

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

CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA
COMPLEXIDADE COMO RECURSO PARA
GESTÃO DE SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS

ANGELA WEBER RIGHI

Porto Alegre, Abril de 2014.

ANGELA WEBER RIGHI

CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA COMPLEXIDADE COMO RECURSO PARA GESTÃO DE SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Tarcísio Abreu Saurin

Porto Alegre, Abril de 2014.

ANGELA WEBER RIGHI

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA COMPLEXIDADE COMO RECURSO PARA
GESTÃO DE SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Tarcísio Abreu Saurin, Dr.
PPGEP/UFRGS
Orientador

Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.
PPGEP/UFRGS
Coordenador

Banca examinadora:

Prof. Ana Maria Muller de Magalhães, Dr. (EEF/UFRGS)

Prof. Éder Henriqson, Dr. (PUC-RS)

Prof. Paulo Vitor Rodrigues de Carvalho, Dr. (IEE/UFRJ)

Agradecimentos

A jornada de um doutorado é longa, propiciando muitos encontros ao longo desse caminho. Todos esses encontros contribuem para o crescimento obtido ao final.

Agradeço a todas as pessoas que me auxiliaram nessa caminhada e dividiram comigo seu tempo, seu conhecimento, sua paciência, enfim, estiveram presentes nessa jornada.

Seria impossível citar todos os nomes, porque inevitavelmente, e injustamente, poderia esquecer alguns. Mas também, é impossível não agradecer a algumas pessoas especiais.

À minha família, Gilberto, Nilza e Laís, vocês são o que eu tenho de mais precioso. Cada palavra de apoio, cada abraço, cada olhar, representam muito mais do que vocês podem imaginar. Não canso de repetir: vocês simbolizam tudo o que a palavra família pode significar de melhor. Amo vocês!

À minha amiga Priscila Wachs, um presente que o doutorado me deu para toda a vida. Com certeza, a finalização desse trabalho foi possível devido a tua amizade e generosidade. Essa estrada só está completa porque tu estiveste comigo durante toda caminhada. Muito obrigada!

Aos meus amigos, de longa e curta data, obrigada por todo o incentivo e apoio. Vocês são fundamentais em todos os momentos.

Ao Leonardo Chagas, obrigada pelo carinho, apoio e otimismo compartilhado na etapa final dessa jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Tarcísio Abreu Saurin, agradeço o constante auxílio e compreensão no decorrer desse percurso.

Ainda, às instituições que disponibilizaram suas estruturas para a realização da pesquisa e aos profissionais que dividiram seu tempo para compartilhar as informações essenciais ao estudo, meu sincero agradecimento e admiração pelo trabalho que realizam.

À Capes, pelo auxílio no desenvolvimento dessa pesquisa.

Por fim, agradeço a Deus por iluminar meu caminho e proporcionar encontros especiais que enriquecem minha vida.

RIGHI, A.W. Caracterização e análise da complexidade como recurso para gestão de sistemas sócio-técnicos. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

RESUMO

A crescente complexidade dos sistemas sócio-técnicos (SST) tem implicações para a gestão da segurança dos mesmos. Assim, os métodos de gestão da segurança devem ser compatíveis com tal complexidade, implicando no uso de princípios e práticas que entram em conflito com as abordagens gerenciais tradicionais. Um pré-requisito para tal gestão é a compreensão das diferentes dimensões da complexidade de um SST. Sendo assim, objetivo geral desta pesquisa foi apresentar diretrizes para a caracterização e análise da complexidade em sistemas sócio-técnicos. Para tal, a pesquisa foi estruturada em cinco artigos, com os seguintes propósitos e métodos: (i) identificar as principais áreas de pesquisa relacionadas à Engenharia de Resiliência, através de uma revisão sistemática de literatura; (ii) a partir de um estudo de caso, realizar a análise de uma Central de Regulação Médica do SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência), com base nas características fundamentais de sistemas complexos; (iii) propor uma ferramenta de caracterização da complexidade de um SST, a partir de uma aplicação exploratória por meio de um estudo de caso em uma emergência hospitalar dos EUA; (iv) apresentar uma estrutura para caracterização e análise da complexidade em SST, a partir de um estudo de caso em uma emergência hospitalar no Brasil; (v) avaliar e aperfeiçoar diretrizes de gestão de SSTC, a partir de um estudo empírico em uma emergência hospitalar no Brasil. As principais contribuições da tese consistem em desenvolver e aplicar diretrizes para caracterização e análise da complexidade como recurso para a gestão de sistemas sócio-técnicos.

RIGHI, A.W. *“Characterization and analysis of complexity as a resource for safety management in socio-technical systems”*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

ABSTRACT

The increasing complexity of the complex socio-technical systems (CSS) has implications for the management of safety. Thus, methods of safety management should be consistent with such complexity, implying the use of principles and practices that conflict with traditional management approaches. A pre-requisite for such management is the understanding the different dimensions of complexity of a CSS. Thus, the general objective of this research was to present guidelines for characterization and analysis of complex socio-technical systems. Therefore, the research was structured in five articles, with the following aims and methods: (i) to identify the main areas of research related to Resilience Engineering , through a systematic literature review; (ii) from a study case, to perform the analysis of a SAMU Center of Medical Regulation (SAMU - Service Mobile Emergency), based on the fundamental characteristics of complex systems; (iii) to propose a tool for characterizing the complexity of an CSS, from an exploratory application through a case study in a hospital emergency department in the U.S.; (iv) to provide a framework for characterization and analysis of the complexity in CSS, from a case study in a hospital emergency department in Brazil; e, (v) to evaluate and refine guidelines of CSS management, from an empirical study in a hospital emergency department in Brazil. The main contributions of the thesis are to develop and implement guidelines for characterization and analysis of complexity as a resource for the management of socio-technical systems.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO _____	09
1.1. Contexto _____	09
1.2. Problema de pesquisa _____	11
1.3. Questões e objetivos da pesquisa _____	12
1.4. Delineamento da pesquisa _____	13
1.5. Estrutura da tese _____	14
1.6. Delimitações da pesquisa _____	16
2. ARTIGO 1: <i>Resilience Engineering: research areas, theoretical and practical gap</i> _____	17
2.1. Introduction _____	17
2.2. Research method _____	18
2.3. Results _____	19
2.4. Discussions and conclusions _____	33
References _____	37
3. ARTIGO 2: <i>Characterizing complexity in socio-technical systems: a case study of a SAMU Medical Regulation Center</i> _____	46
3.1. Introduction _____	46
3.2. Characteristics of complex systems _____	47
3.3. Research method _____	48
3.4. Results _____	49
3.5. Final considerations _____	54
References _____	55
4. ARTIGO 3: Proposta de uma ferramenta para caracterização da complexidade em sistemas sócio-técnicos: um estudo exploratório em uma emergência hospitalar _____	56
4.1. Introdução _____	56
4.2. Características de SSTC _____	58
4.3. Método de pesquisa _____	60
4.4. Resultados e discussões _____	67
4.5. Considerações finais _____	81
Referências _____	82
5. ARTIGO 4: Caracterização e análise da complexidade de sistemas sócio-técnicos: o caso de uma emergência hospitalar _____	93
5.1. Introdução _____	93
5.2. Definição de complexidade adotada neste trabalho _____	94
5.3. Método de pesquisa _____	97
5.4. Resultados _____	107
5.5. Conclusões _____	134
Referências _____	136
6. ARTIGO 5: Avaliação e aperfeiçoamento de diretrizes para gestão de sistemas sócio-técnicos complexos: estudo em uma emergência hospitalar _____	152
6.1. Introdução _____	152
6.2. Diretrizes para gestão de SSTC _____	153
6.3. Método de pesquisa _____	156
6.4. Resultados _____	165
6.5. Discussões _____	188
6.6. Conclusões _____	195
Referências _____	197

7. CONCLUSÕES _____	214
7.1. Objetivos atingidos _____	214
7.2. Diretrizes para caracterização e análise da complexidade em SST _____	215
7.3. Limitações da pesquisa _____	217
7.4. Pesquisas futuras _____	218
REFERÊNCIAS _____	219

CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA COMPLEXIDADE COMO RECURSO PARA A GESTÃO DE SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contexto

Os sistemas sócio-técnicos (SST) têm sido reconhecidos como crescentemente complexos. Vários são os fatores que contribuem para essa situação. El Maraghy (2012) cita a globalização e a incerteza como fontes de complexidade, a qual resulta em comportamentos inesperados de produtos, processos ou sistemas. Heylighen et al. (2007) associam o aumento da complexidade aos avanços tecnológicos, econômicos e sociais que tem ocorrido, culminado em uma sociedade mais dinâmica. Carayon (2006) destaca o aumento da complexidade nos SST devido, entre outros aspectos, a organizações cada vez maiores, compostas por uma grande diversidade de elementos distribuídos em diferentes locais e lidando com tecnologias perigosas.

Rasmussen (1997) aponta quatro fatores contribuintes para a presença de fenômenos cada vez mais complexos na sociedade: (a) evoluções tecnológicas em vários setores, como transportes, saúde, energia e indústria de manufatura; (b) aumento no tamanho das organizações; (c) elevado nível de interdependência entre os sistemas, devido principalmente à expansão da tecnologia da informação e comunicação; e, (d) aumento da competição entre as organizações.

Como consequência dessas mudanças, as estratégias para gestão dos SST devem evoluir, tornando-se compatíveis com a natureza dos mesmos. El Maraghy (2012) considera que os métodos desenvolvidos para projetar, produzir e operar SST em meados de século XX, e ainda em uso, são insuficientes para lidar com os desafios do futuro. Sob o aspecto da segurança, vários acidentes catastróficos ocorridos na aviação, indústria nuclear e petroquímica, dentre outros setores (PARIÉS, 2011; DEKKER, 2011; BAKER, 2007; SNOOK, 2000; PERROW, 1984), tiveram, como contribuição para sua ocorrência, fatores característicos da natureza complexa de seus sistemas. Em função disso, o estudo da Ergonomia e Segurança tem evoluído para compreender melhor o comportamento dos sistemas sócio-técnicos complexos (SSTC) (DEKKER, 2012; WILSON, 2000).

De fato, os estudos na área de ergonomia e segurança, gradativamente, concedem menos espaço ao paradigma reducionista e enfatizam cada vez mais a perspectiva da complexidade (DEKKER et al., 2011). Na perspectiva reducionista, a segurança de um sistema pode ser entendida através da segurança de cada componente individualmente, existindo sempre a simetria de causa e efeito (BERGSTRÖN, 2012). Na perspectiva da complexidade, a

ênfase está nos elementos do sistema, suas interações e relacionamentos (LARSSON et al., 2011). O uso do conceito de complexidade é cada vez mais presente na área. Segundo revisão bibliográfica conduzida por Walker et al. (2010), desde 1958 mais de 80 artigos em revistas da literatura tradicional de ergonomia tem usado as palavras "complexidade" ou "complexo" em seus títulos, sendo que mais de 90% foram publicados nos últimos 20 anos.

Mais especificamente na área da gestão da segurança, o uso da perspectiva da complexidade pode ser encontrado em diversos estudos recentes. Por exemplo, Dekker (2012) utiliza *insights* da complexidade ao discutir a implantação de uma nova tecnologia na área da saúde. Também na área da saúde, Bergström (2012) utiliza a complexidade como base para a análise de “*escalating situations*”, as quais envolvem a rápida migração de uma situação não rotineira para uma situação excepcional, resultando em uma “cascata” de problemas que exigem grande demanda cognitiva e coordenação para o seu controle (WOODS e PATTERSON, 2001). Carayon (2010) discute fatores críticos para o sucesso das inovações em segurança do paciente, utilizando essa perspectiva. A visão da complexidade também tem sido utilizada para auxiliar na compreensão de acidentes sistêmicos (PERROW, 1984; SNOOK, 2000; DEKKER, 2005), e no projeto de interações homem-máquina (WOODS e HOLLNAGEL, 2005; CHRISTOFFERSEN e WOODS, 1999; COOK et al., 2007).

Em termos acadêmicos, na área de gestão da segurança, o uso da perspectiva da complexidade está estreitamente associado ao recente desenvolvimento da Engenharia de Resiliência (ER). De acordo com Hollnagel et al. (2006), a ER tem como, um dos seus objetivos, desenvolver métodos, técnicas e ferramentas para auxiliar os sistemas sócio-técnicos complexos (SSTC) a manterem suas operações seguras e produtivas. Por sua vez, a resiliência é a capacidade dos sistemas em ajustar o seu funcionamento antes, durante, ou após alterações e perturbações, de modo que o sistema possa manter as operações necessárias, em condições esperadas e inesperadas (HOLLNAGEL et al., 2011). A resiliência constitui-se como uma característica de SSTC, fundamental para compensar a variabilidade existente nesses sistemas (SAURIN e SOSA, 2013).

Sendo assim, com o intuito de ajudar as organizações a lidar com a complexidade dos sistemas, a ER visa o aumento capacidade das organizações em manter suas operações seguras (RESILIENCE ENGINEERING NETWORK, 2008), a partir da análise do trabalho normal e da variabilidade de desempenho dos elementos dos SSTC (HOLLNAGEL et al., 2011). A ER estuda como as pessoas, em todos os níveis de uma organização, tentam antecipar os caminhos que podem levar ao fracasso (HOLLNAGEL et al. 2008), criando estratégias resistentes ao mesmo, através do ajuste das atividades e tarefa. Dessa forma, a ER, apoiada na perspectiva da

complexidade, procura entender os SSTC e propor práticas para o seu gerenciamento de modo a garantir a segurança dos sistemas.

Uma característica distintiva dos princípios e práticas de ER (HOLLNAGEL, 2009; HOLLNAGEL et al., 2006) é o reconhecimento de que uma parte da variabilidade presente nos SST é inevitável, e muitas vezes benéfica, sendo então pertinente conhecer e gerenciar a mesma (HOLLNAGEL, 2012; DEKKER, 2011). Na visão da ER, ao invés de ser uma fonte de variabilidade descontrolada, o desempenho humano é o melhor recurso para lidar com a variabilidade dos SSTC (WOODS, 2009). Estes pressupostos apontam para a compatibilidade entre ER e a natureza dos SSTC (SAURIN e SOSA, 2013; GUASTELLO, 2007).

Assim, apoiada nesse contexto de evoluções e desafios para a gestão da segurança em sistemas sócio-técnicos complexos, encontra-se a presente proposta desta tese, desenvolvida com maior clareza na sequência deste capítulo.

1.2. Problema de pesquisa

A crescente complexidade dos SST tem implicações para a gestão da segurança dos mesmos (DEKKER et al., 2011b). Em particular, a imprevisibilidade e dinamicidade decorrentes da complexidade exigem que os SST sejam capazes de ajustar o seu desempenho às diferentes circunstâncias às quais ele estará exposto. Assim, os métodos de gestão da segurança devem ser compatíveis com tal complexidade, o que muitas vezes implica no uso de princípios e práticas que entram em conflito com as abordagens gerenciais tradicionais, focadas em um controle centralizado e pressupostos mecanicistas (ÈRDI, 2008). A incompatibilidade entre a natureza dos SSTC e sua gestão tem sido apontada como um fator contribuinte em uma série de acidentes de catastróficos nesses ambientes (DEKKER, 2011; SNOOK, 2000). Um pré-requisito para tal gestão é a compreensão das diferentes dimensões da complexidade de um SST (CHOI e CRAUSE, 2006).

Contudo, complexidade não é um conceito fácil de ser definido, sendo o termo utilizado frequentemente sem definição (HOLLNAGEL e WOODS, 2005). De acordo com Walker et al. (2010), as definições de complexidade podem ser enquadradas em três categorias: (a) definição em termos de atributos, sendo que a multiplicidade (relacionada aos elementos em interação), o dinamismo (relacionada ao tempo e frequência dessas interações) e a incerteza (relacionada a dificuldade de estabelecer os estados finais das interações a partir das condições iniciais) seriam os principais representantes; (b) definição em termos quantitativos, com um número caracterizando um sistema como complexo; (c) definição em termos dos fenômenos que emergem a partir das interações.

Os estudos na área de ergonomia e segurança geralmente adotam definições relacionadas a atributos (WALKER et al., 2010), sendo que diversos autores têm apresentado suas visões acerca de quais são as características fundamentais de um SSTC, entre eles, Perrow (1984), Cilliers (1998), Woods e Hollnagel (2005) e Heylighen et al. (2007). Entretanto, tais estudos possuem algumas lacunas, como as seguintes: (i) as características de complexidade não costumam ser descritas com base em dados empíricos primários; (ii) as características não são quantificadas; (iii) não são exploradas as relações entre as características; (iv) não há uma estrutura de análise para verificar as implicações da descrição das características para a gestão dos SSTC (DEKKER, 2011; PAVARD et al., 2006; CILLIERS, 1998).

Além disso, os estudos apresentam diferenças significativas na quantidade e termos usados para designar as características. A falta de consenso acerca das dimensões da complexidade de um SSTC cria dificuldades para o desenvolvimento de métodos para a caracterização do mesmo. Dessa forma, estudos voltados para uma caracterização e análise estruturada desse SSTC, utilizando técnicas e ferramentas adequadas, que considerem a perspectiva da complexidade, tornam-se pertinentes.

Como consequência da caracterização superficial e não sistemática da complexidade de um SST, o gerenciamento do mesmo pode adotar práticas e princípios incompatíveis com a sua real natureza (BLAKSTAD, HOVDEN e ROSNESS, 2010). Outra dificuldade para esse gerenciamento é a escassez de estudos com propostas de diretrizes para a gestão de SSTC, que sejam explicitamente fundamentadas na perspectiva da complexidade (SHEARD e MOSTASHARI, 2009).

A própria ER, mencionada na seção anterior como uma nova disciplina com o compromisso de contribuir com novos métodos de gestão de SSTC, têm se caracterizado até o momento como predominantemente descritiva (RIGHI et al., 2014). Além disso, mesmo entre os estudos com ênfase descritiva, a complexidade não costuma ser descrita sistematicamente segundo as suas várias dimensões. Por sua vez, essa lacuna torna mais difícil avaliar se as práticas gerenciais são compatíveis com a natureza do sistema.

1.3. Questões e objetivos da pesquisa

1.3.1. Questões de pesquisa

A partir do contexto e do problema de pesquisa apresentados na seção anterior, a questão principal a ser respondida por este estudo pode ser colocada da seguinte forma: como caracterizar e analisar a complexidade de um sistema sócio-técnico?

As seguintes questões secundárias são apresentadas: (i) quais as principais linhas de pesquisa, lacunas práticas e teóricas na temática da Engenharia de Resiliência? (ii) como

propor uma ferramenta de caracterização da complexidade de um SST? (iii) como avaliar e aperfeiçoar diretrizes de gestão de SSTC?

1.3.2. Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é apresentar diretrizes para a caracterização e análise da complexidade em sistemas sócio-técnicos.

1.3.3. Objetivos específicos

- identificar as principais linhas de pesquisa na temática da Engenharia de Resiliência;
- propor uma ferramenta de caracterização da complexidade em SST;
- avaliar e aperfeiçoar diretrizes de gestão de SSTC.

1.4. Delineamento da pesquisa

Embora os cinco artigos que compõem essa tese apresentem distintos procedimentos metodológicos, prevalece o uso de estudo de casos empíricos. A abordagem empírica usa métodos indutivos para alcançar os seus resultados a partir da observação de casos reais (WACKER, 1998). Ainda segundo esse autor, os estudos empíricos permitem que se investigue um grande número de variáveis visando identificar novas relações entre as mesmas.

O fato das características de complexidade e diretrizes de gestão de SSTC ainda serem pouco investigadas empiricamente, indica a necessidade do uso de estudo de caso para propor explicações para o fenômeno estudado, mediante sua verificação em contextos reais. Segundo Yin (2001), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa útil quando os fenômenos investigados são complexos e contemporâneos, inseridos em cenários reais.

A escolha de serviços de assistência à saúde para realização dos estudos de caso deve-se basicamente ao fato da denominação do setor como complexo pelas pesquisas da área da gestão da segurança (AMALBERTI, 2013; CLAY-WILLIAMS, 2013; KANNAMPALLIL et al., 2011; MARTIN et al., 2008; NEMETH e COOK, 2007; WOODS e HOLLNAGEL, 2006). Entretanto, poucas vezes essa denominação é acompanhada de evidências empíricas robustas e enquadrada em uma estrutura teórica explicitamente vinculada à perspectiva da complexidade. Ainda, a oportunidade de acesso aos dados pertinentes à pesquisa (YIN, 2001), obtido junto aos serviços de saúde investigados, foi fator determinante para a escolha dos casos. Esse critério apresenta relevância frente à necessidade do uso de diferentes procedimentos para a coleta de dados, fato que implica na facilidade de acesso aos dados por parte do setor em análise.

A pesquisa seguiu as premissas recomendadas para garantir a validade e a confiabilidade de estudos de caso (YIN, 2001): (a) definição das questões de pesquisa e elaboração dos protocolos para coleta de dados antes do início dos estudos de campo; (b) triangulação de técnicas para a coleta de dados, como análise de documentos, observações, entrevistas e *surveys*; (c) sobreposição parcial entre as atividades de coleta de dados e análise dos mesmos, visando ajustar os protocolos de coleta de dados caso informações irrelevantes ou imprecisas estivessem sendo produzidas; (d) elaboração de um banco de dados, composto, por exemplo, por trechos transcritos das entrevistas, *insights* advindos das observações, que permitam identificar a origem dos dados e reinterpretações, caso necessário; (e) seleção intencional do caso a ser estudado, visando garantir a escolha de um caso com relevância para o tema pesquisado, de modo que os conceitos e relações adotados pudessem ser empiricamente investigados.

1.5. Estrutura da tese

A pesquisa foi dividida em cinco fases, gerando cinco artigos como produtos finais.

