indicação de Polanyi.	(Polanyi, 1966)
	(viii) Adoção ou não do modelo SECI em um contexto de elicitação de conhecimento tácito.	Nonaka (1991), (Nonaka and Takeuchi, 1995)
2	(vii) Análise sistemática sobre as futuras direções na adoção de técnicas de elicitação do conhecimento tácito.	(Hao et al., 2017) (Abdul-Rahman, Wang e Siang, 2011).

*QI = Questão de investigação

Fonte: O autor

Em relação aos termos "elicitação do conhecimento" e "aquisição do conhecimento" ambos foram adaptados pelo protocolo de busca (Quadro 11). Segundo Gavrilova e Andreeva (2012) há uma distinção entre os termos na literatura sobre a área do conhecimento e como consequência diferentes perspectivas. Nesta pesquisa, optou-se em enfatizar o termo "elicitação de conhecimento", dado a indicação de Gavrilova e Andreeva (2012) em relação à adoção do termo para abordagens no âmbito da Gestão do Conhecimento.

Quadro 11 – Protocolo PRISMA

<p>Identificação</p>	<p>Base de dados: As bases de dados Science Direct, Web of Science e Scopus foram escolhidas com base na possibilidade de encontrar artigos de coleções como <i>Elsevier, Springer, Taylor & Francis e Emerald Insight</i>.</p> <p>Palavras-chave: As palavras-chave relacionadas com a “<i>knowledge Elicitation</i>” estão expostas a seguir:</p> <p><i>1ª search: Techniqu* OR Method* AND "knowledge Elicitation";</i> <i>2ª search: Techniqu* OR Method* AND "knowledge acquisition";</i> <i>3ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND " knowledge acquisition";</i> <i>4ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND "Decision Making";</i> <i>5ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND Cognition;</i> <i>6ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND share;</i> <i>7ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND “task analysis”;</i> <i>8ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND “mental workload”;</i> <i>9ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND “cognitive skill”;</i> <i>10ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND “complex task”;</i> <i>11ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND “human factor”;</i> <i>12ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND “Expert knowledge”;</i> <i>13ª search: Techniqu* OR Method* AND “knowledge Elicitation” AND “Tacit Knowledge”.</i></p> <p>Para a busca dos artigos por meio das palavras-chave, utilizaram-se operadores booleanos OR e AND.</p> <p>Anos Publicação / Idioma: Os critérios de seleção foram elaborados levando-se em consideração o período compreendido entre os anos de 2008 até Dezembro de 2022, os artigos em inglês.</p>
<p>Triagem</p>	<p>Seleção dos dez primeiros artigos, elencados pela base de dados, por termo de busca, com base no critério de relevância de cada base de dados;</p> <p>Análise de Duplicidade;</p> <p>O software Mendeley versão 1.6.1 foi utilizado para fornecer suporte e flexibilidade nas análises de repetições entre os artigos selecionados.</p>
<p>Elegibilidade</p>	<p>Selecione apenas os artigos das revistas listadas no JRC 2022 (<i>Journal Citation Reports</i>).</p>
<p>Inclusão</p>	<p>Os critérios de inclusão para os artigos selecionados foram os seguintes: Análise do resumo, procurando uma relação com a questão de pesquisa. As análises foram realizadas entre dois pesquisadores.</p>

Fonte: O autor

3.4 Resultados e discussão

3.4.1 Análise dos resultados da aplicação do protocolo PRISMA

O resultado da aplicação do método PRISMA demonstrou que o tema central desta investigação é explorado pela comunidade científica, tendo em conta o número de artigos selecionados pela pesquisa inicial, foram 26.169 artigos oriundos das bases de dados, Science Direct, Esmeralda Insight e Scopus. Os critérios de inclusão e de exclusão foram adequados à estratégia de seleção de artigos com alta elegibilidade e, como resultado, obteve-se uma redução significativa de artigos selecionados para a análise em profundidade. O número de artigos selecionados em cada etapa do protocolo é representado pela Figura 4.

Figura 4 – Resultado da aplicação do protocolo PRISMA

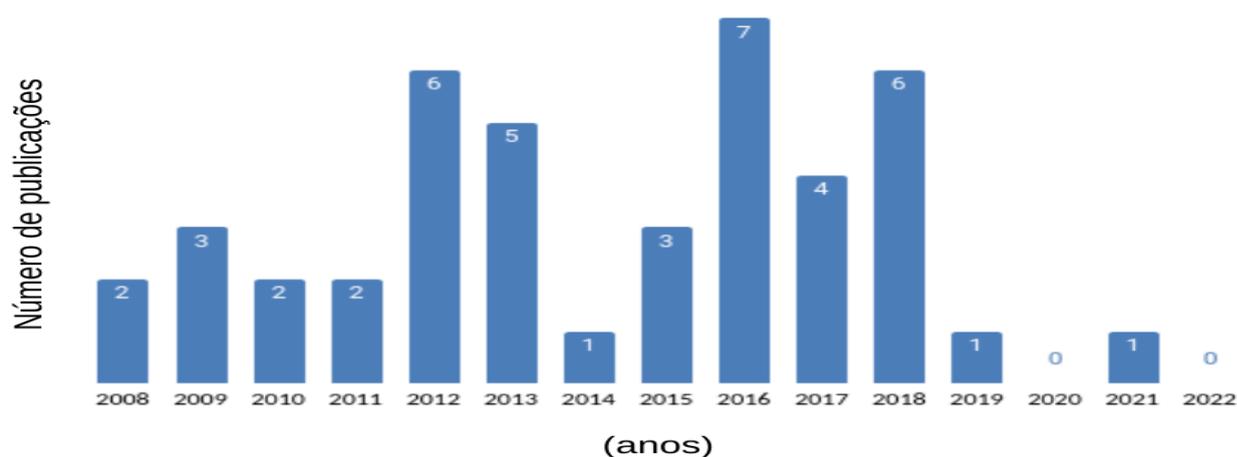
Identificação	Resultado da Busca nas bases (n = 26.169)	> <i>Science Direct</i> n = 19.124 > <i>Emerald insight</i> n = 3.052 > <i>Scopus</i> n = 3.993
Triagem	Resultado após seleção dos primeiros 10 artigos elencados pelo critério de relevância das bases. (n = 390) Resultado da triagem (n = 194)	Resultado após análise de duplicidade (n= 194) Excluídos (n = 196)
Elegibilidade	Resultado após verificação da presença do periódico no ¹ JCR 2022 (n = 131)	Excluídos (n = 67)
Inclusão	Resultado após análise se o contexto do artigo possui potencial para responder às questões de pesquisa. (n = 43) Estudos incluídos na síntese quantitativa - meta - análise (n = 0)	Excluídos (n = 88) Razões: > Não aborda o conhecimento tácito (n = 54) > Não possui foco nas técnicas de eliciação do conhecimento. (n = 34)

¹JCR - Journal Citation Reports

Fonte: O autor

O Gráfico 6 a seguir representa um panorama cronológico de pesquisas que envolveram as técnicas de elicitação do conhecimento tácito, dado o critério de inclusão adotado pelo protocolo de busca, o qual previu a exclusão de pesquisas que não abordaram o “conhecimento tácito” e “técnicas de elicitação do conhecimento” em seu escopo.

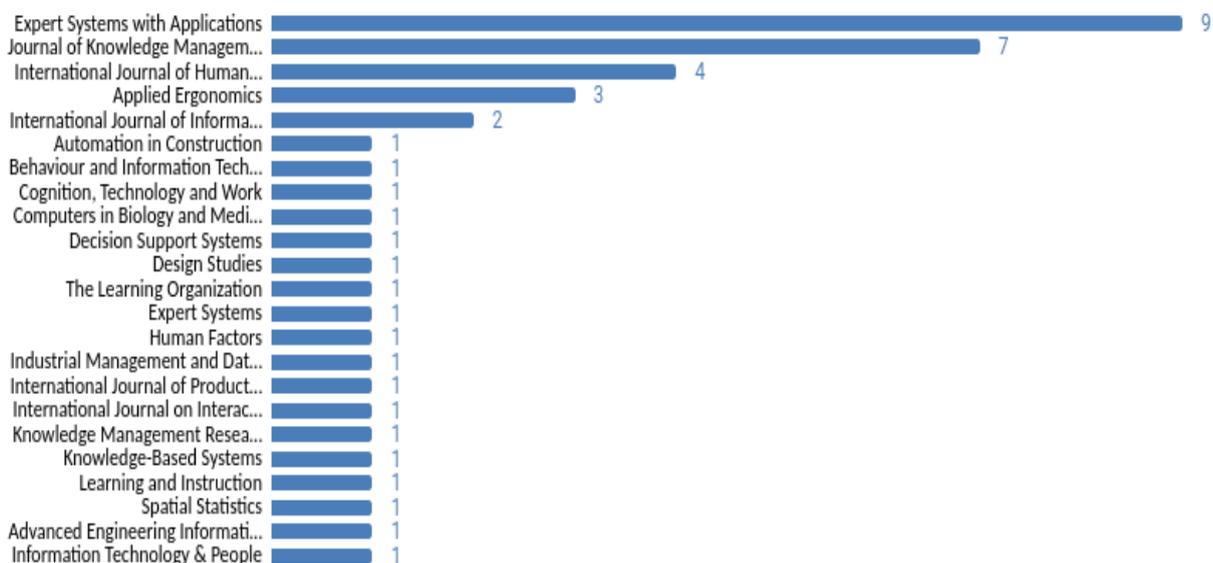
Gráfico 6 – Número de publicações sobre técnicas de elicitação do conhecimento tácito por ano



Fonte: O autor

A Gráfico 7 foi elaborado para analisar o fórum de discussão em relação ao tema central da revisão. Observa-se que os três *Journals* que adotam o tema com maior frequência são: *Journal Expert Systems with Applications*, *Journal of knowledge Management* e *International Journal of Human Computer Studies*, representando 46,5% dos artigos selecionados para análise.

Gráfico 7 – Número de publicações sobre técnicas de elicitação do conhecimento tácito por *journal*



Fonte: O autor

3.5 Tópicos de análise e as questões de investigações

Conforme representado pela figura 03, os tópicos de pesquisas são temas subjacentes à 1ª e 2ª Questões de investigação. A seguir são apresentadas as diferenças evidenciadas na literatura que circundam os tópicos de análises entre (i) ao (viii), os quais estão subjacentes à 1ª questão de investigação:

“Como está o debate em torno do processo de conversão do conhecimento tácito para explícito entre 2008 a 2022?”

3.5.1 Estilo de entrevista

Observa-se que o processo de elicitação do conhecimento tácito pode ser conduzido por meio das entrevistas: Semi Estruturada, Estruturada e Não-estruturada no que se refere ao estilo de entrevista, tópico de análise (i). O Quadro 12 representa as indicações em forma de citações dos autores em relação às práticas de entrevistas em um contexto de elicitação do conhecimento tácito.

Quadro 12 – Estilos de entrevistas

		Fontes
Estilo das Entrevistas	Semi-structured interview	(Selwyn e Classen, 2012), (Leu e Abbass, 2016), (Pattarawan, Brian e Jignya, 2016), (Grevallet et al. 2017), (Cerchione e Esposito, 2017), (Rosso et al., 2018), (Hobballah, et al. 2018)
	Structured interview	(Xavier et al., 2013), (Rosário et al. 2015), (Durso, Kazi e Ferguson, 2015), (Leu e Abbass, 2016), (Grevallet et al. 2017), (Hobballah, et al. 2018)
	Unstructured interview	(Hoffman, 2008), (Berge et al., 2008), (Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011), (Rosário et al. 2015), (Yip e Lee, 2016), (Leu e Abbass, 2016), (Grevallet et al. 2017), (Hobballah, et al. 2018)

Fonte: O autor

Algumas técnicas de elicitação do conhecimento foram classificadas enquanto a sua forma de abordagem, entrevista semiestruturadas (Leu e Abbass, 2016; Pattarawan, Brian e Jignya, 2016; Grandvallet et al., 2017; e Rosso et al., 2018), entrevista estruturada (Xavier et al., 2013; Durso, Kazi e Ferguson, 2015) e entrevista não-estruturada (Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011) e (Rosário et al. 2015). Um cruzamento entre os tipos de entrevistas e as técnicas de elicitação do conhecimento tácito auxilia no debate em relação às práticas científicas. O Quadro 13 representa as técnicas de elicitação do conhecimento tácito e os estilos das entrevistas evidenciados na revisão.

Quadro 13 – Estilos de entrevistas e técnicas de elicitação do conhecimento tácito

Estilo das Entrevistas	Fonte	Técnica ou método						
		Critical Decision Method	Storytelling	limiting information	CommonKADS	Cognitive task analysis (CTA)	card sorting	Repertory Grid Repertory
Semi-structured interview	(Leu e Abbass, 2016), (Rosso et al., 2018)	•						
	(Pattarawan, Brian e Jignya, 2016)		•					
	(Grevallet et al. 2017)			•				
Structured interview	(Xavier et al., 2013)				•			
	(Durso, Kazi e Ferguson, 2015)					•		
Unstructured interview	(Rosário et al. 2015)			•			•	
	(Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011)							•

Fonte: O autor

3.5.2 Tipos de conhecimento

Compreender como a comunidade científica aborda os tipos de conhecimento se torna interessante para estabelecer enquadramento teórico e direcionar pesquisas futuras. Segundo Hoffman (2008), o conhecimento divide-se em dois tipos, processual e declarativo, os quais constituem o (ii) tópico de análise. No entanto, Xavier et al. (2013) expandiram a divisão do conhecimento em; processual, declarativo e episódico. Para Pattarawan, Brian e Patel (2016) e Rosso et al. (2018), o conhecimento tácito é um tipo de conhecimento enquadrado como processual, onde relaciona-se à ação com a forma de executar a atividade. O conhecimento declarativo está relacionado com os fatos que impulsionam as ações (LEYER, SCHNEIDER and CLAUS, 2016; PATTARAWAN, BRIAN e PATEL, 2016). Para Xavier et al. (2013) o conhecimento processual pode ser enquadrado como, específico, relacionado com a habilidade, atividade psicomotora, enraizado. O conhecimento declarativo enquadra-se enquanto memória de curto prazo. Ainda, segundo Xavier et al. (2013), o conhecimento episódico está relacionado a memória de longa duração. Para Leu e Abbass (2016) e Leyer, Schneider e Claus (2016), a cognição humana representa a interação do conhecimento processual e declarativo. O conhecimento processual foi relacionado com o conhecimento tácito nos trabalhos de Ting et al. (2011) em Health Care; Yip e Lee (2017) e Grandvallet et al. (2017) em indústria de manufatura. Os autores Selwyn e Classen (2012), Pattarawan, Brian e Jignya (2016) e Rosso et al. (2018) equiparam o conhecimento tácito ao processual.

3.5.3 Elicitação individual e coletiva

A classificação da elicitação do conhecimento enquanto individual e coletivo, tópico de análise (iii), pode auxiliar no processo de identificação da técnica de elicitação e o objetivo da pesquisa, o Quadro 14 relaciona tais aplicações práticas.

Quadro 14 – Elicitação individual e coletiva

		Fonte	Técnica ou método
Elicitação	Individual	(Kwong e Lee, 2009), (Zappavigna e Patrick, 2010), (Selwyn e Classen, 2012), (Durso, Kazi e Ferguson, 2015), (Grevallet et al. 2017), (Earl, Mavin, e Kassera, 2017), (Asher e Popper, 2021)	Cognitive mapping, Aggregate cognitive map, Systemic Functional Linguistics, Storytelling, Cognitive Task Analysis (CTA), Cognitive Work Analysis (CWA), Unstructured interview, Semi- structured interview, Limited information, Talk-aloud protocols
	Coletiva	(Léger e Naud, 2009), (Tan et al., 2010), (Ting et al., 2011), (Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011), (Cairó e Guardati, 2012), (Alonso et al., 2012), (Naweed, 2014), (Xavier et al., 2013), (Rosário et al. 2015), (Pattarawan, Brian e Jignya, 2016), (Yip e Lee, 2016), (Hobballah, et al. 2018), (Rosso et al., 2018), (Akhavan, Shahabipour e Hosnavi, 2018), (Hanafizadeh e Ghamkhari, 2019)	Statechart diagram, Delphi method, Concept map, Repertory grid, Cluster analysis, KAMET, Data mining, Cognitive Work Analysis (CWA), Cognitive Task Analysis (CTA), Critical Decision Method (CDM), Ground Theory, CommonKADS, Card sorting, Limited information, Protocol analysis, Observation, Storytelling, Group Reflection e Inquiry Protocol (GRIP), Unstructured interview, Sensemaking, Critical Decision Method, Hierarchical Task Analysis, Cognitive maps, Bayesian belief networks

Fonte: O autor

3.5.4 Engenheiro do conhecimento

Em relação ao mecanismo que viabiliza a elicitação do conhecimento, elencou-se o papel do engenheiro do conhecimento como o tópico de análise (iv). Evidenciou-se indicações de um engenheiro do conhecimento como um agente com habilidade de modelagem de padrões (Berge et al., 2008), modelagem dos problemas (Compton, 2013; Akhavan, Shahabipour e Hosnavi, 2018), um mediador (Léger e Naud, 2009), habilidade de comunicação (Xavier et al., 2013). Responsável pelo planejamento e gestão das sessões de aquisição do conhecimento (Xavier et al., 2013; Rosário et al. 2015).

3.5.5 Complementaridade entre as técnicas de elicitação

Conforme Vásquez-Bravo et al. (2014), a elicitação do conhecimento é um processo que compreende três fases: 1ª) aquisição, 2ª) representação e 3ª) transferência do conhecimento. Portanto, as técnicas de elicitação do conhecimento podem estar representadas em alguma instância entre as três fases. O tópico de análise (v) investiga a adoção complementar ou híbrida das técnicas de elicitação do conhecimento tácito, dada as suas limitações quando adotada de forma exclusiva. A citação de Hao Jia et al. (2017) nos motiva a realizar a investigação proposta.

“A combinação de múltiplos métodos para extração de conhecimento tácito tem o potencial de superar as desvantagens da adoção de um único método” (HAO JIA et al., 2017).

Cognitive map e *Aggregate cognitive map* foram encontrados em Kwong e Lee (2009), *Repertory grid* e *Cluster analysis* no trabalho de Abdul-Rahman, Wang e Siong (2011); *Storytelling e Grounded theory* (GT) em Selwyn e Classen (2012); utilização sequencial das técnicas *Cognitive Work Analysis* (CWA), *Cognitive Task Analysis* (CTA), *Critical Decision Method* (CDM) e *Ground Theory* encontradas em Naweed (2014) e também em Rosário et al. (2015) a utilização sistemática e sequencial das técnicas *Unstructured interview*, *Card sorting*, *Limited information*, *Observation method*, *Protocol analysis e Production rules*. Durso, Kazi e Ferguson (2015) adotaram as técnicas *Cognitive Work Analysis* (CWA), *Cognitive Task Analysis* (CTA); Grandvallet et al. (2017) adotaram *Semi- structured interview* e *Limited information*; Yip e Lee (2016) utilizaram *Unstructured interview*, *Sensemaking e Group Reflection and Inquiry Protocol* (GRIP); Rosso et al. (2018) integraram a *Critical Decision Method e Hierarchical Task Analysis*; Akhavan, Shahabipour e Hosnavi (2018) utilizaram de forma complementar as técnicas *Cognitive maps e Bayesian belief networks*; e Pattarawan, Brian e Jignya (2016) adotaram *Storytelling e Semi- structured interview*.

3.5.6 Tipos de memória

A memória de curta duração ou de trabalho e a memória de longa duração, foram selecionadas em um contexto de elicitación do conhecimento tácito (XAVIER et al., 2013; BROWN et al., 2016; PATTARAWAN, BRIAN e PATEL, 2016; FELDON et al., 2018) e destacado na metodologia desta revisão como tópico de análise (vi).

Para identificar o grau de *expertise* de um especialista, Brown et al. (2016) citam que a análise da memória de longa duração pode auxiliar nesse processo, pois permite identificar elementos característicos da memória de longa duração por meio da análise da cognição situada ao induzir o especialista a relatar memórias episódicas. O objetivo principal é extrair modelo abstrato do conhecimento do especialista e desenhá-lo de forma semântica conforme indicado por Xavier et al. (2013). Brown et al. (2016) relatam que um especialista possui capacidade de resgatar as memórias episódicas em um nível superior a um não especialista. Isso se atribui a falta ou pouca vivência do não especialista, o que implica na dependência da memória de curto prazo ou de trabalho, pois o não especialista possui memória episódica limitada conforme Pattarawan, Brian e Patel (2016). O especialista manipula os dois tipos de memória, a de trabalho e a de longa duração. A memória de trabalho atua como elemento

impulsionador da memória de longa duração segundo Feldon et al. (2018), e a memória episódica trabalha como um elo de ligação neste contexto. Estabelecer elementos que possam identificar a presença de memória episódica em um processo de elicitación do conhecimento pode implicar na qualidade da modelagem do conhecimento segundo indicação de Brown et al. (2016), pois pode auxiliar na seleção do especialista.

3.5.7 Dimensão do conhecimento tácito

A dimensão do conhecimento tácito, tópico de análise (vii) da revisão, é um tema desafiador em um processo de elicitación do conhecimento, a premissa em análise trata do conceito instituído por Polanyi (1966) referente ao conhecimento tácito. De forma geral, a comunidade científica que aborda a gestão do conhecimento permanece respeitando a dimensão do conhecimento tácito como um paradigma de Polanyi. Por exemplo, Selwyn e Classen (2012), Pattarawan, Brian e Jignya (2016) e Grandvallet et al. (2017) citam que o conhecimento tácito é difícil de formalizar e comunicar. Pattarawan, Brian e Jignya (2016) afirmam não se oporem às premissas de Polanyi (1966), considerando que existem limitações em relação ao processo de aquisição do conhecimento tácito em sua totalidade. Outros autores, como Mohamed, Chakraborty e Dehlinger (2016), Centobelli, Cerchione e Esposito (2018), Brösamle e Hölscher (2018) e Yip e Lee (2017) citam Polanyi como referência em um contexto que aborda o conhecimento tácito, porém não abordam os aspectos relacionados com a dimensão do conhecimento tácito e/ou suas características. Portanto, como forma de contribuição, optou-se em analisar as características do conhecimento tácito relatadas por Selwyn e Classen (2012), Rosário et al. (2015), Pattarawan, Brian e Jignya (2016) e Rosso et al. (2018). As citações das características do conhecimento tácito com base em Polanyi (1966) são sintetizadas pelo Quadro 15.

Quadro 15 – Características do conhecimento tácito com base em Polany

Fonte	Características do conhecimento tácito																						
	espontâneo	intuitivo	experimental	cotidiano	in formações sensoriais	imagens	modelos mentais	esquemas	paradigmas	perspectivas	crenças	pontos de vista	lógica pré-formada	processual	habilidades cognitivas	fatores intangíveis	sistema de valores	inteligência prática	Informal	orientado para a ação	conhecimento técnico	dimensão cognitiva	
(Selwyn and Classen, 2012)																							
(Rosário et al. 2015)																							
(Pattarawan, Brian and Jignya, 2016)																							
(Rosso et al., 2018)																							

Fonte: O autor

Observa-se uma convergência em relação à característica do conhecimento tácito, tais como encontradas em: intuitivo (SELWYN e CLASSEN, 2012; ROSÁRIO et al., 2015), esquemas (SELWYN e CLASSEN, 2012; ROSÁRIO et al., 2015), perspectivas (SELWYN e CLASSEN, 2012; ROSÁRIO et al., 2015; PATTARAWAN, BRIAN e JIGNYA, 2016), crenças (SELWYN e CLASSEN, 2012; ROSÁRIO et al., 2015; PATTARAWAN, BRIAN e JIGNYA, 2016), processual (SELWYN and CLASSEN, 2012; PATTARAWAN, BRIAN e JIGNYA, 2016; ROSSO et al., 2018), dimensão cognitiva (SELWYN e CLASSEN, 2012; PATTARAWAN, BRIAN e JIGNYA, 2016).

Em relação ao uso das técnicas de elicitação do conhecimento tácito, Zappavigna e Patrick (2010) afirmam que estas permanecem problemáticas do ponto de vista da dimensão do conhecimento extraído. Contudo, se observa a prevalência das premissas de Polanyi (1966) em razão da falta de estudos que direcionem ações para investigar a dimensão do conhecimento tácito.

Constatou-se apenas uma pesquisa indicando um contraponto às premissas de Polanyi. Os autores Zappavigna e Patrick (2010) declaram que a máxima de Polanyi (1966), “sabemos mais do que podemos dizer”, permanece como a perspectiva dominante na literatura em relação à suposição de que o conhecimento tácito não pode ser articulado e transmitido na linguagem. Entretanto, Zappavigna e Patrick (2010), afirmam que a teoria linguística não suporta tal posição. A pesquisa procurou aprofundar o estudo em relação ao significado do termo “dizer”, integrando as áreas da teoria linguística e sistemas de informação. O conhecimento tácito foi extraído por meio de um método de entrevista direcionado à

gramática, o *Grammar-targeted Interview Method* (GIM), adotando a linguística funcional sistêmica para análise de conversas em tempo real. Zappavigna e Patrick (2010) propõem uma extensão ao modelo de Polanyi. “O conhecimento pode ser ‘codificado’ no discurso falado devido ao padrão linguístico empregado na verbalização”. A codificação da verbalização do ponto de vista da linguística e do sistema de informação, por sua vez, auxilia na percepção da aquisição do conhecimento tácito em dimensões mais profundas, bem como aponta um caminho para rediscussão do paradigma de Polanyi.

3.5.8 Modelo SECI

O tópico de análise (viii) trata da adoção do modelo SECI em um contexto de elicitação do conhecimento tácito. Observa-se que as bases teóricas do modelo SECI estão presentes entre os artigos que abordaram a elicitação do conhecimento tácito, porém em uma quantidade reduzida, por assim dizer. Entre os 43 artigos em análise observou-se que 5 artigos mencionaram o modelo SECI como suporte teórico (CAIRÓ e GUARDATI, 2012; GAVRILOVA e ANDREEVA, 2012; ROSÁRIO et al., 2015; MOHAMED, JOYRAM e JOSH, 2016; CENTOBELLI, CERCHIONE e ESPOSITO, 2018). Os autores Mohamed, Joyram e Josh (2016) abordaram o modelo SECI de forma fragmentada, adaptando ao objetivo da pesquisa, a qual consistia em elicitar o conhecimento tácito de usuários de software por meio do levantamento de requisitos para usabilidade e segurança de informações. Os autores justificaram que as etapas de externalização e internalização eram compatíveis com o foco da pesquisa. Observou-se que a fase da socialização do modelo SECI, a qual supostamente poderia ocorrer entre o designer e o usuário, não foi considerada. Neste caso, o designer poderia ser considerado como o engenheiro do conhecimento como apontado por Berge et al. (2008), Léger e Naud (2009), Gavrilova e Andreeva (2012), Compton (2013), Xavier et al. (2013), Rosário et al. (2015), Akhavan, Shahabipour e Hosnavi (2018). Os autores Cairó e Guardati (2012) integraram a metodologia KAMET II e as quatro fases do modelo SECI. Já Centobelli, Cerchione e Esposito (2018) adotaram a concepção macro do modelo SECI, como as dimensões em espiral entre a epistemologia e a ontologia. As autoras Gavrilova e Andreeva (2012) estimularam a comunidade científica ao exporem a seguinte pergunta, “Externalização, como atingir?”. Tendo em vista as indicações das práticas de socialização entre os especialistas e o engenheiro do conhecimento discutidas no tópico de

análise (iv), infere-se que a socialização, primeira fase do modelo SECI, possa ser articulada com base na aproximação planejada entre os agentes do conhecimento. Isto implica positivamente sobre a fase de externalização, pois será o engenheiro do conhecimento o responsável por explicitar o conhecimento de forma estruturada. Os autores Zhang et al. (2009) e Alonso et al. (2012) indicam a necessidade de colaboração mútua entre o especialista e o engenheiro do conhecimento. Leu e Abbass (2016) recomendam que o engenheiro do conhecimento deve observar o domínio a ser modelado antes da socialização formal com o especialista.

3.5.9 Técnicas de Elicitação do Conhecimento Tácito (TECT)

Para finalizar as análises dos artigos selecionados, optou-se em elencar a 2ª questão de investigação.

“Quais são as futuras direções de pesquisa em relação ao uso das técnicas de elicitação do conhecimento tácito?”

A primeira questão de investigação tratou sobre as alternativas encontradas na literatura sobre o processo de elicitação do conhecimento dirigido por meio de tópicos de análise subjacentes à investigação central, o processo de conversão do conhecimento tácito em explícito. Alguns tópicos discorrem sobre a aplicação de técnicas de elicitação do conhecimento, outros abordam temas relacionados ao processo de elicitação. A 2ª questão de investigação trata da análise de tendências na adoção das técnicas de elicitação do conhecimento tácito. Para tanto, estabeleceu-se o tópico de análise (ix), análise sistemática sobre as futuras direções na adoção de Técnicas de Elicitação do Conhecimento Tácito (TECT). O quadro 16 apresenta um levantamento das (TECT) apontadas nas seções de revisão da literatura dos artigos em análise. O Quadro 16 está estruturado para representar as fontes de consulta, técnicas ou métodos citados pelas fontes, uma análise temporal das citações (cronologia), a quantidade de citações e um ranking de citações.

Quadro 16 – Análise da tendência de indicações na adoção de (TECT)

Fontes	Técnicas ou métodos	Cronologia e quantidade de citações											Total	Ranking	
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018			
(Hoffman, 2008), (Zhang et al., 2009), (Tan et al., 2010), (Ting et al., 2011), (Gavrilova e ereeva, 2012), (Rosário et al. 2015), (Durso, Kazi e Ferguson, 2015), (Mohamed, Chakraborty e Dehlinger, 2016), (Leu e Abbass, 2016), (Grevallet et al. 2017)	Observation	•	•	•	•	•			•	•	•			10	1º
(Hoffman, 2008), (Berge et al., 2008), (Zappavigna e Patrick, 2010), (Stewart Lee e Edwards, 2012), (Xavier et al., 2013), (Rosário et al. 2015), (Leu e Abbass, 2016), (Brösamle e Hölscher, 2018)	Protocol analysi	•	•	•	•	•			•	•	•			8	2º
(Berge et al., 2008), (Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011), (Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011), (Selwyn e Classen, 2012), (Gavrilova e ereeva, 2012), (Compton, 2013), (Rosário et al. 2015), (Leu e Abbass, 2016)	Repertory grid	•			•	•			•	•				8	
(Selwyn e Classen, 2012), (Leu e Abbass, 2016), (Pattarawan, Brian e Jignya, 2016), (Grevallet et al. 2017), (Grevallet et al. 2017), (Cerchione e Esposito, 2017), (Rosso et al., 2018), (Hobballah, et al. 2018)	Semi-structured interview					•				•	•	•	•	8	
(Hoffman, 2008), (Berge et al., 2008), (Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011), (Rosário et al. 2015), (Yip e Lee, 2016), (Leu e Abbass, 2016), (Grevallet et al. 2017), (Hobballah, et al. 2018)	Unstructured interview	•			•				•	•	•	•	•	8	
(Hoffman, 2008), (Naweed, 2014), (Durso, Kazi e Ferguson, 2015), (Leu e Abbass, 2016), (Earl Mavin, e Kasserá, 2017), (Rosso et al., 2018), (Feldon et al. 2018)	Cognitive Task Analysis (CTA)	•						•	•	•	•	•	•	7	
(Hoffman, 2008), (Berge et al., 2008), (Gavrilova e ereeva, 2012), (Compton, 2013), (Rosário et al. 2015), (Brösamle e Hölscher, 2018)	Card sorting	•				•	•		•				•	6	4º
(Ting et al., 2011), (Alonso et al., 2012), (Gavrilova e ereeva, 2012), (Motta, 2013), (Leu e Abbass, 2016), (Centobelli, Cerchione e Esposito, 2018)	Data mining				•	•	•			•			•	6	
(Léger e Naud, 2009), (Zhang et al., 2009), (Cairó e Guardati, 2012), (Xavier et al., 2013), (Compton, 2013), (Rosário et al. 2015)	CommonKADS		•			•	•		•					6	
(Xavier et al., 2013), (Rosário et al. 2015), (Durso, Kazi e Ferguson, 2015), (Leu e Abbass, 2016), (Grevallet et al. 2017), (Hobballah, et al. 2018)	Structured interview						•		•	•	•	•	•	6	
(Hoffman, 2008), (Tan et al., 2010), (Gavrilova e ereeva, 2012), (Brown et al., 2016), (Leu e Abbass, 2016), (Earl, Mavin, e Kasserá, 2017)	Talk-aloud ou thinking aloud ou verbal protocols	•		•		•				•	•			6	
(Alonso et al., 2012), (Rosário et al. 2015), (Perez et al., 2015), (Akhavan, Shahabipour e Hosnavi, 2018), (Hobballah, et al. 2018)	Bayesian networks					•			•				•	5	5º
(Kwong e Lee, 2009), (Ting et al., 2011), (Mohamed, Chakraborty e Dehlinger, 2016), (Nikas et al., 2017), (Akhavan, Shahabipour e Hosnavi, 2018)	Cognitive maps		•		•					•	•	•	•	5	
(Hoffman, 2008), (Naweed, 2014), (Durso, Kazi e Ferguson, 2015), (Leu e Abbass, 2016), (Rosso et al., 2018)	Critical Decision Method (CDM)	•						•	•	•			•	5	
(Berge et al., 2008), (Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011), (Alonso et al., 2012), (Gavrilova e ereeva, 2012), (Pattarawan, Brian e Jignya, 2016)	Cluster analysis	•			•	•				•				5	
(Tan et al., 2010), (Selwyn e Classen, 2012), (Mohamed, Chakraborty e Dehlinger, 2016), (Leu e Abbass, 2016), (Centobelli, Cerchione e Esposito, 2018)	Delphi method			•	•					•			•	4	
(Tan et al., 2010), (Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011), (Selwyn e Classen, 2012), (Naweed, 2014),	Ground Theory			•	•	•		•						4	6º
(Gavrilova e ereeva, 2012), (Gavrilova e ereeva, 2012), (Rosário et al. 2015), (Centobelli, Cerchione e Esposito, 2018)	Brainstorming					•			•				•	4	
(Selwyn e Classen, 2012), (Gavrilova e ereeva, 2012), (Pattarawan, Brian e Jignya, 2016), (Yip e Lee, 2016)	Storytelling					•				•				4	
(Naweed, 2014), (Durso, Kazi e Ferguson, 2015), (Leu e Abbass, 2016)	Cognitive Work Analysis (CWA)							•	•	•				3	7º
(Gaines, 2013), (Rosário et al. 2015), (Leu e Abbass, 2016)	Production rules						•		•	•				3	
(Compton, 2013), (Xavier et al., 2013)	laddering ou laddered grid						•							2	8º
(Tan et al., 2010), (Brösamle e Hölscher, 2018)	Walkthroughs						•						•	2	
(Gavrilova e ereeva, 2012), (Leu e Abbass, 2016)	Verbal protocols					•				•				2	
(Rosário et al. 2015), (Grevallet et al. 2017)	Limited information								•		•			2	
(Yip e Lee, 2016), (Pattarawan, Brian e Patel, 2016)	Sensemaking									•	•			2	
(Cairó e Guardati, 2012)	KAMET					•								1	9º
(Yip e Lee, 2016)	Group Reflection e Inquiry Protocol (GRIP)									•				1	
(Rosso et al., 2018)	Hierarchical Task Analysis (HTA)												•	1	
(Kwong e Lee, 2009)	Aggregate cognitive map	•												1	
(Léger e Naud, 2009)	Statechart diagram		•											1	
(Zappavigna e Patrick, 2010)	Systemic Functional Linguistics			•										1	
(Rosário et al. 2015)	Triadic comparison								•					1	

Fonte: O autor

A indicação de adoção complementar entre as técnicas de elicitación do conhecimento para potencializar os resultados em relação ao processo de conversão do conhecimento tácito em explícito. Considerando a classificação até a 2ª posição no ranking das técnicas mais citadas, representada pelo Quadro 16, destacam-se as técnicas de observação, entrevista semiestruturada, entrevista estruturada, análise de protocolo e o *Repertory grid*, que podem ser adotadas de forma complementar em função das características de cada técnica. A seguir são relatadas tais características que justificam a utilização complementar.

Para Rosário et al. (2015) a técnica de observação pode ser usada para identificar estratégias para resolver um problema ou tomada de decisão. Também pode ser implementada para estudar habilidades motoras ou procedimentos automáticos para identificar atividades envolvidas na solução de um problema, bem como limitações e restrições que tais atividades representam. Segundo Leu e Abbass (2016), a técnica de análise de protocolo consiste na operação realizada após a aquisição do conhecimento. O papel desta técnica é organizar os dados de forma a classificá-los sistematicamente, como por exemplo atestam Rosário et al. (2015), de forma semântica, onde se estabelece os elos de ligações entre os conceitos principais verbalizados pelo especialista. Rosário et al. (2015) e Leu e Abbass, (2016) indicam a manipulação das análises dos dados de forma automática. Para Hao Jia (2017) a técnica de entrevista semiestruturada é uma técnica de aquisição de conhecimento flexível, o que facilita a sociabilidade entre o engenheiro do conhecimento e o especialista. Essa técnica é recomendada na fase inicial do processo de elicitación do conhecimento (Leu e Abbass, 2016).

Para Vásquez-Bravo et al. (2014) e Rosário et al. (2015), a técnica de entrevista estruturada consiste em um questionário desenvolvido para fins específicos, adotado quando o engenheiro do conhecimento já possui certa familiaridade sobre o tema escolhido para exploração. Ainda, segundo Vásquez-Bravo et al. (2014) e Rosário et al. (2015) a técnica permite uma aproximação do especialista. Conforme Abdul-Rahman, Wang e Siong (2011), a técnica de *repertory grid* foi concebida por meio da teoria dos construtos pessoais de Kelly em 1955, na área da psicologia. O objetivo da técnica foi extrair os traços e objetos do entrevistado e classificá-los em categorias por meio da inferência do entrevistador. Para Abdul-Rahman, Wang e Siong (2011) a *repertory grid* consiste em uma entrevista semiestruturada que permite a elicitación das construções mentais, as quais representam os padrões mentais formados durante a experiência vivida. As premissas que constituem a

aplicação prática da técnica *de repertory grid* são: i) compreender a estrutura dos constructos, ii) classificar os elementos enquanto seu grau de hierarquia mental; iii) inferir sobre a relação dos constructos e os elementos.

Para complementar a análise de indicação da adoção de técnicas de elicitação do conhecimento tácito, optou-se em estruturar um quadro para representar o uso prático das técnicas ou métodos. O Quadro 17 está estruturado para representar as fontes de consulta, técnicas ou métodos adotados pelas fontes e o segmento de aplicação.

Quadro 17 – Análise da adoção prática das (TECT)

Fonte	Técnica ou método	Segmento
(Léger e Naud, 2009)	Statechart diagram	Agricultura
(Kwong e Lee, 2009)	Cognitive mapping, Aggregate cognitive map	Aviação
(Earl, Mavin, e Kasser, 2017)	Talk-aloud protocols	
(Xavier et al., 2013)	CommonKADS	Bioinformática
(Abdul-Rahman, Wang e Siong, 2011)	Repertory grid e Cluster analysis	Construção civil
(Naweed, 2014)	Ground Theory	Ferroviária
(Tan et al., 2010)	Delphi method	Health Care
(Rosso et al., 2018)	Critical Decision Method, Hierarchical Task Analysis	
(Akhavan, Shahabipour e Hosnavi, 2018)	Cognitive maps, Bayesian belief networks	
(Ting et al., 2011)	Concept map	
(Rosário et al. 2015), (Grevallet et al. 2017)	Limited information, Protocol analysis, Card sorting, Production rules e Observation	Indústria de manufatura
(Rosário et al. 2015)		
(Durso, Kazi e Ferguson, 2015), (Rosário et al. 2015), (Yip e Lee, 2016), (Grevallet et al. 2017)		
(Grevallet et al. 2017)		
(Yip e Lee, 2016)	Unstructured interview	Mídia Digital
(Zappavigna e Patrick, 2010)	Semi- structured interview	
(Selwyn e Classen, 2012)	Group Reflection, Inquiry Protocol (GRIP) e Sensemaking	Pequenas e médias empresas
(Naweed, 2014)	Systemic Functional Linguistics	
(Durso, Kazi e Ferguson, 2015)	Storytelling	
(Durso, Kazi e Ferguson, 2015)	Cognitive Work Analysis (CWA), Cognitive Task Analysis (CTA)	Rodoviária
(Durso, Kazi e Ferguson, 2015)	Cognitive Task Analysis (CTA) e Cognitive Work Analysis (CWA)	

Fonte: O autor

O Quadro 17 indica que as técnicas de elicitação do conhecimento tácito foram aplicadas em vários segmentos da produção, observando-se a maior aplicação nos segmentos da indústria de manufatura (ROSÁRIO et al. 2015; DURSO, KAZI e FERGUSON, 2015, YIP e LEE, 2016; GRANDVALLET et al. 2017) e de cuidados com a saúde (TAN et al., 2010; TING et al., 2011; ROSSO et al., 2018; AKHAVAN, SHAHABIPOUR e HOSNAVI, 2018).

3.5.10 Futuras direções de pesquisa e achados

Pode-se inferir que as indicações de futuras pesquisas se darão por meio de bases teóricas fundamentadas na discussão promovida na seção anterior e nas relações entre os tópicos de análise.

A pesquisa de revisão sistemática teve a intenção de debater o processo de eliciação do conhecimento tácito e a conversão para conhecimento explícito. Enquanto metodologia de pesquisa adotou-se o método PRISMA com base em Moher et al. (1999; 2009). Além disso, propõem uma integração do PRISMA com indicações de condução metodológica de uma revisão sistemática com base em Templier e Paré (2015) e Boell e Kecmanovic (2015) e, por fim, projetou-se tópicos de análise subjacentes às questões de investigações tais como: (i) estilo de entrevista, (ii) tipo de conhecimento, (iii) Elicitação individual e coletivo, (HOFFMAN, 2008); (iv) papel do engenheiro do conhecimento (GAVRILOVA e ANDREEVA, 2012 e) (ROSÁRIO et al. 2015); (v) complementariedade entre as técnicas de eliciação do conhecimento ou adoção híbrida (GAVRILOVA e ANDREEVA, 2012), (VÁSQUEZ-BRAVO et al., 2014), (HAO JIA et al., 2017); (vi) tipos de memória (SUCHMAN, 1987), (GUÉRIN, 2001) (LEPLAT E RASMUSSEN, 1984) e (ROSE et al., 2010); (vii) dimensão do conhecimento tácito (POLANYI, 1966); (viii) modelo SECI na gestão do conhecimento (NONAKA, 1991), (NONAKA e TAKEUCHI, 1995) e (ix) tendências na indicação e uso prático de técnicas de eliciação do conhecimento tácito (HAO JIA et al., 2017) e (ABDUL-RAHMAN, WANG e SIONG, 2011). Como resultado, obteve-se o estado da arte em relação aos tópicos de análise e o tema central da pesquisa. A seguir são apresentadas as possíveis articulações entre os tópicos de análise em forma de achados de pesquisa a fim de contribuir para futuras pesquisas.

Achado I

Os tipos de conhecimentos inicialmente pesquisados com base em HOFFMAN (2008) foram o declarativo e processual. Durante a pesquisa encontrou-se mais um elemento a ser integrado aos tipos de conhecimento, o episódico, (XAVIER et al., 2013), o qual auxilia na identificação do conhecimento tácito. Constatou-se algumas indicações de similaridade entre

o conhecimento processual e o conhecimento tácito, (TING et al., 2011), (SELWYN e CLASSEN, 2012), (Pattarawan, BRIAN e PATEL, 2016), (YIP e LEE, 2017) e (GRANDVALLET et al. 2017), e (ROSSO et al., 2018), bem como indicações da relação do conhecimento episódico e a memória de longa duração, (XAVIER et al., 2013). Portanto, o (achado I) discorre sobre a integração entre os tópicos de análise (ii) tipo de conhecimento e (vi) tipos de memória, contudo projeta a seguinte possibilidade pesquisa futura:

“As técnicas de elicitação do conhecimento devem prever mecanismo de detecção das características do conhecimento episódico durante a verbalização por parte do especialista, bem como relacioná-lo ao conceito de memória de longa duração, recuperação da memória.”

Achado II

A indicação de um agente do conhecimento, denominado engenheiro do conhecimento foi evidenciada em Berge et al. (2008) ; Compton (2013) ; Akhavan, Shahabipour e Hosnavi (2018); Léger e Naud (2009) ; Xavier et al. (2013) e Rosário et al. (2015). Pode-se inferir sobre a relação do engenheiro do conhecimento e as fases de Socialização e Externalização do modelo SECI dado as indicações do papel do engenheiro do conhecimento, tais como: modelagem de padrões (Berge et al., 2008), modelagem dos problemas (COMPTON, 2013), e (AKHAVAN, SHAHABIPOUR e HOSNAVI, 2018), um mediador (LÉGER e NAUD, 2009), habilidade de comunicação (XAVIER et al., 2013), responsável pelo planejamento e gestão das sessões de aquisição do conhecimento (XAVIER et al., 2013; ROSÁRIO et al., 2015). Para complementar a relação entre o engenheiro do conhecimento e o modelo SECI, constatou-se a indicação da aproximação do engenheiro do conhecimento e os provedores do conhecimento em forma de socialização entre os agentes do conhecimento (ZHANG et al., 2009; ALONSO et al., 2012; LEU e ABBASS, 2016; MOHAMED et al., 2018). O achado II propõe pesquisas futuras que relacionem os tópicos de análise (iv) os papéis do engenheiro do conhecimento e (viii) Modelo SECI discutidos na revisão.

“Em um processo de elicitação do conhecimento tácito, recomenda-se a inclusão de um engenheiro do conhecimento como um agente ativo entre as fases do modelo SECI.”

Achado III

A análise da complementaridade entre as técnicas foi baseada na classificação de Vásquez-Bravo et al. (2014), em que estabelecem três fases para o processo de eliciação do conhecimento; 1ª) aquisição, 2ª) representação e 3ª) transferência do conhecimento. Constatou-se o uso das técnicas de eliciação do conhecimento em três instâncias: uso complementar (PATTARAWAN, BRIAN e JIGNYA, 2016), sequencial (NAWEED, 2014; ROSÁRIO et al., 2015; DURSO, KAZI e FERGUSON, 2015), e integrado (AKHAVAN, SHAHABIPOUR e HOSNAVI, 2018). Neste sentido, os apontamentos foram elaborados para auxiliar em pesquisas futuras, pois para Gavrilova e Andreeva (2012), Vásquez-Bravo et al. (2014) e Hao Jia et al. (2017) as técnicas de eliciação quando utilizada de forma complementar podem resultar em melhores resultados. Ainda, segundo Pattarawan, Brian e Jignya (2016), existem limitações em relação ao processo de aquisição do conhecimento tácito. Os autores Zappavigna e Patrick (2010) complementam o argumento, quando afirmam que as técnicas de eliciação do conhecimento tácito permanecem problemáticas do ponto de vista da dimensão do conhecimento extraído. Com base no exposto, apresenta-se o achado III que relaciona os tópicos de análise (v) complementaridade entre as técnicas de eliciação do conhecimento e (vii) dimensão do conhecimento tácito.

“A adoção complementar, sequencial ou integrada das técnicas de eliciação do conhecimento pode auxiliar a potencializar a capacidade de eliciar o conhecimento tácito em dimensões mais profundas.”

3.6 Conclusão

A revisão sistemática ampliou as discussões acerca dos tópicos inerentes ao processo de eliciação do conhecimento, dado que se trata de um processo complexo. A pesquisa identificou 33 técnicas de eliciação do conhecimento tácito, as quais foram classificadas de acordo com o ranking de citações. Para tanto, estudou-se os tópicos: estilo de entrevista, tipo de conhecimento, eliciação individual e coletivo, papel do engenheiro do conhecimento, complementaridade entre as técnicas de eliciação do conhecimento, tipos de memória, dimensão do conhecimento tácito, modelo SECI e as tendências na indicação e uso prático de

técnicas de elicitación do conhecimento tácito. Como resultado principal obteve-se o estado da arte entre 2008 até 2022 referente aos tópicos elencados para pesquisa e, com base nas discussões, foram evidenciados alguns achados de pesquisa em forma de desafios futuros.

REFERÊNCIAS

Abdul-Rahman, Hamzah & Wang, Chen & Siong Eng. (2011). Repertory grid technique in the development of Tacit-based Decision Support System (TDSS) for sustainable site layout planning. **Automation in Construction**, p. 818-829.

Akhavan Peyman, Ali Shahabipour, Reza Hosnavi, (2018) "A model for assessment of uncertainty in tacit knowledge acquisition", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 22 Issue: 2, p.413-431.

Alonso, Fernando, Loic Martínez 1, Aurora Pérez 2, Juan P. Valente 2. (2012). Cooperation between expert knowledge and data mining discovered knowledge: Lessons learned. **Expert Systems with Applications**, vol. 39, p.7524–7535.

Berge P.R., L. Adde, G. Espinosa, O. Stavadahl. (2008). ENIGMA – Enhanced interactive general movement assessment. **Expert Systems with Applications**, vol.34, p.2664–2672.

Bhardwaj Meeta, Monin John, (2006) "Tacit to explicit: an interplay shaping organization knowledge", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 10 Issue: 3, p.72-85

Boell, S. & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On being ‘systematic’ in literature reviews in IS. **Journal of Information Technology**. Vol. 30, p. 161–173.

Brand Adam, (1998) "Knowledge Management and Innovation at 3M", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 2 Issue: 1, p.17-22

Brösamle Martin ; Christoph Hölscher. (2018). Approaching the architectural native: a graphical transcription method to capture sketching and gesture activity. **Design Studies**, vol. 56, p. 1-27.

Cairó Osvaldo , Silvia Guardati. (2012). The KAMET II methodology: Knowledge acquisition, knowledge modeling and knowledge generation. **Expert Systems with Applications**, vol. 39, p.8108–8114.

Carayannis, E. G. (1999), “Fostering synergies between information technology and managerial and organizational cognition: the role of knowledge management”, **Technovation**, Vol. 19 No. 4, p. 219-231.

Castaneda D. I., Manrique L. F., Cuellar S. (2018) "Is organizational learning being absorbed by knowledge management? A systematic review", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 22 Issue: 2, p.299-325

Centobelli Piera, Roberto Cerchione , Emilio Esposito. (2018). Aligning enterprise knowledge and knowledge management systems to improve efficiency and effectiveness performance: A three-dimensional Fuzzy-based decision support system. **Expert Systems With Applications**, vol. 91, p. 107–126.

Cerchione Roberto, Emilio Esposito. (2017). Using knowledge management systems: A taxonomy of SME strategies. **International Journal of Information Management**. vol.37, p.1551–1562

Coffey John W., Robert R. Hoffman, (2003) "Knowledge modeling for the preservation of institutional memory", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 7 Issue: 3, p.38-52.

Compton Paul. (2013). Situated cognition and knowledge acquisition research. **Int. J.Human-Computer Studies**, vol. 71, p. 184–190.

Durso Francis T., Sadaf Kazi, Ashley N. Ferguson. (2015). The Threat-Strategy Interview. **Applied Ergonomics**, vol.47, p.336-344.

Ebrahim Randeree, (2006) "Knowledge management: securing the future", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 10 Issue: 4, p.145-156

Endsley, M. R.,(1995a). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, **Human Factors**, Vol. 37 n° 1, p. 32-64.

Endsley, M. R.,(1995b). Measurement of situation awareness in dynamic systems. **Human Factors**, Vol. 37, p. 65–84.

Feldon David F., Joana Franco, Jie Chao, James Peugh, Cathy Maahs-Fladung. (2018). Self-efficacy change associated with a cognitive load-based intervention in an undergraduate biology course. **Learning and Instruction**, vol.56, p. 64–72.

Flanagan, T., Eckert, C.; Clarkson, P.J., (2007). Externalising tacit overview knowledge: A model-based approach to supporting design teams. **AI EDAM: Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing**, 21(3), p.227–242.

Gàbor a; Barna G. (1988). Knowledge-based system for supporting statistical database Management. Knowledge-based Systems.