O artigo 1 (***Resilience Engineering: research areas, theoretical and practical gaps***), teve como objetivo identificar as principais áreas de pesquisa relacionadas a Engenharia de Resiliência (ER), bem como lacunas teóricas e práticas associadas a ER. Uma revisão sistemática foi realizada com base em 211 estudos entre os anos de 2006 a 2013. Seis linhas de pesquisa foram identificadas: teoria da ER; identificação e classificação de resiliência; gestão da segurança, análise de acidentes, avaliação de risco e treinamento. A falta de exemplos do uso de ER em contextos reais se destaca como uma lacuna prática que impede o progresso desta disciplina. Lacunas teóricas identificadas estão relacionadas à imprecisão de conceitos fundamentais sobre a disciplina, assim como das relações decorrentes dos mesmos.

Como passo inicial na busca da caracterização e análise da complexidade em SST, o artigo 2 (***Characterizing complexity in socio-technical systems: a case study of a SAMU Medical Regulation Center***) foi elaborado. O objetivo do estudo foi realizar a análise de uma Central de Regulação Médica do SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência), com base nas características fundamentais de sistemas complexos apresentados por cinco estudos anteriores. A avaliação foi baseada em observação não participante e nove entrevistas: três realizadas com os médicos reguladores, três com os operadores de rádio e três com as telefonistas. Os resultados corroboram a caracterização do sistema da Central de Regulação do SAMU como um sistema complexo, com interações constantes entre os elementos do sistema e o ambiente externo, sendo que essas interações são não lineares e dinâmicas, nas quais a informação é um importante elemento e se mostra de forma indireta e distribuída no sistema.

Ainda, os resultados indicam que as características fundamentais da complexidade são ampliadas devido às deficiências no projeto do sistema de trabalho.

Visando propor ferramentas para incrementar a caracterização e análise da complexidade em SST, o artigo 3 (**Proposta de uma ferramenta para caracterização da complexidade em sistemas sócio-técnicos: um estudo exploratório em uma emergência hospitalar**) foi desenvolvido. Este estudo teve como objetivo a proposição de uma ferramenta de caracterização da complexidade de um SST, adotando como base as características de SSTC propostas por Saurin e Sosa (2013). Para tal, uma aplicação exploratória dessa ferramenta foi ilustrada por meio de um estudo de caso em uma emergência hospitalar dos EUA. Duas principais etapas compõem o método utilizado no estudo: (i) a aplicação de 120 questionários junto aos profissionais do setor (médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem) visando capturar a percepção dos mesmos sobre a complexidade do seu ambiente de trabalho, composto de 22 questões relacionadas às características de complexidade adotadas no estudo; (ii) cinco entrevistas utilizando a técnica *questerview* (ADAMSON et al., 2004). Como resultado principal verificou-se que a ferramenta proposta contribuiu para a caracterização da complexidade no contexto estudado, relacionando os resultados obtidos junto ao questionário com as observações e relatos decorrentes das entrevistas realizadas.

Uma proposta para caracterização e análise da complexidade em SST é apresentada no artigo 4 (**Caracterização e análise da complexidade de sistemas sócio-técnicos: o caso de uma emergência hospitalar**). O objetivo principal do presente estudo centra-se na caracterização e análise da complexidade em SST, com intuito de contribuir em quatro aspectos principais identificados como deficitários nas pesquisas relacionadas à temática da complexidade na gestão da segurança. Um estudo de caso foi conduzido em uma emergência hospitalar, estruturado a partir das seguintes etapas principais: (i) delimitação do SST; (ii) descrição do SST; (iii) caracterização da complexidade; (iv) análise da complexidade; (v) validação dos resultados. Quatro características de complexidade foram adotadas como referência (SAURIN e SOSA, 2013). Os resultados evidenciaram a presença das características no contexto, permitindo analisar suas relações entre si e o impacto das mesmas no SSTC como um todo.

O artigo 5 (**Avaliação e aperfeiçoamento de diretrizes para gestão de sistemas sócio-técnicos complexos: estudo em uma emergência hospitalar**) teve como objetivo avaliar e aperfeiçoar diretrizes de gestão de SSTC, a partir de um estudo empírico em uma emergência hospitalar. Como referência, foram adotadas seis diretrizes de gestão de SSTC apresentadas por Saurin et al. (2013). O estudo de caso utilizou a premissa da triangulação de técnicas de coleta de dados, no intuito de auxiliar na credibilidade dos resultados e na captura das características do contexto. Dessa forma, análise de documentos, observação das atividades,

entrevistas e *surveys* foram realizadas. Os resultados evidenciaram boas práticas relacionadas às diretrizes de gestão já em utilização pelo setor, bem como importantes oportunidades de melhorias para contribuir na gestão da complexidade presente. O estudo empírico permitiu, também, o aperfeiçoamento das diretrizes a partir de uma análise das relações entre as mesmas.

1.6. Delimitações da pesquisa

Conforme citado anteriormente, a temática da complexidade apresenta dificuldades na adoção de uma definição única e amplamente aceita, implicando em diferentes interpretações, sob diferentes perspectivas de análise. Esse aspecto reflete nas pesquisas que envolvem sua temática, visto que é necessário adotar uma dessas perspectivas para estruturar os estudos. Sendo assim, como delimitação inicial, cabe ressaltar o alinhamento da presente pesquisa quanto às diferentes dimensões do conceito de complexidade. A perspectiva da complexidade relacionada a atributos é a adotada, uma vez que esta é mais adequada à abordagem empírica do presente trabalho, possibilitando a investigação abrangente de diferentes aspectos da complexidade, em diferentes níveis de detalhe e contextos.

Ainda com relação às limitações da presente pesquisa, um aspecto importante a ser destacado cabe ao recorte dado para análise. Dentro do contexto específico estudado, diversos elementos foram deixados de fora do quadro analisado. Contudo, esses elementos continuam interagindo com o restante. Esse é um dos motivos pelos quais é impossível caracterizar totalmente a complexidade de um SST. Embora a delimitação do SSTC investigado é uma decisão pragmática que viabiliza a sua análise, o conhecimento gerado por essa análise é sempre parcial (CILLIERS, 2001; 2005).

Além disso, a realização de um único estudo de caso restringe a generalização e validação externa da estrutura utilizada e dos resultados obtidos (MEREDITH, 1998). Contudo, nenhuma etapa utilizada para caracterização e análise da complexidade pressupõe a existência de um contexto específico, o que assume a possibilidade de usar a estrutura proposta em outros setores.

2. ARTIGO 1: RESILIENCE ENGINEERING: RESEARCH AREAS, THEORETICAL AND PRACTICAL GAPS¹

Angela Weber Righi

Tarcisio Abreu Saurin

Priscila Wachs

ABSTRACT: Resilience engineering (RE) has been advocated as a new safety management paradigm, compatible with the nature of complex socio-technical systems. This study aims to identify the research areas, theoretical and practical gaps associated with RE. It is based on a systematic literature review that encompasses 2111 studies from 2006 to 2013. Six research areas are identified: theory of RE; identification and classification of resilience; safety management tools; analysis of accidents; risk assessment; and training. While the lack of company-wide examples of using RE stands as a practical gap that hinders the progress of this discipline, examples of theoretical gaps are both the imprecise definition of core constructs and the lack of understanding of their relationships. The need for future studies is mostly related to: the development of tools to operationalize the RE perspective in practice; the investigation of benefits and difficulties of using RE; and the extension of RE to a wider range of sectors, so as to identify its generalizability and limitations.

Keywords: resilience engineering; safety management; complex systems; systematic literature review.

2.1. INTRODUCTION

Contemporary socio-technical systems have been described as increasingly complex, as a result of factors such as the growing use of information technology, larger industrial facilities, and greater interdependencies between organizations (CARAYON, 2006). Management methods should match such complexity, which often implies in using principles and practices that conflict with traditional approaches which rely on centralized control and mechanistic assumptions (ËRDI, 2008). In fact, the mismatch between the nature of complex socio-technical systems (CSS) and their management has been pointed out as a contributing factor for a number of high-profile accidents in those environments (DEKKER, 2011; SNOOK, 2000).

The principles and practices of Resilience Engineering (RE) have been advocated as an alternative for the management of safety in CSS (HOLLNAGEL, 2009; HOLLNAGEL et al., 2006). According to Woods (WOODS, 2003), RE “uses the insights from research on failures in complex systems, including organizational contributors to risk, and the factors that affect human performance to provide systems engineering tools to manage risks proactively”. As the

¹ Artigo submetido ao Journal Reliability Engineering & System Safety em dezembro de 2013.

name indicates, the assumption is that resilience can be engineered into a CSS, in order to support the use of individual, team, and organizational adaptive capacity. RE recognizes that a portion of variability is unavoidable and frequently beneficial, and due to this fact it should be managed rather than dampened (HOLLNAGEL, 2012; DEKKER, 2011). RE regards humans as the most flexible resource to deal with the need for adaptations, rather than a source of uncontrolled variability (WOODS, 2009). These assumptions point out to the compatibility between RE and the nature of CSS, as unanticipated variability is a characteristic of these systems (SAURIN and SOSA, 2013; GUASTELLO, 2007).

The first publications mentioning the term RE can be traced back to 2003 (WOODS, 2003; WOODS and WREATHALL, 2003). However, RE became more widely known to the academic community in a meeting in Sweden in 2004 (the 1st RE Symposium), and also due to the publication of a book based on that meeting (HOLLNAGEL et al., 2006). Since then, the interest in RE has grown in academic circles as well as among practitioners, as a result of both the theoretical merits of this discipline and the failure of existing approaches to move CSS beyond the existing plateau of accident rates. Thus, in spite of being a fairly new discipline, the assumption of this paper is that studies on RE already exist in substantial quantity, quality and diversity. Therefore, it is necessary to evaluate the results obtained so far in addition to identify gaps to be tackled. Moreover, this paper is timely as there are doubts about the extent to which RE is really innovative (HOPKINS, 2013). Based on a systematic literature review, two research questions are addressed by this paper: (a) what are the main research areas of RE? (b) What are the main theoretical and practical gaps? To the authors' knowledge, this is the first systematic literature review of RE. This type of study is strongly recommended for supporting the theoretical progress of scientific disciplines in general, as it identifies over as well as under explored areas, in addition to constructs that should be refined (TAYLOR and TAYLOR, 2009; CARLILE and CHRISTENSEN, 2004).

2.2. RESEARCH METHOD

This study adopted the typical steps of a systematic literature review, following replicable and transparent steps (KITCHENHAM, 2007). A systematic review reduces the effects of chance, increases the legitimacy and authority of the evidence found and provides more reliable results to support the conclusions (TRANFIELD et al., 2003). Thus, three steps were followed: (a) defining criteria for selecting the studies; (b) defining the databases and selecting the studies based on the criteria; and (c) data analysis and discussion of selected studies. Regarding step (a), inclusion and exclusion criteria were defined as follows:

(i) inclusion: the search was limited to journal papers in English, and “resilience engineering” was used as the keyword in the on-line search for papers. That keyword could appear in the title, abstract or the main body of the text. The keyword “resilience” was not adopted as the search would result in a much greater number of studies, since that concept has been investigated by several fairly different disciplines, such as sustainability, psychology, and sociology. The search encompassed papers that had been published or were in press until July 2013.

(ii) exclusion: dissertations, thesis, and studies that only referred to the existence of RE, but did not focus on that subject.

Regarding step (b), the chosen databases were those available from the authors’ institution, namely: ACM Digital Library, ACS Journals Search, Academic Research Premier, Cambridge Journals Online, Emerald Fulltext, Highwire Press, IEEE Xplore, IOPscience, Nature, Oxford Journals, Royal Society of Chemistry, Science, ScienceDirect, Scielo.org, SpringerLink, and Wiley Online Library. Moreover, the proceedings of the 2nd, 3rd, 4th e 5th Symposiums of Resilience Engineering were consulted, as they were the main academic events related to RE so far.

Based on the inclusion criteria, 564 studies were identified, from 9 databases and the 4 Symposium proceedings. After checking for studies present in more than one database and applying the exclusion criteria, 211 studies remained. Additional studies were included at the authors’ discretion, as they were aware of relevant publications that had not been captured by the inclusion criteria. For example, books on RE (HOLLNAGEL et al., 2006) were used to support data analysis as well as some journal papers published after July 2013.

Regarding step (c), a database was developed to facilitate data analysis, including the fields presented below:

(i) identification data: database(s) from which the paper was identified, journal’s name, title, year of publication, institution of the first author, sector in which the study was developed;

(ii) contents of the study: objectives, techniques for gathering and analyzing data, research strategy (e.g. literature review, case study, ethnography, experiments, etc.) and main results.

Based on such information, six research areas associated with RE were identified.

2.3. RESULTS

2.3.1. Main characteristics of the selected studies

Among the 211 selected papers, 155 (73%) are from the RE symposiums. Considering the remaining 56 papers, 55% of them were identified from the database *ScienceDirect*, followed by *SpringerLink* (16%) and *IEEE Xplore* (9%). In fact, 40% of the journal papers came

from two sources: Safety Science (21%), and Cognition, Technology & Work (14%). Twenty journals had just one selected paper. Table 1 presents the distribution of the selected papers according to the year of publication, from 2006 to July 2013. As there were no proceedings of the 1st RE Symposium, the first conference papers included in the sample were those from the 2nd RE Symposium, in 2006. No journal papers published before 2007 were identified. The first journal paper (NEMETH and COOK, 2007) discusses how IT systems can be designed so as to adapt to the complex clinical healthcare work setting.

Table 1: Distribution of selected studies according to the year of publication

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Journal papers	0	1	5	11	4	12	18	5	56
Symposium papers	40	0	33	0	0	37	0	45	155
Total	40	1	38	11	4	49	21	50	211

Of course, the greatest number of publications in 2006, 2008, 2011 and 2013 is due to the fact that the RE symposiums happened in those years. Also, taking the first authors as a basis, the sample comprises research projects conducted by 113 institutions from 21 countries, indicating the substantial interest of academics in RE. Table 2 presents the top ten countries in terms of number of publications. One of the possible explanations for the concentration in the USA and France is the fact that two of the founders of RE (David Woods, Ohio State University and Erik Hollnagel, Ecole de Mines de Paris) work/worked in those countries.

Table 2: Distribution of selected papers across countries

Country	N. of papers
USA	38
France	32
Brazil	23
Norway	18
UK	15
Japan	15
Sweden	14
Netherlands	13
Italy	8
Canada	6
Other countries	29

Another characteristic of the sample is that the majority of the papers (n = 139, 66%) were based on empirical data. Table 3 presents the distribution of those studies across the domains in which they were conducted – the sum of studies in all domains is 150 because some papers report investigations in multiple sectors. It can be noticed a concentration of

empirical studies in five domains, which correspond to 75% of the total: aviation (24%), healthcare (19%), chemical and petrochemical industry (14%), railways (9%) and nuclear power plants (9%). Actually, those domains are well-known for their complexity and hazardous technologies (PERROW, 1984), which makes them proper fields for the use of RE. Nevertheless, other domains widely regarded as complex are still under explored, such as military, aerospace and information technology.

2.3.2. Methodological approaches

A substantial number of studies ($n = 72$, 34%) were either literature reviews or conceptual papers, even though no *systematic* literature review or bibliometric study was identified. Concerning those that presented empirical data, case study was by far the predominant methodological approach, accounting for 126 papers (91% of the empirical papers). Nevertheless, the use of action research (BRACCO et al., 2011; JOHNSEN and VEEN, 2011), surveys (STEELE and PARIÈS, 2008), ethnography (WAHL et al., 2008; TAKAYAMA et al., 2013), experimental research (BLANDFORD et al., 2006), and design science (SAURIN et al., 2013a) was also identified in the remaining empirical studies. It is worth noting that only 38 of the empirical papers explicitly stated their research strategy, and the strengths and limitations arising from that. In fact, the lack of formalization of the research strategy is part of the methodological weaknesses of most papers.

Further evidence of methodological flaws in the empirical papers can be mentioned, such as: (i) 35% of such papers ($n = 48$) did not explain how the data were collected and, as a consequence, had no robust discussion on the reliability and validity of the results; (ii) procedures for the data analysis were stated only by 21 papers (15%) - content analysis was the most frequently cited data analysis technique ($n = 18$, 13%); and (iii) 24% adopted only one source of data, such as documents (12.5%), interviews (8.6%), observations (1.5%) or questionnaires (1.5%). The use of two or more sources of data is always desirable, so as to increase credibility of results (PATTON, 2002). Of course, a possible explanation for the methodological flaws might be related to the fact that 105 out of the 139 empirical papers are from symposiums, which are by nature more succinct than journal papers.

Table 3: Distribution of empirical studies according to the domains studied

Domains / research areas	Theory of resilience	Identification and classification of resilience	Safety management tools	Analysis of accidents	Risk assessment	Training	Total
Aviation, including air traffic control	18	3	4	3	5	1	34
Healthcare	15	3	2	2	2	2	26
Chemical and petrochemical industry	9	3	3	4	1	0	20
Railways	6	0	1	2	0	3	12
Nuclear power plants	6	2	1	3	0	0	12
Manufacturing	1	0	4	0	3	0	8
Natural disasters	3	0	0	1	2	1	7
Military	3	1	0	0	1	0	5
Construction	2	0	3	0	0	0	5
Road transport	3	0	0	1	0	0	4
Shipping	3	0	0	0	0	0	3
Electricity distribution	1	0	1	0	0	1	3
Meteorology	2	0	0	0	0	0	2
Financial services	0	0	1	0	1	0	2
Information technology	1	0	0	0	0	0	1
Fishing	1	0	0	0	0	0	1
Sector was not mentioned	2	1	0	0	1	1	5
Total	76	13	20	16	16	9	150

2.3.3. Research areas

Six research areas were identified based on the literature review. The distribution of the 211 selected papers across the areas was as follows: theory of RE (n = 118, 56%); safety management tools (n = 26, 12%); risk assessment (n = 23, 11%); analysis of accidents (n = 17, 8%); identification and classification of resilience (n = 16, 7%); and training (n = 12, 6%).

2.3.3.1. Theory of RE

This research area is focused on developing the theory of RE, and it also includes studies based on empirical data. Papers that do not have any empirical data, in contrast, are not necessarily theoretical. In fact, an important criterion to categorize papers as related to the theory of RE was their emphasis on the development of constructs and models that presented the relationships among the constructs. This was a pragmatic criterion, since constructs and models are not sufficient for building any theory (SUTTON and STAW, 1995). Furthermore, from a broader perspective, RE theory has been built based on insights from all research areas identified in the literature review. As a matter of fact, we adopted a narrow view of "theory" by associating to this research area papers mostly devoted to the development of descriptive theory. According to Carlile and Christensen (CARLILE and CHRISTENSEN, 2004) descriptive theory is concerned with understanding what a phenomenon *is*. It involves observation, documentation, measurement and categorization of the phenomena in words and numbers. Normative theory stresses the understanding of what *causes* the outcome of interest. A theory completes the transition from descriptive to normative when it can give a manager unambiguous guidance about what actions will and will not lead to the desired result, given the circumstance in which she finds herself (CARLILE and CHRISTENSEN, 2004).

As RE is defined by its seminal authors as a paradigm for safety management (HOLLNAGEL et al., 2006), the assumption of this paper is that RE theory is mostly about the development of safety management theory. Understanding of accident causation mechanisms, whilst essential for effective safety management, is one of the several issues of concern for the development of RE theory rather than its main concern. Therefore, RE has a different focus, for example, than Normal Accidents Theory (PERROW, 1984), which seeks to explain how accidents happen in CSS.

The evolution of safety management theories was emphasized by five studies (HOPKINS, 2013; STEELE and PARIÈS, 2008; RE and MACCHI, 2010; CARDIFF et al., 2008; BENN et al., 2008). For instance, Re and Macchi (RE and MACCHI, 2010) analyzed the evolution of Erik Hollnagel's assumptions on safety (one of the seminal authors on RE) over his academic

trajectory. Cardiff et al. (CARDIFF et al., 2008) discussed how safety and quality management have been integrated in healthcare over the years, concluding that safety benefits are a side effect of managerial approaches that emphasized quality.

McDonald (MCDONALD, 2008) uses three criteria for the assessment of safety management theories, such as RE: focus of application (level of the system addressed by the theory); power of theory (extent to which the theory allows predictability and control of the system); and technological readiness (extent to which the theory was tested and evaluated). According to McDonald, RE performs better in the criterion focus due to its commitment to systems thinking, while more emphasis is necessary in the two other criteria. Madni and Jackson (MADNI and JACKSON, 2009) proposed core objectives for RE: to support the management of trade-offs between safety and productivity; to measure resilience; and to develop mechanisms to promote resilience in organizations. According to Van der Vorm et al. (VAN DER VORM et al., 2011) RE should be applied at three levels: individual, team and organizational. Based on a literature review, they concluded that the organizational level has been the most emphasized by researchers so far.

As previously mentioned, this research area emphasizes the definition of core constructs for the field, such as resilience and RE (figures 1 and 2). Some aspects of the definitions may be highlighted: (i) neither RE nor resilience are meant to be exclusively focused on safety, in line with the RE premise that safety is inseparable from business (MACCHI, 2010); (ii) the ability of adjusting performance is the key aspect of resilience, despite the focus on individuals, teams, organizations or communities; and (iii) the major concern of RE is the scientific investigation and practical use of the concept of resilience, especially in organizations. Other constructs related to RE have also been investigated, such as robustness and regulation (PAVARD et al., 2006), stability (LUNDBERG and JOHANSSON, 2006), flexibility and robustness (NATHANAEL and MARMARAS, 2006), unexpected events (HÉMOND and ROBERT, 2012; EPSTEIN, 2006), disturbances (MADNI and JACKSON, 2009), improvisation (GRØTAN et al., 2008).