Garcia-Perez Alexeis, Siraj A Shaikh, Harsha K. Kalutarage, Mahsa Jahantab, (2015) "Towards a knowledge-based approach for effective decision-making in railway safety", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 19 Issue: 3, p.641-659.

Garg Harish, Monica Rani, S.P; Sharma, e yashi vishwakarma. 2014. Intuitionistic fuzzy optimization technique for solving multi-objective reliability optimization problems in interval environment, **Expert Systems with Applications**, vol.41, p. 3157–3167

Gavrilova Tatiana, Tatiana Andreeva, (2012) "Knowledge elicitation techniques in a knowledge management context", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 16 Issue: 4, p.523-537.

Grandvallet, Christelle Franck Pourroy, Guy Prudhomme, Frédéric Vignat. (2017). Testing three techniques to elicit additive manufacturing knowledge. **Advances on Mechanics**,

Design Engineering and Manufacturing, Lecture Notes in Mechanical Engineering, p 281-288

Guérin, F. (2001) Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie, **Edgard Blucher Ltda**.

Hao Jia; Zhao Qiangfu; Yan Yan; Wang Guoxin. (2017). A Review of Tacit Knowledge: Current Situation and the Direction to Go. **International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering**, Vol. 27, No. 5, p. 727–748

Hoffman. R. (2008), “Human Factors Contributions to Knowledge Elicitation Robert”, Human Factors: **The Journal of the Human Factors**, Vol.50 No.3, p. 481-488.

Kwong Erin, W.B. Lee, (2009) "Knowledge elicitation in reliability management in the airline industry", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 13 Issue: 2, p.35-48.

Léger Bertrand, Olivier Naud. (2009). Experimenting statecharts for multiple experts knowledge elicitation in agriculture. **Expert Systems with Applications**, vol.36, p. 11296–11303.

Leplat, J.; Rasmussen, J., (1984). Analysis of human errors in industrial. **Accid. Anal & Prev.**, 16(2), p.77–88.

Leu George, Hussein Abbass. (2016). A multi-disciplinary review of knowledge acquisition methods: From human to autonomous eliciting agents. **Knowledge-Based Systems**, vol. 105, p. 1–22.

Leyer Michael, Christian Schneider, Nina Claus. (2016). Would you like to know who knows? Connecting employees based on process-oriented knowledge mapping. **Decision Support Systems**, vol.87, p.94–104.

Li Dacheng e Jinji Gao. (2010). Study and application of Reliability-centered Maintenance considering Radical Maintenance, **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, vol. 23, p. 622 – 629

Lin T.-Ching & Huang C-Chih, (2008), “Understanding knowledge management system usage antecedents: An integration of social cognitive theory and task technology fit”, **Information & Management** , Vol. 45, p. 410–417.

Liu, Hu-Chen, Jian-Xin You, Xiao-Jun Fan e Ging-lian Lin, 2014. Failure mode and effects analysis using D numbers and grey relational projection method. **Expert Systems with Applications**, vol.41, p. 4670–4679.

Margaryan A., Littlejohn A., Stanton N. A., (2016), “Research and development agenda for Learning from Incidents”, **Safety Science**, Vol.99, p. 5-13.

- Mohamed Hussein Hobballah, Amadou Ndiaye, Franck Michaud, Mark Irle. (2018). Formulating preliminary design optimization problems using expert knowledge: Application to wood-based insulating materials. **Expert Systems With Applications**, vol.92, p. 95–105.
- Mohamed Mona A., Joyram Chakraborty & Josh Dehlinger. (2016). Trading off usability and security in user interface design through mental models. **Behaviour & Information Technology**, p. 493-516
- Moher D., Cook D. J., Eastwood S., Olkin I., Rennie D., & Stroup D. F.(1999). Improving the quality of reports of meta-analyses of randomised controlled trials: the QUOROM statement. Quality of Reporting of Meta-analyses, **The Lancet**, Vol. 354, p. 1896–1900.
- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D. G. (2009). The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses: the PRISMA statement. **Journal of Clinical Epidemiology**, Vol 62, p. 1006 – 1012.
- Naweed A.. (2014).Investigations into the skills of modern and traditional train driving. **Applied Ergonomics**,vol.45, p.462 – 470.
- Nikas Alexandros, Haris Doukas, Jenny Lieu, Rocío Alvarez Tinoco, Vasileios Charisopoulos, Wytze van der Gaast, (2017) "Managing stakeholder knowledge for the evaluation of innovation systems in the face of climate change", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 21 Issue: 5, p.1013-1034.
- Nikulina I.E., Khomenko I.V, 2015. Cognitive management: theory and practice in the organization, **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Vol. 166 , p. 441 – 445
- Nonaka, I. & Von Krogh, G., (2009), “Perspective--Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory”, **Organization Science**, Vol.20 No.3, p.635–652.
- Nonaka, I. (1991), “The knowledge-creating company”, **Harvard Business Review**, Vol. 69 No. 6, p. 96-104.
- Nonaka, I. and Takeuchi, H. (1995), *The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, **Oxford University Press**, Oxford.
- Nonaka, I., (1994), “A dynamic theory of Organization Knowledge Creation”, **Organization Science**, Vol.5 No.1, p.14–37.
- Nonaka, I., Byosiére, P. & Borucki, C.C., (1994), “Organizational Knowledge Creation Theory: A First Comprehensive Test”, **Internation Business Review**, Vol.3 No.4, p.337–351.
- Nonaka, I., Umemoto, K. & Senoo, D., (1996) ”From information processing to knowledge creation: A paradigm shift in business management”, **Technology in Society**, Vol.18 No2, p.203–218.

Nonaka, I.; Von Krogh, G., (2009). Perspective--Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory. **Organization Science**, 20(3), p.635–652.

Oliva G. Medina- N., P.Weber e B.Jung. 2015. Industrial system knowledge formalization to aid decision making in maintenance strategies assessment. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, vol. 37, p. 343–360.

Pattarawan Prasarnphanich; Brian D; Janz, Jignya Patel; (2016) "Towards a better understanding of system analysts' tacit knowledge: A mixed method approach", **Information Technology & People**, Vol. 29 Issue: 1, p.69-98.

Plant K. L. and Stanton N. A. 2015. Identifying the importance of perceptual cycle concepts during critical decision making in the cockpit, **Procedia Manufacturing**, Vol. 3, 2410 – 2417

Plessis Marina du., (2007) "Knowledge management: what makes complex implementations successful?", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 11 Issue: 2, p.91-101,

Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*, London: **Routledge & Kegan Paul**.

Preiss Kenneth J., (2000) "A two-stage process for eliciting and prioritising critical knowledge", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 4 Issue: 4, p.328-336

Rosário C. R. do, Kipper L. M., Frozza R., Bueno B. M. (2015). Modeling of tacit knowledge in industry: Simulations on the variables of industrial processes. **Expert Systems With Applications**, vol. 42, p. 1613–1625.

Rose Nathan S.; Joel Myerson; Henry L. Roediger III; Sandra Hale. (2010). Similarities and Differences Between Working Memory and LongTerm Memory: Evidence From the Levels-of-Processing Span Task. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn.** Vol. 36, N° 2, p. 471–483.

Brown Ross, Peter Bruza, Wesley Heard, Kerrie Mengersen, Justine Murray. (2016). On the (virtual) getting of wisdom: Immersive 3D interfaces for eliciting spatial information from experts. **Spatial Statistics**, vol. 18, p. 318–331.

Rosso Giovanni a, Antonella Frisiello a, Marco Trizio b, Cristina O. Mosso b, Marco Bazzani .(2018).Learning from professionals: Exploring cognitive rehabilitation strategies for the definition of the functional requirements of a telerehabilitation platform. **Computers in Biology and Medicine**, vol. 95, p. 288–297.

Sasson Joseph R., Ian Douglas, (2006) "A conceptual integration of performance analysis, knowledge management, and technology: from concept to prototype", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 10 Issue: 6, p.81-99

Simão Lurdes, Franco Mário, (2018) "External knowledge sources as antecedents of organizational innovation in firm workplaces: a knowledge-based perspective", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 22 Issue: 2, p.237-256

Stewart Robinson, Ernie P.K. Lee, John S. Edwards. (2012). Simulation based knowledge elicitation: Effect of visual representation and model parameters. **Expert Systems with Applications**, vol.39, p. 8479–8489.

Suchman, L.A. (1987). Plans and situated actions: The problem of human-machine communication. New York: **Cambridge University Press**.

Tan Kenneth, GordonBaxter, SimonNewell, SteveSmye, PeterDear, KeithBrownlee, Jonathan Darling.(2010). Knowledge elicitation for validation of a neonatal ventilation expert system utilising modified Delphi and focus group techniques. **Int. J.Human-Computer Studies**, vol. 68, p.344–354.

Templier, Mathieu and Paré, Guy (2015) "A Framework for Guiding and Evaluating Literature Reviews," **Communications of the Association for Information Systems**: Vol. 37 , p.112 – 137 .

Ting S.L.; Wang W.M.; Y.K; Tse, W.H. Ip. (2011) "Knowledge elicitation approach in enhancing tacit knowledge sharing", **Industrial Management & Data Systems**, Vol. 111 Issue: 7, p.1039-1064.

Ulrich Hauptmanns. (2004). Semi-quantitative fault tree analysis for process plant safety using frequency and probability ranges, **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, vol. 17 p. 339–345.

Vásquez-Bravo, Di. M. I., Segura S. M. F., Domínguez M. Amescua, A. (2014), “Knowledge management acquisition improvement by using software engineering elicitation techniques”, **Computers in Human Behavior**, Vol.30, p. 721-730.

Wagne, W.P.; J. Otto; Chung, Q.B. (2002): Knowledge acquisition for expert systems in accounting and financial problem domains, **Knowledge-Based Systems**, vol.15, p. 439 – 447

Selwyn Classen; Whyte Grafton, (2012) "Using storytelling to elicit tacit knowledge from SMEs", **Journal of Knowledge Management**, Vol. 16 Issue: 6, p.950-962

Xavier Daniela, Federico Morán, Rubén Fuentes-Fernández, Gonzalo Pajares. (2013). Modelling knowledge strategy for solving the DNA sequence annotation problem through CommonKADS methodology. **Expert Systems with Applications**, vol. 40, p. 3943–3952.

Yip J. Y. T., Lee R. W. B. .(2016). Knowledge elicitation practices for organizational development intervention. **Knowledge Management Research & Practice**. p.1 – 14.

Zappavigna Michele, Jon Patrick. (2010).Eliciting tacit knowledge about requirement analysis with a Grammar-targeted Interview Method (GIM). **European Journal of Information Systems**, vol. 19, p.49–59.

Zhang W.Y., M. Cai , J. Qiu & J.W. Yin. (2009).Managing distributed manufacturing knowledge through multi-perspective modelling for semantic web applications. **International Journal of Production Research**, vol. 47, 26, p. 6525-6542.

Zhou, Y.J., (2004). An empirical study of shop floor tacit knowledge acquisition in Chinese manufacturing enterprises. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 34(4), p.249–261.

4 SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS E CONSCIÊNCIA SITUACIONAL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

4.1 Resumo

Os estudos sobre a análise da consciência situacional têm sido tratados em diversas perspectivas, incluindo contextos sociotécnicos. No entanto, a articulação e integração entre as correntes teóricas sobre a consciência situacional e os sistemas sociotécnicos, enquanto unidade de análise, não é clara na literatura. O objetivo deste artigo foi realizar uma análise integrativa da literatura por meio do estudo bibliométrico de publicações sobre *consciência situacional em contextos dos sistemas sociotécnicos*. A metodologia utilizou-se do *software SciMAT (Science Mapping Analysis Software Tool)* e considerou o período entre os anos de 2000 a 2019. Foram coletados documentos em bases de dados como *Scopus* e *Web of Science* e *Science Direct* a partir dos seguintes termos de busca: "situation awareness" or "situational awareness" and "sociotechnical systems" or "sociotechnical". Para complementar o estudo, recorreu-se à análise *de social network*, buscando evidenciar a formação de *clusters* e mensurar o grau de conexão entre as partes analisadas; no caso os principais autores da área e temas de pesquisa. Os principais resultados indicaram que a análise da Distributed Situation Awareness (DSA) é um elemento motor para os estudos da Situation Awareness (SA) em um contexto dos sistemas sociotécnicos. Também foram elencados aspectos relevantes, que podem auxiliar em pesquisas futuras envolvendo a análise da (DSA). Pode-se concluir que os estudos sobre a análise da (DSA) como unidade de análise consideram múltiplos aspectos em um sistema integrado, tal como os sistemas sociotécnicos e a distribuição da consciência situacional.

Palavras-chave: Integrative review, social network, situation awareness, sistema sociotécnico.

4.2 Introdução

Os estudos iniciais sobre os sistemas sociotécnicos podem ser encontrados em Perrow (1967), Cherns (1976), Hendrick (1991) e Clegg (2000). Estes se apresentam em estreita relação quanto à abordagem de sistemas organizacionais que, para esses autores, não são apenas complexos, mas também abertos. Ou seja, as relações entre os fatores do sistema são consideradas não-lineares, sobretudo no que diz respeito à análise do comportamento humano e o ambiente. Estudos mais recentes indicaram que os sistemas sociotécnicos são complexos e dinâmicos em um contexto das interações sociais e culturais (REIMAN, 2007; KYRIKIDIS et al., 2018). Pesquisar os sistemas sociotécnicos em um contexto da análise da consciência situacional como unidades de análise, se torna relevante do ponto de vista dos estudiosos da teoria dos sistemas, tais como: Leveson (2004), Larsson, Dekker e Tingvall (2010) e Li e Guldenmund (2018). Relacionar os sistemas sociotécnicos e a análise da consciência situacional em um estudo bibliométrico e das redes sociais se torna relevante para articular os recursos expostos em ambas as abordagens e fornecer uma base teórica para suportar novas perspectivas em trabalhos futuros. Necessidades apontadas, como por exemplo por Leveson (2004) na projeção de sistemas de prevenção de acidentes e monitoramento de desempenho e por Larsson, Dekker e Tingvall (2010) Li e Guldenmund (2018), que também indicam a importância das bases teóricas para os estudos que envolvem o gerenciamento de sistemas de segurança, para a projeção de contramedidas em uma modelagem de sistemas para prevenção de acidentes.

A análise da consciência situacional é adotada quando da necessidade de compreender o nível da consciência humana em resposta aos sistemas que os cercam (STANTON, CHAMBERS e PIGGOTT, 2001). Desta forma, a consciência situacional foi investigada por meio dos mecanismos cognitivos utilizados na tomada de decisão, tais como nos trabalhos de Suchman (1987, 1993), Rasmussen (1982), Leplat e Rasmussen (1984), Endsley (1995a, 1995b), Wilson e Myers (1999) e Mie e March (2002). Anos depois, outros autores contribuíram com pesquisas para compreender a tomada de decisão, onde se constatam avanços científicos, como por exemplo, Niessen e Eyferth (2001) por meio da modelagem cognitiva. Ainda, as análises Bellet et al. (2009) possibilitaram entender e considerar os fatores capazes de impactar no processamento cognitivo (nível de estresse, nível de experiência e qualidade da interface homem-máquina-ambiente).

Em outro contexto, Jie Lu e Zhang (2015) abordaram a confiabilidade humana e a relação com modelos mentais. Já Boring et al. (2010) citaram 10 fatores para o uso de *benchmarking* em métodos de avaliação de confiabilidade humana, tais como: modelagem de ambientes, memória, auto programação de tarefas, multitarefa, nível de interações entre as partes interessadas, nível de atenção visual, nível de carga de trabalho e de *consciência situacional*, previsão de erros e capacidade de aprendizagem.

De acordo com o exposto, observa-se que a consciência situacional e os sistemas sociotécnicos são estudados com diversas ênfases por vários autores de diferentes correntes teóricas. No entanto, a articulação e integração entre as correntes teóricas sobre a consciência situacional enquanto unidade de análise e os sistemas sociotécnicos não é clara na literatura. Portanto, estudar as eventuais convergências entre estes estudos se torna relevante do ponto de vista teórico.

O objetivo deste artigo é realizar uma revisão integrativa de temas publicados sobre consciência situacional em um contexto dos sistemas sociotécnicos. Esta revisão visa também permitir a inclusão simultânea de dados de literatura teórica ou empírica, proporcionando uma compreensão mais completa do tema em questão conforme indicado por Vagharseyyedin (2016) e, desta forma, procurando responder às questões de pesquisas:

QP 01: “Quais são os elementos dos estudos na perspectiva dos sistemas sócios técnicos que analisam a consciência situacional”?

QP 02: “Quais são as relações existentes entre as publicações neste contexto”?

QP 03: “Quais são as direções de pesquisas futuras neste contexto”?

A pesquisa considerou o período entre 2000 a 2019. O período escolhido para o estudo foi estabelecido com base na pesquisa de Clegg (2000) como um marco inicial, por elencar alguns princípios relevantes para modelagem em projetos que envolvem os sistemas sociotécnicos, os quais são citados desde então até os dias atuais. Este intervalo temporal entre estes dois marcos pode contribuir para uma melhor compreensão da evolução dos estudos neste contexto.

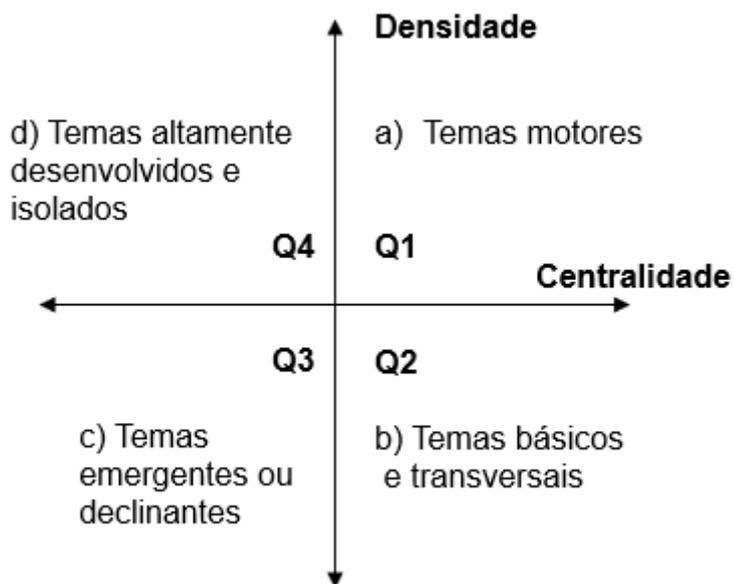
4.3 Metodologia da pesquisa

A metodologia de pesquisa baseou-se em uma revisão integrativa. É um método de revisão que analisa a literatura teórica ou empírica dos trabalhos anteriores para fornecer uma

compreensão mais abrangente de um fenômeno específico, (WHITTEMORE e KNAFL, 2005; VAGHARSEYYEDIN, 2016).

Como forma de integrar os conceitos sobre o tema em questão foram utilizados a bibliometria para fornecer a análise dos autores e revistas mais citados de uma dada área (REDEKER, KESSLER e KIPPER, 2019), acrescida da análise de redes sociais. Esta última visa realizar a associação das relações entre as variáveis implicadas no método de pesquisa. Para isso, utilizou-se o *software* SciMAT (*Science Mapping Analysis Software Tool*) proposto por Cobo et al. (2012), a fim de alcançar uma melhor compreensão sobre os fatores corroborativos dos estudos sobre *consciência situacional* em um contexto do sistema sociotécnico. Tais fatores são classificados com base em um mecanismo que os associa em forma de diagrama, representando-os conforme a Figura 5, nos seguintes quadrantes: a) temas motores (Q1), b) temas básicos e transversais (Q2), c) emergentes ou declinando (Q3), d) altamente desenvolvidos ou isolados (Q4).

Figura 5 – Diagrama estratégico de classificação dos fatores



Fonte: Cobo et al. (2012)

O diagrama bidimensional apresenta a densidade e a centralidade dos *clusters* formados de acordo com os termos de busca. A densidade representa a força interna de ligação do *cluster*, e a centralidade mede a intensidade da ligação entre os *clusters* (CALLON;

COURTIAL; LAVILLE, 1991). Para isso, foram coletados documentos das bases de dados *Scopus* e *Web of Science* e *Science Direct* a partir dos seguintes termos de busca: "*situation awareness*" or "*situational awareness*" and "*sociotechnical systems*" or "*sociotechnical*".

Para a análise das relações entre os autores, adotou-se a análise *de social network*, com base em Hansen, Shneiderman e Smith (2011) onde se baseiam-se em um algoritmo usado pelo *software* NodeXL, que identifica a formação de *clusters* ao mensurar o grau de conexão entre as partes, no caso, os autores e os temas de pesquisa. A métrica adotada para analisar a formação de *clusters* entre as variáveis de interesse utiliza os elementos chamados de “arestas” ou “nós” (variável estudada). O cálculo utilizado para formar as redes de relacionamento é representado pelas equações (1), (2) e (3), respectivamente, a área ocupada por cada grupo, a possível intersecção entre os grupos e as bordas, a proporção média do grupo em relação ao número total de grupos formados.

$$\text{Group Area} = (\alpha \times A \times n) / N \quad (1)$$

$$\text{Edge Box Overlap (G)} = \frac{\sum_e \text{Overlap}(G, e) \times \omega_e}{\max(\text{Overlap}(G))} \quad (2)$$

$$\text{Mean Group – Box Aspect Ratio} = \sum_{i=1}^n \alpha_i / N \quad (3)$$

Onde:

α = variante ≥ 1 ;
 A = formação da área do grupo;
 N = número de nodes no grupo;
 E = conjunto de todos os intergrupos com as arestas;
 G e ω_e = pesos atribuídos às arestas;
 α_i = a proporção do enésimo grupo;
 N = número total de grupos na rede.

4.4 Análise bibliométrica

Primeiramente, para a análise bibliométrica os dados coletados passaram por um pré-processamento, com o objetivo de remover documentos duplicados e realizar o agrupamento de palavras-chave com o mesmo significado (por exemplo, palavras como “*human*” e “*humans*”). Também foram removidas palavras-chave sem sentido ou relação direta com o tema estudado, como “*articles*”. Além disso, os termos de busca como “*situational-awareness*”, “*situation-awareness*”, “*sociotechnical systems*” e “*sociotechnical*” foram removidos com o propósito de manter apenas termos ainda não conhecidos por parte dos pesquisadores e não inferir na construção do diagrama estratégico (COBO et al., 2012). Também foram removidas as palavras-chave presentes apenas em um ou dois documentos,

uma vez que não exibem representatividade para mapeamento. Tais tratamentos foram necessários para assegurar a qualidade da clusterização e dos resultados (COBO et al., 2012).

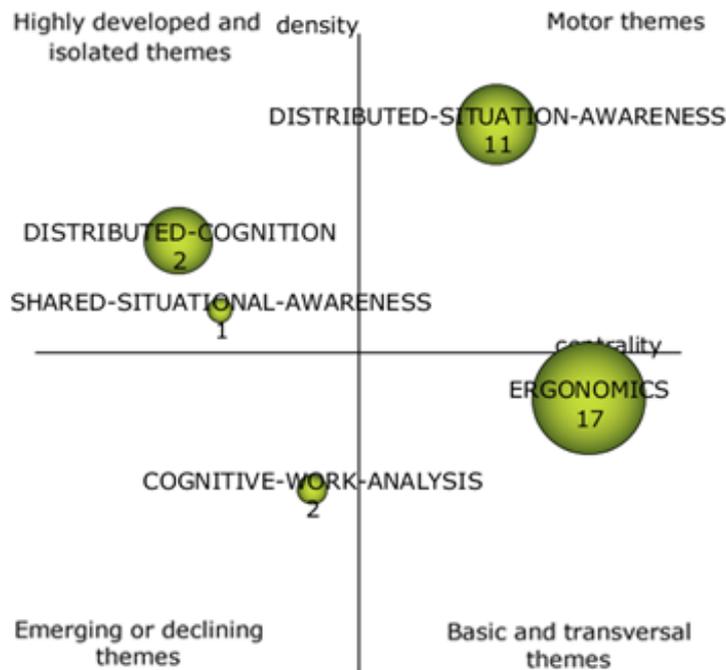
Em seguida, para a identificação da quantidade de vezes que cada termo aparece, configurou-se a frequência de co-ocorrência (*co-occurrence*) das palavras-chave; para a formação dos *clusters*, configurou-se o algoritmo de centros simples e também uma rede de máxima e mínima para a distância entre os *clusters*; para o cálculo da força de ligação entre os *clusters*, utilizou-se o índice de equivalência (*equivalence index*) baseado em similaridades (CALLON; COURTIAL; LAVILLE, 1991).

Após o tratamento dos dados e a remoção de documentos duplicados, foram utilizados 83 documentos do total de 92 documentos localizados.

4.5 Resultados

De acordo com o diagrama estratégico gerado pelo *software* SciMAT (Figura 6) foram evidenciados cinco temas relacionados aos termos de busca.

Figura 6 – Diagrama estratégico referente aos termos de busca (2000 – 2019)



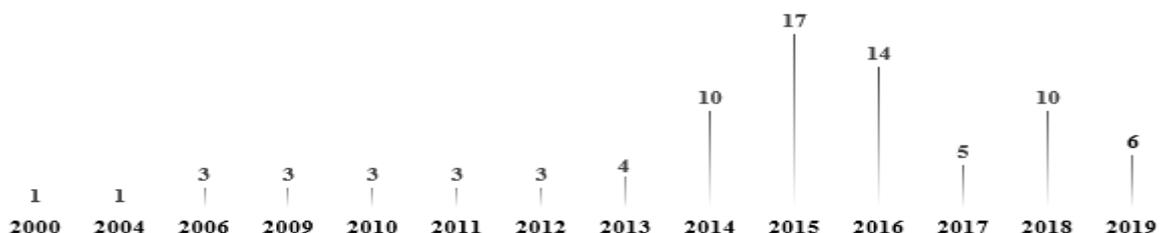
Fonte: SciMAT (2020)

Como resultados dos termos de busca envolvendo sistemas sociotécnicos, os “*motor themes*” são temas classificados como bem desenvolvidos e importantes para a construção dos sistemas em questão, representados pelos estudos adscritos ao termo *Distributed Situation Awareness* (DSA), compreendidos em 11 publicações. Os *Basic and transversal themes* também são importantes, representados por estudos adscritos ao termo *Ergonomics*, estudos compreendidos em maior número de publicações em um total de 17. Os *emerging or declining themes*, porém, são pouco desenvolvidos e marginais. Isto leva a concluir que os estudos adscritos ao termo *Cognitive Work Analylis* (CWA) são escassos, pois estão presentes em apenas duas publicações, parecendo indicar um declínio de abordagem no escopo das pesquisas sobre *sociotechnical systems*. Já para os termos *Shared Situational Awareness* (SSA) e *Distributed Cognition* (DC), no contexto desta revisão estes se apresentaram como termos altamente desenvolvidos (Figura 6).