Study	Definition
Grotberg (GROTBORG, 1997)*	"resilience is a universal capacity which allows a person, group or community to prevent, minimize or overcome the damaging effects of adversity"
Hollnagel (HOLLNAGEL, 2006)*	"resilience is an organization's ability to adjust to harmful influences rather than to shun or resist them"
Wildavsky (WILDAVSKY, 1989)*	"resilience is the capacity to cope with unanticipated dangers after they have become manifest, learning to bounce back"
Woods (WOODS, 2009)	"resilience, as a form of adaptive capacity, is a system's potential for adaptive action in the future when information varies, conditions change, or new kinds of events occur, any of which challenge the viability of previous adaptations, models, or assumptions"
Hollnagel (HOLLNAGEL, 2006)*	"resilience is the intrinsic ability of a system to adjust its functioning prior to, during, or following changes and disturbances, so that it can sustain required operations even after a major mishap or in the presence of continuous stress"

*Note: those studies were not part of the 211 selected papers, but their definitions were referred to by those selected

Figure 1: Definitions of resilience

Study	Definition
Hollnagel and Woods (HOLLNAGEL and WOODS, 2005)*	"resilience engineering is a paradigm that focuses on how to help people cope with complexity under pressure to achieve success"
Hollnagel and Woods (HOLLNAGEL and WOODS, 2006)*	"resilience engineering aims to enhance the ability of a complex socio-technical system to adapt or absorb disturbance, disruption and change"
Hollnagel (HOLLNAGEL, 2006)*	"resilience engineering has relatively rapidly emerged as an approach to be reckoned with in relation to how we understand and manage safety and vulnerability in socio-technical systems"
Hollnagel et al. (HOLLNAGEL et al., 2006)*	"resilience engineering is a proactive approach that looks for ways to enhance the ability of organizations to explicitly monitor risks, and to make appropriate tradeoffs between required safety levels and production and economic pressures"
Hollnagel et al. (HOLLNAGEL et al., 2006)*	"resilience engineering is the research field aiming to understand the complexity associated with socio-technical systems while studying methods, techniques and tools to increase the organizations' capacity to maintain operations when facing accidents"
Anderson et al. (ANDERSON et al., 2013)	"resilience engineering represents a philosophical shift in the science of safety. It is a proactive approach that focuses on the need for organizations to adapt to changes in the environment in which they operate, supporting workers in a safe adaptation when necessary"

*Note: those studies were not part of the 211 selected papers, but their definitions were referred to by those selected

Figure 2: Definitions of RE

The links between RE and related disciplines have also been discussed, such as systems engineering (JACKSON and FERRIS, 2012), Normal Accidents Theory, High Reliability Organizations – HRO (HOPKINS, 2013; ANTUNES and MOURÃO, 2011), safety culture

(CHEVREAU, 2006), and complexity theory (HETTINGER et al., 2013; SAURIN et al., 2013b; WOODS and BRANLAT, 2011; LALOUETTE and PAVARD, 2008; ZARBOUTIS and WRIGHT, 2006; BOY and BRADSHAW, 2006). In particular, there has been sharp criticism on the extent to which RE differs from HRO theory (e.g. by Hopkins (HOPKINS, 2013)), as commitment to resilience is a defining characteristic of HRO (WEICK and SUTCLIFFE, 2001). Indeed, it would be misleading to portray RE as radically innovative, since most of its core concepts and principles were borrowed from other fields (SAURIN and CARIM Jr., 2011) and even RE seminal papers recognize inspiration from HRO (WOODS, 2003; WOODS and WREATHALL, 2003). The view of the authors of this paper is that a remarkable difference between HRO and RE theory is the fact that the latter aims to develop both descriptive and normative theory, while HRO remained mostly descriptive. Indeed, RE is strongly concerned with re-interpreting existing safety management practices (HOLLNAGEL, 2009), conveying the objective of providing practical guidance to managers on how to design and operate resilient organizations. Moreover, in spite of recognizing the importance of resilience, HRO theory has not explored that concept in-depth.

Concerning the links between RE and complexity, Saurin et al. (SAURIN et al., 2013b) discuss the role of resilience in the context of other characteristics of CSS, as well as how the guideline to create an environment that supports resilience interacts with other guidelines for the management of CSS. Zarboutis and Wright (ZARBOUTIS and WRIGHT, 2006) describe how emergent phenomena, a core characteristic of complexity, may weaken resilience in aviation. CSS are also known for the existence of many trade-offs, which often have to be managed on the spot by those working at the front-line. As the variety and number of trade-offs may be overwhelming, their management cannot rely solely on standardized operating procedures and, as a consequence, resilience is necessary. Partly as a result of the theme of the 5th RE symposium, some studies have addressed management of trade-offs (BAKX and NYCE, 2013; DI CIOCCIO and MOREL, 2013; FERREIRA et al., 2013; NATHANAEL et al., 2013).

Some researchers are also interested in comparing the RE approach to resilience with the approach of other disciplines in which the same concept has been used. Le Coze and Capo (LECOZE and CAPO, 2006), and Specht and Poumadère (SPECHT and POUMADÈRE, 2006), identified similarities and differences between the psychological and the RE views of resilience. For example, those authors concluded that both RE and psychology value the role of past events as a basis for resilience. In fact, resilience is a concept that has raised interest of various disciplines. Longstaff et al. (LONGSTAFF et al., 2013) found that the number of studies using that concept, in a broad range of disciplines, has doubled from 1995 to 2013.

As a drawback of this research area, several studies are limited to report manifestations and stories of resilience, without being explicitly committed to the proposition of guidelines, frameworks or methods. Thus, the generalizability of these studies is low. Perry et al. (PERRY et al., 2006), for example, identified resilient strategies adopted by a medical team in an emergency department (ED). They concluded that, in situations of crisis, team members used to perform roles beyond those formally defined, and that considering perspectives of professionals from different specialties was essential for maintaining control. That study also identified examples of sacrifice judgments and decision-making difficulties in EDs. Wears et al. (WEARS et al., 2006) described how resilience can be designed, lost and restored in EDs, especially during periods of overcrowding and when the need for unexpected medical interventions arises. Dolif et al. (DOLIF et al., 2012) identified several examples of improvisations and sacrifice judgments in the work of meteorologists.

Gomes et al. (GOMES et al., 2009) identified examples of resilience in helicopter flights from and to offshore oil platforms. Contextual factors that triggered the need for resilience were highlighted, such as work constraints, conflicting goals and trade-offs between safety and productivity. Catalan and Robert (CATALAN and ROBERT, 2011) described resilience in organizations that provide support in the aftermath of natural disasters. Mendonça and Wallace (MENDONÇA and WALLACE, 2006) described how resilience helped to re-establish power supply after the terrorist attacks of September 11.

2.3.3.2. Identification and classification of resilience

This research area is characterized by the development of guidelines, frameworks and methods for the identification and classification of resilience. On the one hand, these studies partially overlap with those belonging to the area "Theory of RE" as their results help to understand what resilience *is*. On the other hand, this area differs from "Theory of RE" as it focuses on the means to generate descriptive knowledge on RE, rather than on the descriptions themselves. As a drawback, many proposals have not yet been tested in practice. For example, Johansson and Lindgren (JOHANSSON and LINDGREN, 2008) developed a method for the identification of the properties that affect a system's resilience, which is supposed to be less time-consuming than competing methods. Nevertheless, other studies presented applications in real settings. Furniss et al. (FURNISS et al., 2011) developed a framework for reasoning about resilience that requires representation of the level of analysis (from the individual to operational), a traceable link from abstract theory to specific observations, resilience mechanisms, and contextual factors. Wears and Morrison (WEARS and MORRISON, 2013) proposed the categorization of resilient behavior according to the type of response for

an unexpected event: first level, characterized by a homeostatic response that eventually may be ineffective as it hides the need for deeper changes; second level, including not only responding, but also anticipating and monitoring the effects of the response; and third level, which is characterized by responses that take advantage of learning from second level responses.

Saurin and Carim Jr. (SAURIN and CARIM Jr., 2012) developed and tested, in two air taxi carriers, a framework for the identification and classification of sources of resilience (SR) and sources of brittleness (SB). The sources should be identified and analyzed across five categories: the opposite SR or SB; the risk from the SB; the effectiveness of the SR; those originating from either internal processes or the external environment; those arising from formal or informal practices. The framework can be applied for investigating resilience at any unit of analysis within a CSS, supporting the identification of safety strengths and weaknesses from the RE perspective (SAURIN and CARIM Jr., 2012). The categories SR and SB were also used by others, such as Da Mata et al. (DA MATA et al., 2006) and Costa et al. (COSTA et al., 2008). While the former investigated safety of helicopter flights to and from off-shore oil platforms, the latter studied simulations of emergency situations in nuclear power plants.

Table 4 summarizes the categories for describing and classifying resilience that was proposed by the studies associated with this research area. The categories most frequently adopted are fully in line with the definitions of resilience and RE (see figura 1 and 2). It is also noteworthy that most categories, with the exception of those stressing sources of brittleness and vulnerabilities, emphasize positive aspects of safety management. Indeed, this is consistent with the RE objective of understanding why things go right, rather than only why they sometimes go wrong (HOLLNAGEL, 2012).

Table 4: Categories adopted for classifying and describing resilience

Categories / studies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total
Capacity of adapting to variability / being flexible			X	X		X		X		X	X			X		X	8
Ability of anticipating / being aware of hazards				X	X					X			X	X	X	X	7
Ability of responding, restoring or limiting effects				X	X			X		X			X		X		6
Ability of learning				X	X								X	X	X		5
Sources of resilience (SR) and opportunities	X	X					X		X								4
Sources of brittleness (SB) or vulnerabilities	X	X					X		X								4
Capacity of absorbing variability / buffering capacity / error tolerance			X			X		X			X						4
Ability of monitoring					X								X		X		3
Cross-scale interactions			X			X											2
Resilient behaviors / resilient repertoire							X					X					2
Planning and preparedness										X				X			2
Top level commitment														X			1
Just culture														X			1
The effectiveness of the SR									X								1
The opposite SR or SB									X								1
The risk from the SB									X								1
Origin of the SR/SB: internal or external									X								1
Origin of the SR/SB: formal or informal									X								1
Resources and enabling conditions							X										1
Mode of operation: the style or structure that a system adheres to							X										1

1) Komatsubara (2011); 2) Pflanz and Levis (2012); 3) Anders et al. (2006); 4) Reis et al. (2008); 5) Macchi et al. (2011); 6) Belmonte et al. (2011); 7) Furniss et al. (2011); 8) Balchanos et al. (2008); 9) Saurin and Carim Jr. (2012); 10) Dinh et al. (2012); 11) Costella et al. (2009); 12) Wears and Morrison (2013); 13) Rigaud and Martin (2013); 14) Grecco et al. (2013); 15) Ose et al. (2013); 16) Johansson and Lindgren (2008)

2.3.3.3. Safety management tools

This research area aims at the development of innovative safety management tools based on RE premises. In fact, performance measurement through indicators and audits, which is a core aspect of safety management, is involved in the mainstream studies related to this area. Thus, differently from the research area "Identification and Classification of Resilience", the area presented in this section focuses on the management and measurement of resilience. Komatsubara (KOMATSUBARA, 2011), for example, proposed a safety management model which enables the identification of situations in which resilience is needed as well as the required resources for its furtherance. Pflanz and Levis (PFLANZ and LEVIS, 2012) presented guidelines for the measurement of organizational resilience, based on proxy measures such as error-tolerance, capacity of responding to unexpected events and level of connectivity between system's elements. Siegel and Schraagen (SIEGEL and SCHRAAGEN, 2013) devised a model for the measurement of resilience signals, based on three constructs: safety, capacity, and workload. Costella et al. (COSTELLA et al., 2009) devised a method for the assessment of H&S safety management systems, whose requirements were explicitly related to RE premises. Øien et al. (ØIEN et al., 2011a; ØIEN et al., 2011b) designed a method for developing resilience based early warning indicators. The studies by Herrera and Tinmannsvik (HERRERA and TINMANNSVIK, 2006) and Herrera and Hovden (HERRERA and HOVDEN, 2008), both in aviation, discuss how RE supports the design of innovative safety indicators.

Only a few studies do show concern with the design of safety performance measurement systems (SPMS) aligned with RE. This is a drawback, as SPMS are not limited to indicators. Indeed, guidelines and methods are necessary for selecting, disseminating information and learning from the results of indicators. In this respect, Saurin et al. (SAURIN et al., 2011) proposed six principles for the design of SPMS based on RE, and Woods et al. (WOODS et al., 2013) devised a method for the selection of safety indicators, supporting the identification of misalignments, overlaps and false diversity among metrics. Huber et al. (HUBER et al., 2009) discussed how to learn from indicators aligned to RE, based on an audit of the safety management system of a chemical plant.

2.3.3.4. Risk assessment

Studies associated with this research area emphasize the development of risk assessments from the RE view. Straeter et al. (STRAETER et al., 2006) criticize the traditional forms of risk assessment, especially their emphasis on measuring human performance based on the incidence rate of errors. This approach is in conflict with RE, which stresses the role of context for human performance, understanding errors as an inevitable by-product of CSS.

Sundström and Hollnagel (SUNDSTRÖM and HOLLNAGEL, 2008) used the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to assess risks in financial systems. The well-known Failure Mode and Effects Analysis method was used by Lhomme et al. (LHOMME et al., 2011) for the identification of resilient actions directed to the prevention of natural disasters. Lay and Branlat (LAY and BRANLAT, 2013) carried out a risk assessment in a manufacturing plant, in order to identify ways of increasing resilience during demand surges. A risk assessment addressing the risks emerging from trade-offs in air traffic control was undertaken by Karikawa et al. (KARIKAWA et al., 2013), in order to identify threats to resilience. Cagno et al. (CAGNO et al., 2008) developed a method for the assessment of risks that may compromise the resilience of critical public services, such as gas and power supply, in the aftermath of disasters. Cabon et al. (CABON et al., 2008) assessed the risks of flight crews' fatigue, using insights from RE to identify the contributing factors and risk control measures. Anderson et al. (ANDERSON et al., 2011) presented a classification of socio-technical risks that jeopardize resilience in the use of new technologies in healthcare. The assessment of risks arising from the increasing automation of CSS has been dealt with by several studies, especially in aviation (CHIALASTRI, 2011; NEMETH et al., 2011; HOFFMAN et al., 2009; KARIKAWA et al., 2006).

2.3.3.5. Analysis of accidents

In common, the studies associated with this research area stress accident investigations under the lens of RE. In fact, is argued by RE researchers that the analysis of accidents in CSS should emphasize the dynamics and interactions among the contributing factors, rather than emphasizing the search for broken elements (DEKKER, 2011; HOVDEN et al., 2010). Four studies (CARVALHO, 2011; PRAETORIUS et al., 2011; BELMONTE et al., 2011; WOLTJER, 2008) used FRAM for re-interpreting major accidents. A core FRAM assumption is that accidents in CSS result from the combination and resonance of normal variability, and that broken elements do not necessarily exist (HOLLNAGEL, 2012). Praetorius et al. (PRAETORIUS et al., 2011) did not identify any new contributing factors in an accident re-investigated using FRAM. However, they concluded that the use of FRAM allowed a better understanding of the dynamics among the contributing factors. In fact, it has been reported that the use of FRAM requires a high level of understanding of the theory underlying the method, and that obtaining insights is not a straightforward process (PRAETORIUS et al., 2011). Moreover, it seems that there is still under specification on how to use the method.

Major accidents have been re-interpreted in order to identify which lessons could be learned to improve the resilience of the affected CSS. By using FRAM to analyze a mid-air collision in Brazil, Carvalho (CARVALHO, 2011) identified measures that could enhance the

resilience of the air traffic control system. Westrum (WESTRUM, 2006) proposed three recommendations to improve resilience of communities exposed to disasters similar to the one that devastated New Orleans in 2005: (i) removing latent conditions beforehand, as they cannot be tackled as the disaster unfolds; (ii) using decentralized controls, as centralization amplifies the effects of the high workload imposed on controllers in the aftermath of a disaster; and (iii) training small community-based teams, such as those related to NGOs, religious groups, and citizens in general, in order to operationalize decentralized crisis management.

This research area also addresses the issue of how the lack of resilience facilitated the occurrence of accidents. Shortcomings in the abilities of anticipating and monitoring disturbances, for example, were identified as contributing factors in two accidents in oil and gas production (ANDERSEN and ALBRECHTSEN, 2011). Perry et al. (PERRY et al., 2008) demonstrated how the lack of resilience at the organizational level contributed to three accidents related to the administration of drugs in an ED. They concluded that a brittle process of purchasing and distributing drugs throughout the hospital hindered the benefits of existing resilience at the front-line. The insufficient use of RE principles also played a role in the Fukushima's nuclear disaster, according to Kitamura (KITAMURA, 2013). Yet, resilience prevented that the damages caused by that disaster were even greater. For example, soon after the plant was hit by the tsunami, a worker asked for immediate support from firefighters, anticipating the need for cooling the reactors by injecting water. Official investigations seem to have under appreciated the importance of similar resilient actions (TAKAHASHI and KITAMURA, 2013).

2.3.3.6. Training

This research area comprises the fewest number of studies (13), indicating that it has been less explored in comparison with the others. The implications of RE for training (SAURIN et al., 2013a; FUJINO et al., 2013; WACHS et al., 2012; LUNDBERG and RANKIN, 2013; BERGSTRÖM et al., 2011) and learning (PLOQUIN et al., 2011) have been investigated. Wachs et al. (WACHS et al., 2012) re-interpreted the identification of non-technical skills (NTS) from the RE perspective. They proposed four procedures for the operationalization of the RE view on NTS identification: (a) identifying work constraints which create the need for NTS as a means to adjust performance; (b) identifying recommendations for re-designing the system, which could either eliminate, or reduce the need for, or make it easier to use NTS; (c) regarding the identification of NTS as an opportunity to give visibility to adaptations carried

out by workers; and (d) classifying the NTS into pragmatic categories, which are meaningful for workers.

Due to the theoretical and practical implications of RE on NTS, Saurin et al. (SAURIN et al., 2013a) proposed to use the expression resilience skills, which they defined as the individual and team skills of any type necessary to adjust performance, in order to maintain safe and efficient operations during both expected and unexpected situations. A method for the training of resilience skills is also presented by Saurin et al. (SAURIN et al., 2013a). Ploquin et al. (PLOQUIN et al., 2011) discussed, in a healthcare setting, how the learning of RE premises could be supported by an incident reporting system.

2.4. DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

2.4.1. Research areas

Considering the six research areas altogether, this literature review indicated that studies on RE: (i) strongly emphasize the description of how resilient performance occurs in CSS, to the detriment of studies on prescribing, implementing and evaluating practices for the management of resilience; (ii) do not usually take advantage of the existing frameworks, guidelines and methods for the identification and classification of resilience – due to this fact, a large portion of the studies describing resilience are limited to story-telling, without being generalizable and comparable with other studies; (iii) stress the analysis of resilience at the organizational level, with less emphasis on the team and individual levels; and (iv) focus on domains in which hazardous technologies are used (e.g. healthcare and aviation), even though studies have also been conducted in non-safety critical domains, such as the financial sector.

Figure 3 illustrates the relationships among the research areas. It can be observed that the area “Theory of RE” supports the others, to the extent that it involves the development of the core constructs and principles of RE, as well as their articulation. Of course, the relationship between this area and the others is bi-directional, since the more empirically oriented areas can provide insights that challenge theory and set a basis for its refinement. Figure 3 also indicates that the research area “Safety Management Tools” has four branches that, due to their prominence, were regarded as research areas on their own. The area “Identification and Classification of Resilience” supports safety management as it helps to uncover where resilience is and how it looks like. As a result, it provides a basis for the design of practices to support the emergence of resilience and to eliminate its unnecessary portion due to ineffective processes. The relationship connecting safety management and the areas “Risk assessment”, “Analysis of Accidents”, and “Training” is straightforward, as those are traditional elements of safety management systems. It is also worth noting that the level of

granularity of the adopted classification of research areas is low, so as they could be more fragmented. For example, the area “Theory of RE” involves studies of the evolution of safety management paradigms, stories of resilience, and discussions on the relationships between RE and other disciplines.

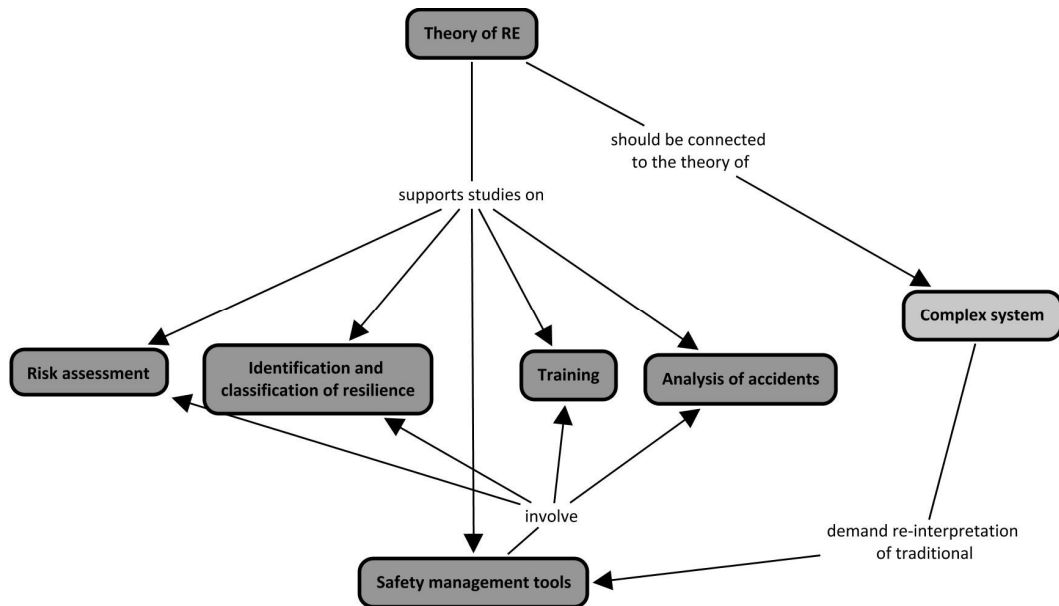


Figure 3: Relationships among the research areas

2.4.2. Practical gaps

Based on this review, no organization that adopted RE as its safety management paradigm, formally incorporating RE principles and practices in management routines were identified. Cases of resilient performance leading to improved organizational outputs have been described as a result of self-organization, rather than engineering resilience into the organization (PARIÈS et al., 2011). Indeed, this can become a bottleneck for the evolution of RE, as theory building would benefit from the observation of experiences of engineering resilience in large-scale in a company. Likewise, the interest of practitioners in RE may shrink as a result of the lack of benchmarks in industry, as that may be interpreted as a signal of little practical relevance.

The lack of spread in industry may be due to the insufficiency and immaturity of RE, especially in terms of lack of tested and evaluated methods, in real environments. This is certainly a huge task, as methods are necessary for engineering resilience in all spheres of an organization, such as training, planning, performance measurement, and supply chain management. Moreover, as far as possible, those methods should be generalizable for several domains. The academic origin of RE is another barrier for widespread practical dissemination.

Indeed, a number of other organizational management paradigms (e.g. lean production and six sigma) were born in industry, and strong theory building came after large scale practical experiences. Hence, some management paradigms firstly proved to be effective in practice as to raise academic interest. RE has followed the other way around. Yet another barrier for the spread of RE in industry is its questioning of some paradigms deeply rooted in practice – e.g. the view that safety results simply from following standardized procedures, in addition to the view that the human being is the weakest link in a system, and therefore it should be replaced by reliable automation.

As one of the possible alternatives to overcome those drawbacks, RE studies should place more emphasis on designing solutions for practical problems faced by the industry, while, of course, paying heed to the need for simultaneous theory building. Design science research (DSR) is a possible research paradigm to deal with that necessity. The epistemology of DSR stresses knowing through making, and it is solution-focused, rather than problem-focused (VAISHNAVI and KUECHLER, 2007; VAN AKEN, 2004). According to Hevner and Chatterjee (HEVNER and CHATTERJEE, 2010) DSR is adequate for dealing with wicked problems, which are ubiquitous in CSS, as it stresses the systematic development and rigorous evaluation of designed socio-technical artifacts. Horst and Webber (HORST and WEBBER, 1973) present ten characteristics of wicked problems, such as their unique nature, the fact that every problem is a symptom of another problem and the fact that they cannot be fixed, but only improved. Indeed, when engineering resilience in a CSS, designers will be confronted with those and other characteristics of wicked problems. One example of using DSR in the context of RE is the study by Saurin et al. (SAURIN et al., 2013a), which was focused on the training of resilience skills.

2.4.3. Theoretical gaps

While the existence of theoretical gaps is natural and necessary for the evolution of any scientific discipline, this literature review helped to detect some gaps that seem to be more pressing. In particular, progress is necessary to articulate RE with other safety management paradigms (e.g. HRO) and system design theories (e.g. systems thinking). The lack of clarity of the conceptual links between RE and the theory of complex systems is representative of such criticism. For example, it is possible that RE may not be equally relevant for all CSS, as complexity is a multidimensional construct, and each dimension has different intensities in specific contexts (CILLIERS, 1998).

In fact, there has been little discussion on when the use of RE might be counter-productive. One of the few exceptions is the study by Wears and Vincent (WEARS and VINCENT,

2013), in which they discuss examples of overusing and misusing resilience in healthcare, and the resulting side-effects such as staff burnout, frustration and resistance to needed change. More attention should be paid to the investigation of this type of apparent theoretical anomaly, as it challenges implicit assumptions about the benefits of resilience. Moreover, it is unclear under which conditions should RE be more focused on reducing complexity or on managing the irreducible portion of complexity. While it is certain that both options (reduce and manage) can co-exist, an over emphasis on complexity reduction may equalize RE to a number of other management approaches dedicated to increase processes efficiency and reduce variability.

Key constructs for RE also need more precise definitions and modeling. A number of constructs have been used in the context of RE (e.g. resilience, robustness, flexibility, adjustments, improvisation, stability, variability), whereas their relationships have been under appreciated. Also, each of those constructs could and should be broken down into sub-constructs, as there is already substantial empirical evidence pointing out that resilience may have different manifestations – e.g. it changes across organizational levels, it may be more or less proactive, it may be sometimes simply a way of masking waste. The lack of well-defined constructs constitutes a serious drawback for field studies, as it may not be clear which phenomena is to be measured. The development of a coherent body of knowledge may also be compromised, since comparisons between studies might become impossible.

2.4.4. Opportunities for further research and limitations of this study

RE is a thriving discipline. What is more, it is necessary, given the challenges posed by the growing complexity of socio-technical systems. The practical and theoretical gaps identified in the previous sections set a basis for a research agenda, focusing on:

(i) refining constructs and models, as well as positioning RE in relation to other theories, such as systems thinking, complex systems theory and HRO. This research line is especially important to prevent RE of becoming a self-contained discipline, which would be contradictory with the need for considering multiple perspectives when managing CSS (PAGE, 2007).

(ii) stressing the development of innovative management tools (not only directly related to safety), which may operationalize the RE constructs and models. In this respect, RE may benefit from integration with other organizational management paradigms. For example, lean production shares a number of theoretical assumptions with complex systems theory, and it has several practices that could be useful for creating an environment that supports resilience (SAURIN et al., 2013c);

(iii) balancing the emphasis on describing and understanding resilience with the emphasis on the design of resilient systems, and the evaluation of these designs. In this respect, there is a need for the development of testable propositions related to RE (e.g. by supporting resilience through the use of a certain management practice, under certain contextual conditions, safety is likely to improve to a certain extent), which can guide iterative cycles of design and evaluation;

(iv) comparing the results of empirical studies within and across sectors, as to support the identification of generalizable aspects and limitations of RE theory, as well as aspects that need to be adapted to the particularities of each sector.

In fact, these suggestions mean that RE should strengthen its commitment to *engineering* and the resulting focus on managing CSS, rather than only observing and understanding their functioning. While an emphasis on descriptive research is normal at the early stages of theory building (CARLILE and CHRISTENSEN, 2004), more emphasis on normative theory seems to be necessary for RE progress. Indeed, although CSS may exhibit unpredictable behavior and self-organization (CILLIERS, 1998), this does not preclude the development of practical guidance that might increase the *probability* of expected outcomes.

Last but not least, some limitations of this study should be mentioned. First, the inclusion and exclusion criteria adopted for selecting papers imply that relevant studies may have been neglected. It is also likely that many studies of little relevance were included, especially because a substantial portion of the papers came from symposium proceedings. Second, as several research areas were jointly reviewed, specific research questions associated with each area were not addressed. Third, the assignment of studies to research areas was a compromise solution, as there are studies that cross more than one area. In fact, due to the limitations of this research, another opportunity for further studies is to undertake other systematic literature reviews and bibliometrics studies on RE. Stricter criteria for sample selection of papers could be used, for instance, based on the number of citations and on the quality of contents as perceived by experts. Also, social network analysis could be employed to identify networks of collaboration in addition to central papers and authors.

REFERENCES

Anders, S., Woods, D., Wears, R., Perry, S. and Patterson, E. (2006), *Limits on Adaptation: Modeling resilience and brittleness in hospital emergency departments*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.

Andersen, S. and Albrechtsen, E. (2011), *Resilience abilities in recent blowouts in the petroleum industry*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.

- Anderson, S., Fairbrother, P., Felici, M., Hanley, J., McKinstry, B. and Ure, J. (2011), *From hazards to resilience in socio-technical healthcare systems*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Anderson, J., Ross, A. and Jaye, P. (2013), *Resilience engineering in healthcare: moving from epistemology to theory and practice*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Antunes, P. and Mourão, H. (2011), "Resilient business process management: framework and services", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, pp. 1241–1254.
- Bakx, G. and Nyce, J. (2013), *UAS in (inter)national airspace: resilience as a lever in the debate*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Balchanos, M., Li, Y. and Mavris, D. (2008), *Towards a method for assessing resilience of complex dynamical systems*, Proceedings of the 5th international symposium on resilient control systems.
- Belmonte, F., Schön, W., Heurley, L. and Capel, R. (2011), "Interdisciplinary safety analysis of complex socio-technological systems based on the functional resonance accident model: An application to railway traffic supervision", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 96, pp. 237–249.
- Benn, J., Healey, A. and Hollnagel, E. (2008), "Improving performance reliability in surgical systems", *Cognition, Technology & Work*, Vol. 10, pp. 323–333.
- Bergström, J., Henriqson, E. and Dahlström, N. (2011), *From Crew Resource Management to Operational Resilience*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Blandford, A., Back, J., Curzon, P., Li, S. and Rukšėnas, R. (2006), *Reasoning about human error by modeling cognition and interaction*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Boy, G. and Bradshaw, J. (2006), *Perceived complexity versus internal complexity: did we take into account expertise, reliability and cognitive stability?*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Bracco, F., Bruno, A. and Sossai, D. (2011), *Improving resilience through practitioners' well-being: an experience in Italian health-care*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Cabon, P., Mollard, R., Debouck, F., Chaudron, L., Grau, J. and Deharvengt, S. (2008), *From flight time limitations to fatigue risk management systems*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Cagno, E., Grande, O. and Trucco, P. (2008), *Towards an integrated vulnerability and resilience analysis for underground infrastructures*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Carayon, P. (2006), "Human factors of complex sociotechnical systems", *Applied Ergonomic*, Vol. 37 No. 4, pp. 525–535.
- Cardiff, K., Sheps, S., Nyce, J. and Dekker, S. (2008), *Is safety quality? Is quality safety?*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Carlile, P. and Christensen, C. (2004), *The cycles of theory building in management research*, Working paper 05-057, version 5.0. Boston University: Harvard Business School.

- Carvalho, P. (2011), "The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a mid-air collision to understand some characteristics of the air traffic management system resilience", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 96, pp. 1482–1498.
- Catalan, C. and Robert, B. (2011), *Evaluation of organizational resilience: application in Quebec*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Chevreau, F. (2006), *Safety culture as a rational myth: why developing safety culture implies engineering resilience?*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Chialastri, A. (2011), *Resilience and ergonomics in aviation*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Cilliers, P. (1998), *Complexity and postmodernism: understanding complex systems*, London: Routledge.
- Costa, W., Voshell, M., Branlat, M., Woods, D., Gomes, J. and Guimarães, L. (2008), *Resilience and brittleness in a nuclear emergency response simulation: focusing on team coordination activity*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Costella, M., Saurin, T. and Guimarães, L. (2009), "A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective", *Safety Science*, Vol. 47, pp. 1056–1067.
- Da Mata, T., Santos, A., Abech, M., Gomes, J., Gilber, J. and Woods, D. (2006), *Goal conflicts in helicopter safety: dilemmas across maintenance, pilots, and management*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Dekker, S. (2011), *Drift into Failure: from hunting broken components to understanding complex systems*, London: Ashgate.
- Di Cioccio, A. and Morel, G. (2013), *Trade-offs between safety and production during technical assistance of an aircraft*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Dinh, L., Pasman, H., Gao, X. and Mannan, M. (2012), "Resilience engineering of industrial processes: principles and contributing factors", *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 25, pp. 233-241.
- Dolif, G., Engelbrecht, A., Jatobá, A., Da Silva, A., Gomes, J., Borges, M., Nobre, C. and Carvalho, P. (2012), "Resilience and brittleness in the ALERTA RIO system: a field study about the decision-making of forecasters", *Natural Hazards*, Vol. 65, pp. 1831-1847.
- Epstein, S. (2006), *Unexamined events, resilience, and PRA*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Èrdi, P. (2008), *Complexity explained*, Limited. London: Springer.
- Ferreira, P., Wilson, J., Ryan, B., Sharples, S. and Clarke, T. (2013), *Trade-offs in the planning of rail engineering work*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Fujino, H., Horishita, T., Sonda, T. and Yamaguchi, H. (2013), *Organisational factors for enhancing train drivers' proactive behaviors to maintain the normal operation of rail way*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Furniss, D., Back, J., Blandford, A., Hildebrandt, M. and Broberg, H. (2011), "A resilience markers framework for small teams", *Reliability, Engineering & System Safety*, Vol. 96 No. 1,

pp. 2-10.

Gomes, J., Woods, D., Carvalho, P., Huber, G. and Borges, M. (2009), "Resilience and brittleness in the offshore helicopter transportation system: the identification of constraints and sacrifice decisions in pilots' work", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 94, pp. 311–319.

Grecco, C., Vidal, M., Cosenza, C. and Santos, I. (2013), *A fuzzy model to assess resilience for safety management*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.

Grøtan, T., Størseth, F., Rø, M. and Skjerve, A. (2008), *Resilience, adaptation and improvisation – increasing resilience by organising for successful improvisation*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.

Grotberg, E. (1997), *The international resilience project: findings from the research and the effectiveness of interventions*, Proceedings of the 54th Annual Convention of the International Council of Psychologists.

Guastello, S. (2007), "Non-linear dynamics and leadership emergence", *The Leadership Quarterly*, Vol. 18, pp. 357-369.

Hémond, Y. and Robert, B. (2012), "Preparedness: the state of the art and future prospects", *Disaster Prevention and Management*, Vol. 21 No. 4, pp. 404-417.

Herrera, I. and Hovden, J. (2008), *Leading indicators applied to maintenance in the framework of resilience engineering: A conceptual approach*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.

Herrera, I. A. and Tinmannsvik, R. (2006), *Key elements to avoid drifting out of the safety space*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.

Hettinger, L., Dainoff, M., Robertson, M., Huang, Y. (2013), *Sociotechnical systems issues in worker safety: implications for managing system tradeoffs*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.

Hevner, A. and Chatterjee, S. (2010), *Design research in information systems: theory and practice*, New York: Springer.

Hoffman, R., Lee, J., Woods, D., Shadbolt, N., Miller, J. and Bradshaw, J. (2009), "The dynamics of trust in cyberdomains", *Human Centered-Computing*, Vol. 3, pp. 5-12.

Hollnagel, E. and Woods, D. (2005), *Joint Cognitive Systems: foundations of cognitive systems engineering*, Boca Raton FL: Taylor & Francis.

Hollnagel, E. and Woods, D. (2006), *Epilogue: resilience engineering precepts*, Resilience engineering: concepts and precepts. Aldershot: Ashgate Publishing.

Hollnagel, E., Woods, D. and Leveson, N. (2006), *Resilience engineering: concepts and precepts*, Aldershot: Ashgate Publishing.

Hollnagel, E. (2006), *Resilience – the challenge of the unstable*, Resilience engineering: concepts and precepts. Aldershot: Ashgate Publishing.

Hollnagel, E. (2009), *The ETTO principle: efficiency-thoroughness trade-off*, Surrey: Ashgate.

Hollnagel, E. (2012), *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method – modeling complex socio-technical systems*, Burlington: Ashgate.

Hopkins, A. (2013), *Issues in safety science*, Safety Science: Article in press.

Horst, R. and Webber, M. (1973), "Dilemmas in a general theory of planning", *Policy Sciences*, Vol. 4 No. 2, pp. 155-169.

- Hovden, J., Albrechtsen, E. and Herrera, I. (2010), "Is there a need for new theories, models and approaches to occupational accident prevention?", *Safety Science*, Vol. 48, pp. 950–956.
- Huber, S., Van Wijgerden, I., Witt, A. and Dekker, S. (2009), "Learning from organizational incidents: resilience engineering for high-risk process environments", *Process Safety Progress*, Vol. 28 No. 1, pp. 90-95.
- Jackson, S. and Ferris, T. (2012), "Resilience principles for engineered systems", *Systems Engineering*, Vol. 16 No. 2, pp. 152-164.
- Johansson, B., and Lindgren, M. (2008), *A quick and dirty evaluation of resilience enhancing properties in safety critical systems*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Johnsen, S. and Veen, M. (2011), *Risk Assessment of critical communication infrastructure in railways in Norway*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Karikawa, D., Takahashi, M., Ishibashi, A. and Kitamura, M. (2006), *Design method of information display for pilot support with emphasis on resilience in highly automated flight deck*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Karikawa, D., Aoyama, H., Takahashi, M., Furuta, K., Ishibashi, A. and Kitamura, M. (2013), *A method for visualizing trade-offs in en-route air traffic control tasks*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Kitamura, M. (2013), *Precepts of resilience engineering as guidelines for learning lessons from the Fukushima-Daiichi accident*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Kitchenham, B. (2007), *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*, Technical report department of computer science: University of Durham.
- Komatsubara, A. (2011), *Resilience management system and development of resilience capability on site workers*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Lalouette, C. and Pavard, B. (2008), *Enhancing inter-organizational resilience by loose coupling concept and complexity paradigm*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Lay, E. and Branlat, M. (2013), *Sending up a FLARE: enhancing resilience in industrial maintenance through the timely mobilization of remote experts*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- LeCoze, J. and Capo, S. (2006), *A conceptual and methodological comparison with the field of child resilience*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Lhomme, S., Toubin, M., Serre, D., Diab, Y. and Laganier, R. (2011), *From technical resilience toward urban services resilience*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Longstaff, P., Koslowski, T. and Geoghegan, W. (2013), *Translating resilience: a framework to enhance communication and implementation*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Lundberg, J. and Johansson, B. (2006), *Resilience, stability and requisite interpretation in accident investigations*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France:

Juan-Les-Pins.

Lundberg, J. and Rankin, A. (2013), "Resilience and vulnerability of small flexible crisis response teams: implications for training and preparation", *Cognition, Technology & Work*, Vol. 28 No. 1, pp. 64-85.

Macchi, L., Reiman, T., Pietikäinen, E., Oedewald, P. and Gotcheva, N. (2011), *DISC model as a conceptual tool for engineering organizational resilience: two case studies in nuclear and healthcare domains*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.

Macchi, L. (2010), *A resilience engineering approach to the evaluation of performance variability: development and application of the Functional Resonance Analysis Method for air traffic management safety assessment*, Paris Institute of Technology: PhD thesis.

Madni, A. and Jackson, S. (2009), "Towards a conceptual framework for resilience engineering", *IEEE Systems Journal*, Vol. 3 No. 2, pp. 181-191.

McDonald, N. (2008), *Challenges facing resilience engineering as a theoretical and practical project*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.

Mendonça, D. and Wallace, W. (2006), *Adaptive Capacity: Electric power restoration in New York City following the 11 September 2001 attacks*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.

Nathanael, D. and Marmaras, N. (2006), *The interplay between work practices and prescription: a key issue for organizational resilience*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.

Nathanael, D., Tsagkas, V. and Marmaras, N. (2013), *Are trade-offs experienced and if yes, how? Studying organizational resilience through operators' dilemmas*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.

Nemeth, C. and Cook, R. (2007), "Healthcare IT as a source of resilience", *Man and Cybernetics*, Vol. 4, pp. 3408-3412.

Nemeth, C., Wears, R., Patel, S., Rosen, G. and Cook, R. (2011), "Resilience is not control: healthcare, crisis management, and ICT", *Cognition, Technology & Work*, Vol. 13, pp. 189-202.

Øien, K., Utne, I. and Herrera, I. (2011a), "Building safety indicators: part 1 – theoretical foundation", *Safety Science*, Vol. 49, pp. 148-161.

Øien, K., Utne, I., Tinmannsvik, R. and Massaiu, S. (2011b), "Building safety indicators: part 2 – application, practices and results", *Safety Science*, Vol. 49, pp. 162-171.

Ose, G., Ramstad, L. and Steiro, T. (2013), *Analysis of resilience in offshore logistics and emergency response using a theoretically based tool*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.

Page, S. (2007), *The difference: how the power of diversity creates better groups, firms, schools and societies*, Princeton: Princeton University Press.

Pariès, J., Lot, N., Rome, F. and Tassaux, D. (2011), *Engineering resilience into intensive care units*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.

Patton, M. (2002), *Qualitative research & evaluation methods*, London: Sage.

Pavard, B., Dugdale, J., Saoud, N., Darcy, S. and Salembier, P. (2006), *Design of robust socio-technical systems*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.