4.6 Análise da distribuição temporal, revistas e autores

Considerando-se que o resultado do Diagrama Estratégico (Figura 6) é a frequência relativa obtida com a aplicação do cálculo utilizado para formar redes de relacionamento, conforme as equações (1), (2) e (3) expostas em 4.3 Metodologia, observa-se que a seleção apresentada no Diagrama Estratégico se encontra vinculada a quantidades pouco expressivas em números absolutos de publicações. Inseridos em um período único entre os anos de 2000 a 2019, de acordo com os critérios de busca da pesquisa, os 83 documentos utilizados na análise bibliométrica, quando examinados de ano a ano, apresentaram a seguinte distribuição como resultado do Diagrama Estratégico (Figura 7).

Figura 7 – Números de publicações ao longo do período (2000 – 2019)

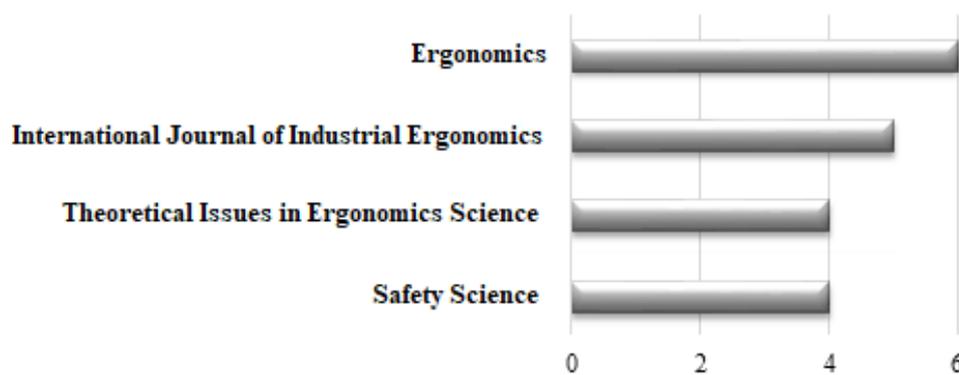


Fonte: SciMAT (2020)

Em relação ao período de maior número de publicações referentes ao resultado do Diagrama Estratégico, entre os anos de 2014 a 2016, observa-se que o período de 2000 a 2013 apresenta poucas publicações, e o período de 2017 a 2019 um declínio variável no número de publicações. Isso leva a concluir que de 2000 a 2013 os temas referentes ao resultado do Diagrama Estratégico eram incipientes em publicações da área em questão, e entre 2017 e 2019 estes temas deixaram de constar em tais publicações.

A Figura 8 apresenta as revistas que mais publicam no campo relacionado a sistemas sociotécnicos e a consciência situacional, de acordo com os documentos coletados e tratados por meio do SciMAT.

Figura 8 – Revistas que mais publicam na área



Fonte: SciMAT (2020)

Percebe-se que, a partir da figura 8, não há uma concentração do tema em um único periódico, as publicações estão distribuídas e concentradas em quatro periódicos distintos.

A partir da análise bibliométrica, utilizando-se o software SciMAT, foram selecionados 215 autores com base nos periódicos de maior publicação do campo de estudo, destacando-se os autores mais citados e com maior número de publicações são apresentados na Tabela 2, dispendo-os seguidos de seu respectivo *h-index*, conforme a base de dados Scopus.

Tabela 1 – Autores que mais publicam na área

Autores	Nº de publicações	Nº de citações	índice - h
Stanton, Neville A.	17	9832	52
Salmon, Paul M.	13	5123	40
Walker, Guy H.	9	3715	34
Chatzimichailidou, Maria M.	5	49	4
Dokas, Ioannis M.	5	194	8

Fonte: Scopus e SciMAT (2020)

Tabela 2 – Autores e artigos que mais publicam na área

Título	Autores	Ano
Stanton, Neville A. - 17 publicações		
Distributed situation awareness in command and control: A case study in the energy distribution domain	Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Baber, Chris, McMaster, Richard, Jenkins, Dan Beond, Ajay Sharif, Omar, Rafferty, Laura, Ladva, Darshna	2006
How network enabled capability changes the emergent properties of military command and control	Dr Guy H. Walker, . Neville A. Stanton, Dan Jenkins, Paul Salmon, Mark S. Young, Ajay Beond, Omar Sherif, Laura Rafferty, Darshna Ladva.	2006
Distributed Situation Awareness: Theory, Measurement and Application to Teamwork	Paul Matthew Salmon, Neville A Stanton, Guy H Walker, Daniel P Jenkins	2009
Measuring Situation Awareness in complex systems: Comparison of measures study	Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Jenkins, Daniel, Ladva, Darshna, Rafferty, Laura Young, Mark	2009
Is situation awareness all in the mind?	Stanton, Neville A., Salmon, Paul M., Walker, Guy H., Jenkins, Daniel P.	2010
Back to SA school: Contrasting three approaches to situation awareness in the cockpit	Sorensen, Linda Johnstone, Stanton, Neville A. Banks, Adrian P.	2011
What could they have been thinking? how sociotechnical system design influences cognition: A case study of the stock well shooting	Jenkins, Daniel P., Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Rafferty, Laura	2011
Y is best: How Distributed Situational Awareness is mediated by organisational structure and correlated with task success	Sorensen L. J., N.A. Stanton	2013
All for one and one for all: Representing teams as a collection of individuals and an individual collective using a network perceptual cycle approach	Plant, Katherine L. Stanton, Neville A.	2014

East: A method for investigating social, information and task networks	Neville A Stanton	2014
Exploring schema-driven differences in situation awareness between road users: An on-road study of driver, cyclist and motorcyclist situation awareness	Salmon, Paul M., Lenne, Michael G., Walker, Guy H., Stanton, Neville A., Filtness, Ashleigh	2014
Designing sociotechnical systems with cognitive work analysis: putting theory back into practice	Read, Gemma J.M., Salmon, Paul M., Lenné, Michael G. Stanton, Neville A.	2015
Let the reader decide: a paradigm shift for situational awareness in socio-technical systems	Neville A. Stanton, Paul M. Salmon, Guy H Walker	2015
The concept of risk situation awareness provision: Towards a new approach for assessing the DSA about the threats and vulnerabilities of complex socio-technical systems	Maria Mikela Chatzimichailidou, Neville A.Stanton, Ioannis M. Dokas	2015
Keeping it together: The role of transactional situation awareness in team performance	Sorensen, Linda J. Stanton, Neville A.	2016
Pilot error versus sociotechnical systems failure: a distributed situation awareness analysis of Air France 447	Salmon, Paul M. Walker, Guy H., Stanton, Neville A.	2016
What do applications of systems thinking accident analysis methods tell us about accident causation? A systematic review of applications between 1990 and 2018	Hulmea Adam, Neville A. Stantonb, Guy H. Walkerc, Patrick Watersond, Paul M. Salmon	2019

Salmon, Paul M. - 13 publicações

Distributed situation awareness in command and control: A case study in the energy distribution domain	Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Baber, Chris, McMaster, Richard, Jenkins, Dan Beond, Ajay Sharif, Omar Rafferty, Laura Ladv, Darshna	2006
Distributed Situation Awareness: Theory, Measurement and Application to Teamwork	Paul Matthew Salmon, Neville A Stanton, Guy H Walker, Daniel P Jenkins	2009
Measuring Situation Awareness in complex systems: Comparison of measures study	Salmon, Paul M.; Stanton, Neville A.; Walker, Guy H.; Jenkins, Daniel; Ladv, Darshna; Rafferty, Laura; Young, Mark	2009
Is situation awareness all in the mind?	Stanton, Neville A., Salmon, Paul M., Walker, Guy H., Jenkins, Daniel P.	2010
What could they have been thinking? how sociotechnical system design influences cognition: A case study of the stock well shooting	Jenkins, Daniel P., Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Rafferty, Laura	2011
Exploring schema-driven differences in situation awareness between road users: An on-road study of driver, cyclist and motorcyclist situation awareness	Salmon, Paul M., Lenne, Michael G., Walker, Guy H., Stanton, Neville A., Filtness, Ashleigh	2014
Designing sociotechnical systems with cognitive work analysis: putting theory back into practice	Read, Gemma J.M., Salmon, Paul M., Lenné, Michael G. Stanton, Neville A.	2015
Let the reader decide: a paradigm shift for situational awareness in socio-technical systems	Neville A. Stanton, Paul M. Salmon, Guy H Walker	2015

Seeing Officiating as a Sociotechnical System – The Case for Applying Distributed Situation Awareness to Officials in Sport	Timothy Neville, Paul Matthew Salmon	2015
Never blame the umpire – a review of Situation Awareness models and methods for examining the performance of officials in sport	Neville, Timothy J.; Salmon, Paul M.	2016
Pilot error versus sociotechnical systems failure: a distributed situation awareness analysis of Air France 447	Salmon, Paul M. Walker, Guy H., Stanton, Neville A.	2016
Play on or call a foul: testing and extending distributed situation awareness theory through sports officiating	Neville, Timothy J.; Salmon, Paul M.; Read, Gemma J.M.; Kalloniatis, Alexander C.	2016
Distributed improvisation: a systems perspective of improvisation 'epics' by led outdoor activity leaders.	Trotter MJ, Salmon PM, Goode N, Lenné MG	2018

Walker, Guy H. - 9 publicações

Distributed situation awareness in command and control: A case study in the energy distribution domain	Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Baber, Chris, McMaster, Richard, Jenkins, Dan Beond, Ajay Sharif, Omar, Rafferty, Laura, Ladva, Darshna	2006
How network enabled capability changes the emergent properties of military command and control	Guy H. Walker, . Neville A. Stanton, Dan Jenkins, Paul Salmon, Mark S. Young, Ajay Beond, Omar Sherif, Laura Rafferty, Darshna Ladva.	2006
Distributed Situation Awareness: Theory, Measurement and Application to Teamwork	Paul Matthew Salmon, Neville A Stanton, Guy H Walker, Daniel P Jenkins	2009
Measuring Situation Awareness in complex systems: Comparison of measures study	Salmon, Paul M.; Stanton, Neville A.; Walker, Guy H.; Jenkins, Daniel; Ladva, Darshna; Rafferty, Laura; Young, Mark	2009
Is situation awareness all in the mind?	Stanton, Neville A., Salmon, Paul M., Walker, Guy H., Jenkins, Daniel P.	2010
What could they have been thinking? how sociotechnical system design influences cognition: A case study of the stock well shooting	Jenkins, Daniel P., Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Rafferty, Laura	2011
Exploring schema-driven differences in situation awareness between road users: An on-road study of driver, cyclist and motorcyclist situation awareness	Salmon, Paul M., Lenne, Michael G., Walker, Guy H., Stanton, Neville A., Filtness, Ashleigh	2014
Let the reader decide: a paradigm shift for situational awareness in socio-technical systems	Neville A. Stanton, Paul M. Salmon, Guy H Walker	2015
Pilot error versus sociotechnical systems failure: a distributed situation awareness analysis of Air France 447	Salmon, Paul M. Walker, Guy H., Stanton, Neville A.	2016

Chatzimichailidou, Maria Mikela - 5 publicações

Seven Issues on Distributed Situation Awareness Measurement in Complex Socio-technical Systems	Maria Mikela Chatzimichailidou, Angelos Protopapas ; Ioannis M. Dokas	2015
--	---	------

The concept of risk situation awareness provision: Towards a new approach for assessing the DSA about the threats and vulnerabilities of complex socio-technical systems	Maria Mikela Chatzimichailidou, Neville A.Stanton, Ioannis M. Dokas	2015
The Risk Situation Awareness Provision Capability and its Degradation in the Überlingen Accident over Time	Maria Mikela Chatzimichailidou, Ioannis M.Dokas	2015
Introducing RiskSOAP to communicate the distributed situation awareness of a system about safety issues: an application to a robotic system	Chatzimichailidou, Maria Mikela Dokas, Ioannis M.	2015
RiskSOAP: On the Relationship between Systems Safety and the Risk SA Provision Capability	Chatzimichailidou, Maria Mikela Dokas, Ioannis M.	2016

Dokas, Ioannis M. - 5 publicações

Seven Issues on Distributed Situation Awareness Measurement in Complex Socio-technical Systems	Maria Mikela Chatzimichailidou, Angelos Protopapas ; Ioannis M. Dokas	2015
The concept of risk situation awareness provision: Towards a new approach for assessing the DSA about the threats and vulnerabilities of complex socio-technical systems	Maria Mikela Chatzimichailidou, Neville A.Stanton, Ioannis M. Dokas	2015
The Risk Situation Awareness Provision Capability and its Degradation in the Überlingen Accident over Time	Maria Mikela Chatzimichailidou, Ioannis M.Dokas	2015
Introducing RiskSOAP to communicate the distributed situation awareness of a system about safety issues: an application to a robotic system	Chatzimichailidou, Maria Mikela; Dokas, Ioannis M.	2015
RiskSOAP: On the Relationship between Systems Safety and the Risk SA Provision Capability	Chatzimichailidou, Maria Mikela; Dokas, Ioannis M.	2016

Fonte: O autor

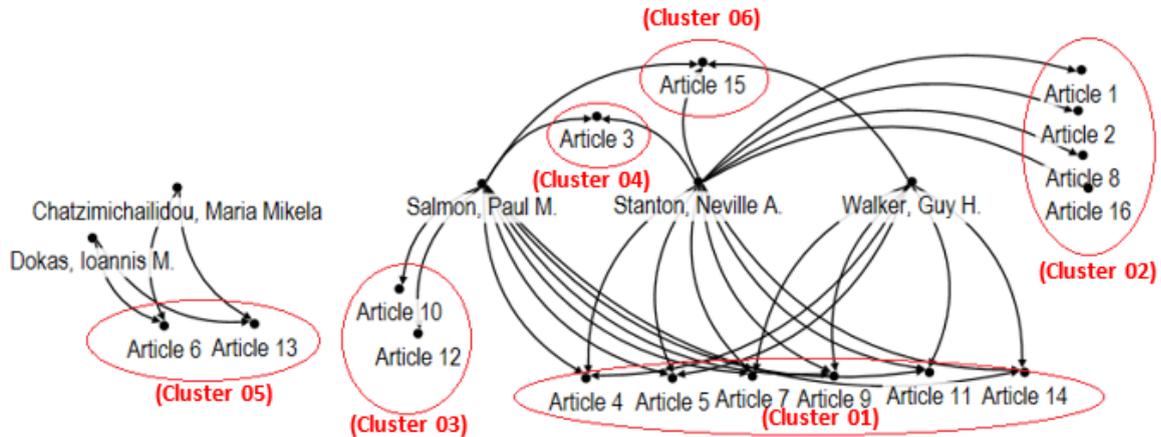
A fim de evidenciar as relações entre os autores e os artigos publicados conforme se apresentam nas Tabelas 1 e 2 da análise bibliométrica, procedeu-se à análise das redes sociais, cuja aplicação vem a sistematizar a relação entre os autores e os artigos selecionados até então, complementando assim o resultado obtido na primeira etapa deste artigo.

4.7 Análise das Redes Sociais

Com base na análise de redes sociais, foi possível evidenciar os principais vetores de convergência entre autores e publicações a partir dos *clusters* representados no grafo da Figura 8. Para os 49 artigos publicados, conforme a descrição das Tabelas 1 e 2, observou-se que 16 artigos tratam de publicações com mais de um autor. De acordo com o grafo da Figura 5 a convergência entre os autores Salmon Paul M., Walker Guy H e Stanton Neville A. apresenta o maior número de artigos publicados em coautoria, sendo que desses autores,

Stanton Neville A. apresenta o maior número de publicações exclusivas, respectivas aos artigos 1, 2, 8 e 16.

Figura 9 – Relação entre os autores e os artigos publicados



Fonte: Hansen, Shneiderman e Smith (2011)

Na Tabela 3 encontram-se as legendas para os resultados apresentados na Figura 9.

Tabela 3 – Legenda para o resultado da Figura 9

Código	Artigos	Autores	Anos
Artigo 01	All for one and one for all: Representing teams as a collection of individuals and an individual collective using a network perceptual cycle approach	Plant, Katherine L. Stanton, Neville A.	2014
Artigo 02	Back to SA school: Contrasting three approaches to situation awareness in the cockpit	Sorensen, Linda Johnstone, Stanton, Neville A., Banks Adrian P.	2011
Artigo 03	Designing sociotechnical systems with cognitive work analysis: putting theory back into practice	Read, Gemma J.M., Salmon, Paul M., Lenné, Michael G. Stanton, Neville A.	2015
Artigo 04	Distributed situation awareness in command and control: A case study in the energy distribution domain	Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Baber, Chris, McMaster, Richard, Jenkins, Dan Beond, Ajay Sharif, Omar, Rafferty, Laura, Ladva, Darshna	2006
Artigo 05	Exploring schema-driven differences in situation awareness between road users: An on-road study of driver, cyclist and motorcyclist situation awareness	Salmon, Paul M., Lenné, Michael G., Walker, Guy H., Stanton, Neville A., Filtness, Ashleigh	2014
Artigo 06	Introducing RiskSOAP to communicate the distributed situation awareness of a system about safety issues: an application to a robotic system	Chatzimichailidou, Maria Mikela Dokas, Ioannis M.	2015

Artigo 07	Is situation awareness all in the mind?	Stanton, Neville A., Salmon, Paul M., Walker, Guy H., Jenkins, Daniel P.	2010
Artigo 08	Keeping it together: The role of transactional situation awareness in team performance	Sorensen, Linda J. Stanton, Neville A.	2016
Artigo 09	Measuring Situation Awareness in complex systems: Comparison of measures study	Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Jenkins, Daniel, Ladva, Darshna, Rafferty, Laura Young, Mark	2009
Artigo 10	Never blame the umpire – a review of Situation Awareness models and methods for examining the performance of officials in sport	Neville, Timothy J.; Salmon, Paul M.	2015
Artigo 11	Pilot error versus sociotechnical systems failure: a distributed situation awareness analysis of Air France 447	Salmon, Paul M. Walker, Guy H., Stanton, Neville A.	2015
Artigo 12	Play on or call a foul: testing and extending distributed situation awareness theory through sports officiating	Neville, Timothy J.; Salmon, Paul M.; Read, Gemma J.M.; Kalloniatis, Alexander	2016
Artigo 13	RiskSOAP: On the Relationship between Systems Safety and the Risk SA Provision Capability	Chatzimichailidou, Maria Mikela; Dokas, Ioannis M.	2016
Artigo 14	What could they have been thinking? how sociotechnical system design influences cognition: A case study of the stockwell shooting	Jenkins, Daniel P., Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Rafferty, Laura	2011
Artigo 15	What do applications of systems thinking accident analysis methods tell us about accident causation? A systematic review of applications between 1990 and 2018	Hulmea Adam, Neville A. Stanton, Guy H. Walkerc, Patrick Watersond, Paul M. Salmon	2019
Artigo 16	Y is best: How Distributed Situational Awareness is mediated by organisational structure and correlated with task success	Sorensen L. J., N.A. Stanton	2013

Fonte: O autor

Com base no diagrama estratégico do estudo bibliográfico (Figura 2) e o grafo obtido com a aplicação da análise de redes sociais (Figura 5), realizou-se os agrupamentos por cluster entre os autores. Desta forma, com os artigos publicados em comum e os termos obteve-se como resultado o framework representado pela tabela 4, evidenciando, desta forma, quais são os elementos dos estudos em que a análise da consciência situacional está inserida em um contexto dos sistemas sociotécnicos, bem como quais são as relações existentes entre as publicações teóricas dos estudos em questão.

Tabela 4 – *Framework* da consciência situacional na perspectiva dos sistemas sociotécnicos

Clusters (fig. 05)	Artigos	Fonte	Ano	Elementos da consciência situacional (fig. 02)				
				Motor	Basic and Transversal	Emerging or Declining	Highly developed and isolated	
				Distributed Situation Awareness (DSA)	Ergonomics	Cognitive Work Analysis (CWA)	Distributed Cognition (DC)	Shared Situational Awareness (SSA)
01	4	Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Baber, Chris, McMaster, Richard, Jenkins, Dan Beond, Ajay Sharif, Omar, Rafferty, Laura, Ladva, Darshna	2006	•			•	
	5	Salmon, Paul M., Lenne, Michael G., Walker, Guy H., Stanton, Neville A., Filtness, Ashleigh	2014	•	•			
	7	Stanton, Neville A., Salmon, Paul M., Walker, Guy H., Jenkins, Daniel P.	2010	•	•		•	
	9	Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Jenkins, Daniel, Ladva, Darshna, Rafferty, Laura Young, Mark	2009		•			
	11	Salmon, Paul M. Walker, Guy H., Stanton, Neville A.	2015	•	•		•	
	14	Jenkins, Daniel P., Salmon, Paul M., Stanton, Neville A., Walker, Guy H., Rafferty, Laura	2011	•	•	•		•
02	1	Plant, Katherine L. Stanton, Neville A.	2014	•	•		•	
		Sorensen, Linda Johnstone, Stanton, Neville A., Banks Adrian P.	2011		•		•	
	8	Sorensen, Linda J. Stanton, Neville A.	2016	•			•	
03	16	Sorensen L. J., N.A. Stanton	2013	•				
	10	Neville, Timothy J.; Salmon, Paul M.	2015	•	•		•	
04	12	Neville, Timothy J.; Salmon, Paul M.; Read, Gemma J.M.; Kalloniatis, Alexander	2016	•	•			
	3	Read, Gemma J.M., Salmon, Paul M., Lenné, Michael G. Stanton, Neville A.	2015		•	•		
05	6	Chatzimichailidou, Maria Mikela Dokas, Ioannis M.	2015	•				
	13	Chatzimichailidou, Maria Mikela Dokas, Ioannis M.	2016	•				
06	15	Hulmea Adam, Neville A. Stanton, Guy H. Walkerc, Patrick Watersond, Paul M. Salmon	2019	•				

Fonte: O autor

A primeira coluna da tabela 4 representa os clusters entre os autores que mais publicaram na área de estudo e a segunda coluna representa os artigos publicados em comum entre os autores. As demais colunas representam os temas destacados por meio da aplicação do algoritmo de com base nos termos de busca, os quais relacionaram a consciência situacional e os sistemas sociotécnicos.

4.8 Discussão

4.8.1 Termos da consciência situacional e os sistemas sócios técnicos

As relações existentes entre as abordagens dos termos e os autores relacionados na tabela 1 permitem evidenciar pontos importantes dos estudos sobre a consciência situacional e os sistemas sociotécnicos. Tais constatações permitem um posicionamento sobre os elementos dos estudos na perspectiva dos sistemas sociotécnicos que analisam a consciência situacional. Além disso, a partir da descrição das relações entre as publicações neste contexto, foram analisadas as convergências e divergências entre as publicações em um processo de análise dialética sobre os artigos.

O termo Distributed Situation Awareness (DSA) foi alocado como um tema motor ao se aplicar o algoritmo do software SciMAT. Para Salmon et al. (2006), Chatzimichailidand e Dokas (2015 e 2016), o DSA atua como mecanismo que suporta a estrutura dos sistemas sociotécnicos, uma vez que retém, compartilha e reutiliza o conhecimento entre os agentes envolvidos no sistema. Segundo Salmon et al. (2006), Stanton et al. (2010), Jenkins et al. (2011) e Plant e Stanton (2014), ao considerar ambientes colaborativos, a abordagem de DSA apresenta-se de acordo com uma perspectiva coletiva, envolvendo agentes (outras pessoas), artefatos (e.g. ferramentas de trabalho, documentos, instruções de trabalho, interfaces computacionais, entre outros).

Além disso, Salmon et al. (2014) apontam para a extensão dos estudos de DSA, ou seja, dado um ambiente complexo, até que ponto a “consciência da situação” dos diferentes membros da equipe pode conectar-se e contribuir com o trabalho coletivo? Em havendo tal conexão, esses autores passam a compreender o ambiente complexo sob a ótica da Compatible Situation Awareness (CSA). Com isso, eles apontam para o emprego da sociometria como forma de identificar o grau de compatibilidade entre as consciências.

Para Salmon, Walker and Stanton (2015), ao considerarem que o sistema é um todo e não somente o indivíduo de forma isolada, a CSA pode contribuir para a prevenção de eventos adversos. Assim, a unidade de análise em questão é sempre um sistema sociotécnico (interações sociais e tecnológicas).

Por sua vez, Sorensen e Stanton (2013) e Salmon, Walker and Stanton (2015) consideram os ambientes complexos como um organismo vivo, em que a dinâmica é composta pela interação entre os multi-agentes, humanos e não-humanos. Ainda, para Sorensen and Stanton (2016), o desempenho de equipes, com base em fatores transacionais de comunicação da conscientização da situação, apresenta-se mais eficaz entre as equipes com maior compartilhamento de transações recíprocas.

Neville and Salmon (2015) e Neville et al. (2016), com base em Salmon et al. (2006), estudaram os seis princípios da teoria de *Distributed Situation Awareness*: (1) a *consciência situacional* (CS) é mantida por agentes humanos e não-humanos; (2) diferentes agentes têm visões diferentes na mesma cena; (3) se a CS de um agente se sobrepõe à de outro, isso depende de seus respectivos objetivos; (4) a comunicação entre agentes pode ser um comportamento não-verbal, expresso por sinais dos costumes e da prática; (5) a CS mantém o sistemas de pares vagos juntos; (6) um agente pode compensar a degradação da CS de outro agente.

O termo *Distributed Cognition* (DC), alocado como um tema altamente desenvolvido e isolado, está diretamente associado ao termo (DSA). Salmon et al. (2006), Neville e Salmon (2015) e Sorensen e Stanton (2016), por exemplo, relatam o termo quando da descrição sobre DSA, ao descreverem as características de um sistema onde há a presença de pessoas, e o ambiente e os artefatos tecnológicos do ambiente. Os autores Stanton et al. (2010) complementam essa visão ao afirmarem que as premissas da DC auxiliam na análise dos fenômenos de sistemas sociotécnicos, já que partem do princípio da distribuição de cognição entre os agentes do sistema, e não somente do princípio de ações individuais e isoladas.