- Perrow, C. (1984), *Normal accidents: living with high-risk technologies*, Princeton: Princeton University Press.
- Perry, S., Wears, R. and Anderson, B. (2006), *Extemporaneous adaptation to evolving complexity: a case study of resilience in healthcare*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Perry, S., Wears, R. and Spillane, J. (2008), *When Worlds Collide: Two medication systems in one emergency department*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Pflanz, M. and Levis, A. (2012), "An approach to evaluating resilience in command and control architectures", *Procedia Computer Science*, Vol. 8, pp. 141–146.
- Ploquin, J., Brown, R. and Clark, B. (2011), *Bridging professional silos in radiation medicine: the Ottawa hospital experience*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Praetorius, G., Lundh, M. and Lützhöft, M. (2011), *Learning from the past for pro-activity: a re-analysis of the accident of the MV Herald of Free Enterprise*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Re, A. and Macchi, L. (2010), "From cognitive reliability to competence? An evolving approach to human factors and safety", *Cognition, Technology & Work*, Vol. 12 No. 2, pp. 79–85.
- Reis, M., Borges, M. and Gomes, J. (2008), *Identifying resilience in emergency response stories*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Rigaud, E. and Martin, C. (2013), *Considering trade-offs when assessing resilience*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Saurin, T. and Júnior, G. (2011), "Evaluation and improvement of a method for assessing HSMS from the resilience engineering perspective: a case study of an electricity distributor", *Safety Science*, Vol. 49, pp. 355–368.
- Saurin, T. and Júnior, G. (2012), "A framework for identifying and analyzing sources of resilience and brittleness: A case study of two air taxi carriers", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 42, pp. 312-324.
- Saurin, T. and Sosa, S. (2013), "Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: a case study of a control room in an oil refinery", *Applied Ergonomics*, Vol. 44, pp. 811 – 823.
- Saurin, T., Famá, C. and Formoso, C. (2011), *Principles for designing health and safety performance measurement systems: insights from resilience engineering*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Saurin, T., Wachs, P., Righi, A. and Henriqson, É. (2013a), *The design of scenario-based training from the resilience engineering perspective: a study with grid electricians*, Accident Analysis and Prevention 2013a: Article in press.
- Saurin, T., Righi, A. and Henriqson, E. (2013b), *Characteristics of complex socio-technical systems and guidelines for their management: the role of resilience*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Saurin, T., Rooke, J. and Koskela, L. (2013c), "A complex systems theory perspective of lean production", *International Journal of Production Research*, Vol. 53, No. 19, pp. 5824-5838.
- Siegel, W. and Schraagen, J. (2013), *Developing resilience signals for the Dutch railway system*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.

- Snook, S. (2000), *Friendly fire: the accidental shootdown of U.S. Black Hawks over Northern Iraq*, Princeton: Princeton University Press.
- Specht, M. and Poumadère, M. (2006), *Interrogating resilience: safety management, social structuralism and systemic adaptation*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Steele, K. and Pariès, J. (2008), *Characterisation of the variation in safety beliefs across the aviation industry*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Straeter, O., Leonhardt, J., Durrett, D. and Hartung, J. (2006), *The dilemma of ill-defining the safety performance of systems if using a non-resilient safety assessment approach*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.
- Sundström, G. and Hollnagel, E. (2008), *Modeling Risk in Financial Services Systems: A functional risk modeling perspective*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Sutton, R. and Staw, B. (1995), "What theory is not", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 40, pp.371-384.
- Takahashi, M. and Kitamura, M. (2013), *Actions contributed to disaster level reduction of the Fukushima accident*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Takayama, C., Nakatani, M., Ohno, T. and Komatsubara, A. (2013), *Customer satisfaction plays an important role: a model to improve resiliency of ict service maintainer*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.
- Taylor, A. and Taylor, M. (2009), "Operations management research: contemporary themes, trends and potential future directions", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 29 No. 12, pp. 1316 – 1340.
- Tranfield, D., Deyer, D. and Smart, P. (2003), "Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review", *British Journal of Management*, Vol. 14 No. 3, pp. 207–222.
- Vaishnavi, V. and Kuechler, B. (2007), *Design research in information systems*, Available at <<http://www.isworld.org/Researchdesign/drisISworld.htm>>
- Van Aken, J. (2004), "Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules", *Journal of Management Studies*, Vol. 41 No. 2, pp. 219 – 246.
- Van Der Vorm, J., Van Der Beek, D., Bos, E., Steijger, N., Gallis, R. and Zwetsloot, G. (2011), *Images of resilience: the resilience analysis grid applicable at several organizational levels?*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.
- Wachs, P., Righi, A. and Saurin, T. (2012), "Identification of non-technical skills from the resilience engineering perspective: a case study of an electricity distributor", *Work*, Vol. 41, pp. 3069-3074.
- Wahl, A., Sleire, H., Brurok, T. and Asbjørnslett, B. E. (2008), *Agility and resilience in offshore operations*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Wears, R. and Morrison, J. (2013), *Levels of Resilience: Moving from resilience to resilience engineering*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands:

Soesterberg.

Wears, T. and Vincent, C. (2013), "Relying on resilience: too much of a good thing", Resilient Health Care. Dorchester: Ashgate.

Wears, R., Perry, S. and McFauls, A. (2006), *Free fall – a case study of resilience, its degradation, and recovery in an emergency department*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.

Weick, K. and Sutcliffe, K. (2001), *Managing the unexpected: assuring high performance in an age of complexity*, Jossey-Bass: San Francisco.

Westrum, R. (2006), *All coherence gone: New Orleans as a resilience failure*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.

Wildavsky, A. (1989), *Searching for safety*, New Brunswick: The Social Philosophy and Policy Center Transaction Book.

Woltjer, R. (2008), *Resilience assessment based on models of functional resonance*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.

Woods, D. and Branlat, M. (2011), *How human adaptive systems balance fundamental trade-offs: implications for polycentric governance architectures*, Proceedings of the 4th resilience engineering symposium. France: Sophia-Antipolis.

Woods, D. and Wreathall, J. (2003), *Managing risk proactively: the emergence of resilience engineering*, Institute for Ergonomics: The Ohio State University.

Woods, D., Herrera, I., Branlat, M. and Woltjer, R. (2013), *Identifying imbalances in a portfolio of safety metrics: the q4-balance framework for economy- safety tradeoffs*, Proceedings of the 5th resilience engineering symposium. Netherlands: Soesterberg.

Woods, D. (2003), *Creating foresight: how resilience engineering can transform NASA's approach to risky decision making*, Testimony on the future of NASA for committee on commerce, science and transportation.

Woods, D. (2009), "Escaping failures of foresight", *Safety Science*, Vol. 47, pp. 498–501.

Zarboutis, N. and Wright, P. (2006), *Using complexity theories to reveal emerged patterns that erode the resilience of complex systems*, Proceedings of the 2nd resilience engineering symposium. France: Juan-Les-Pins.

3. ARTIGO 2: CHARACTERIZING COMPLEXITY IN SOCIO-TECHNICAL SYSTEMS: A CASE STUDY OF A SAMU MEDICAL REGULATION CENTER¹

Angela Weber Righi

Priscila Wachs

Tarcísio Abreu Saurin

ABSTRACT: Complexity theory has been adopted by a number of studies as a benchmark to investigate the performance of socio-technical systems, especially those that are characterized by relevant cognitive work. However, there is little guidance on how to assess, systematically, the extent to which a system is complex. The main objective of this study is to carry out a systematic analysis of a SAMU (Mobile Emergency Medical Service) Medical Regulation Center in Brazil, based on the core characteristics of complex systems presented by previous studies. The assessment was based on direct observations and nine interviews: three of them with regulator of emergencies medical doctor, three with radio operators and three with telephone attendants. The results indicated that, to a great extent, the core characteristics of complexity are magnified) due to basic shortcomings in the design of the work system. Thus, some recommendations are put forward with a view to reducing unnecessary complexity that hinders the performance of the socio-technical system.

Keywords: complex systems, emergency service, mobile emergency care.

3.1. INTRODUCTION

The term complexity, in its widely differing definitions and applications, has been increasingly used in studies related to production systems, especially due to the predominantly cognitive characteristics that work activities have acquired in the last 20 to 30 years (VASCONCELOS et al., 2008).

In fact, many studies define certain systems as complex ones. However, they do not provide evidence to justify such a claim. There are few studies that present a systematic analysis of the extent to which a socio-technical system is complex, and explain which characteristics of complexity are more or less present.

A sector, the performance of which can be understood and improved from the perspective of complexity is that of mobile pre-hospital care. This service includes any assistance given outside the hospital environment, which can range from a simple piece of medical advice or guidance to sending a basic or advanced support vehicle to the scene of the occurrence by means of a telephone request to a central switchboard. (LOPES and FERNANDES, 1999).

¹ RIGHI, A. W. ; WACHS, P. ; SAURIN, T. A.(2012), Characterizing complexity of socio-technical systems: a case study of a SAMU medical regulation center. *Work* (Reading, MA), vol. 41, p. 1811-1817.

In Brazil, the main representative of this service is the Mobile Emergency Medical Service (SAMU in Portuguese). With a structured based on the French model, SAMU provides services through specialized teams, called bases, located at strategic points, which are managed by a command center called a Medical Regulation Center, which is responsible for receiving and processing urgent and emergency calls (BRASIL, 2006).

In this context, this paper aims to identify the characteristics of complexity present in the activities of a SAMU Medical Regulation Center in Porto Alegre (Brazil) and, on that basis, to identify opportunities for improving the performance of this system.

3.2. CHARACTERISTICS OF COMPLEX SYSTEMS

Several authors propose characteristics that define complex systems (CHRISTOFFERSEN and WOODS, 1999; CILLIERS, 1998; PAVARD, 2000; PAVARD and DUDGALE, 2000; PERROW, 1999), which can be used as a model for the systematic analysis of their presence in socio-technical systems (HEYLIGHEN et al., 2007). The table 1 presents a compilation of these characteristics.

Table 1: Characteristics of complex systems

Nº	Characteristics of complex systems	Fonte
1	Complex systems are open systems: the constant interaction with the environment makes it difficult to set the boundaries of the system	Cilliers (1998)
2	The interaction in complex systems is not linear: the sequences are not usually rigid; the interaction offers, in general, two or more options for decision-making; and small causes can have large consequences	Cilliers, (1998); Pavard and Dudgale (2000); Perrow (1999)
3	The interaction in complex systems is potentially rich, since the elements influence and are influenced during the process	Cilliers (1998); Perrow (1999)
4	Complex systems work far from the equilibrium: a steady flow of energy keeps the system running	Cilliers (1998)
5	Complex systems exhibit behavior which is between stable and unstable: the behavior of the elements changes as needed, without the systems being aware of these elements	Pavard and Dudgale (2000)
6	Complex systems exhibit emergent phenomena: situations that arise because of the interaction and cannot be predicted	Pavard (2000); Pavard and Dudgale (2000)
7	Complex systems require standardized solutions, as well as new solutions: no situation deemed as simple or complex	Pavard and Dudgale (2000)
8	Complex systems exhibit an indirect and distributed character of information	Cilliers (1998); Pavard (2000); Pavard and Dudgale (2000)
9	Complex systems exhibit the uncertainty factor in their interactions: there is not a route to the answer that is fully known, and reasons for this include that inputs are seen to raise questionable issues	Christoffersen and Woods (1999); Cilliers (1998); Pavard (2000); Pavard and Dudgale (2000); Perrow (1999)
10	Complex systems exhibit tight coupling: with constantly changing demands and resources; with time pressure on performing actions; and with effects that quickly propagate themselves throughout the system	Pavard (2000); Perrow (1999)
11	Complex systems have a history: which influences attitudes in the present	Christoffersen and Woods (1999); Perrow (1999)
12	Complex systems exhibit their elements but are unaware of the behavior of the system as a whole	Christoffersen and Woods (1999)
13	Complex systems cannot be understood from a study of their parts	Cilliers (1998)

3.3. RESEARCH METHOD

3.3.1. Main characteristics of the SAMU Medical Regulation Center investigated

The scenario investigated in this research study consists of a SAMU Medical Regulation Center in the city of Porto Alegre (RS, Brazil). This center is active in regulating 35 ambulances, divided into 16 decentralized Bases, covering a total of approximately 2.5 million inhabitants in 30 towns. The Bases are actioned by telephone from the Medical Regulation Center, and each base has a team of professionals and ambulances that cover a given number of municipalities. To meet demand, the Medical Regulation Center under study has 36 telephone attendants, 10 radio operators and 33 regulator of emergencies medical doctors (or medical regulator).

The typical sequence of service in the unit investigated is the following:

- (a) the service is started by the telephone attendants, in the Medical Regulation Center;
- (b) the analysis of the call is made by the regulator of emergencies medical doctor, who makes direct contact with the user by telephone, and who infers the seriousness of the situation from data such as vital signs, breathing, consciousness, the presence of injuries. Based on this information, he decides either to send or not to send help and on what kind of help to send;
- (c) the radio operator, furnished with information transferred by the medical regulator – a statement of the seriousness of the case, the address at which the urgency has arisen and the type of help required, contacts the closest ambulance (located in a base) within the territory covered, via radio or telephone, and requests an ambulance to go to the address;
- (d) as it has the relevant information, the ambulance goes there and the victim receives pre-hospital care.

The interaction between base and the Medical Regulation Center is maintained through the radio operator and medical regulator in order to determine where the patient should be taken to. Finally, the ambulance is advised what hospital to go to, and the patient is transferred to the appropriate location.

As can be seen, the entire SAMU process is guided through the Medical Regulation Center. There is a constant relationship between it and the ambulances in order to offer the quickest care possible to ensure the reduction of sequels and the survival of the victim.

3.3.2. Procedures for collecting and analyzing data

To meet the goal proposed by this study, the procedures used were those recommended by Cognitive Task Analysis (CTA) (CRANDALL et al., 2006).

As to the collection of data, nine interviews were conducted, of which three were with telephone attendants, three with regulator of emergencies medical doctor and three with

radio operators. The approach used in the interviews was based on the Critical Decision Method, one of the techniques used for Cognitive Task Analysis, with a focus on challenging situations. This method consists of four steps: identifying an event considered challenging by the interviewee; the drawing up of a timeline about this event by the interviewee and interviewer; deepening the event chosen with a view to clearing up possible doubts; and finally, an "and if" step, which consists of questioning possible decisions and attitudes different from those used in resolving the event (CRANDALL et al., 2006)

However, due to the characteristics of the work in the Medical Regulation Center, the Critical Decision Method was adapted in this study. In fact, the respondents could not identify a specific event which would serve as the basis for the interview, due to the large number of events that occur in a single day, the length of which is in the order of minutes. Thus, in this study, the CDM involved the following steps: a report of various events; analyzing in greater depth some events considered noteworthy by the interviewees; the "if" step.

What was also used was the technique of nonparticipant observation, in which researchers monitored two work shifts in the Medical Regulation Center, on different days. The data resulting from these observations were recorded by means of notes and, later, used to supplement the analysis, together with the interviews conducted.

The analysis of the data collected was conducted by using the content analysis technique (MINAYO, 2004). After transcribing the interviews (which were recorded), the researchers read them, thereby seeking to identify the characteristics of complexity and these are presented in Table 1.

3.4. RESULTS

3.4.1. Characteristics of complexity in the SAMU Medical Regulation Center investigated

Of the thirteen characteristics selected in the literature to represent a complex system, all were identified in the Medical Regulation Center under study (table 2).

Complex systems are considered as open systems (Characteristic 1) given the constant interaction with the environment, a fact that is clearly present in the Medical Regulation Center. The work begins, based on an external demand, made by one or more members of the general public, and public and health institutions. Meeting this demand also depends on the relationship with other sectors such as the base and other health facilities. The extract given below, taken from the interviews, exemplifies some of these interactions and demonstrates the interaction of the system analyzed with the external environment.

".. whenever there is an accident in Cachoeirinha, an ICU, a doctor on site and such like are needed. Afterwards, the rescue service, or fire fighters are called in. First of all, the security guard has to go there; someone is needed who will contain the scene, and to ask onlookers to leave. For the police, one vehicle is not enough; they send the firefighters who are also police officers, they exert authority on the spot. So they see to it there will be one more security guide on the scene, so that we work better ... " (ent. radio operator)

Table 2: Characteristics of complexity in the investigated SAMU Medical Regulation Center investigated

Characteristics	Evidence of the characteristic in the context under analysis
1	the beginning of any activity starts when a phone call is received from an element external to the system, which will trigger a series of events pertaining to the internal elements and which will lead to the outcome of the process.
2	in most situations the outcome options are the same: to send or not to send help; to find a health facility that will attend to the victim. However, the route to arriving at the result is not always the same.
3	decisions by the medical regulator to give priority to one rather than another case, or to send or not to send an ambulance influences the behavior of the other internal and external elements of the system.
4	there is instability with regard to the workflow, which at times is high, with overloading for the professionals who are on the shift, but at times the demand drops, yet there is always a flow of work which keeps the system active.
5	the variable demand in the workflow (peak times of providing a service, a greater number of accidents; serious flooding) causes elements of the system to change their behaviour, as needed, so as to meet demand in the best possible way.
6	new situations arise from the interactions between the elements, such as a refusal to provide a service by the internal elements (medical regulator) or external elements (health institutions)
7	the use of conventional responses to certain activities is not always possible, mainly due to the presence of unexpected situations from these types of activities, such as the refusal of a given element to meet a specific request
8	based on information coming from another location, usually by people not trained to analyse the situation correctly, the professionals have to decide on the actions to be taken
9	the factor of uncertainty is also present in these interactions, especially because the information which has been entered on the system and triggered the whole a process, may be questionable, especially those coming from the general public
10	the time component is regarded as fundamental to the activities: the quicker the outcome of situations, the greater chance there is to save the life of the patient
11	events that occurred in the past influence the system as a whole, given that they show situations that professionals know about and known options for resolving the problem
12	professionals' understanding is limited even of their activities, and take up a larger proportion of the activities of the other professional, and even more so of the activities of the external elements, who constantly engage in interaction
13	the constant interplay between the elements for the outcome of the activities demonstrates that the understanding of parties to this system are unable to comprehend an understanding of the whole

The system represented by the Medical Regulation Center basically comprises the telephone attendants, the radio operator and the regulator of emergencies medical doctor, as the human elements, and computers, software, telephones and radios, as the main technological devices. Other elements of the system correspond to external elements, which are in constant interaction. Thus, it can be considered that the number of elements that constitute the complex system under analysis is not very numerous. However, the interactions

produced by the system are characteristics of complex systems, with intense interactions, sometimes non-linear ones, between the elements (Characteristic 2).

Still with reference to Characteristic 2, in the system represented by the Medical Regulation Center, the outcome for most situations tends to be summed up by a few options: sending or not sending the ambulance; using or not using a health facility for the patient helped. However, the manner of reaching these results is not always the same. There are times when the service is set off by the telephone attendants, who passes on to the medical regulator and from there it goes to the radio operator, with the decisions made known. At other times, this sequence is changed, such that the medical regulator intervenes in another way with the external environment, or the radio operator takes a more active part with the telephone attendants to decide on the service.

Thus, there is not a rigid sequence or one that can always be followed to the outcome of the activity. This allows flexibility for the adaptations needed for the work context, given the different situations imposed by the variability of the external environment, an element that greatly influences this system.

It is seen that characteristics of complexity exhibit relations between each other. The interactions made in the Medical Regulation Center may be considered potentially rich on account of the influence that one element exerts on another so that activities are carried out (Characteristic 3). The decision taken by one professional can modify the strategy to be used by another professional, which very often gives rise to unexpected situations, which were not foreseen in the system. This is another aspect of complex systems present in the Medical Regulation Center, namely the springing up of emergent phenomena (Characteristic 6). New situations arise all the time, mainly related to the interaction with the external environment. Once again, it is clear that the use of only a standard solution is not always possible as there may well be a need to seek new strategies for solving any given problem (Characteristic 7).

The constant flow of energy needed to keep the system running (Characteristic 4) is also related to the characteristic of the behavior of the elements modifying themselves as needed (Characteristic 5). Instability with regard to the workflow is seen in the Medical Regulation Center. Workflow is sometimes high, when the professionals who are on the shift are overloaded, but sometimes the workflow drops yet there is always a flow of work to keep the system active. This particularity seems to it that the elements of the system change their behavior as needed to meet demand in the best way possible.

Since pieces of information are given indirectly and distributed throughout the system, (Characteristic 8), they influence the presence of uncertainty between interactions (Characteristic 9), which, in this case, is related primarily to questionable information used

throughout the process. Every activity starts with a piece information originating from elsewhere, a piece of information that professionals should be able to interpret and decisions made on what actions to take. The indirect and distributed nature of information is a characteristic that brings with it potential difficulty to the Medical Regulation Center, especially regarding information from the general public. The following excerpt, taken from an interview illustrates the relationship between the characteristics cited.

"... here you have to use your imagination. Here, the doctor (of the base) is the one making the request; he's the one who lets you know what is happening at the scene, and they very often lie so that they send an ambulance because SAMU's end-goal is to rescue people from life-threatening conditions, they are grave cases and not just about consultation or transport. They say they are short of breath, have pains in the chest ...they know that if they say that we'll send an ambulance; otherwise we'd have to go and look and check if what they say it is, really is that ..." (ent. medical regulator)

The type of service rendered by the Medical Regulation Center shows that the component of time is fundamental, so there is strong coupling in the system (Characteristic 10). The faster the outcome of existing situations is, the greater the chance of saving the patient's life. There is constant pressure to act quickly, in addition to the work demand being dynamic, with peaks in providing service, sometimes ones that are much as expected (some specific times of day) or unexpected ones (as in the event of an accident with a higher than normal number of victims).

The idea that complex systems exhibit their elements without being aware of the behavior of the system as a whole (Characteristic 12) is evidenced in the activities of the Medical Regulation Center. It is noted that the professionals' understanding is limited even as to their activities, as they take up a larger proportion for the activities of other professionals, and furthermore of the activities of external elements. There is less evidence on this issue when the activities are performed by professionals who have spent longer in this type of work, and thus the factor of experience emerges. Thus, events that occurred in the past influence the system as a whole (Characteristic 11), given that they offer professionals well-known situations, and familiar options for resolving the problem.

And, finally, the aspect that represents the new paradigm of the science of complexity science, the entirety of which cannot be understood from a study of its parts (Characteristic 13), contrary to the reductionist view frequently used, can also be applied to understanding the dynamics of the activities in the Medical Regulation Center under analysis. The interdependence present in the activities performed, between the elements of the system and

of these with the external environment, demonstrates that the understanding of only one part cannot match the understanding of the entire system. Therefore, analysis must be conducted in conjunction with a focus on the interactions and not on the elements in themselves, thus making the analysis of the systems, which are considered complex, more accurate, such as the sector under study.

What is noteworthy in the context analyzed is further evidence of some characteristics (1, 2, 6, 7, 8, 9, 10), as a result of the type of activity performed in the system under analysis. However, it is worth emphasizing that a complex system also exhibits, at certain times, the characteristics of simple systems, and this transition from simple and complex permeates the system during its flow of activities. In this study of SAMU, certain activities may exhibit the characteristics of simple systems, such as the regulator of emergencies medical doctor giving advice to the patient by phone, which followed the service standard when contact is between the telephone attendants and the medical regulator, and used a known sequence until the outcome of the process, the interaction of many elements not being needed and leading to the final result being reached under less time pressure.

3.4.2. Some examples of how unnecessary complexity could be reduced in the SAMU Medical Regulation Center

The analysis undertaken indicates that the actions aimed at improving the system should emphasize the control of the interfaces between the (internal and external) elements of the system. The characteristics of complexity evidenced are inherent in the system, especially with regard to the indirect nature of the information, the presence of uncertainty in decision making, and the dependence on the external environment.

However, it is possible as well as desirable to reduce this complexity so as to make the system more efficient and safe. For example, the use of antiquated technological devices, in poor condition and in insufficient quantities, such as computers, phones and software, hinder the flow of information between system elements. As the activity carried out there totally depends on the communication between the elements, these deficiencies increase the possibility nonlinear interactions occurring (characteristic 2), as well as increasing the issue of uncertainty between interactions (Characteristic 9).

The lack of adequate training for professionals in the Medical Regulation Center also amplifies another characteristic of complexity, since better qualified professionals tend to know about their activity and the overall dynamics of the work environment, and become less ignorant of the behavior of the system as a whole (Characteristic 12).

An important and difficult point to be controlled is the high number of hoax calls, which demonstrates the immaturity of the society towards the service offered. This factor amplifies the interference of the external environment (Characteristic 1). Modifying this environment, so that the complexity of the activities carried out in the Medical Regulation Center is reduced, is an ambitious goal because it involves people, health institutions, and policy issues. However, it can be considered that an action initiated in one of these sectors tends to trigger measures in the others. For example, greater policy attention to health institutions, by providing more resources for care leads to a greater capacity to receive patients sent by SAMU, thus providing a better relationship between these two spheres of public health. Similarly, public health with greater resources and by providing better service to the population brings in its wake greater support for running campaigns with society on the correct use of available resources. Finally, one improvement action tends to lead to another, thus promoting a continuous improvement of service.

While actions at the level of the external environment are awaited, attempts to change the configurations of the internal environment become necessary, an attitude that is possible and necessary, given the difficulties that currently exist. Therefore, the Medical Regulation Center system should be well structured so that it is able to absorb the different demands from the external environment and therefore cope with the variability imposed by this constant interaction.

3.5. FINAL CONSIDERATIONS

As demonstrated throughout the paper, the main characteristics related to complex systems reported in the literature are present in the system represented by the Medical Regulation Center.

However, these features can be mitigated, both through actions to make basic improvements to the internal environment (e.g., faster computers and more suitable software) and through actions to increase the flexibility of the responses to the external environment, or even actions to manipulate it, such as public awareness campaigns as to the proper use of public resources, particularly those of the health sector.

The perspective of complexity prompted the investigation of interactions and not the elements of the system as entities isolated from a context. As a result of this study, opportunities for future studies were identified, such as: (a) drawing up protocols for assessing the compatibility between the characteristics of complexity of a system and the design characteristics of certain elements of the socio-technical system (e.g., how to assess whether

the system for managing procedures is compatible with the complexity of the system); (b) drawing up protocols that enable, more systematically than in this study, the assessment of the extent to which each characteristic of complexity is inevitable in a given system.

REFERENCES

Brasil, Ministério da Saúde, Secretária de Atenção à Saúde (2006), *Política nacional de atenção às urgências*, Brasília: Editora MS.

Christoffersen, K. and Woods, D. D. (1999), *How complex human machine systems fail: putting "human error" in context*, The Occupational Ergonomics Handbook: CRC Press LCC.

Cilliers, P. (1998), *Complexity and postmodernism: understanding complex systems*, London: Routledge.

Crandall, B., Klein, G. and Hoffman, R. (2006), *Working Minds: A Practitioner's Guide to cognitive Task Analysis*, Cambridge: The MIT Press.

Heylighen, F., Cilliers, P. and Gershenson, C. (2007), *Complexity and Philosophy*, Complexity, Science and Society. Oxford: Radcliffe Publishing.

Lopes, S. L. B. and Fernandes, R. J. (1999), "Uma breve revisão do atendimento médico pré-hospitalar", *Medicina (Ribeirão Preto)*, Vol. 32, pp. 381-387.

Minayo, M.C. S. (2004), *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*, 8. ed. São Paulo: Hucitec.

Pavard, B. (2000), "Apport des théories de la complexité à l'étude des systèmes coopératifs", *Le travail collectif: perspectives actuelles en ergonomie*, 1 ed. Toulouse: Octares editions, pp. 19-31.

Pavard, B. and Dudgale, F. (2000), *Tutorial on complexity – rede complexity in social sciences*, Available at: <<http://www.irit.fr/COSI>>

Perrow, C. (1999), *Normal accidents: living with high-risk technologies*, New York: Basic Books.

Vasconcelos, R. C., Lima, F. P. A., Camarotto, J. A., Abreu, A. C. M. S. and Coutinho Filho, A. O. S. (2008), "Aspectos de complexidade do trabalho de coletores de lixo domiciliar: a gestão da variabilidade do trabalho na rua", *Gestão & Produção*, Vol. 15 No. 2, pp. 407-419.

4. ARTIGO 3: PROPOSTA DE UMA FERRAMENTA PARA CARACTERIZAÇÃO DA COMPLEXIDADE EM SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO EM UMA EMERGÊNCIA HOSPITALAR

Angela Weber Righi

Tarcísio Abreu Saurin

Priscila Wachs

RESUMO: Este estudo teve como objetivo a proposição de uma ferramenta de caracterização da complexidade de um SST, adotando como base quatro características de SSTC. Para tal, uma aplicação exploratória dessa ferramenta foi ilustrada por meio de um estudo de caso em uma emergência hospitalar dos Estados Unidos da América (EUA). Duas principais etapas compõem o método utilizado no estudo: (i) a aplicação de 120 questionários junto aos profissionais do setor (médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem) visando capturar a percepção dos mesmos sobre a complexidade do seu ambiente de trabalho, composto de 22 questões relacionadas às características de complexidade adotadas no estudo; (ii) cinco entrevistas utilizando a técnica *questerview*. Como resultado principal verificou-se que a ferramenta proposta contribuiu para a caracterização da complexidade no contexto estudado, relacionando os resultados obtidos junto ao questionário com as observações e relatos decorrentes das entrevistas realizadas. Contudo, foram identificadas possibilidades de melhorias no instrumento, visando uma melhor captação da percepção dos respondentes com relação à complexidade do sistema.

Palavras-chave: complexidade, sistemas sócio-técnicos, emergência hospitalar

4.1. INTRODUÇÃO

Os sistemas sócio-técnicos (SST) tem se tornado cada vez mais complexos, como resultado de organizações cada vez maiores e dinâmicas, bem como pelo ambiente externo em constante mudança (ELMARAGHY et al., 2012; CARAYON, 2006; RASMUSSEN, 1997). Em função disso, a literatura recente se refere a um tipo particular de SST, denominados sistemas sócio-técnicos complexos (SSTC), os quais têm fortes características de complexidade permeando os quatro subsistemas típicos de um SST (Hendrick e Kleiner, 2001): técnico, humano, social, organizacional e ambiente externo.

Embora seja provável que todos os SST tenham, ao menos, algumas características de complexidade, alguns deles, como assistência à saúde, aviação, centrais elétricas e indústrias químicas, têm sido assumidos como altamente complexos (PERROW, 1984). Entretanto, as características de SSTC citadas na literatura apresentam algumas diferenças, em termos de quantidade e termos usados para designar as mesmas. Deste modo, um estudo que tenha como objetivo caracterizar um SSTC pressupõe a necessidade de adotar um conjunto de características representativo de todas as que tem sido apontadas na literatura.

Contudo, há uma carência de métodos para a caracterização da complexidade de um SST, o que pode ser devido à: (i) dificuldade de quantificação da complexidade (VESTERBY, 2008; CILLIERS, 2005); (ii) falta de consenso acerca de quais são as características fundamentais de SSTC. Além disso, embora alguns estudos apresentem características de SSTC (por exemplo, CILLIERS, 1998; PERROW, 1984), eles não demonstram, com base em dados empíricos primários, como sistemas reais podem ser descritos de acordo com as características propostas. As descrições apresentadas na literatura são, frequentemente, baseadas em casos hipotéticos ou em dados secundários (por exemplo, DEKKER, 2011; SWEENEY, 2006).

Visando suprir essa lacuna, alguns estudos recentes tem sido direcionados para a caracterização empírica sistemática da complexidade de SST (RIGHI et al., 2012; SAURIN e SOSA, 2013). Righi et al. (2012) analisaram o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência, utilizando para tal 13 características de complexidade, definidas a partir de cinco estudos (PERROW, 1999; CILLIERS, 1998; CHRISTOFFERSEN e WOODS, 1999; PAVARD, 2000; PAVARD e DUDGALE, 2000). A análise, realizada a partir de dados obtidos em entrevistas e observações, permitiu demonstrar a presença ou não das características de complexidade no setor de regulação médica desse serviço, promovendo uma reflexão acerca das possibilidades de gerenciamento da mesma. Porém, como limitação principal relacionada a este estudo identifica-se o número restrito de características utilizadas para a análise, resultantes de uma compilação de cinco artigos apenas.

Dentre esses recentes estudos, o presente artigo adota como referência o trabalho de Saurin e Sosa (2013), visto que, diferentemente de outros estudos que adotam como base uma lista de características proposta por poucos estudos, no referido trabalho os autores definiram um conjunto de características a partir de uma revisão bibliográfica que comparou as propostas de 14 estudos. Entretanto, Saurin e Sosa (2013) não apresentam uma ferramenta de caracterização da complexidade que possa ser generalizável a diversos setores, bem como que permita uma comparação referente à intensidade das diferentes características analisadas. Além disso, o estudo dos referidos autores não teve ênfase na caracterização da complexidade, mas sim na análise da compatibilidade entre a natureza de um SST e as práticas de gestão de procedimentos operacionais padronizados.

Tendo em vista essas limitações, o presente artigo tem como objetivo a proposição de uma ferramenta de caracterização da complexidade de um SST, a qual adota como base as características de SSTC propostas por Saurin e Sosa (2013). Uma aplicação exploratória dessa ferramenta é ilustrada por meio de um estudo de caso em uma emergência hospitalar, setor apontado por diversos autores como altamente complexo (BRAITHWAITE et al., 2013; PERSON et al., 2013; NEMETH et al., 2011; STEPHENS et al., 2011).

4.2. CARACTERÍSTICAS DE SSTC

O conceito de complexidade não é fácil de ser definido, sendo o termo utilizado frequentemente sem definição (HOLLNAGEL e WOODS, 2005). Contudo, algumas definições sucintas de complexidade podem ser encontradas na literatura. Por exemplo, Siemieniuch e Sinclair (2002), definem complexidade como as interações entre elementos da organização, que resultam em comportamentos imprevisíveis. Segundo Morin (1998), a complexidade decorre de interações entre um número muito grande de elementos, o que leva à ocorrência de fenômenos aleatórios.

No entanto, essas definições sucintas de complexidade capturam apenas algumas das dimensões do conceito. Este estudo, assim como todos os demais que apresentam listas de características de SSTC (PERROW, 1984; CILLIERS, 1998; 2001; CHRISTOFFERSEN e WOODS, 1999; PAVARD, 2000; PAVARD e DUDGALE, 2000; KURTZ e SNOWDEN, 2003; SWEENEY, 2006; SIEMIENIUCH e SINCLAIR, 2006; CARAYON, 2006; JOHNSON, 2007; SNOWDEN e BOONE, 2007; ÈRDI, 2008; VESTERBY, 2008; SHEARD e MOSTASHARI, 2009; HOLLNAGEL, 2012) tratam da complexidade como um conceito multidimensional, cujas características são mais fortes em alguns contextos do que em outros.

Conforme já mencionado na seção anterior, neste artigo são adotadas como referência as características de SSTC compiladas por Saurin e Sosa (2013), as quais são apresentadas na figura 1. As características são agrupadas em quatro categorias, que por sua vez possuem relações entre si conforme ilustrado pela figura 2.

A figura 2 indica que a variabilidade inesperada é, principalmente, uma consequência do grande número de elementos que interagem dinamicamente, bem como da diversidade desses elementos. De acordo com Cilliers (2010), a interação dinâmica de um grande número de elementos diferentes não pode ser completamente descrita, nem perfeitamente modelada. Além disso, os resultados dessas interações incertas podem produzir fenômenos emergentes, ou seja, fenômenos que surgem a partir de interações entre os elementos, independentemente de qualquer controle central ou projeto (ÈRDI, 2008; JOHNSON, 2007; SWEENEY, 2006) e *feedback loops* (causalidade circular), relacionados aos efeitos de uma ação que podem inesperadamente realimentar-se e, assim, desviar um processo de seus resultados esperados (ERDI, 2008; CILLIERS, 1998; PERROW, 1984).

Por sua vez, a característica de resiliência é fundamental para compensar a variabilidade inesperada. De fato, a resiliência implica no ajuste do desempenho e auto-organização para lidar com manifestações da variabilidade inesperada (DEKKER, 2012; HOLLNAGEL, 2012; HOLLNAGEL et al., 2011). Como ajuste de desempenho, entende-se a presença de um ou mais elementos a seguir: (i) a insuficiência ou ausência de regras para ação,

especificadas em termos de “se-então”, que descrevem como as pessoas devem agir (HALE e BORYS, 2013); (ii) a improvisação, definida por Cunha et al. (1999) como a concepção de uma ação que ocorre, por uma organização ou seus membros, com base em materiais disponíveis, recursos cognitivos, afetivos e sociais - portanto, a improvisação assume a insuficiência ou ausência de regras de ação; e, (iii) a existência isolada de metas de desempenho e/ou de regras orientadas para o processo. Embora as metas de desempenho definam apenas o que deve ser alcançado e não como isso deve ser feito, as regras de processo orientam na definição do processo pelo qual a pessoa ou organização deve seguir para realizá-la (HALE e BORYS, 2013).

Características de SSTC	Aspectos principais
Grande número de elementos que interagem dinamicamente	Os sistemas complexos são geralmente compostos por um grande número de elementos, entretanto isto só se torna uma característica de definição de complexidade no momento que esses elementos apresentam interações dinâmicas entre si; Quanto mais elementos um sistema tem, maior é o número de potenciais interações e, assim, maior é o número de outros elementos que um elemento específico pode influenciar, bem como maior é o número de elementos que podem influenciá-lo; As interações em SSTC podem ser não lineares. Este é um termo emprestado da matemática, referente ao fato de que pequenas mudanças nas causas possibilitarem implicações com efeitos desproporcionais nos resultados.
Grande diversidade de elementos	O grande número de elementos é diferenciado de acordo com um número de categorias, tais como níveis hierárquicos, divisão de tarefas, especializações, entradas e saídas; Como resultado, a natureza das relações entre os elementos tende a aumentar em variedade, envolvendo aspectos como o grau de cooperação, o grau de objetivos comuns e o grau de intercâmbio de informações.
Variabilidade inesperada	Variabilidade é a qualidade de não uniformidade de uma classe de entidades, que pode ser projetada em um sistema (por exemplo, a variedade de produtos) ou ser aleatória (por exemplo, a falha de uma máquina aparentemente em boas condições); Além da própria característica de variabilidade, outras quatro características contribuem para a variabilidade inesperada, a saber: (i) incerteza na tomada de decisão; (ii) SSTC são abertos; (iii) <i>feedback</i> loops involuntários ou desconhecidos (causalidade circular); e, (iv) emergência.
Resiliência	É a capacidade dos sistemas em ajustar a seu funcionamento antes, durante, ou após alterações e perturbações, de modo que o mesmo possa suportar as operações necessárias, em condições tanto esperadas quanto inesperadas; Um SSTC (e não apenas um sistema sócio-técnico) é resiliente, no intuito de lidar com o ambiente incerto e dinâmico, assim, se um SSTC não está funcionando de modo resiliente, ele não apresenta uma característica fundamental da complexidade, e encontra-se mais propenso a acidentes.

Figura 1: Características de SSTC compiladas por Saurin e Sosa (2013)

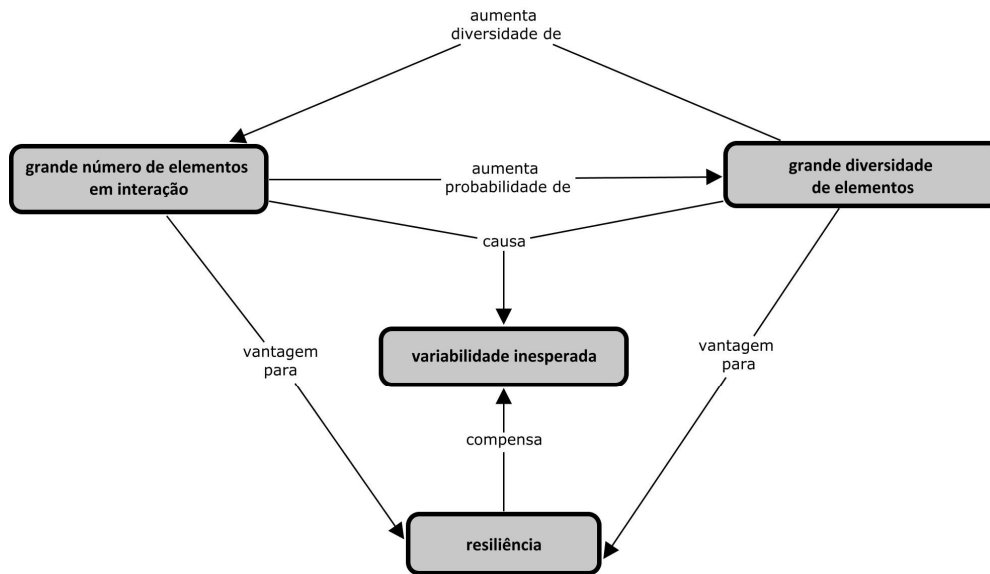


Figura 2: Relação entre as características de SSTC propostas por Saurin e Sosa (2013)

É paradoxal que as duas características que criam o potencial problema (a variabilidade inesperada) também desempenham um papel importante para lidar com o mesmo, contribuindo para a característica de resiliência. O grande número de elementos que interagem dinamicamente contribui para a resiliência, uma vez que assim há maior probabilidade de existirem redundâncias de elementos, bem como de auto-organização, devido às interações dinâmicas. De forma semelhante, a grande diversidade de elementos também favorece a resiliência, na medida em que proporciona diferentes perspectivas e alternativas para orientar a tomada de decisão sobre o ajuste de desempenho e auto-organização (SAURIN et al., 2013b). Entretanto, cabe salientar que essas relações entre as categorias de características ainda não foram validadas empiricamente, nem quanto a sua existência nem quanto a sua intensidade. Deste modo, também é possível que outras relações relevantes não estejam representadas na figura 2.

4.3. MÉTODO DE PESQUISA

4.3.1. Delineamento da pesquisa

Uma emergência hospitalar nos EUA foi escolhida para o teste da ferramenta de caracterização da complexidade proposta como objetivo principal deste artigo. Dois motivos principais levaram a escolha desse ambiente: (i) a sua reconhecida complexidade, o que aumentaria a probabilidade de existência das características de SSTC adotadas como referência, e, portanto seria viável a investigação empírica das mesmas; (ii) a facilidade de acesso ao setor de emergência estudado, o qual faz parte de um hospital escola em que têm sido realizadas outras pesquisas na área de gestão da segurança.

A realização do estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética da instituição. Após a aprovação pelo Comitê de Ética e antes do início da coleta de dados, um e-mail informativo sobre o estudo foi enviado para representantes do setor de emergência e cartazes informando sobre a realização da pesquisa foram anexados junto às principais áreas de circulação dos funcionários.

Após a definição do SST estudado, o método de pesquisa dividiu-se em duas etapas. Inicialmente, foi realizada a aplicação de questionários junto aos profissionais do setor visando capturar a percepção dos mesmos sobre a complexidade do seu ambiente de trabalho. Os resultados desses questionários foram analisados através de estatísticas descritivas e estatística multivariada, usando Análise Fatorial Exploratória.

Numa segunda etapa, foram realizadas entrevistas utilizando a técnica *questerview* (ADAMSON et al., 2004). Para tal, o questionário aplicado na etapa anterior foi utilizado como referência para conduzir a entrevista. Na técnica *questerview* a entrevista é realizada a partir do preenchimento de um questionário alinhado a temática da pesquisa, na qual se busca a compreensão das respostas dadas as questões pelo entrevistado (ADAMSON et al., 2004).

Além disso, observações caracterizadas como não-participante, ou seja, sem a intervenção do pesquisador no ambiente de trabalho (LAVILLE e DIONNE, 1999), foram realizadas, totalizando 65 horas. Essas observações contribuíram para a compreensão das atividades exercidas pelos profissionais, sendo realizadas pela pesquisadora responsável pela coleta dos dados, que registrava insights relacionados ao objetivo da pesquisa junto a um diário de campo.