Para Sorensen, Stanton e Banks (2011) e Salmon, Walker e Stanton (2015), a visão sistêmica e a distribuição cognitiva sustentam os métodos que abordam a *consciência situacional*. Já para Plant and Stanton (2014), os métodos que discorrem sobre a análise da distribuição cognitiva são: *Hierarchical Task Analysis*, *Critical Decision Method*, *Coordination Demand Analysis*, *Communications Usage Diagram*, *Operation Sequence Diagrams* e *Event Analysis of Systemic Team-work* (EAST). O termo *Shared Situational*

Awareness (SSA) foi alocado como um termo altamente desenvolvido e isolado, em associação com o DSA. Para Jenkins et al. (2011), a SSA é composta de alguns fatores, tais como personalidade, capacidade cognitiva, motivação, fatores culturais e estrutura de trabalho.

A *Cognitive Work Analysis* (CWA) está alocada como um tema emergente ou em declínio, tendo sido desenhada para explorar as mudanças dos sistemas sociotécnicos. Os autores Read et al. (2015) evidenciaram a relação entre os sistemas sociotécnicos e a CWA, demonstrando que as abordagens se complementam e estão alicerçadas na teoria geral dos sistemas.

A pesquisa bibliométrica evidenciou o termo “*ergonomics*” como um termo básico e transversal. Stanton et al. (2010), Jenkins et al. (2011) e Salmon et al. (2014) mencionam *the perceptual cycle* como uma abordagem que envolve estudos em ergonomia. Segundo os autores, a conscientização da situação é distribuída entre os atores e artefatos em ambientes colaborativos, e apontam para uma classificação de esquemas cognitivos, genótipo e fenótipo, elementos a serem explorados em estudos ergonômicos (genótipos é mantido na mente, enquanto fenótipo refere-se a esquemas ativados durante o desempenho da tarefa).

Plant e Stanton (2014) relataram que genótipo e fenótipo podem ser inferidos por artefatos desenvolvidos para captar os modelos mentais adotados na execução de uma tarefa. Esses artefatos são abordados no trabalho dos seguintes autores: *Analysis of Systematic Teamwork* (EAST), de Neville e Salmon (2015); *Critical Decision Method* (CDM), de Plant e Stanton (2014); *Situation Awareness Rating Technique* (SART) e *Situation Awareness Global Assessment Technique* (SAGAT), de Salmon et al. (2009); *AcciMap e Decision ladder*, de Jenkins et al. (2011), *AcciMap*; *Operator Sequence Diagram* (OSD), de Sorensen, Stanton e Banks (2011); *Cognitive work analysis* (CWA), de Read et al. (2015).

Salmon, Walker e Stanton (2015) observam que, nos últimos anos, a teoria da ergonomia que aborda a *consciência situacional* vem assumindo os fenômenos de um sistema como sendo causados por múltiplos fatores em interação, ou seja, como um sistema integrado.

4.8.2 Direções de pesquisas futuras

Para complementar a análise e aprofundar a discussão, sobretudo no que diz respeito às evidências de pesquisas emergentes e apontar para a direção de pesquisas futuras, foi desenvolvido a Tabela 2, a qual apresenta uma análise longitudinal ao integrar os elementos da consciência situacional em um contexto dos sistemas sociotécnicos, bem como os autores no período em estudo. A Tabela 2 foi desenvolvida com base na análise da Tabela 1, levando em conta a frequência de abordagem dos elementos associados à consciência situacional e os respectivos autores.

Tabela 5 – Período e quantidades de publicações dos termos da consciência situacional

Termos da consciência situacional conforme fig. 2	Período	Autores que mais publicam na área conforme tabela 1			
	- 2000 -	-	-	-	-
	- 2004 -	-	-	-	-
	- 2006 -	(DC) 1	(DSA) 1	Salmon, Paul M. 1	
	- 2009 -	(Erg.) 1	(Erg.) 1	Salmon, Paul M. 1	
	- 2010 -	(Erg.) 1	(DC) 1	(DSA) 1	Stanton, Neville A. 1
(SSA) 1 (CWA) 1 (Erg.) 2 (DC) 1 (DSA) 1	- 2011 -	(Erg.) 1	(DC) 1	(DSA) 1	Stanton, Neville A. 2 Salmon, Paul M. 1 Walker, Guy H. 1
	- 2012 -	-	-	-	-
	- 2013 -	(DSA) 1	(DSA) 1	Stanton, Neville A. 1	
	- 2014 -	(Erg.) 2 (CWA) 1 (Erg.) 3 (Erg.) 1	(DC) 1 (DC) 2 (DC) 2 (DC) 1	(DSA) 2 (DSA) 3 (DSA) 3	Stanton, Neville A. 1 Salmon, Paul M. 1
	- 2015 -	(Erg.) 1	(DC) 1	(DSA) 1	Stanton, Neville A. 2 Salmon, Paul M. 2 Chatzimichailidou, M. M. 1 Dokas, I. M. 1
	- 2016 -	(Erg.) 1	(DC) 1	(DSA) 3	Stanton, Neville A. 1 Salmon, Paul M. 1 Chatzimichailidou, M. M. 1 Dokas, I. M. 1
	- 2017 -	-	-	-	-
	- 2018 -	-	-	-	-
	- 2019 -	(DSA) 1	(DSA) 1	Stanton, Neville A. 1 Salmon, Paul M. 1 Walker, Guy H. 1	

Legenda:

Distributed Situation Awareness	(DSA)
Ergonomics	(Erg.)
Cognitive Work Analysis	(CWA)
Distributed Cognition	(DC)
Shared Situational Awareness	(SSA)
Quantidade de publicações por elemento da Consciência Situacional por ano	1 2 3

Fonte: O autor

Ao analisar a Tabela 5, pode-se constatar que, durante o período de estudo entre os anos 2000 até 2019, a Distributed Situation Awareness (DSA) apresentou-se com maior predominância em relação à frequência de ocorrência e quantidade, quando comparada com os demais elementos destacados ao aplicar o algoritmo de Cobo et al. (2012). As publicações com a abordagem na (DSA) iniciaram na pesquisa de Salmon et al. (2006), perdurando durante os anos em análise como um elemento motor para os estudos da análise da consciência situacional em um contexto sociotécnico. Ao analisar em profundidade as publicações neste período, destacam-se 12 aspectos relevantes, os quais podem auxiliar como uma base para pesquisas futuras que envolvam a análise da (DSA). Os aspectos são elencados no Quadro 18.

Quadro 18 – Aspectos relevantes da *Distributed Situation Awareness* (DSA)

Fonte	Aspectos
Salmon et al. (2006), Chatzimichailidand e Dokas (2015 e 2016)	Suporta a estrutura dos sistemas sociotécnicos.
Salmon et al. (2006), Stanton et al. (2010), Jenkins et al. (2011) e Plant e Stanton (2014);	Considerar os ambientes colaborativos.
Salmon et al. (2006), Stanton et al. (2010), Jenkins et al. (2011), Plant e Stanton (2014), Sorensen e Stanton (2013), Salmon, Walker and Stanton (2015), Neville and Salmon (2015) e Neville et al. (2016)	Considera as interações entre os multiagentes, humanos e não-humanos.
Sorensen e Stanton (2013) e Salmon, Walker and Stanton (2015)	Considera os ambientes complexos como um organismo vivo.
Salmon, Walker and Stanton (2015)	Contribui para a prevenção de eventos adversos.
Sorensen and Stanton (2016)	Representa os fatores transacionais de comunicação da conscientização da situação.
Neville and Salmon (2015) e Neville et al. (2016)	Assumi que os diferentes agentes possuem visões diferentes da mesma cena.
Neville and Salmon (2015) e Neville et al. (2016)	Considera que a Consciência Situacional (CS) de um agente se sobrepõe à de outro.
Neville and Salmon (2015) e Neville et al. (2016)	Considera que a comunicação entre os agentes pode ser um comportamento não-verbal.
Neville and Salmon (2015) e Neville et al. (2016)	Considera que a comunicação entre os agentes pode ser expressada por sinais dos costumes e da prática.
Neville and Salmon (2015) e Neville et al. (2016)	Considera que a (CS) mantém o sistema de pares vagos juntos.
Neville and Salmon (2015) e Neville et al. (2016)	Considera que um agente pode compensar a degradação da (CS) de outro agente.

Fonte: O autor

Os aspectos apresentados possuem características de contingenciais, quando indicam os cenários que devem ser considerados ao analisar a consciência situacional em um contexto dos sistemas sociotécnicos, a fim de proporcionar uma visão ampla do sistema.

4.9 Conclusão

A integração entre as correntes teóricas sobre a consciência situacional e os sistemas sociotécnicos, enquanto unidade de análise, permitiu compreender de forma mais clara o conhecimento já construído na área de estudo. A pesquisa bibliométrica realizada permitiu revelar os principais autores e a análise da social network identificou as relações entre os autores, bem como auxiliou a evidenciar a convergência entre eles ao evidenciar citações e publicações em comum.

A pesquisa também elencou alguns elementos corroborativos dos estudos sobre a análise da consciência situacional em um contexto do sistema sociotécnicos, enquanto integrados, tais como: i) Distributed Situation Awareness (DSA), ii) Ergonomics, iii) Cognitive Work Analysis (CWA), iv) Distributed Cognition (DC), v) Shared Situational Awareness (SSA). Entre estes elementos a análise da Distributed Situation Awareness (DSA) foi classificada como um tema motor no contexto estudado, evidenciando como uma forte tendência de adoção como tema de pesquisa. Com a análise da (DSA) iniciando como adoção pontual no início do período de estudo e aumentando sua maior frequência nos últimos anos.

Em trabalhos futuros, ao analisar a consciência situacional em contextos sociotécnicos, em especial com enfoque empírico, propõe-se a adoção de uma abordagem da análise da (DSA). Um olhar amplo e sistêmico será necessário para potencializar os resultados da análise da (DSA), já que essa abordagem considera a interação entre os agentes envolvidos no sistema e a relação com os artefatos, em ambientes colaborativos, considerando o sistema como um todo.

REFERÊNCIAS

BELLET, T.; BEATRICE, B. A.; PIERRE M.; AURELIE B. 2009. A theoretical and methodological framework for studying and modeling drivers' mental representations. **Safety Science**, v. 47, p. 1205–1221, 2009.

BORING R. L.; HENDRICKSON S. M. L.; FORESTER J. A.; TUAN Q. T.; ERASMIA L. Issues in benchmarking human reliability analysis methods: A literature review. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 95, pp. 591–605, 2010.

CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; LAVILLE, F. Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: the case of polymer chemistry. **Scientometrics**, v. 22, n. 1, p. 155-205, 1991.

CASTILLO-VERGARA, M.; ALVAREZ-MARIN, A.; PLACENCIO-HIDALGO, D. A bibliometric analysis of creativity in the field of business economics. **Journal of Business Research**, v. 85, p. 1-9, 2018.

CHATURVEDI S.; DUNNE C.; ASHKTORAB Z.; ZACHARIAH R.; SHNEIDERMAN B. Group-in-a-Box Meta-Layouts for Topological Clusters and Attribute-Based Groups: Space-Efficient Visualizations of Network Communities and Their Ties. **Computer Graphics Forum**, v. 33, n. 8, p. 52–68, 2014.

CHATZIMICHAILIDOU M. M.; DOKAS I. M. Introducing RiskSOAP to communicate the distributed situation awareness of a system about safety issues: an application to a robotic system. **Ergonomics**, v. 59, n. 3, p. 409–422, 2015.

CHATZIMICHAILIDOU M. M.; DOKAS I. M. RiskSOAP: On the Relationship Between Systems Safety and the Risk SA Provision Capability, **IEEE Systems Journal**, v. 12, n. 2, p.1148–1157, 2016.

CHERNS, A.B. The principles of sociotechnical design. **Human Relations**, v. 29, n. 8, p. 783-792, 1976

CLEGG, C.W.2000. Sociotechnical principles for system design. **Applied Ergonomics**, Vol. 31, pp. 463-77.

COBO, M. J. *et al.* SciMAT: A new science mapping analysis software tool. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 63, n. 8, p. 1609-1630, 2012.

ENDSLEY M. R. Final Reflections: Situation Awareness Models and Measures, **Journal of Cognitive Engineering and Decision Making**, v. 9, n 1, p. 101 –111, 2015.

ENDSLEY M. R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, **Human Factor**, v. 37, n. 1, p. 32-64, 1995a.

ENDSLEY M. R. Measurement of situation awareness in dynamic systems. **Human Factors**, v. 37, n.1, p. 65–84, 1995b.

FLAGE R., T. AVEN. Emerging risk: conceptual definition and a relation to black swan type of events, **Reliability Engineering and System Safety**, v. 144, p. 61-67, 2015

HANSEN D.; SHNEIDERMAN B.; SMITH M. A. **Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World**: Elsevier Inc, 2011.

HENDRICK, H.W. Human factors in organizational design and management. **Ergonomics**, v. 34, p. 743-756, 1991.

HULME, A.; STANTON, N. A.; WALKER, G. H.; WATERSON, P.; SALMON, P. M. What do applications of systems thinking accident analysis methods tell us about accident causation? A systematic review of applications between 1990 and 2018, **Safety Science**, v. 117, p 164-183, 2019

KATHERINE L. P.; NEVILLE A.; STATON, N. A. All for one and one for all: Representing teams as a collection of individuals and an individual collective using a network perceptual cycle approach. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 44, p. 777-792, 2014

KYRIAKIDIS, M., KANT, V., AMIR, S., & DANG, V. N. Understanding human performance in sociotechnical systems – Steps towards a generic framework. **Safety Science**, Vol.107, pp. 202–215, 2018

LARSSON, P., DEKKER, S. W. A., & TINGVALL, C. The need for a systems theory approach to road safety. **Safety Science**, Vol. 48(9), pp.1167–1174, 2010

LEVESON, N.A new accident model for engineering safer systems. **Safety Science**, Vol. 42:4, pp. 237–270, 2004.

LEPLAT, J.; RASMUSSEN, J. Analysis of Human Errors in Industrial. **Accident Analysis & Prevention**, Vol. 162, p. 77–88, 1984.

LI, Y., & GULDENMUND, F. W. Safety management systems: A broad overview of the literature. **Safety Science**, Vol. 103, pp. 94–123, 2018.

MIE A.; MARCH J. G. A model scholar: Herbert A. Simon 1916–2001. **Journal of Economic Behavior e Organization**, v. 49, p. 1–17, 2001.

NADERPOUR M.; JIE L.; ZHANG G. 2015. A human-system interface risk assessment method based on mental Models. **Safety Science**, v. 79, p. 286–297, 2015.

NEVILLE T. J.; SALMON P. M. Never blame the umpire – a review of Situation Awareness models and methods for examining the performance of officials in sport, **Ergonomics**, v. 59, n. 7, p. 962-975, 2015.

NEVILLE T. J.; SALMON P. M.; READ G. J. M.; KALLONIATIS A. C. Play on or call a

foul: testing and extending distributed situation awareness theory through sports officiating. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 17, n. 1, p. 80-103, 2016.

NIESSEN C.; EYFERTH K. A model of the air traffic controller's picture. **Safety Science**, v.37, p. 187–202, 2001

NIKULINA I. E.; KHOMENKO I. V. 2015. Cognitive management: theory and practice in the organization, **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 166, p. 441 – 445, 2015.

PERROW C. A framework for the comparative analysis of organizations, **American Sociological Review**, vol. 32, p. 94-208, 1967.

RASMUSSEN, J. Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. **Journal of Occupational Accidents**, v. 14, p. 311-333, 1982.

REIMAN, T., & OEDEWALD, P. Assessment of complex sociotechnical systems – Theoretical issues concerning the use of organizational culture and organizational core task concepts. **Safety Science**, Vol. 45:7, pp. 745–768, 2007

READ G. J. M.; SALMON P. M.; LENNÉ M. G.; NEVILLE A. S. Designing sociotechnical systems with cognitive work analysis: putting theory back into practice. **Ergonomics**, Vol. 58:5, pp. 822-851, v. 58, n. 5, p. 882-851, 2015,

REDEKER G.; KESSLER A. G. Z.; KIPPER L. M. Lean information for lean communication: Analysis of concepts, tools, references, and terms. **International Journal of Information Management**, v. 47, p. 31–43, 2019

RIGHI, A. W.; SAURIN T. A. WACHS P. A systematic literature review of resilience engineering: Research areas and A research agenda proposal, **Reliability Engineering and System Safety**, v. 141, p. 142-152, 2015.

SALMON P. M.; WALKER G. H.; NEVILLE A. S. Pilot error versus sociotechnical systems failure: a distributed situation awareness analysis of Air France 447. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**. v. 17, n. 1, p. 64–79, 2015

SALMON P. M.; STANTON., WALKER GUY H., JENKINS DANIEL, LADVA DARSHNA, RAFFERTY LAURA, YOUNG MARK. Measuring Situation Awareness in complex systems: Comparison of measures study, **International Journal of Industrial Ergonomics**, Vol. 39, pp. 490–500, 2009

SALMON PAUL M., LENNE MICHAEL G., WALKER GUY H., STANTON NEVILLE A. & FILTNESS ASHLEIGH. Exploring schema-driven differences in situation awareness between road users: an on-road study of driver, cyclist and motorcyclist situation awareness, **Ergonomics**, Vol. 57:2, pp.191-209, 2014

SALMON PAUL M., STANTON NEVILLE A., WALKER GUY H., BABER CHRIS, MCMASTER RICHARD, JENKINS DAN, BEOND AJAY, SHARIF OMAR, RAFFERTY LAURA & LADVA DARSHNA. Distributed situation awareness in command and control: A case study in the energy distribution domain, **Proceedings of the Human Factors and**

Ergonomics Society, v. 50, n. 3, p. 260-264, 2006

SORENSEN LINDA J, STANTON NEVILLE A. & BANKS ADRIAN P. Back to SA school: contrasting three approaches to situation awareness in the cockpit, **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, Vol.12:6, pp. 451-471, 2014

SORENSEN LINDA J., STANTON NEVILLE A. (2013). Y is best: How Distributed Situational Awareness is mediated by organizational structure and correlated with task success. **Safety Science**, v. 56, p. 72-79, 2013.

SORENSEN LINDA J., STANTON NEVILLE A. Keeping it together: The role of transactional situation awareness in team performance, **International Journal of Industrial Ergonomics**, Vol. 53, pp. 267- 273, 2016

STANTON NEVILLE A. , SALMON PAUL M. , WALKER GUY H. & JENKINS DANIEL P. Is situation awareness all in the mind? **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, Vol. 11:1-2, pp. 29-40, 2010

STANTON NEVILLE A. , SALMON PAUL M. , WALKER GUY H., JENKINS DANIEL P & RAFFERTY LAURA. What could they have been thinking? How sociotechnical system design influences cognition: a case study of the Stockwell shooting, **Ergonomics**, Vol. 54:2, pp. 103-119, 2011

STANTON, N., CHAMBERS, P. R., & Piggott, J. Situational awareness and safety. **Safety Science**, Vol 39:3, pp. 189–204, 2001

NEVILLE A. S; SALMON P. M.; WALKE G. H. Let the Reader Decide: A Paradigm Shift for Situation Awareness in Sociotechnical Systems, **Journal of Cognitive Engineering and Decision Making**, v. 9, n 1, p. 44 –50, 2015.

NEVILLE A. S.; BESSELL, K. How a submarine returns to periscope depth: Analysing complex socio-technical systems using Cognitive Work Analysis, **Applied Ergonomics**, v. 45, p. 110 -125, 2014.

STANTON, N. A., R. STEWART, D. HARRIS, R. J. HOUGHTON, C. BABER, R. MCMASTER, P. SALMON, G. HOYLE, G. WALKER, M. S. YOUNG, M. LINSELL, R. DYMOTT, AND D. GREEN. “Distributed Situation Awareness in Dynamic Systems: Theoretical Development and Application of an Ergonomics Methodology.” **Ergonomics**, v. 49, p. 1288–1311, 2006

STANTON, N. A., SALMON P. M. 2009. Human error taxonomies applied to driving: A generic driver error taxonomy and its implications for intelligent transport systems. **Safety Science**, Vol 47, p. 227-237, 2009

SUCHMAN, L. A. **Plans and situated actions**: The problem of human-machine communication. New York: Cambridge University Press, 1987.

SUCHMAN, L. A. Response to Vera and Simon's Situated Action: A Symbolic Interpretation, **Cognitive science**, v. 17, p. 71-75, 1993.

VAGHARSEYYEDIN S. A. An integrative review of literature on determinants of nurses' organizational commitment. **Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research**, Vol. 21, N° 2, 107 – 117, 2016

WAKEFIELD D. J. Application of the Human Cognitive Reliability Model and Confusion Matrix Approach in a Probabilistic Risk Assessment. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 22, p. 295-312, 1988.

WILSON B. G.; MYERS K. M. Theoretical Foundations of Learning Environments - Situated Cognition in Theoretical and Practical Context, **Mahwah NJ: Erlbaum**, v. 3, p. 57-88, 1999.

WHITTEMORE R, KNAFL K. The integrative review: update methodology. **Journal of Advanced Nursing**, ,52(5), p. 546-553, 2005

5 MODELAGEM DE REDES BAYESIANAS PARA MELHORAR A CONSCIÊNCIA DA SITUAÇÃO DISTRIBUÍDA EM MUDANÇA DE TURNO: ESTUDO DE CASO

5.1 Resumo

Durante as trocas de turnos a comunicação é restrita pelo pouco tempo disponibilizado para transferência das informações decorrentes do acompanhamento do turno, o que impacta em falhas na comunicação. Este artigo apresenta uma pesquisa empírica em forma de estudo de caso em um ambiente que envolve as atividades humanas contínuas e a comunicação entre turnos. A análise da *Distributed Situation Awareness* (DSA) foi adotada como premissa teórica para mensurar o nível de similaridade da *Situation Awareness* (SA) entre os operadores do processo estudado, a fim de propor uma alternativa para promover melhoria na performance dos processos ao integrar as (SA). A metodologia baseou-se em entrevistas semiestruturadas, com base em um questionário elaborado para promover a categorização das verbalizações nos três níveis da (SA). As verbalizações foram analisadas por meio da abordagem denominada “*digital humanities*” seguido da modelagem integrada das (SA) por meio da teoria *Bayesian Belief Networks* (BBN). A pesquisa em campo contemplou um processo de injeção de polímeros, classificado como arranjos físicos por produto manufaturado de forma contínua. No processo de estudo, a produção ocorre em três turnos, sendo um operador por turno. Como resultado, a modelagem (BBN) demonstrou a dinâmica das relações entre as principais variáveis monitoradas. Neste contexto, a (BBN) foi empregada como um protocolo de comunicação entre os turnos, atuando como um mecanismo que impacta sobre a carga cognitiva dos operadores. A modelagem permitiu representar as (SA) dos operadores de forma integrada, promovendo a (DSA).

Palavras-chave: *Distributed Situation Awareness (DSA); Situation Awareness (SA); Bayesian Belief Network; Shift changeovers*

5.2 Introdução

Estudar os fatores humanos que impactam sobre a performance dos processos decisórios consiste no desafio da ciência que aborda os aspectos da ergonomia cognitiva. Neste contexto, a *Situation Awareness* (SA) deve estar alinhada ao dinamismo, complexidade e velocidade dos processos produtivos. A análise da (SA) é adotada quando da necessidade de compreender o comportamento humano e o ambiente em que está inserido (JONES, CONNORS e ENDSLEY, 2011), em nível individual ou coletivo. Nesta direção (ENDSLEY 1995a, 1995b; VLAHAKIS, APOSTOLOU and KOPANAKI, 2018) definem a (SA) como a percepção dos elementos do ambiente em um volume de tempo e espaço, a compreensão das suas funções e a projeção futura.

A (SA) já foi investigada por meio dos mecanismos cognitivos utilizados na tomada de decisão (SUCHMAN, 1987, 1993; RASMUSSEN, 1982; LEPLAT e RASMUSSEN, 1984; ENDSLEY, 1995a, 1995b; WILSON e MYERS, 1999; MIE e MARCH, 2002). Os autores também contribuíram com pesquisas para compreender a (SA) por meio da modelagem cognitiva (NIESSEN e EYFERTH, 2001). Neste contexto, é importante entender os fatores capazes de impactarem no processamento cognitivo, como por exemplo, o nível de experiência (Bellet et al., 2009).

Em outro contexto, Jie Lu e Zhang (2015) abordaram a confiabilidade humana e sua relação com modelos mentais. Já Boring et al. (2010) relata que a memória episódica está intrínseca em estudos que tratam da análise da consciência situacional. Por fim, Nikulina e Khomenko (2015) citam que a gestão da cognição auxilia de uma forma mais produtiva a compreender o que é feito para representar a melhor forma de fazer.

Para Salmon et al. (2006); Neville e Salmon (2015); Sorensen e Stanton (2016), os estudos que analisam os sistemas onde há a presença de pessoas, ambiente e artefatos tecnológicos, podem ser suportados pelas premissas da *Distributed Situation Awareness* (DSA), esta teoria foi proposta por Stanton et al. (2006). Consiste no processo de comunicação da (SA) entre os membros de uma equipe. Entende-se que, para potencializar a performance do trabalho coletivo, os participantes devem estabelecer uma visão compartilhada do ambiente, proporcionando a consolidação das decisões mais apropriadas à situação. Os autores como Salmon, Walker e Stanton (2015) atestam que os sistemas complexos requerem estudos com visão sistêmica para proporcionar o aprofundamento

adequado. Por sua vez, Sorensen e Stanton (2013) consideram os ambientes complexos como um organismo vivo, em que a dinâmica é composta pela interação entre os multi-agentes, humanos e não-humanos.