4.3.2. Características gerais do SST investigado

A pesquisa foi realizada no setor de emergência de um hospital universitário situado na maior cidade de sua região (cerca de 900 mil habitantes), nos Estados Unidos. O setor de emergência atende pacientes de trauma e pacientes clínicos, adultos e pediátricos, 24 horas por dia e 7 dias por semana. Anualmente, são atendidos aproximadamente 86.000 pacientes, Há 82 leitos, divididos em 6 áreas:

- (i) área "A": possui 21 leitos, e recebe pacientes que necessitam de acompanhamento contínuo até sua completa avaliação e estabilização;
- (ii) área "B": possui 5 leitos, sendo um deles também para crianças, atende pacientes decorrentes de traumas graves ("trauma 1");
- (iii) área "C": destinada a pacientes pediátricos, comporta 11 leitos e conta com uma estrutura dedicada para triagem e espera;

(iv) área "D": possui 14 leitos oferecidos a pacientes de menor gravidade, mais estáveis e que, em geral, procuraram atendimento por demanda espontânea, ou seja, não utilizaram os serviços de ambulância;

(v) área "E": possui 14 leitos utilizados para pacientes com queixas clínicas graves, que necessitam de maior tempo de observação para que a equipe médica possa avaliar sua alta ou internação. Em geral, esses pacientes já passaram pelas áreas "A", "B" ou "D";

(vi) área "F": também conhecida como "área de espera", é composta por 17 leitos destinados a pacientes em espera por um leito na unidade do hospital em que foram admitidos.

Cabe ressaltar que o número de leitos oferecidos (82) não reflete a quantidade real de pacientes atendidos no setor, pois é rotineira a situação de superlotação, na qual pacientes são atendidos em macas e cadeiras improvisadas nos corredores.

Para dar assistência aos pacientes, a emergência conta com três grupos de profissionais: médicos (residentes e assistentes), enfermeiros e técnicos de enfermagem. Esses dois últimos grupos atuam em todas as seis áreas citadas anteriormente. Entretanto, todas as áreas contam com profissionais específicos que trabalham em tempo integral nas mesmas. As áreas da emergência também são apoiadas por outros profissionais, como os responsáveis por exames (por exemplo, eletrocardiograma e raio-x), o farmacêutico, os secretários, os seguranças, dentre outros.

Como a emergência funciona ininterruptamente, as equipes de assistência trabalham no regime de turnos. A equipe de enfermagem (enfermeiros e técnicos) atua em 2 turnos (06h45min-19h15min e 18h45min-07h15min). Em cada turno, há 18 enfermeiros, uma enfermeira-chefe e 11 técnicos. Há também três enfermeiros e dois técnicos que trabalham no turno intermediário das 11h às 23h, um técnico que trabalha das 12h às 00 h e outro da 1h às 11h.

Os médicos assistentes dividem suas horas de trabalho entre a supervisão de residentes, atividades acadêmicas e atividades administrativas. A distribuição dessas horas depende do plano de carreira de cada médico, podendo variar de 30 a 8 horas semanais. Os horários de início e término dos turnos dos médicos variam em cada área da emergência, compreendendo um total de 8 a 12 horas diárias, sendo diferentes dos horários de início e término dos turnos da equipe de enfermagem.

Os médicos residentes tem uma carga horária máxima de 60 horas semanais, permanecendo entre 50 e 60 horas normalmente. Esses profissionais também possuem diferentes horários de início e término de turno conforme as áreas da emergência nas quais estão atuando, visto que eles alternam entre as mesmas durante seu período de formação.

Durante esse período, os residentes também tem oportunidade de atuar em outras áreas do hospital.

4.3.3. Ferramenta de caracterização da complexidade

A ferramenta proposta para caracterização da complexidade é um questionário composto por 22 questões, as quais estão relacionadas às quatro categorias de características identificadas por Saurin e Sosa (2013). O apêndice A apresenta as questões e as respectivas associações com as características de SSTC. As questões estão distribuídas da seguinte forma entre as 4 características de complexidade: (i) *grande número de elementos que interagem dinamicamente* – 5 questões; (ii) *grande diversidade de elementos* – 3 questões; (iii) *variabilidade inesperada* – 10 questões; (iv) *resiliência* – 4 questões. O maior número de questões associado à variabilidade inesperada decorre da natureza dessa característica, que emerge a partir de várias fontes de incerteza. Para exemplificar, a figura 3 apresenta as questões relacionadas à característica *grande número de elementos que interagem dinamicamente*.

Características	Questões representantes
Grande número de elementos que interagem	Existe um grande número de elementos (p.ex.: pessoas, equipamentos, medicações, materiais, procedimentos, controles) interagindo na execução das atividades
Interações dinâmicas, mudando com o tempo	As atividades realizadas são dinâmicas, mudando com o passar do tempo (p.ex.: muda a disponibilidade de recursos, mudam os tipos de pacientes, a carga de trabalho, etc.)
	A minha carga de trabalho varia muito em função da hora do dia, dia da semana ou em função de eventos externos (p. ex.: acidentes, epidemias, clima).
Muitos parâmetros de controle com interações potenciais	As atividades apresentam vários parâmetros de controle (p.ex.: número de pacientes, número de equipes, números de leitos, quantidade e tipo de medicamento, tempo de atendimento), sendo que estes parâmetros possuem relação entre si
Qualquer elemento influencia e é influenciado por outros	As atividades que realizo são muito inter-relacionadas com as atividades de meus colegas (p. ex.: colegas da recepção, colegas da enfermagem, colegas dos andares).

Figura 3: Questões relativas à categoria de características denominada *grande número de elementos que interagem dinamicamente*

Ao ler os enunciados, os respondentes deveriam assinalar, em uma linha contínua de 15 cm, o quanto concordavam com a afirmação descrita. Essa linha apresentava em seus dois extremos as âncoras “discordo totalmente” e “concordo totalmente”. Quanto mais próximo de 15 o valor obtido no questionário, mais o respondente concordava com o enunciado e, conseqüentemente, com a presença da característica no setor. A figura 4 exemplifica o formato das questões utilizadas na pesquisa. Cabe ressaltar que, nem sempre uma maior

concordância com a questão, o que reflete maior presença daquela característica, implica em uma maior complexidade no ambiente. Esse fato é verificado somente na questão relacionada a folgas no ambiente de trabalho, na qual o enunciado questiona a possibilidade de contar com recursos alternativos em momentos de demanda elevada (profissionais, equipamentos, medicações), uma maior discordância com a afirmação reflete uma maior complexidade nesse ambiente. Justifica-se o uso desse formato nessa questão pela preocupação em evitar uso de frases negativas no questionário, o que poderia dificultar a compreensão das mesmas pelos respondentes.

As atividades realizadas são dinâmicas, mudando com o passar do tempo (p.ex.: muda a disponibilidade de recursos, mudam os tipos de pacientes, a carga de trabalho, etc.).

discordo
totalmente

Figura 4: Exemplo de questão utilizada

concordo
totalmente

O questionário foi elaborado inicialmente em língua portuguesa, sendo submetido a um teste piloto para verificação da sua facilidade de interpretação pelos respondentes. Para tal, o questionário foi aplicado a cinco profissionais de uma empresa distribuidora de energia elétrica, participante de projeto realizado pelos autores na área de segurança de SSTC (SAURIN et al., 2013d). O fato do questionário ter sido aplicado no teste piloto a profissionais de setor diferente ao foco da presente pesquisa está ancorado na ideia de generalização que o presente instrumento visa oferecer. Como resultados do teste piloto não foram necessárias alterações na redação das questões. Para sua utilização no contexto pesquisado, foi necessária a tradução do instrumento para a língua inglesa (apêndice B).

4.3.4. Participantes da pesquisa

O questionário foi aplicado junto à equipe diretamente envolvida com o cuidado do paciente na emergência, que envolve uma população total de 259 funcionários, quais sejam: 60 técnicos de enfermagem, 120 enfermeiros, 45 médicos residentes, e 34 médicos assistentes. O convite de participação e distribuição dos questionários aos participantes ocorreu nos seguintes momentos: (a) em uma reunião mensal dos técnicos de enfermagem; (b) em uma reunião mensal dos médicos assistentes; (c) em dois encontros semanais de médicos residentes (momento em que alguns médicos assistentes também estão presentes); (d) em cinco reuniões de trocas de turno entre técnicos de enfermagem e enfermeiros no turno da manhã; (e) em cinco reuniões de trocas de turno entre técnicos de enfermagem e enfermeiros

no turno da noite. O convite foi feito por uma das autoras deste artigo, pesquisadora sem vínculo com o hospital, o que reduziu efeito de coerção para participação.

Dos 259 profissionais convidados a participar da pesquisa, 131 responderam ao questionário (50,58% da população total), conforme a seguinte distribuição: 32 técnicos de enfermagem (53,33% do total de técnicos), 46 enfermeiros (38,33% do total de enfermeiros), 33 médicos residentes (73,33% do total dos residentes médicos), e 20 médicos assistentes (58,82% do total de médicos supervisores), conforme figura 5. Entretanto, foram considerados válidos para a análise 120 questionários e o critério utilizado para tal foi o preenchimento completo do mesmo.

Categoria Profissional	População	Nº de respondentes	Nº de respondentes válidos
Téc. Enfermagem	60	32	28
Enfermeiros	120	46	41
Médicos	79	53	51
Total	259	131	120

Figura 5: Distribuição dos respondentes segundo a categoria profissional

4.3.5. Análise dos dados

A análise dos resultados do questionário compreendeu duas etapas: (i) a realização de estatísticas descritivas, como médias, desvios-padrão e coeficiente de variação; (ii) a Análise Fatorial Exploratória (AFE). Essa técnica possibilita identificar as variáveis que agregam a maior parte da variabilidade presente no conjunto de dados, assim como identificar relações entre essas variáveis. Assim, a AFE também contribui para a classificação das variáveis e para a identificação da estrutura subjacente aos dados (HINKIN, 1998).

Para a avaliação da escala de mensuração utilizada, o método de análise de componentes principais (Varimax rotation) foi realizado, com os seguintes critérios: o autovalor do fator a ser considerado não deve ser inferior a 1,0; e a carga fatorial de cada variável deve ser maior ou igual a 0,4 para ser considerada significativa (HAIR Jr. et al, 2009).

Entretanto, como pré-requisito para realizar uma AFE, é necessário verificar a existência de níveis de correlações aceitáveis entre as variáveis, que podem ser obtidos por meio dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e esfericidade de Bartlett (HAIR Jr. et al, 2009). O teste KMO, que verifica o grau de correlação entre as variáveis, resultou em um valor de 0,733, indicando uma boa adequação dos dados à AFE. Os valores obtidos nesse teste podem variar de 0 a 1, sendo que quanto mais próximos de 1, maior é a adequação ao uso da AFE (HAIR Jr. et al, 2009, MEYERS et al., 2006). No que tange ao teste de esfericidade de Barlett,

obteve-se com a aproximação qui-quadrado um valor de 839,79 e nível de significância de $p < 0,001$, rejeitando a hipótese nula da matriz de correlação ser uma matriz identidade (HAIR Jr. et al, 2009), o que indicaria que não há correlação entre os dados.

Além disso, uma análise das correlações foi realizada visando identificar as variáveis mais relacionadas entre si *dentro* dos grupos de questões associados a cada categoria de características de SSTC. Após isso, também foram analisadas as correlações *entre* aqueles grupos de questões. Valores a partir de 0,4 indicam correlação positiva entre as variáveis analisadas, que ganha maior expressão com valores mais próximos de 1 (HAIR Jr. et al, 2009).

A consistência interna entre as vinte e duas variáveis foi verificada por meio do alpha de Cronbach, que gerou um valor igual a 0,799, indicando uma boa confiabilidade das respostas atribuídas às questões. A consistência interna em um instrumento de pesquisa visa expressar as relações existentes entre resultados de itens semelhantes, buscando expressar a confiabilidade dos dados. Este coeficiente pode variar de 0 (zero) a 1 (um), sendo considerado como indicativo de consistência interna satisfatória valores a partir de 0,6 (HAIR Jr. et al, 2009).

O software utilizado para realização de todas as análises estatísticas foi o SPSS, versão 18.0.

O total de 120 respondentes atende ao critério proposto por Hair Jr. et al. (2009), referente ao número mínimo de 50 observações para a AFE.

4.3.6. Técnica *questerview*

Visando complementar os dados quantitativos obtidos pela aplicação da ferramenta proposta e, conseqüentemente, a análise da complexidade no setor em estudo, foi utilizada a técnica *questerview* (ADAMSON et al., 2004). Nessa técnica, os entrevistados são solicitados a preencher o questionário, composto por perguntas padronizadas e relacionadas à temática em estudo. Posteriormente, essas questões e as respectivas respostas obtidas são utilizadas como roteiro para condução da entrevista. As respostas são úteis na compreensão da percepção dos entrevistados sobre o tema pesquisado (ADAMSON et al., 2004).

Na presente pesquisa, as entrevistas foram realizadas individualmente, após explicação dos objetivos da pesquisa e aceite de participação por parte do entrevistado. Sendo assim, o mesmo era convidado a responder o questionário citado na seção 4.3, podendo solicitar auxílio do pesquisador em caso de dúvida. Após o preenchimento, o questionário era entregue ao pesquisador, que identificava as questões com pontuação mais próximas aos extremos da escala (0 ou 15), pois estas representavam posições bem definidas sobre a presença daquela característica. O objetivo, a partir de então, era compreender por que o entrevistado havia sinalizado aquelas questões naquele ponto da escala. Para tal, a entrevista

foi conduzida segundo a estrutura apresentada no apêndice C, na qual cada questão evidenciada no questionário como significativa era esclarecida a partir de perguntas como: (i) *você poderia dar exemplos que ilustrem essa situação?* (ii) *como você lida com essa situação?* (iii) *essa situação poderia ser alterada?*

Ao todo, foram realizadas cinco entrevistas utilizando essa técnica, com profissionais de diferentes categorias, conforme figura 6. As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas, para que pudessem ser analisadas através da técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 1977), que permite a identificação de palavras, expressões ou sentenças cujo significado esteja relacionado com o objeto em estudo.

Ent.	Formação	Perfil do entrevistado (idade, tempo de formação, tempo de atuação na emergência)	Duração da entrevista
1	Téc. enfermagem	35 anos, 16 anos, 12 anos	38min21seg
2	Téc. enfermagem	34 anos, 9 anos, 5 anos	1h01min30seg
3	Méd. Residente	não informado, 2 anos, 2 anos	47min18seg
4	Enfermeiro	43 anos, 14 anos, 14 anos	40min04seg
5	Méd. Assistente	43 anos, 19 anos, não informado	1h05 min56sec

Figura 6: Detalhamento das entrevistas

4.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.4.1. Avaliação da complexidade do SST

4.4.1.1. Resultados da aplicação do questionário e técnica *questerview*

A tabela 1 apresenta os resultados da aplicação do questionário. Valores acima de 7,5 foram obtidos por todas as questões relacionadas às características de *grande número de elementos que interagem dinamicamente* e *grande diversidade de elementos*, em todas as categorias profissionais. De forma semelhante, os coeficientes de variação dessas questões também foram baixos, indicando certa uniformidade de percepções.

Exemplos que ilustram a presença dessas características foram obtidos a partir das entrevistas, como na Q6 (*existe um grande número de elementos interagindo na execução das atividades*), na qual os entrevistados associaram o grande número de elementos em interação principalmente aos elementos humanos. Segundo o técnico de enfermagem e o enfermeiro entrevistado, a diversidade de pessoas interagindo (profissionais e pacientes) é maior do que em hospitais sem a característica acadêmica, aumentando a complexidade do contexto estudado. Essa percepção pode ser justificada pelo fato de conviverem, em um ambiente acadêmico, profissionais e estudantes de diferentes formações, com diferentes níveis de conhecimento e experiência relacionados à assistência ao paciente. De fato, a questão relacionada à diversidade social obteve maior média (M=11,27) quando comparada aos

demais aspectos da característica *grande diversidade de elementos* questionados, técnico e organizacional.

Um dos médicos entrevistados salientou a necessidade de comunicação eficaz como uma consequência do elevado número de pessoas interagindo. A capacidade de comunicar-se com clareza, expressando bem as ideias e as condutas esperadas para cada paciente foi relatada como fundamental. A melhoria na capacidade individual de comunicação foi, inclusive, relatada pelo médico como um importante aprendizado obtido devido ao seu trabalho nesse setor.

Tabela 1: Resultados obtidos na aplicação do questionário

Características de SSTC	Quest.	Técnicos			Enfermeiros			Médicos			Geral		
		M	DP	CV (%)	M	DP	CV (%)	M	DP	CV (%)	M	DP	CV (%)
Grande número de elementos que interagem de forma dinâmica	Q6	11,97	1,87	15,67	12,33	1,82	14,79	11,80	1,75	14,81	12,02	1,80	15,00
	Q1	11,26	3,61	32,11	11,39	2,90	25,50	11,94	1,84	15,44	11,59	2,71	23,34
	Q7	12,06	2,01	16,70	11,10	3,65	32,92	11,84	1,79	15,15	11,64	2,63	22,60
	Q11	11,83	1,83	15,49	12,49	1,67	13,40	11,01	1,95	17,73	11,70	1,93	16,50
	Q15	11,46	2,73	23,77	12,12	1,45	11,98	11,64	1,66	14,23	11,76	1,90	16,18
Grande diversidade de elementos	Q19	10,26	3,66	35,67	10,64	3,31	31,08	10,35	2,81	27,16	10,43	3,17	30,41
	Q20	11,90	2,44	20,53	10,95	3,49	31,92	11,18	2,69	24,04	11,27	2,94	26,06
	Q21	11,09	3,39	30,57	10,77	3,43	31,87	11,25	1,96	17,40	11,05	2,87	25,96
Variabilidade inesperada	Q13	10,76	3,12	28,96	9,99	4,08	40,83	9,83	2,56	26,06	10,10	3,27	32,37
	Q14	8,97	3,80	42,41	10,07	3,58	35,51	9,52	2,56	26,94	9,58	3,24	33,85
	Q10	10,13	3,63	35,89	10,51	3,13	29,77	10,33	2,84	27,49	10,34	3,11	30,10
	Q3	3,69	3,64	98,70	3,96	3,88	97,92	5,34	3,65	67,77	4,50	3,77	83,84
	Q4	3,99	3,94	98,81	3,35	3,69	110,15	4,83	3,40	70,35	4,13	3,66	88,60
	Q5	7,57	4,62	61,06	7,00	4,25	60,75	7,22	3,25	45,00	7,23	3,93	54,31
	Q2	5,86	4,50	76,70	5,95	4,37	73,51	9,88	3,49	35,33	7,60	4,47	58,87
	Q9	7,41	4,74	63,92	9,19	3,32	36,17	11,76	1,48	12,60	9,87	3,58	36,31
	Q12	5,25	5,08	77,78	4,60	3,64	78,95	5,35	2,95	55,19	5,07	3,46	68,30
Q16	8,53	3,91	45,84	7,92	4,21	53,21	8,18	3,50	42,76	8,17	3,82	46,80	
Resiliência	Q18	8,94	3,14	35,15	9,76	3,11	31,89	9,15	2,44	26,65	9,31	2,85	30,59
	Q22	10,21	3,40	33,27	9,59	3,44	35,88	10,44	2,60	24,87	10,10	3,09	30,64
	Q8	9,28	3,07	33,11	9,67	3,57	36,92	10,61	1,69	15,91	9,98	2,82	28,24
	Q17	5,63	3,91	69,47	5,66	3,68	65,02	4,31	3,04	70,44	5,82	3,51	69,14

Nota: os valores em negrito indicam as questões com valores mais próximos dos extremos da escala em cada categoria.

Para ilustrar a presença da questão Q6 no ambiente de trabalho, um dos médicos entrevistados relatou uma situação típica vivenciada na emergência, o recebimento de um paciente apresentando sintomas de infarto agudo do miocárdio. O exemplo destaca a relação entre os profissionais do setor de emergência e a equipe de paramédicos, que foi acionada mediante ligação do paciente ou familiar para a central 911. Essa equipe foi responsável pelo transporte do paciente até a emergência e pelos atendimentos iniciais, que incluíram a realização de exames como eletrocardiograma e raio-x ainda na ambulância, sendo essas

informações transmitidas em tempo real para a equipe da emergência via telefone. Dessa forma, os profissionais que receberam o paciente na emergência já dispunham de informações para planejar as atividades necessárias, como entrar em contato com o *callcenter* do hospital. Esse, por sua vez, acionou, via *pager* (equipamento eletrônico usado para enviar mensagens), o laboratório, que ficou preparado para as coletas necessárias aos exames solicitados. O *call center* também acionou o médico cardiologista, que dirigiu-se até a emergência para examinar o paciente. Todas essas ações ocorreram antes mesmo do paciente chegar até a emergência, conduzido pelos paramédicos.

Para a Q7, referente à variação da carga de trabalho durante o turno de trabalho, os entrevistados confirmam o valor obtido nos questionários (técnicos: M=12,06; enfermeiros: M=11,10; médicos: M=11,84) ao relatar aumento de demanda principalmente nas segundas e terças-feiras. Isso ocorre pelo fato dos consultórios médicos não prestarem atendimento nos finais de semana e também pela preferência da população em não buscar a emergência nesses dias. Outra variação já conhecida pelos entrevistados refere-se aos horários de maior fluxo, em geral, entre as 11 horas e às 23 horas. Essa característica promoveu a criação de um turno intermediário para os profissionais da enfermagem (técnicos e enfermagem), visando suprir essa necessidade. Aspectos referentes ao clima, como chuva, também foram citados como responsáveis pela variação da carga de trabalho, pois em dias chuvosos aumenta o número de acidentes, elevando a demanda por atendimentos relacionados a traumas. De modo semelhante, períodos de férias, nos quais as famílias e crianças estão mais expostas a atividades externas, também elevam a necessidade desse tipo de atendimento.