Para Salmon et al. (2006), Chatzimichailidand e Dokas (2015; 2016), a (DSA) atua como mecanismo que suporta a estrutura dos sistemas sociotécnicos, uma vez que retém, compartilha e reutiliza o conhecimento entre os agentes envolvidos no sistema. Segundo Salmon et al. (2006), Stanton et al. (2010), Jenkins et al. (2011) e Plant e Stanton (2014), ao considerar ambientes colaborativos, a abordagem de (DSA) apresenta-se de acordo com uma perspectiva coletiva, envolvendo agentes (outras pessoas), artefatos (por exemplo, ferramentas de trabalho, documentos, instruções de trabalho, interfaces computacionais, entre outros).

A análise da (DSA) foi adotada como lente teórica para mensurar o nível de similaridade da (SA) dos operadores do processo estudado, a fim de propor uma alternativa para promover melhoria na performance dos processos por meio da comunicação das informações entre as trocas de turnos. Estudos anteriores apontam para a importância em estudar o desempenho de equipes do ponto de vista da cognição distribuída, tal como os fatores transacionais de comunicação, encontrados em (STANTON, 2014; SORENSEN e STANTON, 2016; BANKS, 2018). O desempenho de equipes também foi estudado do ponto de vista de atividade contínua de humano para humano, em um contexto que exige a comunicação durante a mudança de turno, (STANTON et al. 2010; STANTON et al., 2017; CLARK, STANTON e REVELL, 2019).

Em processos em que a produção ocorre em turnos alternantes, durante as trocas de turnos, a comunicação é restrita pelo pouco tempo disponibilizado para troca das informações entre os operadores. Para cenários como esse, alguns autores indicam a adoção de protocolos de transferências com os requisitos importantes para nortear a transferência de informações durante a comunicação entre os operadores (RANDELL, WILSON, WOODWARD, 2011; STARMER et al. 2014; NORRIS et al. 2014; GROSS et al. 2016; CLARK, STANTON, e REVELL, 2019). A análise da (DSA) já foi tratada em contextos que envolvem a comunicação na troca de turnos, tais como: Healthcare, Aviation, Energy, Military e Maritime (CLARK, STANTON, e REVELL, 2019). No entanto, a análise da (DSA) em ambientes fabris, de manufatura contínua, é um cenário pouco explorado nesta perspectiva.

O objetivo deste estudo é modelar as (SA) em um cenário constituído essencialmente pelo trabalho coletivo em equipes alternantes, em que a transferência de informações é fortemente influenciada pelas (SA) dos operadores. A comunicação inadequada no momento da troca de turnos pode se tornar um fator de risco, de tal forma a impactar sobre a performance operacional do processo, como indicado em cenários que envolvem incidentes (CARVALHO, BENCHEKROUN, GOMES, 2012; STANTON et al., 2017).

Soluções adotadas em pesquisas anteriores para modelagem de sistema na perspectiva da (SA) podem ser encontradas em, (LOUVIERIS, GREGORIADES e GARN, 2010) fatores críticos na tomada de decisão; (DAHAL et al. 2015; ROSA, GLORIA, ANNE-LAURE, 2019), confiabilidade dos sistemas; (VLAHAKIS, APOSTOLOU e KOPANAKI, 2018), gestão da cadeia de suprimentos.

As premissas da Bayesian Belief Networks (BBN) foram escolhidas com base em Nadkarni e Shenoy (2004), os quais as adotaram como forma de representar as tomadas de decisão. Desta forma, a modelagem bayesiana pode permitir um melhor tratamento da informação e da comunicação entre os operadores, elencando as variáveis críticas como forma de explicitar um protocolo de transferência das informações entre os turnos. No entanto, para revisões aprofundadas de outros métodos de solução de problemas, pode-se considerar as seguintes referências: Hao, Petri, Shamsuzzoha (2018) (modelagem de manufatura virtual), Sayyadi e Awasthi (2018) (sistemas dinâmicos para transportes sustentáveis) e Gharaei, Shekarabi e Karimi (2019) e Sarkar e Giri (2020) (cadeia de suprimentos).

A questão que norteia este estudo baseia-se em (Salmon et al., 2014; Clark, Stanton, e Revell, 2019): **Até que ponto a (SA) dos diferentes membros da equipe pode conectar-se durante as trocas de informações entre os turnos alternantes?**

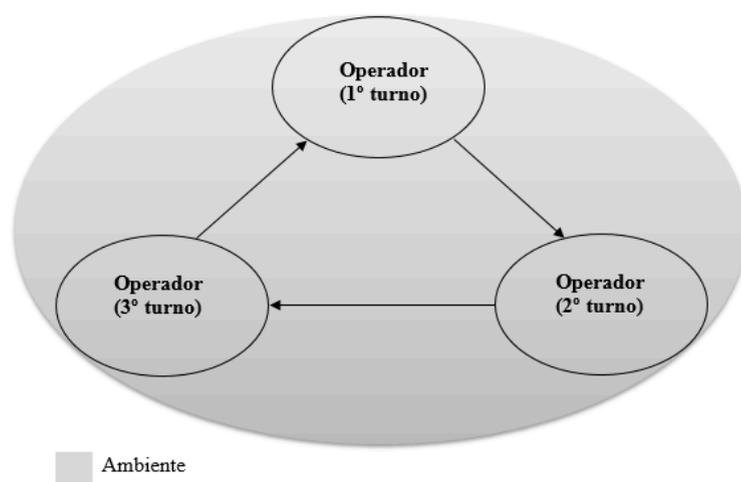
5.3 Metodologia

5.3.1 O cenário e o processo estudado

O estudo foi realizado em um processo de injeção de polímeros, em uma empresa brasileira do ramo alimentício. Em relação às características do processo estudado, o mesmo se enquadra enquanto arranjos físicos por produto realizado de forma contínua. Os operadores trabalham isolados, sendo um único operador por turno nos três turnos. As trocas de

informações se dão unicamente durante o período de troca de turno. A Figura 10 representa a comunicação entre os três operadores e a Figura 11 representa o ambiente onde as atividades de acompanhamento e controle do processo são realizadas. Estudar este processo é importante por representar o principal gargalo produtivo. O Quadro 19 apresenta as características do processo.

Figura 10 – Representação da comunicação entre os operadores



Fonte: O autor

Figura 11 – Ambiente de trabalho, processo de injeção de polímeros



Fonte: Empresa estudada

Quadro 19 – Característica do processo estudado

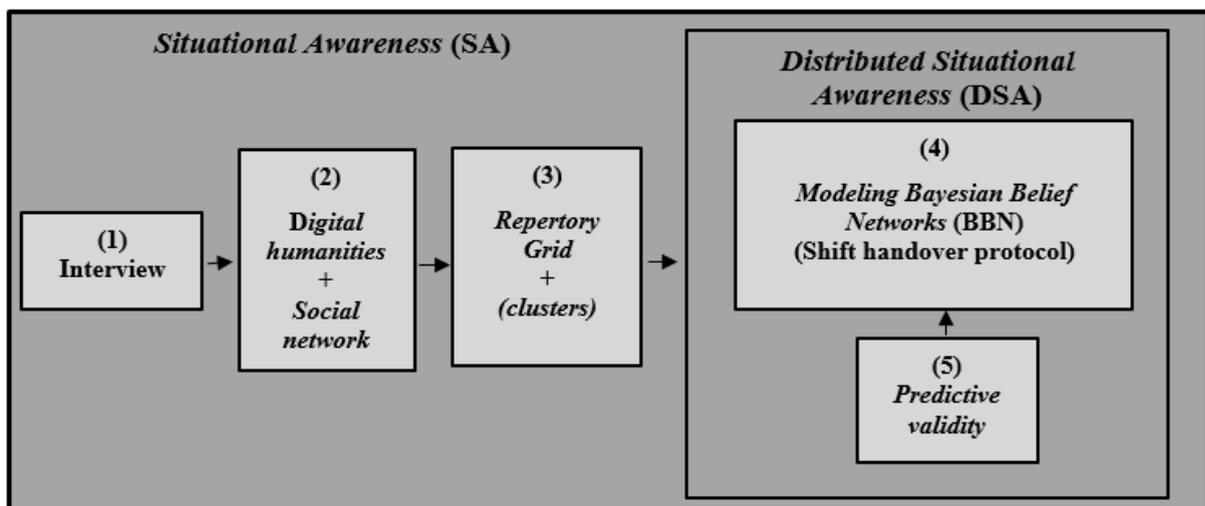
Empresa	Operadores	
Tempo de Mercado (Anos)	Tempo no Cargo (Anos)	Nível de escolaridade
92	Operador 01 = 17 anos Operador 02 = 19 anos Operador 03 = 11 anos	Operador 01 = ensino médio Operador 02 = ensino médio Operador 03 = ensino médio

Fonte: Empresa estudada

5.3.2 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram projetados por meio de quatro etapas conforme apresentadas na Figura 12. A primeira etapa consiste na entrevista (1), seguido da análise dos conteúdos verbalizados por meio da aplicação da abordagem *digital humanities* e a *social network* entre as (SA) dos operadores (2). Na terceira etapa foi possível estabelecer as percepções dos operadores em relação aos níveis de criticidade e monitoramento das variáveis do processo, estruturadas em forma de *clusters* (3). E, por fim, foram modeladas as (SA) como proposta de um protocolo de troca de informações entre turnos (4), a fim de potencializar a (SA) de cada operador e proporcionar a (DSA) do processo estudado.

Figura 12 – Etapas da pesquisa



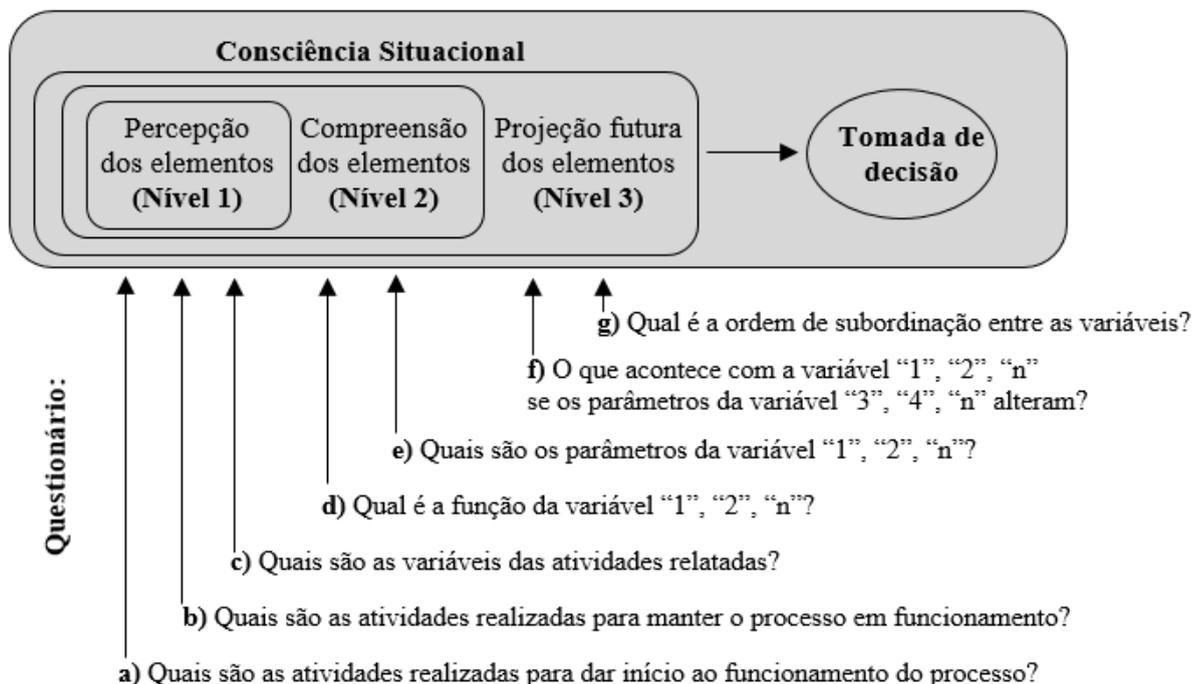
Fonte: O autor

A seguir são demonstradas as etapas da metodologia.

5.3.2.1 Entrevista com os operadores – Etapa 1

Os operadores foram entrevistados com base em um questionário semiestruturado, elaborado para captar a percepção das variáveis críticas do processo. O questionário foi projetado com vistas à compreensão da (SA) dos operadores com base nas definições indicadas por Endsley (1995a, 1995b). Segundo a autora, a (SA) é compreendida pela capacidade humana em perceber e interpretar o ambiente em que está inserida por meio de três níveis de percepções; 1) percepção dos elementos; 2) a compreensão das funções dos elementos; 3) e a projeção dos elementos em uma situação futura. O objetivo do questionário foi promover a categorização das verbalizações dos operadores em relação aos níveis da (SA) conforme exemplificado pela Figura 13. As perguntas foram estruturadas de forma a evidenciar as verbalizações em relação à estrutura cognitiva dos operadores.

Figura 13 – Questionário para elicitación das (SA) dos operadores



Fonte: O autor

5.3.2.2 Tratamento das verbalizações – Etapa 2

Para promover a análise da (SA) de cada operador recorreu-se a abordagem da “*digital humanities*”, um recurso utilizado para análise de conteúdo como por exemplo encontrado em Zahedzadeh (2017), nesta etapa, adotou-se o software <http://voyant-tools.org/>, com base em Rockwell et al. (2010). O objetivo da análise de conteúdo foi contabilizar a frequência das variáveis mais verbalizadas ao aplicar o questionário.

Após a contabilização da frequência das variáveis mais verbalizadas, aplicou-se a análise de *social network* para mensurar a similaridade da (SA) entre os operadores. Para tanto, adotou-se o algoritmo usado pelo software NodeXL com base em (HANSEN, SHNEIDERMAN e SMITH, 2011). De acordo com os autores, o algoritmo usado pelo software NodeXL identifica a formação de *clusters* mensurando o grau de conexão entre as partes. Segundo Hansen, Shneiderman e Smith (2011) e Chaturved et al. (2014), a métrica adotada para analisar a formação de *clusters* entre as variáveis de interesse utiliza os elementos chamados de arestas e nós (variável estudada, os nós). A base matemática utilizada para formar as denominadas *social networks* é apresentada pelas equações (1), (2) e (3), que representam, respectivamente, a área ocupada por cada grupo, a possível intersecção entre os grupos e as bordas, e a média proporção do grupo em relação ao número total de grupos formados.

$$\text{Group Area} = (\alpha \times A \times n) / N \quad (1)$$

$$\text{Edge Box Overlap (G)} = \frac{\sum_e \text{Overlap}(G, e) \times \omega_e}{\max(\text{Overlap}(G))} \quad (2)$$

$$\text{Mean Group – Box Aspect Ratio} = \sum_{i=1} \alpha_i / N \quad (3)$$

Onde:

α = variante ≥ 1 ;
A = formação da área do grupo;
N = número de nodes no grupo;
E = conjunto de todos os intergrupos com as arestas;
G e ω_e = pesos atribuídos às arestas;
 α_i = a proporção do enésimo grupo;
N = número total de grupos na rede.

5.3.2.3 Nível de monitoramento – Etapa 3

Na etapa anterior a (SA) dos operadores refere-se às variáveis percebidas durante o monitoramento do processo. Para promover a mensuração da (SA) em instância mais profunda, aplicou-se o *Repertory Grid* em relação ao impacto das variáveis sobre o processo estudado, avaliou-se o nível de criticidade e necessidade de monitoramento das variáveis. Em

trabalhos anteriores, Carvalho et al. (2012) e Le Bris et al. (2012) também recorreram à análise dos elementos da (SA) como forma de evidenciar as percepções humanas em relação ao meio em que estão inseridas.

Segundo Abdul-Rahman, Wang e Siong (2011), a técnica de *repertory grid* foi concebida por meio da teoria dos construtos pessoais de Kelly em 1955, na área da psicologia.

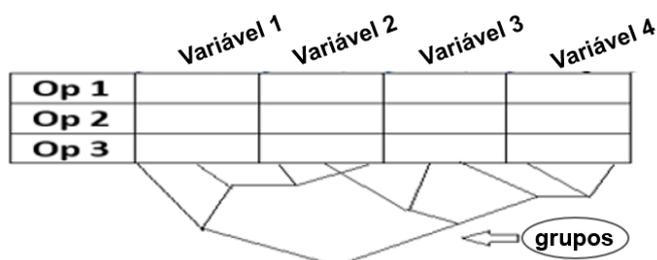
O objetivo da técnica consiste em extrair os traços e objetos do entrevistado e classificá-los em categorias por meio da inferência, adotando uma escala de mensuração. Para Abdul-Rahman, Wang e Siong (2011), a *repertory grid* consiste em uma entrevista semiestruturada que permite a elicitación das construções mentais, as quais representam os padrões mentais formados durante a experiência vivida. As premissas que constituem a aplicação prática da técnica de *repertory grid*, são: i) compreender a estrutura dos construtos, ii) classificar os elementos enquanto seu grau de hierarquia mental; iii) inferir sobre a relação dos constructos e os elementos. Para a aplicação da técnica de *repertory grid* foi realizado mais um ciclo de entrevista com os operadores, onde foram aplicadas as perguntas e as escalas de mensuração a seguir. A primeira pergunta tem como objetivo mensurar a opinião dos operadores em relação ao nível de criticidade das variáveis para o monitoramento do processo e a segunda pergunta tem como objetivo mensurar as opiniões em relação à frequência de monitoramento das variáveis durante o acompanhamento do processo. O objetivo foi analisar o grau de hierarquia entre as variáveis. A fig. 4 representa o formulário utilizado para as perguntas, bem como a projeção de resultados em forma de *clusters*, a partir da estruturação dos dados por meio de dendrograma representando um *cognitive map*. A estruturação de um *cognitive map* foi abordado por Nadkarni e Shenoy (2004) como forma de compreender quais são os fatores relevantes para a tomada de decisão e com base nos resultados modelaram a Bayesian Belief Networks (BBN).

Pergunta 1: Em relação à criticidade das variáveis, e considerando as escalas de mensuração, na sua opinião, qual é o grau de criticidade das variáveis relacionadas como críticas? Pontue entre 1 a 5, sendo, 1- Não crítica; 2- Razoavelmente crítica; 3- Não sei opinar; 4- Parcialmente crítica; 5- Totalmente crítica.

Pergunta 2: Em relação à frequência de monitoramento das variáveis, e considerando as escalas de mensuração, na sua opinião, qual é a frequência de monitoramento das variáveis

relacionadas como críticas? Pontue entre 1 a 5, sendo, 1- Nunca monitorada; 2- Raramente monitorada; 3- Às vezes é monitorada; 4- Muito monitorada; 5- Sempre monitorada.

Figura 14 – Formulário - *Repertory grid* e projeção de cluster por dendrograma



Fonte: O autor

5.3.2.4 Modelagem da (DSA) – Etapa 4

Para promover a modelagem da (DSA), aplicou-se o algoritmo Bayesian Belief Networks (BBN) sobre os resultados da mensuração do nível de criticidade e frequência de monitoramento das variáveis descrita na etapa 3. A BBN pode ser traduzida como redes de crenças (Mkrtchyan, Podofillini e Dang, 2015; 2016). Ela consiste em um mecanismo de representação de tomadas de decisão, com base nas relações entre as variáveis do fenômeno estudado. O Teorema de Bayes evidencia a relação entre uma probabilidade condicional e a sua inversa; por exemplo, a probabilidade de uma hipótese dada a observação de uma evidência e a probabilidade da evidência dada pela hipótese (Coppin, 2013).

A equação que representa a BBN foi exposta na pesquisa de (Gregoriades e Sutcliffe, 2008), em análise de confiabilidade humana. O teorema é representado pela equação 4 a seguir:

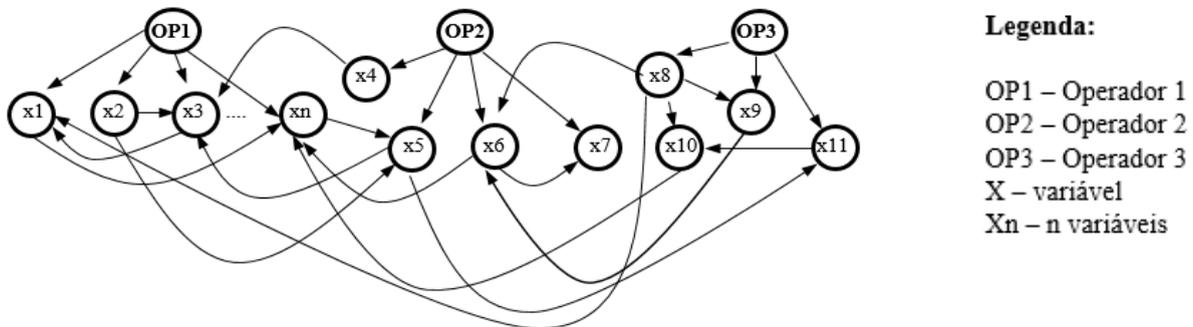
$$P(a/b) = \frac{P(b/a)P(a)}{P(b)}, \quad (\text{eq. 4})$$

Onde:

- $P(a)$ e $P(b)$ são as probabilidades *a priori* de “a” e “b”;
- $P(a|b)$ e $P(b|a)$ são as probabilidades *a posteriori* de “a” condicional a “b” e de “b” condicional a “a” respectivamente.

Ao adotar a (BBN) foi possível modelar as (DSA) dos operadores de forma integrada. A modelagem da (BBN) consiste em um protocolo de transferência de informações entre os turnos. A figura 15 ilustra o modelo da modelagem.

Figura 15 – Rede bayesiana como protocolo de transferência de turno (DSA)



Fonte: O autor

A inferência Bayesiana adiciona aos modelos preditivos, além dos dados coletados na amostra, algumas informações subjetivas. Neste caso, o pesquisador admite a existência de algum conhecimento prévio que os dados coletados não dão conta de prever e que podem fazer diferença nos resultados. Estas análises são baseadas no teorema de Bayes (1958), que demonstra, matematicamente, como estas informações não contidas na amostra (chamadas de informações *a priori*) devem ser incorporadas no modelo preditivo. Tem como vantagem permitir a incorporação de informações anteriores (*a priori*) adquiridas antes da obtenção dos dados existentes sobre o parâmetro estudado, enriquecendo o processo de inferência (SORENSEN e GIANOLA, 2002).

Para o trabalho em questão, uma abordagem bayesiana se mostra mais adequada uma vez que o conhecimento trocado em cada uma das etapas (troca de turnos) é algo que pode ser incorporado como informação *a priori* para as previsões dos momentos posteriores (distribuição *a posteriori*). Ainda, a inferência bayesiana descreve as incertezas sobre quantidades de forma probabilística. Estas incertezas são modificadas periodicamente após observações de novos dados ou resultados.

5.3.2.5 Validade preditiva da BBN – Etapa 5

Para essa etapa foi adotado o “*sensitivity to findings*”, recomendado por Pitchforth e Mengersen (2013) como um teste de validação da amplitude da modelagem em sistemas complexos quando da adoção da (BBN) em estudos que envolvem a elicitación do

conhecimento de especialistas. A métrica de mensuração da relação entre as variáveis para estabelecer o nível de sensibilidade da modelagem foi a “*mutual information (MI)*”, (HÄNNINEN e KUJALA, 2012). Em um contexto da teoria da probabilidade a (MI) de duas variáveis aleatórias é uma medida da dependência mútua entre as duas variáveis, conforme exemplificado pelas equações 5 e 6. Quanto maior a número de (MI) mais sensível será a variável ao sistema que o cerca.

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n p(X = x_i) \log p(X = x_i) \quad (\text{eq. 5})$$

$$H(X|Y) = \sum_i H(X|Y = y_i) p(Y = y_i) \quad (\text{eq. 6})$$

Onde:

H é a entropia;

P(X=x_i) é a probabilidade da variável X estando no estado x_i;

Quanto maior a entropia, mais incerto é o verdadeiro estado da variável X. Entropia máxima é atingida quando todos os estados x_i são igualmente prováveis, e ocorre entropia mínima quando toda a probabilidade de massa está localizada em um único estado. Se o verdadeiro estado de outra variável Y for conhecido, condicional entropia de X é definida como a entropia após observar Y.

5.4 Resultados

5.4.1 Entrevista com os operadores

As entrevistas com os operadores foram conduzidas baseadas nas questões expostas na metodologia conforme a Figura 12. O Quadro 20 mostra os tempos de cada entrevista.

Quadro 20 – Tempo de entrevista por operador

Operadores	Tempo de entrevista
01	25 minutos
02	24 minutos
03	25 minutos

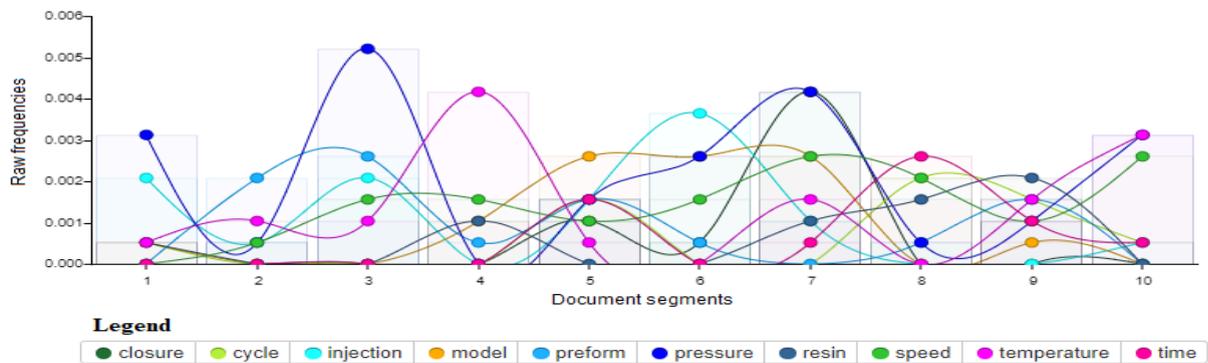
Fonte: O autor

A seguir apresenta-se o tratamento dos dados das entrevistas. Estas foram gravadas e posteriormente transcritas, as transcrições das verbalizações podem ser acessadas por meio da solicitação aos autores.

5.4.2 Análise da consciência situacional

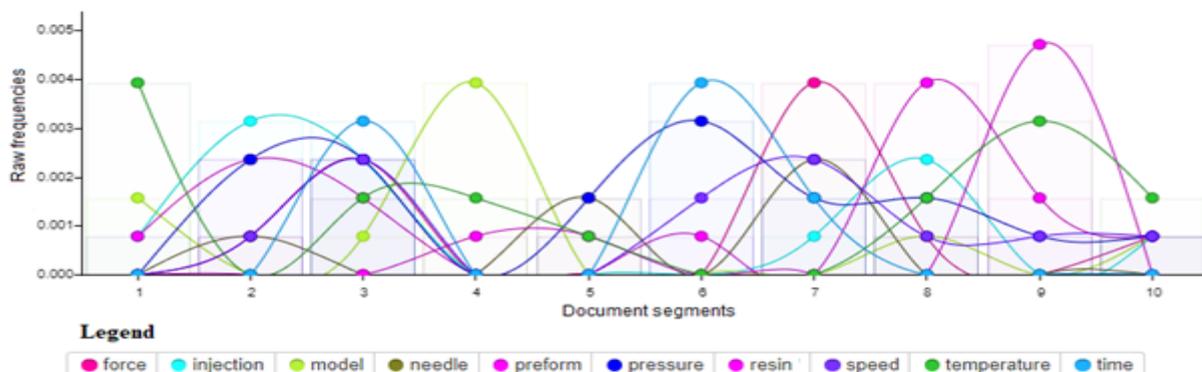
O conteúdo das transcrições foi tratado antes da inclusão no software Voyant (<http://voyant-tools.org>), as palavras de uso comum ou culturais foram removidas do texto, pois não representam o escopo da pesquisa. A seguir são expostos os resultados da análise de conteúdo em forma gráfica, por frequência relativa de ocorrência, conforme exposto em (ZAHEDZADEH, 2017). Esse modelo foi escolhido por permitir demonstrar as relações entre as variáveis de forma longitudinal, dado as intenções do questionário aplicado, o qual considerou a categorização das verbalizações por nível de percepção da consciência situacional conforme. Os Gráficos 8, 9 e 10 representam as variáveis do processo verbalizadas com maior frequência pelos operadores, 01, 02 e 03 respectivamente.

Gráfico 8 – Relação das variáveis verbalizadas com maior frequência - Operador 01



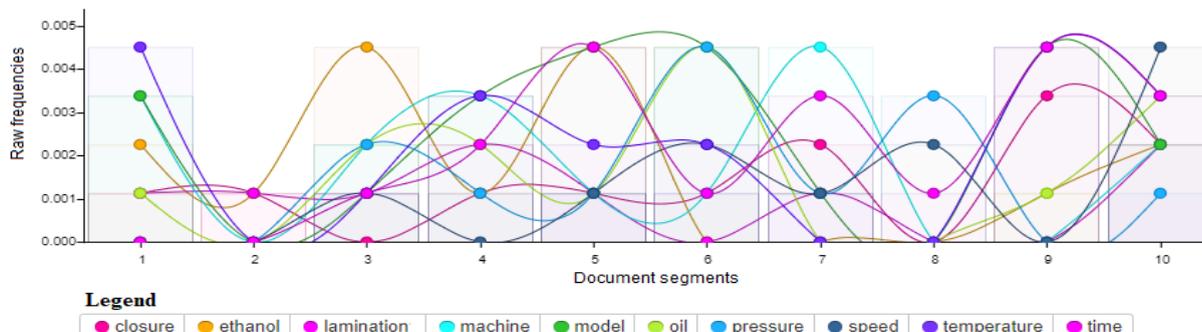
Fonte: <http://voyant-tools.org/>

Gráfico 9 – Relação das variáveis verbalizadas com maior frequência - Operador 02



Fonte: <http://voyant-tools.org/>

Gráfico 10 Relação das variáveis verbalizadas com maior frequência - Operador 03



Fonte: <http://voyant-tools.org/>

Os Gráficos 8, 9 e 10 evidenciam a relação longitudinal entre as variáveis, o que valida o objetivo do questionário aplicado. O eixo “x” dos gráficos representa a ocorrência das variáveis durante as verbalizações e o eixo “y” as frequências relativas entre as variáveis. Por exemplo, no Gráfico 10, no segmento 04 do texto, as variáveis “*temperature*”, “*time*”, “*model*” e “*ethanol*” foram verbalizadas em momentos próximos, e com frequência relativa diferentes, as variáveis foram agrupadas pelo software devido ao fato das categorização das respostas, onde o intuito foi promover a relação entre as variáveis ao solicitar aos operadores para relacionarem uma variável com a outro, por exemplo nas perguntas “f” e “g” da fig.3, as quais inferem sobre a capacidade de percepção da projeção futura entre as variáveis.

Para aprofundar a análise, optou-se em analisar as frequências de ocorrências das verbalizações das variáveis expostas nos Gráficos 8, 9 e 10. A tabela 3 representa as frequências.

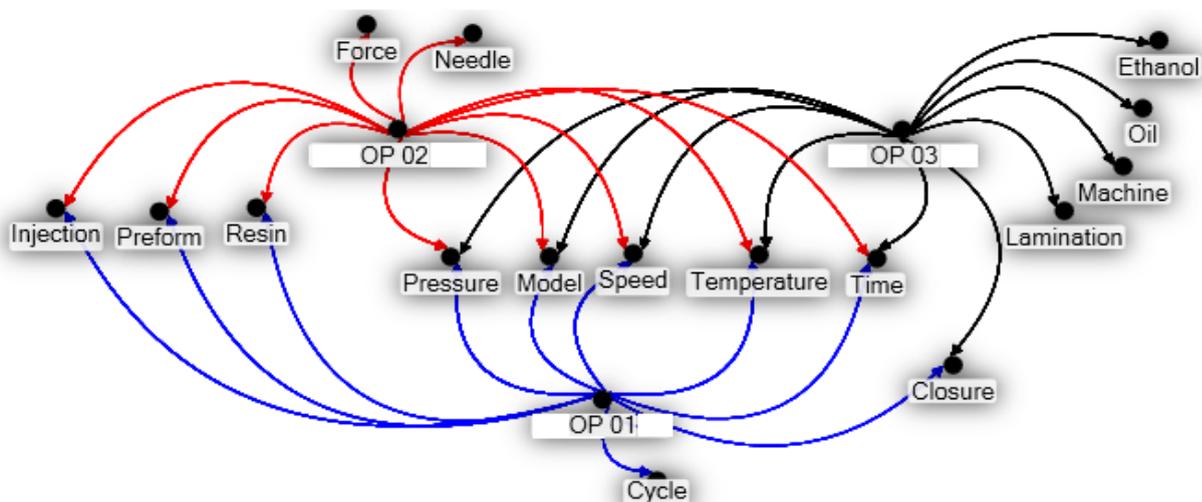
Quadro 21 – Frequências de ocorrências das verbalizações das variáveis por operador

Variáveis	Frequência de ocorrência das variáveis por Operador			Variáveis	Frequência de ocorrência das variáveis por Operador		
	Op 01	Op 02	Op 03		Op 01	Op 02	Op 03
Pressão	41	18	13	Resina	12	8	
Temperatura	30	20	21	Tempo	11	13	20
Velocidade	27	12	17	Força		11	
Injeção	22	13		Agulha		6	
Molde	19	10	22	Etanol			15
Pré-forma	19	17		Óleo			14
Ciclo	13			Laminação			9
Fechamento	12		11	Máquina			16

Fonte: O autor

Com base no Quadro 21, foi possível analisar a similaridade em relação às percepções das variáveis entre os operadores por meio da frequência de ocorrências das variáveis verbalizadas durante o processo de aquisição do conhecimento. Para tanto, recorreu-se à análise de *social network* com base em (Hansen, Shneiderman e Smith, 2011) descrito na metodologia. O resultado da aplicação do algoritmo está representado pela Figura 16.

Figura 16 – *Social Network* entre os operadores 01, 02 e 03



Fonte: Hansen, Shneiderman e Smith, 2011

Com base na Figura 16 é possível evidenciar a existência de diferenças em relação à percepção das variáveis entre os operadores. A tabela 4 representa as similaridades da (SA) entre os operadores.

Quadro 22 – Análise das similaridades da (SA) entre os operadores

Operadores	Similaridade percentual
01 e 02	50,00%
01 e 03	37,50%
02 e 03	31,25%

Fonte: O autor

Ao analisar a Figura 16 também é possível verificar a existência de variáveis percebidas de forma isolada pelos operadores, tais como as variáveis “cycle”, percebida apenas pelo operador 01, as variáveis “force e needle”, percebidas apenas pelo operador 02. Por fim, as variáveis “lamination”, “machine”, “oil” e “ethanol”, percebidas unicamente pelo operador 03. Estas constatações indicam a necessidade de ampliar a percepção destas variáveis entre os operadores.

5.4.3 Mensuração da consciência situacional

Para aprofundar o estudo, foi aplicado a técnica de *repertory grid* sobre as variáveis verbalizadas na etapa de diagnóstico. O Quadro 23 a seguir representa as pontuações indicadas pelos operadores com base nas escalas estabelecidas na metodologia para mensurar os níveis de criticidade e monitoramento das variáveis do processo.

Quadro 23 – Resultado da aplicação do *repertory grid*

Operador	Variável														Tipo	
	Agulha	Ciclo	Etanol	Fechamento	Força	Injeção	Molde	Óleo	Laminação	Pre-forma	Pressão	Resina	Temperatura	Tempo		Velocidade
OP 01	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	2	5	4	4	Criticidade
	4	3	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	Monitoramento
OP 02	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	2	4	Criticidade
	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	Monitoramento
OP 03	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	Criticidade
	3	5	4	4	3	5	4	3	5	5	3	3	5	5	4	Monitoramento

Fonte: O autor

As variáveis com as maiores médias entre as pontuações sobre o nível de criticidade e monitoramento são “*Injection*” e “*Preform*”, ambas com 4,8 pontos. Para avaliar o impacto das duas variáveis mencionadas sobre as demais foram realizadas as análises de sensibilidade a fim de mensurar a qualidade da modelagem, ver Tabela 7.

Com base nos dados do Quadro 23, foi possível realizar a análise de formação de clusters por meio do dendrograma, a seguir são expostos os resultados da análise dos dados em forma de modelagem da (DSA).

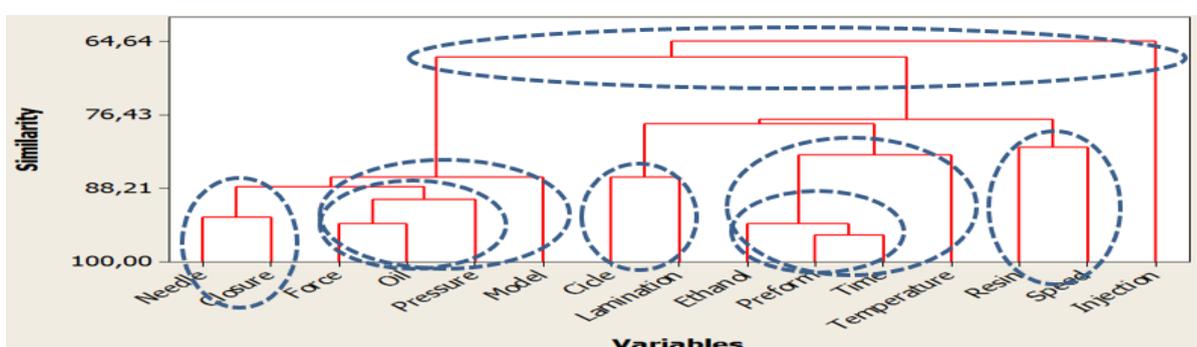
5.4.4 Modelagem da (DSA)

Para a modelagem da (DSA) foi adotado a teoria das *Bayesian Belief Networks*. O teorema de Bayes fornece o cálculo de probabilidades desconhecidas a partir de probabilidades conhecidas, com o objetivo de descobrir como conectar evidências e hipóteses, encontrando assim a probabilidade de ocorrência de uma determinada hipótese entre algumas evidências. As evidências para este estudo consistem nas variáveis elicítadas a partir das entrevistas com os operadores. Durante a modelagem da rede, as variáveis foram agrupadas por clusters.

Neste contexto, ocorre a integração entre o *Repertory Grid* e a *Cluster analysis*. Com base em Neil (1990), sugere-se como forma de representação dos elos das ligações entre as variáveis, o uso de dendrogramas, desta maneira os clusters serão representados por dendrogramas, como

um *cognitive map*, encontrado em (NIKAS et al., 2017; AKHAVAN, SHAHABIPOUR e HOSNAVI, 2018). O objetivo em analisar os padrões mentais em relação a percepção das variáveis do processo é estabelecer o grau de hierarquia entre elas. Com base nos parâmetros descritos por Rencher (2001), adotou-se a distância euclidiana como meio para a formação dos cluster, o dendrograma foi modelado no software Minitab versão 14. A seguir os resultados são apresentados pela fig. 10. Observa-se a formação de 08 clusters em forma de condicionalidade entre as variáveis, bem como os graus de similaridade entre elas.

Figura 17 – Análise de cluster - Dendrograma



Fonte: Netica software version 6.05

A partir dos elos estabelecidos pelo dendrograma (Figura 17), foi possível estabelecer a relação das variáveis em estado condicional. Com base no dendrograma, a modelagem da consciência situacional distribuída dos operadores em relação às percepções das variáveis do processo pode ser realizada adotando como mecanismos as redes bayesianas.

Os procedimentos de modelagem dos conhecimentos podem ser evidenciados com base no dendrograma (Figura 17), a *Bayesian Belief Network* (BBN) foi modelada. Para o objetivo do estudo de caso, a rede bayesiana evidencia um mecanismo de representação e de transferência do conhecimento entre os operadores, constituindo um *shift handover protocol*.

As probabilidades *a priori* de ocorrência das variáveis foram modeladas com base na proporcionalidade de ocorrência, por meio do recurso do software Netica conhecido como “Conditional Probability Table (CPT)”. O objetivo foi modelar as tomadas de decisão com base nas percepções das variáveis críticas do processo. O software Netica, versão 6.05, foi adotado para representação do conhecimento com base na pesquisa de (VIEIRA, SILVA e SILVA, 2017), os quais indicaram o software como alternativa para uso na indústria de transformação.

Para exemplificar, as Figuras 18 e 19 representam a estratificação do dendrograma (fig 10) e a CPT modelada pelo Netica, respectivamente.

Figura 18 – Exemplo de elo de ligação (nós)

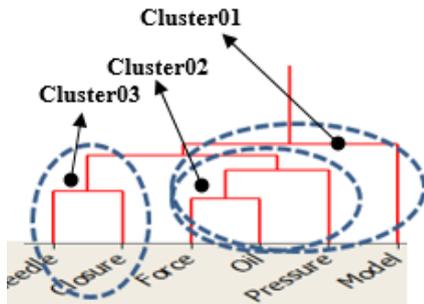


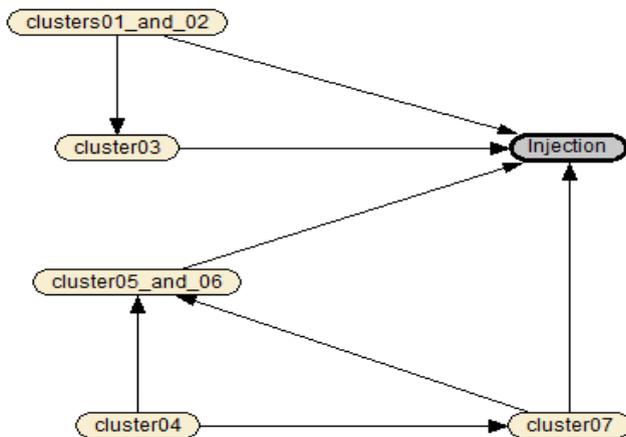
Figura 19 – Modelagem CPT

Node: cluster3

clusters01_and_02	Closure	Needle
Pressure	50	50
Oil	50	50
Force	50	50
Model	50	50

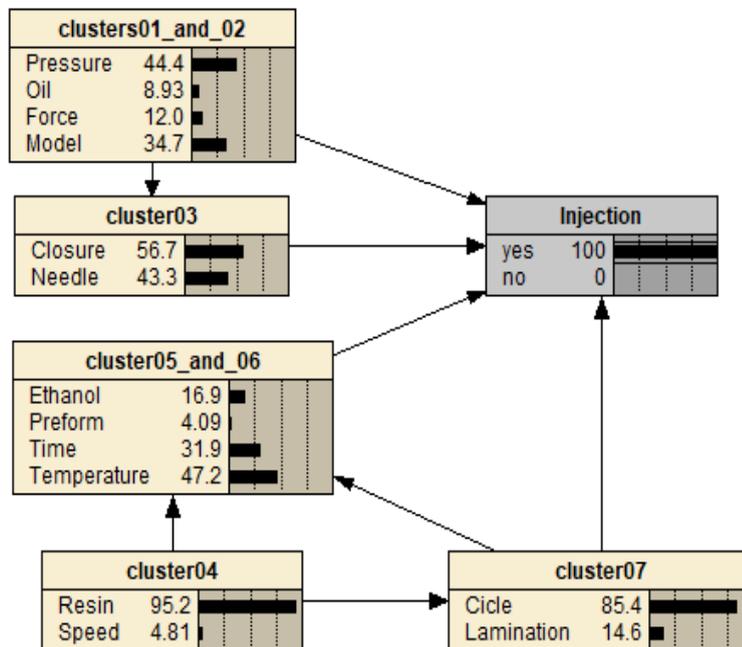
A Figura 20 a seguir representa o mapa mental de forma integrada em relação às percepções dos operadores em relação ao monitoramento das variáveis do processo em estudo. A Figura 21 representa a rede bayesiana completa com todas as combinações oriundas dos 8 clusters demonstrados pela (Figura 17). A rede integra os conhecimentos tácitos dos três operadores entrevistados. A simulação randômica representada pela Figura 21 indica a percepção condicional e simultânea das variáveis considerando as maiores probabilidades de ocorrências entre elas. Por exemplo, a simulação representa a percepção por ordem de prioridade quando o operador estiver monitorando a variável “*injection*”, em paralelo, as variáveis “*resin*”, “*cicle*”, “*closure*”, “*temperature*” e “*pressure*” são monitoradas de forma concomitantemente em função do seu elo de ligação.

Figura 20 – Mapa mental das (SA) em relação aos clusters condicionadas e integradas



Fonte: Netica software version 6.05

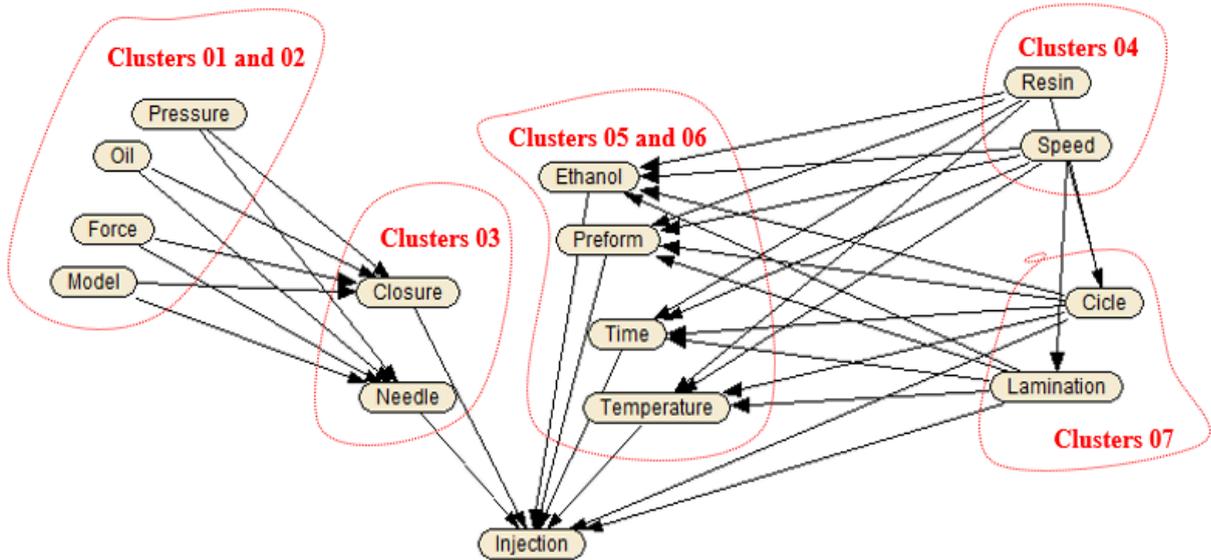
Figura 21 – Simulação randômica das (SA) condicionadas e integradas sobre a probabilidades de ocorrências das variáveis do processo



Fonte: Netica software version 6.05

Para aprofundar a modelagem do conhecimento, optou-se em parametrizar as variáveis, pois na primeira fase do estudo (seção 3) a pergunta “e” explora os parâmetros de regulação do processo quando perguntou-se aos operadores “Quais são os parâmetros da variável “1”, “2”, “n”?”. As Figuras 22 e 23 representam o mapa mental e a modelagem considerando as percepções das variáveis e suas faixas de regulação. Para modelar os parâmetros das variáveis, manteve-se a hierarquia entre as variáveis; porém, foi necessário individualizá-las para representar os parâmetros de regulação.

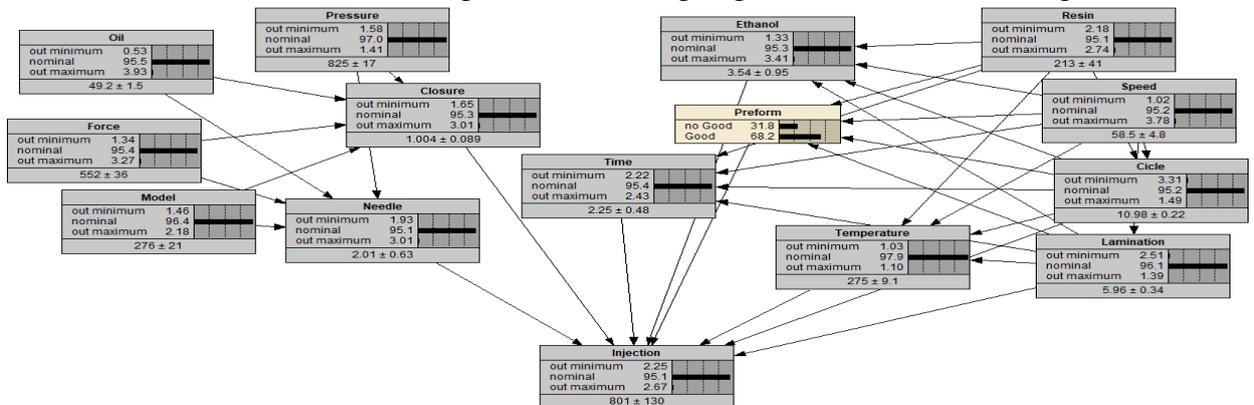
Figura 22 – *Shift handover protocol* (DSA): Mapa mental das (SA) em relação aos clusters e variáveis condicionadas e integradas



Fonte: Netica software version 6.05

A Figura 23 representa uma simulação direcionada, considerando a probabilidade da variável “*preform*” estar em conformidade com as especificações (*good*). Para tanto, simulou-se as demais variáveis com parâmetros de regulagem acima de 95% de probabilidade nos valores centrais (nominal), a combinação da relação condicional entre as variáveis, nessas condições, indica que o produto “*preform*” possui uma probabilidade de conformidade de 68.20%.

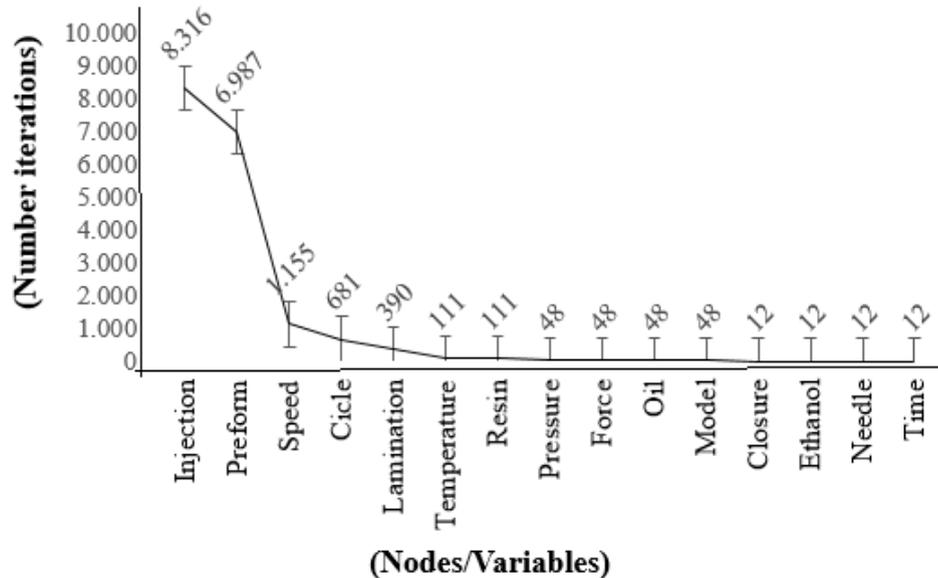
Figura 23 – *Shift handover protocol* (DSA): Simulação randômica das (SA) em relação aos clusters, variáveis e os parâmetros de regulagem condicionadas e integradas



Fonte: Netica software version 6.05

O Gráfico 11 representa o número de interações probabilísticas de cada variável presente na modelagem. Observa-se que as variáveis “Injection” e “Preform” obtêm maior número de interações, isso significa que ambas são as variáveis de maior impacto sobre o sistema produtivo como um todo.

Gráfico 11 – Número de interações probabilísticas por variáveis



Fonte: Netica software version 6.05

5.4.5 Validade preditiva da modelagem

Para a avaliação da qualidade da modelagem recorreu-se à análise da sensibilidade das variáveis com maior número de interação conforme exposto pela figura 18. Observa-se que as variáveis “Injection” e “Preform” possuem maior sensibilidade ao sistema. Ao realizarmos os testes, ambas foram consideradas como variáveis destino. O indicador “mutual information (MI)” foi considerado como uma métrica para a avaliação da sensibilidade das variáveis. A (MI) das variáveis aleatórias é uma medida da dependência mútua entre as variáveis, ou seja, a tabela 6 demonstra o nível de dependência das demais variáveis sobre as variáveis destino, neste caso a “Injection” e a “Preform”. A validação empírica da modelagem pode ser observada ao comparar a tabela 05 onde demonstra o resultado da aplicação do *repertory grid* com os modelos mentais dos operadores em relação ao nível de criticidade e monitoramento

do processo produtivo. A tabela 05 evidencia as variáveis “Injection” e a “Preform” como as variáveis mais importantes do sistema produtivo.

Tabela 6 – Sensibilidade das variáveis “Injection” e “Preform” sobre as demais variáveis

Node ----	Mutual Info	Node	Mutual Info
Injection	1.58493	Preform	0.99537
Cicle	0.00114	Speed	0.00745
Ethanol	0.00075	Lamination	0.00470
Time	0.00049	Cicle	0.00264
Closure	0.00048	Resin	0.00179
Resin	0.00013	Temperature	0.00025
Lamination	0.00012	Injection	0.00011
Preform	0.00011	Ethanol	0.00009
Temperature	0.00018	Needle	0.00001
Speed	0.00004	Time	0.00001
Oil	0.00001	Pressure	0.00000
Needle	0.00024	Model	0.00000
Model	0.00000	Force	0.00000
Force	0.00000	Oil	0.00000
Pressure	0.00000	Closure	0.00000

Fonte: Netica software version 6.05

5.5 Discussão

Este artigo apresenta uma pesquisa empírica em forma de estudo de caso em um ambiente que envolve as atividades humanas contínuas e a comunicação entre turnos. Como diagnóstico inicial, a pesquisa evidencia as diferenças da (SA) entre os operadores do processo estudado, apresentada pela fig. 9. Conforme mencionado na literatura por Carvalho, Benchekroun, Gomes, (2012) e Stanton et al. (2017), as diferenças da (SA) são causadas pela falha na comunicação em momentos da troca de turno como o cenário encontrado no estudo de caso. A comunicação entre os operadores é prejudicada em decorrência do pouco tempo para a transferência das informações e comunicação sobre a performance do processo em relação ao estado de controle e monitoramento do mesmo, o que impede a transferência adequada da (SA). No processo estudado não foi evidenciado um protocolo formalizado para a execução da comunicação em momentos da troca de turno, prática indicada como possível solução em cenários semelhantes (Clark, Stanton e Revell, 2019). O presente trabalho demonstra a viabilidade da aplicação de um método sistemático que aborda a investigação das (SA) dos agentes envolvidos no processo.

A metodologia adotada foi projetada para suportar a implementação em sistemas complexos e dinâmicos, pois preconiza as premissas da visão sistêmica como aporte teórico (Sorensen e Stanton, 2013; Salmon, Walker e Stanton, 2015), em que a dinâmica é composta pela interação entre os multi-agentes.

Foram evidenciadas algumas situações durante a condução do trabalho em campo. Na etapa das entrevistas, com a aplicação do questionário foi possível constatar que, à medida que as perguntas foram sendo realizadas, os operadores resgatam memórias episódicas. A memória episódica foi mencionada por Boring et al. (2010) como um fator relevante em um contexto que envolve a avaliação da confiabilidade humana. Isso demonstra ser um mecanismo eficiente na condução de investigações sobre a (SA). Tal fato pode-se atribuir à estrutura do conteúdo do questionário, que se utilizou das premissas instituídas por Endsley (1995a, 1995b) para promover as categorizações dos níveis da percepção dos elementos do sistema (fig. 4).

Após a aplicação do questionário, efetuou-se a análise das verbalizações, onde foram evidenciadas as diferenças e similaridades das (SA) dos operadores, apresentadas pela fig. 9 e tabela 4. A fig. 09 exerce um papel importante neste contexto, pois evidencia a *social network* entre os operadores, ou seja, o saber em comum e suas diferenças. Ao comparar a tabela 4 e a tabela 1, constata-se que os operadores 01 e 02 apresentam maiores similaridades ao serem comparados com o operador 03.

O tempo de cargo mostrou ser um fator de influência nos resultados encontrados entre os operadores 1 e 2, sendo respectivamente 17 e 19 anos no cargo. Já o operador 3, embora experiente, tem 6 anos a menos no cargo do que o operador 2 (tabela 1). Conforme Bellet et al. (2009) o nível de experiência é um aspecto capaz de impactar no processamento cognitivo, tal como constatado entre os operadores. Embora a experiência observada entre os operadores, a forma de comunicação se mostrou um fator preponderante e restritivo ao processo de aprendizagem e implementação da (DSA). Isto se expressa ao observar que o operador 03 direciona a atenção para 4 das 10 variáveis do processo, as quais não são contempladas pelas percepções dos outros dois operadores. Dessa forma, fica evidenciada a necessidade de melhorias no processo de comunicação durante a troca de turnos. Os procedimentos estabelecidos pela empresa obedecem à legislação trabalhista que proíbe a permanência do operador no seu trabalho após o tempo máximo contratado. Esta restrição temporal não permite que ocorra a troca de experiências para melhor monitorar o processo.

A análise da criticidade e da importância das variáveis relacionadas com o nível de monitoramento do processo foi utilizada para expressar os modelos mentais dos operadores (*repertory grid*). O mapeamento dos modelos mentais permitiu o aprofundamento da análise da (SA), por meio de um modelo matemático, denominado de distância euclidiana e baseado em Nikas et al. (2017) e Akhavan, Shahabipour and Hosnavi (2018). Assim, foi possível estabelecer o grau de hierarquia entre as variáveis em relação ao impacto no monitoramento do processo, que foram divididas em *clusters* para representar de forma estruturada as ocorrências concomitantes e condicionadas entre as variáveis (tabela 10). Estas representações expressas pelo dendrograma em forma de um *cognitive map*, foram modeladas como probabilidades *a priori*. Este procedimento vai ao encontro da modelagem realizada por Nadkarni e Shenoy (2004), que adotaram a formação de clusters como mecanismo para estruturar a *bayesian network*.

Por fim, como resultado, modelou-se a (BBN) a fim de demonstrar de forma dinâmica as relações das principais variáveis a serem monitoradas e transmitidas ao efetuarem a comunicação durante a troca dos turnos, a modelagem foi empregada como um protocolo de comunicação. Este procedimento vai ao encontro do preconizado por Mkrtychyan, Podofillini e Dang (2015), em que as aplicações da (BBN), sob a ótica da avaliação da confiabilidade humana, tornam-se uma alternativa viável para serem aplicadas em ambientes dinâmicos, pois proporcionam uma visão sistêmica do processo.

De acordo com Clark, Stanton e Revell (2019), as pesquisas que tratam da comunicação em turnos alternantes abordaram o estabelecimento de protocolos de transferência padronizados, a fim de reduzir a probabilidade de omissão de informações críticas. Estes protocolos são estruturados por meio de checklists ou Mnemônicos (GROSS et al. 2016; NORRIS et al. 2014). Neste artigo, o protocolo de transferência também foi padronizado, o qual permitiu estabelecer quais são as variáveis críticas a serem monitoradas com maior atenção (fig. 15).

Os achados desta pesquisa permitiram contribuir com a evolução dos estudos que envolvem a abordagem da (DSA) na troca de turnos em ambientes complexos. O protocolo desenvolvido pelo estudo estabeleceu a relação entre as principais variáveis, já que acompanhou as mudanças do processo ao estabelecer as relações condicionais entre elas, bem como, permitiu analisar os parâmetros de regulação de forma sistêmica (fig.16), o que conferiu uma característica dinâmica à modelagem.

5.6 Conclusão

A estratégia adotada para promover a análise das (SA), em especial, a categorização das respostas, demonstrou ser um instrumento útil para uso como mecanismo de mapeamento das variáveis críticas de um processo. Principalmente, em processos em que a comunicação das atividades é contínua e mediada por transição em turnos alternantes.

Constatou-se também que os recursos adotados para análise das verbalizações se mostraram adequados para pesquisas que se propõem analisar o comportamento humano por meio dos conceitos baseados em análise *digital humanities e social network* associadas. Tais recursos auxiliaram na mensuração da similaridade das percepções das variáveis entre os operadores. Concluiu-se que a modelagem por meio da abordagem *Bayesian Belief Network* (BBN) contribuiu como um artefato capaz de impactar sobre a carga cognitiva dos operadores, já que permite a representação das (SA) dos operadores de forma integrada, promovendo a (DSA).

REFERÊNCIAS

ASHER DAN; POPPER MICHA. Eliciting tacit knowledge in professions based on interpersonal interactions. **The Learning Organization**, Vol. 28 No. 6, pp. 523-537, 2021. <https://doi.org/10.1108/TLO-03-2021-0035>

ABDUL-RAHMAN HAMZAH; WANG, CHEN; SIONG ENG. 2011. Repertory grid technique in the development of Tacit-based Decision Support System (TDSS) for sustainable site layout planning. *Automation in Construction*, p. 818-829. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.02.004>

AKHAVAN PEYMAN; ALI SHAHABIPOUR; REZA HOSNAVI. 2018. "A model for assessment of uncertainty in tacit knowledge acquisition", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 22 Issue: 2, p.413-431. <https://doi.org/10.1108/JKM-06-2017-0242>

BAYES, T. 1958. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. **Biometrika**, v. 45, n. 3/4, p. 296–315,

BELLET, T.; BEATRICE, B. A. ; PIERRE M.; AURELIE B. 2009. A theoretical and methodological framework for studying and modeling drivers' mental representations. *Safety Science*, v. 47, p. 1205–1221, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.03.014>

BORING R. L.; HENDRICKSON S. M. L.; FORESTER J. A.; TUAN Q. T.; ERASMIA L. 2010. Issues in benchmarking human reliability analysis methods: A literature review. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 95, pp. 591–605, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2010.02.002>

CARVALHO P. V. R.; BENCHEKROUN T. H.; GOMES J. O. Analysis of Information Exchange Activities to Actualize and Validate Situation Awareness during Shift Changeovers in Nuclear Power Plant. 2010 *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, Vol. 22 (2), p. 130–144, 2012. [DOI: 10.1002/hfm.20201](https://doi.org/10.1002/hfm.20201)

CHATURVEDI S.; DUNNE C.; ASHKTORAB Z.; ZACHARIAH R.; SHNEIDERMAN B. 2014. Group-in-a-Box Meta-Layouts for Topological Clusters and Attribute-Based Groups: Space-Efficient Visualizations of Network Communities and Their Ties. *Computer Graphics Forum*, v. 33, n. 8, p. 52–68. <https://doi.org/10.1111/cgf.12400>

CHATZIMICHAILIDOU M. M.; DOKAS I. M. 2015. Introducing RiskSOAP to communicate the distributed situation awareness of a system about safety issues: an application to a robotic system. *Ergonomics*, v. 59, n. 3, p. 409–422,. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1075067>

CHATZIMICHAILIDOU M. M.; DOKAS I. M. RiskSOAP. 2016. On the Relationship Between Systems Safety and the Risk SA Provision Capability, *IEEE Systems Journal*, v. 12, n. 2, p.1148–1157, [DOI: 10.1109/JSYST.2016.2614953](https://doi.org/10.1109/JSYST.2016.2614953)

CLARK JEDIAH R.; STANTON NEVILLE A.; REVELL; KIRSTEN M.A. 2019 Identified handover tools and techniques in high-risk domains: Using distributed situation awareness

theory to inform current practices. *Safety Science*, vol. 118, pp. 915–924. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.06.03>

COPPIN BEN. *Inteligência Artificial*. LTC, 2013

DAHAL, N.; ABUOMAR, O.; KING, R.; MADANI, V. 2015. *Event stream processing for improved situational awareness in the smart grid*. *Expert Systems with Applications*, 42(20), 6853–6863. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.05.003>

ENDSLEY M. R. 1995a. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factor*, v. 37, n. 1, p. 32-64, <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>

ENDSLEY M. R. 199b. Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, v. 37, n.1, p. 65–84. <https://doi.org/10.1518/001872095779049499>

GHARAEI ABOLFAZL; SHEKARABI S. A. H.; KARIMI MOSTAFA. 2019. Modelling And optimal lot-sizing of the replenishments in constrained, multi-product and bi-objective EPQ models with defective products: Generalised Cross Decomposition, *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*. <https://doi.org/10.1080/23302674.2019.1574364>

GROSS, T.K., BENJAMIN, L.S., STONE, E., SHOOK, J.E., CHUN, T.H., CONNERS, G.P., CONWAY, E.E., DUDLEY, N.C., FUCHS, S.M., LANE, N.E., MACIAS, C.G., MOORE, B.R., WRIGHT, J.L., AMER ACAD, P. 2016. Handoffs: transitions of care for children in the emergency department. *Pediatrics*, Vol. 138 (5), n° 12. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2680>.

HANSEN D.; SHNEIDERMAN B.; SMITH M. A. 2011 *Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World*: Elsevier Inc, <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64028-9>

HAO YUQIUGE; PETRI HELO; SHAMSUZZOHA AHM. 2018. Virtual factory system design and implementation: integrated sustainable manufacturing, *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 5:2, 116-132. <https://doi.org/10.1080/23302674.2016.1242819>

HANAFIZADEH, P., GHAMKHARI, F. Elicitation of Tacit Knowledge Using Soft Systems Methodology. *Syst Pract Action Res* 32, pp. 521–555. 2019. <https://doi.org/10.1007/s11213-018-9472-9>

HÄNNINEN MARIA; KUJALA PENTTI. 2012 Influences of variables on ship collision probability in a Bayesian belief network model. *Reliability Engineering & System Safety*, vol.102, pp. 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2012.02.008>

JONES, R.E.T.; CONNORS, E.S.; ENDSLEY, M.R. 2011. A framework for representing agent and human situation awareness. Em: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Org.), Proceedings, International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (pp.226-233). Miami Beach: IEEE. [DOI: 10.1109/COGSIMA.2011.5753450](https://doi.org/10.1109/COGSIMA.2011.5753450)

LE BRIS, V., BARTHE, B., MARQUIÉ, J.C., KERGUELEN, A., AUBERT, S., BERNADOU, B., 2012. Advantages of shift changeovers with meetings: ergonomic analysis of shift supervisors' activity in aircraft building. *Applied Ergonomic*. 43 (2), 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.07.001>, 2012

LEPLAT, J.; RASMUSSEN, J. Analysis of Human Errors in Industrial. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 162, p. 77–88, 1984. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(84\)90033-2](https://doi.org/10.1016/0001-4575(84)90033-2)

LOUVIERIS PANOS; GREGORIADES ANDREAS; GARN WOLFGANG. 2010. Assessing critical success factors for military decision support, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37(12), pp. 8229–8241. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.05.062>

MIE A.; MARCH J. G. A model scholar: Herbert A. Simon 1916–2001. *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 49, p. 1–17, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0167-2681\(02\)00055-0](https://doi.org/10.1016/S0167-2681(02)00055-0)

MKRTCHYAN L.; PODOFILLINI L.; DANG V.N. . Methods for building Conditional Probability Tables of Bayesian Belief Networks from limited judgment: An evaluation for Human Reliability Application. *Reliability Engineering and System Safety* .2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2016.01.004i>

NADERPOUR M.; JIE L.; ZHANG G. 2015. A human-system interface risk assessment method based on mental Models. *Safety Science*, v. 79, p. 286–297, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.07.001>

NADKARNI S.; SHENOY P. P.2004 A causal mapping approach to constructing Bayesian networks, *Decision Support Systems*, V. 38, Issue 2, Pages 259-281, [https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(03\)00095-2](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(03)00095-2)

NEIL ANDERSON, (1990) "Repertory Grid Technique in Employee Selection", *Personnel Review*, Vol. 19 Issue: 3, p.9-15. <https://doi.org/10.1108/00483489010143032>

NEVILLE T. J.; SALMON P. M. Never blame the umpire – a review of Situation Awareness models and methods for examining the performance of officials in sport, *Ergonomics*, v. 59, n. 7, p. 962-975, 2015. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1100758>

NIESSEN C.; EYFERTH K. A model of the air traffic controller's picture. *Safety Science*, v.37, p. 187–202, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00048-5](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00048-5)

NIKAS ALEXANDROS, HARIS DOUKAS, JENNY LIEU, ROCÍO ALVAREZ TINOCO, VASILEIOS CHARISOPOULOS, WYTZE VAN DER GAAST. (2017) "Managing stakeholder knowledge for the evaluation of innovation systems in the face of climate change", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 21 Issue: 5, p.1013-1034. <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2017-0006>

NIKULINA I. E.; KHOMENKO I. V. 2015. Cognitive management: theory and practice in the organization, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 166, p. 441 – 445, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.550>

NORRIS, B.; WEST, J.; ANDERSON, O.; DAVEY, G.; & BRODIE, A. Taking ergonomics to the bedside – A multi-disciplinary approach to designing safer healthcare. *Applied Ergonomics*, Vo. 45(3), pp. 629–638. 2014. [doi:10.1016/j.apergo.2013.09.004](https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.09.004)

PITCHFORTH, JEGAR; MENGERSEN, KERRIE. (2013). *A proposed validation framework for expert elicited Bayesian Networks*. *Expert Systems with Applications*, 40(1), 162–167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.07.026>

RANDELL, R.; WILSON, S.; WOODWARD, P. 2011. The importance of the verbal shift handover report: A multi-site case study. *International Journal of Medical Informatics*, v. 8(11), p. 803–812, <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2011.08.006>

RASMUSSEN, J. Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*, v. 14, p. 311-333, 1982. [https://doi.org/10.1016/0376-6349\(82\)90041-4](https://doi.org/10.1016/0376-6349(82)90041-4)

RENCHER ALVIN C. (2001). *Methods of multivariate analysis*, 2nd ed., Brigham Young University.

ROCKWELL, G.; SINCLAIR, S.; RUECKER, S.; ORGANISCIAK, P. (2010). Ubiquitous text analysis. *Poetess Archive Journal*, Vol. 2 n° (1), p. 1 – 20. https://www.researchgate.net/publication/273450661_Ubiquitous_Text_Analysis

ROSÁRIO C. R. DO, KIPPER L. M., FROZZA R., BUENO B. M. (2015). Modeling of tacit knowledge in industry: Simulations on the variables of industrial processes. *Expert Systems With Applications*, vol. 42, p. 1613–1625. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.09.023>

ROSA DE, FRANCESCA; DE GLORIA, ALESSANDRO; JOUSSELME, ANNE-LAURE .2019. *Analytical games for knowledge engineering of expert systems in support to Situational Awareness: The Reliability Game case study*. *Expert Systems with Applications*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.07.017>

SALMON P. M., LENNE M. G., WALKER G. H., STANTON N. A. & FILTNESS ASHLEIGH. Exploring schema-driven differences in situation awareness between road users: an on-road study of driver, cyclist and motorcyclist situation awareness, *Ergonomics*, Vol. 57:2, pp.191-209, 2014. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.867077>

SALMON P. M., STANTON N. A., WALKER G. H., BABER C., MCMASTER R., JENKINS D., BEOND A., SHARIF O., RAFFERTY L. & LADVA D. Distributed situation awareness in command and control: A case study in the energy distribution domain, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, v. 50, n. 3, p. 260-264, 2006. <https://doi.org/10.1177/154193120605000311>

SALMON P. M.; WALKER G. H.; NEVILLE A. S. Pilot error versus sociotechnical systems failure: a distributed situation awareness analysis of Air France 447. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. v. 17, n. 1, p. 64–79, 2016. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2015.1106618>

SAYYADI REZA; AWASTHI ANJALI. 2018. A simulation-based optimisation approach for identifying key determinants for sustainable transportation planning, *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 5:2, 161-174, <https://doi: 10.1080/23302674.2016.1244301>

SARKAR S.; GIRI B. C. 2020. Stochastic supply chain model with imperfect production and controllable defective rate, *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 7:2, 133-146, <https://doi: 10.1080/23302674.2018.1536231>

SORENSEN L. J., STANTON N. A. Keeping it together: The role of transactional situation awareness in team performance, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 53, pp. 267- 273, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.02.007>

SORENSEN L. J., STANTON N. A. Y is best: How Distributed Situational Awareness is mediated by organisational structure and correlated with task success. *Safety Science*, v. 56, p. 72-79, 2013. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.05.026>

SORENSEN, D.; GIANOLA, D. 2002. *Statistics for biology and health*. New York: Springer.

STANTON N. A. , SALMON P. M. , WALKER G. H. & JENKINS D. P. Is situation awareness all in the mind? *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Vol. 11:1-2, pp. 29-40, 2010. <https://doi.org/10.1080/14639220903009938>

STARMER, A.J.; O'TOOLE, J.K.; ROSENBLUTH, G.; CALAMAN, S., BALMER, D.; WEST, D.C.; BALE JR., J.F.; YU, C.E., NOBLE, E.L.; TSE, L.L.; SRIVASTAVA, R.; LANDRIGAN, C.P.; SECTISH, T.C.; SPECTOR, N.D.; 2014. Development, implementation, and dissemination of the i-pass handoff curriculum: a multisite educational intervention to improve patient handoffs. *Acad. Med.* v. 89 (6), p. 876–884. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000264>

SUCHMAN, L. A. *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*. New York: Cambridge University Press, 1987. ISBN: 978-0-521-33137-1

SUCHMAN, L. A. Response to Vera and Simon's Situated Action: A Symbolic Interpretation, *Cognitive science*, v. 17, p. 71-75, 1993. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(05\)80011-4](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(05)80011-4)

VLAHAKIS GEORGE; APOSTOLOU DIMITRIS; KOPANAKI EVI. 2018. Enabling Situation Awareness with Supply Chain Event Management, *Expert Systems With Applications* (2017), **Vol. 93**, 1 , pp. 86-103. <https://doi: 10.1016/j.eswa.2017.10.013>

VIEIRA, ELAMARA MARAMA DE ARAÚJO; SILVA, LUIZ BUENO DA; SOUZA, ERIVALDO LOPES DE. 2016. The influence of the workplace indoor environmental quality

on the incidence of psychological and physical symptoms in intensive care units. *Building and Environment*, 109, 12–24. [doi:10.1016/j.buildenv.2016.09.007](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.007)

WILSON B. G.; MYERS K. M. *Theoretical Foundations of Learning Environments - Situated Cognition in Theoretical and Practical Context*, Mahwah NJ: Erlbaum, v. 3, p. 57-88, 1999. [https://doi.org/10.1016/0951-8320\(88\)90080-4](https://doi.org/10.1016/0951-8320(88)90080-4)

ZAHEDZADEH and GITI . 2017. Overt attacks and covert thoughts. *Aggression and Violent Behavior*, Vol. 36, p.1-8. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2017.06.009>

6. Conclusão final da Tese

Este estudo propôs uma sistemática para ampliar a consciência situacional dos envolvidos em um processo produtivo, com base no desenvolvimento de um artefato para elicitación do conhecimento tácito na perspectiva dos Sistemas Sociotécnicos, utilizando a *Design Science Research* (DSR) como método de pesquisa. A (DSR) estabelece duas bases para a condução de pesquisa de caráter prescritivo, como é o caso da tese, ou seja, pesquisa direcionada à ação. As bases são: i) definição da classe de problemas e ii) desenvolvimento de um ou mais artefatos. A classe de problema foi definida a priori para direcionar os objetivos da pesquisa, e o artefato foi desenvolvido a fim de promover a identificação, análise e solução de problemas relacionados com a classe de problema. No contexto da tese, a classe de problema se trata da análise de problemas e tomada de decisão, o artefato foi classificado como instâncias as quais foram desenvolvidas ao passo da condução por quatro artigos.

Foram definidos objetivos específicos divididos por artigos, que incluíram, identificar as diferenças na percepção das variáveis por parte dos stakeholders no processo estudado, realizar uma revisão sistemática do estado da arte sobre a elicitación do conhecimento tácito e da consciência situacional. E, por fim, propor uma alternativa para melhorar a performance dos processos ao integrar as consciências situacionais em um sistema computacional.

As questões de pesquisa formuladas nesse contexto buscaram compreender as diferenças nas percepções das variáveis do processo adotadas para a tomada de decisão entre os operadores do processo estudado, investigar o estado da arte em relação ao processo de conversão do conhecimento tácito para explícito nos últimos anos, explorar as futuras direções de pesquisa no uso das técnicas de elicitación do conhecimento tácito, analisar os elementos dos estudos na perspectiva dos sistemas sócios técnicos que abordam a consciência situacional, identificar as relações existentes entre as publicações nesse contexto e investigar as direções de pesquisas futuras neste âmbito. Além disso, foi analisado até que ponto a consciência situacional dos diferentes membros da equipe pode se conectar durante as trocas de informações entre os turnos alternantes.

A partir da realização da pesquisa, a tese contribuiu para ampliar o conhecimento sobre a consciência situacional em processos de manufatura, fornecendo uma sistemática baseada em Sistemas Sociotécnicos e *Design Science Research*. Os resultados indicaram diferenças na percepção das variáveis do processo entre os operadores, ressaltando a

importância de abordar a conversão do conhecimento tácito para explícito. A revisão sistemática da literatura revelou avanços recentes nessa área, sugerindo direções futuras para a pesquisa. Além disso, foram identificados elementos relevantes nos estudos sobre a consciência situacional e as relações entre as publicações foram analisadas.

Com base nessas descobertas, a tese propôs uma alternativa para promover melhorias na performance dos processos, integrando as consciências situacionais dos membros da equipe durante as trocas de informações entre os turnos alternantes. Essa abordagem busca otimizar a colaboração e a tomada de decisão, contribuindo para a eficiência e eficácia dos processos produtivos.

Contudo, a tese avançou no campo da consciência situacional em processos produtivos, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas e oferecendo uma contribuição para a prática da indústria. Os resultados obtidos e as direções propostas podem servir como referência para estudos futuros sobre o tema, abrindo caminho para a melhoria contínua dos processos industriais.

7. Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros sugere-se a investigação da eficácia de protocolos padronizados de transferência na redução da omissão de informações críticas durante as trocas de turno. Essa pesquisa pode explorar diferentes formatos de protocolos, como checklists ou mnemônicos e avaliar sua aplicabilidade em ambientes complexos, incluindo, por exemplo, o desenvolvimento de estratégias de comunicação com o uso de tecnologias de apoio, como sistemas de registro de informações ou ferramentas de comunicação online.

Estudo sobre a aplicação de técnicas de modelagem, como a *Bayesian Belief Network* (BBN), para representar e analisar a consciência situacional distribuída. Essa pesquisa pode investigar como a modelagem por BBN pode ser aplicada em diferentes contextos e setores industriais, além de explorar sua capacidade de promover a consciência situacional e minimizar a carga cognitiva dos operadores.