No que tange à característica de variabilidade inesperada, exemplos referentes às questões Q13 e Q14 (*um pequeno erro na realização da minha atividade pode gerar uma mudança significativa no resultado final; pequenas alterações/variabilidade em minhas atividades podem gerar uma mudança significativa no resultado final*) foram identificados, tais como a preocupação com erros de medicação. Os profissionais da enfermagem citaram o elevado número e diversidade de medicações como um fator que aumenta a complexidade do sistema, bem como cria possibilidades de erros e variabilidade não antecipada. A interpretação equivocada de exames foi relatada por um dos médicos como outro fator que pode gerar alterações nos resultado final das atividades. Como exemplo, o médico relatou um episódio ocorrido com ele, no qual ao interpretar o resultado de um exame de forma errônea, indicou determinado tratamento para o paciente. O tratamento prescrito iria agravar o caso do paciente, ao invés de auxiliá-lo. O erro foi detectado por um profissional do laboratório que, ao preparar o procedimento solicitado, estranhou a conduta e foi conversar diretamente com o médico, que suspendeu o procedimento.

A presença de situações inesperadas (Q10) foi relatada pelos profissionais como recorrente no contexto de trabalho, obtendo média superior a 10,00 para todas as categorias profissionais. Em relação a esse aspecto, os entrevistados citaram a necessidade de, frequentemente, interromperem a atividade que estão realizando para socorrer algum paciente que teve uma piora repentina do quadro ou, devido a vários pacientes que chegam simultaneamente à emergência devido a acidentes envolvendo um número maior de pessoas. Nesses casos, a principal característica inesperada da situação é o seu momento de ocorrência, ao invés da natureza do evento em si. Isso cria novas interações em momentos não antecipados, e modifica interações que estavam ocorrendo, aumentando então a complexidade do sistema.

Cabe ressaltar os valores obtidos nas questões Q3 e Q4, referentes, respectivamente, a incerteza nos objetivos das atividades e incerteza nos métodos de execução das mesmas. Para essas duas questões, os valores foram inferiores a 5,0 em todas as categorias profissionais, com coeficientes de variação elevados. Esse resultado pode estar relacionado aos treinamentos realizados e procedimentos operacionais adotados. Após ocorrer a tomada de decisão acerca do tratamento a ser realizado, os objetivos a serem atingidos e os métodos de execução são relativamente bem conhecidos. Contudo, a incerteza está presente na tomada de decisão em si, visto que a utilização de fontes de informação indireta, como, por exemplo, relato de familiares (Q9) foi considerada uma característica presente pelos respondentes, principalmente enfermeiros e médicos (técnicos: $M=7,41$; enfermeiros: $M=9,19$; médicos: $M=11,76$). De fato, as respostas à Q2 indicam que a tomada de decisão sob incerteza é uma característica presente no contexto de trabalho para os profissionais médicos ($M=9,88$). O fato dos valores nessas questões (Q9 e Q2) serem mais elevados junto à categoria médica pode estar relacionado ao seu maior poder decisório junto às condutas a serem realizadas com os pacientes

Por fim, a característica de resiliência, representada por quatro questões, obteve valores mais elevados para Q22 e Q8. A influência da história prévia da organização na forma como as atividades são conduzidas atualmente (Q22) foi relatada como presente no ambiente de trabalho, impactando principalmente no fluxo dos pacientes. Conforme relato, a estrutura física da emergência, decorrente de planejamentos e reformas realizadas no passado, dificulta o deslocamento de profissionais e pacientes no ambiente. De forma semelhante, a configuração de cada área, atrelada a sua estrutura física, também influencia no fluxo do paciente dentro do setor, impactando na forma de realização das atividades pelos profissionais. Ainda, segundo um dos técnicos de enfermagem entrevistados, a história da organização

permite o aprendizado com os erros e acertos do passado, fato pelo qual existem os registros das atividades e dos pacientes, o que auxilia na condução das rotinas no presente.

Referente à autonomia para execução das atividades (Q8), os entrevistados relataram contar com esse aspecto no seu trabalho. Segundo um dos técnicos de enfermagem, em função das pressões de tempo e carga de trabalho não é possível esperar muito tempo pela orientação de um colega, sendo necessário atender as demandas. A categoria médica foi a que apresentou maior média nessa questão (técnicos: M=9,28; enfermeiros: M=9,67; médicos: M=10,61), corroborando a opinião dos mesmos na entrevista, que acreditam ter autonomia no seu trabalho, desde que respeitando as regras e procedimentos determinados.

Com valores inferiores a 6,5, a questão Q17, referente à existência de folgas para a execução das atividades, indica uma baixa presença desse aspecto no contexto estudado, o que aumenta a complexidade. Fatores como número insuficiente de pessoas para a demanda de trabalho e falta de tempo foram relatados pelos entrevistados como causas dos valores obtidos (técnicos: M=5,63; enfermeiros: M=5,66; médicos: M=4,31).

4.4.2. Avaliação do instrumento proposto

4.4.2.1. Resultados da Análise Fatorial Exploratória

A tabela 2 apresenta os autovalores resultantes da AFE e o percentual de variância que cada um deles explica. Sete fatores foram identificados, o que corresponde a 65,4% da variabilidade total. Esse valor é satisfatório, pois uma explicação mínima de 60% da variabilidade é suficiente em uma AFE (HAIR Jr. et al, 2009). Também podem ser visualizados os alphas de Cronbach obtidos em cada fator. O fator 17, por ser composto por somente uma questão, não teve esse coeficiente calculado.

Tabela 2: Autovalores e percentual de variância explicada

Fator	Autovalor	% Variância Explicada	% Variância Explicada Acumulada	Alpha de Cronbach
1	4,688	21,307	21,307	0,769
2	2,925	13,295	34,602	0,769
3	1,665	7,570	42,172	0,639
4	1,448	6,580	48,751	0,453
5	1,423	6,467	55,218	0,545
6	1,207	5,485	60,703	0,517
7	1,043	4,739	65,442	-

Após identificar os fatores, é possível determinar as cargas fatoriais de cada variável (questão) para a formação do fator. As variáveis com maiores cargas fatoriais em cada fator indicam a maior correlação entre ambos. Percebe-se que os fatores selecionados apresentam

uma quantidade diferente de variáveis em sua composição (tabela 3). O fator 1, por exemplo, conta com cinco questões (Q2, Q3, Q4, Q5, Q12), sendo o fator com maior autovalor (4,688) e o maior percentual de variância explicada (21,3%). Já o Fator 5, composto por 3 questões (Q1, Q11, Q15) representa aproximadamente 6,47% da variância explicada.

Tabela 3: Cargas fatoriais na composição dos fatores

Questões	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Q1	0,128	-0,300	-0,052	-0,225	0,577	0,017	0,215
Q2	0,620	-0,070	-0,114	0,044	0,042	0,146	0,414
Q3	0,829	0,042	-0,105	0,098	-0,017	0,010	-0,115
Q4	0,805	0,053	0,043	-0,078	-0,101	-0,025	-0,097
Q5	0,654	-0,038	-0,300	-0,056	0,126	0,223	-0,040
Q6	0,072	-0,104	-0,196	-0,031	0,386	0,648	-0,024
Q7	0,195	-0,081	-0,045	0,186	-0,030	0,767	0,180
Q8	0,035	-0,555	-0,090	0,101	-0,076	-0,225	0,481
Q9	0,38	-0,129	-0,157	0,497	0,077	-0,125	0,492
Q10	0,403	-0,220	-0,535	-0,112	0,090	0,009	0,135
Q11	0,023	-0,005	-0,108	0,199	0,760	0,043	-0,083
Q12	0,566	0,298	0,185	0,248	0,244	0,162	0,020
Q13	-0,015	-0,064	-0,828	0,016	0,114	0,053	-0,078
Q14	0,143	-0,038	-0,705	0,379	0,102	0,151	0,052
Q15	0,000	-0,292	-0,190	0,168	0,633	0,332	-0,017
Q16	0,109	-0,188	-0,248	0,726	-0,167	0,228	-0,040
Q17	0,211	-0,108	-0,095	0,129	-0,009	-0,219	0,768
Q18	-0,151	-0,019	0,020	0,685	0,396	-0,081	-0,010
Q19	0,014	-0,697	-0,298	0,185	0,199	0,123	-0,072
Q20	-0,066	-0,890	-0,149	0,047	0,026	0,068	-0,009
Q21	-0,082	-0,750	0,165	0,100	0,266	0,154	0,005
Q22	0,051	-0,354	0,051	0,488	0,124	0,335	-0,086

Nota: os valores em negrito indicam o maior valor de carga fatorial para cada questão.

Além das cargas fatoriais atribuídas para cada variável, indicando a correlação das mesmas com cada fator, a realização da AFE pelo método de componentes principais permite verificar a correlação existente entre as variáveis. Nota-se, conforme apêndice D, que as questões consideradas para cada fator apresentam correlação entre si, sendo esse um indicativo de consistência da AFE (MEYERS et al., 2006). Entretanto, percebe-se que existem diferentes intensidades nas correlações das questões do mesmo fator. Por exemplo, no fator 2, composto pelas questões (Q8, Q19, Q20 e Q21), o valor do coeficiente de correlação da Q8 com as demais questões do fator, apesar de significativo ($p\text{-value} < 0,01$), é baixo para a Q19 (0,283) e para a Q21 (0,278), apresentado maior correlação com a Q20 (0,423).

4.4.2.2. Interpretação da AFE

Os fatores apontados pela AFE permitem identificar os grupos de questões que apresentam maior relação entre si. Dessa forma, é possível comparar o agrupamento

resultante da AFE com aquele imaginado pelos pesquisadores. Conforme pode ser observado na figura 7, os dois agrupamentos são similares, estando os fatores 2 e 4 associados, ao mesmo tempo, a duas das quatro categorias de características de SSTC propostas por Saurin e Sosa (2013).

Uma denominação foi atribuída a cada fator, relacionando-os com as características de complexidade. Por exemplo, o fator 1, composto pelas questões Q2, Q3, Q4, Q5 e Q12, representa 21,3% da variabilidade dos dados, tendo como variável mais significativa a Q3 (0,829). Essa questão está relacionada com a incerteza nos objetivos da atividade. A consistência interna desse fator foi verificada pela alpha de Cronbach, que obteve valor satisfatório (0,769). Dessa forma, a denominação dada para esse fator é “Incerteza”, visto que outras questões também estão relacionadas a essa dimensão da característica *variabilidade inesperada*, como Q2, Q4 e Q12. A figura 6 apresenta os fatores com sua denominação, relacionando as questões pertencentes a cada fator e sua relação com as características de complexidade adotadas.

Agrupamentos resultantes da AFE	Questões	Agrupamentos propostos no instrumento (categorias)
Fator “Incerteza” (1)	(Q2)	Variabilidade inesperada
	(Q3)	
	(Q4)	
	(Q5)	
	(Q12)	
Fator “Diversidade” (2)	(Q8)	Resiliência
	(Q19)	Grande diversidade de elementos
	(Q20)	
	(Q21)	
Fator “Alterações Imprevistas” (3)	(Q10)	Variabilidade inesperada
	(Q13)	
	(Q14)	
Fator “Elementos Externos e Feedback” (4)	(Q9)	Variabilidade inesperada
	(Q16)	Resiliência
	(Q18)	
	(Q22)	
Fator “Interações Dinâmicas” (5)	(Q1)	Grande número de elementos que interagem de forma dinâmica
	(Q11)	
	(Q15)	
Fator “Recursos e Demandas” (6)	(Q6)	Grande número de elementos que interagem de forma dinâmica
	(Q7)	
Fator “Folgas” (7)	(Q17)	Resiliência

Figura 7: Relação entre os agrupamentos de questões

Todas as questões referentes ao fator “Incerteza” foram concebidas visando representar a característica *variabilidade inesperada* (tabela 4). Outro fator que teve todas as suas questões relacionadas com essa característica de complexidade foi o fator “Alterações Imprevistas” (Q10, Q13, Q14). Nesse fator, que representa 13,3% da variância explicada, a questão destinada a captar a percepção sobre o impacto de um erro no desfecho da atividade (Q13) foi a maior representante para a explicação do fator (0,828).

Tabela 4: Relação entre os fatores Incerteza, Alterações imprevistas e Elementos Externos e *Feedback* com a *variabilidade inesperada*

Característica de SSTC	Fator	Questões	Carga Fatorial
Variabilidade inesperada	Incerteza	(Q2) Eu tomo decisões sob incerteza, uma vez que as informações necessárias nem sempre estão disponíveis no momento e na precisão ideal.	0,62
		(Q3) As atividades que eu realizo apresentam incerteza quanto aos seus objetivos.	0,829
		(Q4) As atividades que eu realizo apresentam incerteza nos seus métodos de execução.	0,805
		(Q5) São comuns as situações em que uma decisão ou ação amplifica um problema, criando uma bola de neve ou um círculo vicioso.	0,654
		(Q12) As relações de causa e efeito entre minhas ações/decisões e seus resultados são vagas e imprecisas.	0,566
	Alterações imprevistas	(Q10) Situações imprevistas ocorrem com frequência durante a realização das minhas atividades.	0,535
		(Q13) Um pequeno erro na realização da minha atividade (p. ex.: realizar diagnóstico impreciso, solicitar dosagem incorreta de medicação) pode gerar uma mudança significativa no resultado final.	0,828
		(Q14) Pequenas alterações/variabilidade em minhas atividades (por ex: mais equipes sob minha supervisão, mais pacientes sobre minha responsabilidade) podem gerar uma mudança significativa no resultado final.	0,705
	Elementos Externos e <i>Feedback</i>	(Q9) É comum que eu use fontes de informação indiretas para a execução das minhas atividades (p. ex.: ao invés de eu verificar a situação in loco, eu confio em informações que aparecem no sistema informatizado, informações de colegas de trabalho ou de familiares dos pacientes)	0,497
		(Q16) O ambiente externo (p. ex.: políticas de governo, atos da população, condições climáticas, greves) tem grande influência nas minhas atividades.	0,248

Deste modo, as 10 questões concebidas pelos pesquisadores para avaliar a característica de variabilidade inesperada estão contempladas pelos fatores “Incerteza”,

“Alterações Imprevistas” e “Elementos Externos e *Feedback*”, os quais não possuem questões associadas a nenhuma outra característica de SSTC conforme agrupamento imaginado pelos pesquisadores. Contudo, a distribuição das questões em três fatores reflete os diferentes aspectos da característica variabilidade inesperada, que subsidiaram as denominações atribuídas a cada fator.

Por sua vez, os fatores “Interações Dinâmicas” e “Recursos e Demandas” estão associados à categoria de características denominada "*grande número de elementos que interagem dinamicamente*" (tabela 5).

Tabela 5: Relação entre os fatores Interações Dinâmicas e Recursos e Demandas com a característica *grande número de elementos que interagem*

Característica de SSTC	Questões	Fator	Alpha de Cronbach
Grande número de elementos	(Q1) As atividades realizadas são dinâmicas, mudando com o passar do tempo (p.ex.: muda a disponibilidade de recursos, mudam os tipos de pacientes, a carga de trabalho, etc.).	“Interações Dinâmicas”	0,545
	(Q11) As atividades apresentam vários parâmetros de controle (p.ex.: número de pacientes, número de equipes, números de leitos, quantidade e tipo de medicamento, tempo de atendimento), sendo que estes parâmetros possuem relação entre si.		
	(Q15) As atividades que realizo são muito inter-relacionadas com as atividades de meus colegas (p. ex.: colegas da recepção, colegas da enfermagem, colegas dos andares).		
	(Q6) Existe um grande número de elementos (p.ex.: pessoas, equipamentos, medicações, materiais, procedimentos, controles) interagindo na execução das atividades.	“Recursos e Demandas”	0,517
	(Q7) A minha carga de trabalho varia muito em função da hora do dia, dia da semana ou em função de eventos externos (p. ex.: acidentes, epidemias, clima).		

Novamente, as questões que compõem os fatores citados estão relacionadas somente a característica inicialmente proposta pelos pesquisadores. Entretanto, ambos os fatores obtiveram um alpha de Cronbach abaixo do satisfatório (0,545 e 0,517, respectivamente). Esse resultado pode estar associado ao fato dessas questões, apesar de pertencerem ao mesmo grupo, estarem relacionadas a aspectos diferentes dentro dessa categoria, não implicando na necessidade de alfas elevados para serem considerados como pertinentes ao instrumento de pesquisa. Por exemplo, no fator “Recursos e Demandas”, Q6 refere-se explicitamente ao número de elementos presentes no sistema, enquanto Q7 está relacionada à variação da carga de trabalho durante o dia. As características mencionadas nas duas questões contribuem para

a existência de um grande número de elementos interagindo dinamicamente, porém representando dimensões diferentes e independentes dessa característica. De fato, é possível que um SST possua um grande número de elementos, mas dependendo da natureza e intensidade das interações entre eles, aquela característica não necessariamente implica em variações da carga de trabalho durante o dia.

No intuito de identificar a percepção dos respondentes quanto à categoria de características "*grande diversidade de elementos*", três questões foram concebidas (Q19, Q20, Q21). Essas questões fazem parte do fator "Diversidade", que obteve um alpha de Cronbach de 0,769 e é responsável por 13,29% da variabilidade dos dados (tabela 6). Contudo, ainda compõe esse fator a questão Q8 (tenho autonomia para realização das minhas atividades), que obteve baixa correlação com a Q19 e Q21 (0,283 e 0,278, respectivamente), mas uma correlação significativa com a Q20 (0,423) (apêndice D). A questão Q8 foi inicialmente associada ao grupo questões da característica de *resiliência*. Entretanto, sua correlação com Q20, questão referente à diversidade social no ambiente, pode estar relacionada ao fato de profissionais com maior autonomia estarem expostos a diferentes situações e trocas de informações com colegas, permitindo um maior conhecimento da diversidade existente no ambiente. Tal conhecimento, por sua vez, pode ser um recurso para a tomada de decisão e resolução de situações inesperadas, aspecto que também favorece a resiliência.

Tabela 6: Questões relacionadas ao fator Diversidade

Característica de SSTC	Fator	Questões	Alpha de Cronbach
Grande diversidade de elementos	Diversidade	(Q19) Existe muita diversidade técnica no meu ambiente de trabalho (p. ex.: tipos de equipamentos, medicações, materiais de apoio)	0,769
		(Q20) O meu ambiente de trabalho apresenta muita diversidade social (p. ex.: gênero, idade, nível de formação, nível de treinamento, estado civil)	
		(Q21) Existe muita diversidade organizacional no meu ambiente de trabalho (p. ex.: tipos de equipamentos, medicações, materiais de apoio)	
		(Q8) Tenho grande autonomia para realização das minhas atividades.	

O fator "Elementos Externos e *Feedback*" é formado por Q9, Q16, Q18 e Q22 (tabela 7). Duas dessas questões (Q18 e Q22) foram concebidas para verificar a percepção referente à característica de *resiliência*, apresentando correlação significativa entre as mesmas (apêndice D). Entretanto, essas mesmas duas questões também apresentam correlação com questões pertinentes a outros fatores, sendo mais significativa em alguns casos (por exemplo, Q18 com

Q11 – 0,327; Q22 com Q21 – 0,385). De forma semelhante, a questão Q9 apresenta correlação significativa com as demais questões desse fator, porém em menor valor do que sua correlação com questões de outros fatores (por exemplo: Q2, Q3). Pode-se inferir que fontes de informação indireta e ambiente externo são importantes fontes de incerteza, que afetam a forma como o *feedback* é transmitido e como a história da organização evolui. Por exemplo, o *feedback* pode ser impreciso em função da incerteza, e a organização pode evoluir de forma errática em função disso (por exemplo, ampliações da área física do setor feitas com base em previsões incertas da demanda).

Tabela 7: Relação do fator Elementos Externos e *Feedback* com as características *variabilidade inesperada* e *resiliência*

Característica de SSTC	Questões	Fator	Alpha de Cronbach
Variabilidade inesperada	(Q9) É comum que eu use fontes de informação indiretas para a execução das minhas atividades (p. ex.: ao invés de eu verificar a situação in loco, eu preciso confiar em informações de colegas de trabalho ou de familiares dos pacientes).	"Elementos Externos e <i>Feedback</i> "	0,453
	(Q16) O ambiente externo (p. ex.: políticas de governo, atos da população, condições climáticas, greves) tem grande influência nas minhas atividades.		
Resiliência	(Q18) O <i>feedback</i> de outras pessoas envolvidas no trabalho (p. ex.: colegas operadores, supervisores, pacientes) influencia na realização da minha atividade.		
	(Q22) A minha carga de trabalho varia muito em função da hora do dia, dia da semana ou em função de eventos externos (p. ex.: acidentes, epidemias, clima).		

O fator "Folgas", representado somente pela Q17 (existem folgas para a execução das atividades – por exemplo, equipamentos e equipes redundantes, tempo para tomada de decisão, medicações alternativas às prescritas), não apresentou correlação significativa com nenhuma das outras questões (apêndice D) e, por isso, constitui um fator único pela AFE. Essa questão foi elaborada para avaliar um dos aspectos que compõem a característica de *resiliência* dos SSTC, relacionada à possibilidade de contar com recursos alternativos, com sobras, ou redundantes em momentos de necessidade.

De maneira geral, os resultados da AFE indicam uma semelhança entre os grupos de questões propostos no questionário e os fatores obtidos com os resultados estatísticos. Entretanto, algumas correlações positivas entre as questões que foram verificadas nos resultados e não foram vislumbradas pelos pesquisadores na elaboração do questionário, assim como algumas correlações imaginadas, não se confirmaram. Por exemplo, o fator "Elementos Externos e *Feedback*" é composto por duas questões inicialmente voltadas para

variabilidade inesperada e duas questões para a característica de *resiliência*. Contudo, as características mencionadas nas quatro questões podem colaborar, em alguns momentos para o aumento da variabilidade do SST, e em outros momentos, para o incremento da sua resiliência. Por exemplo, com relação à influência do ambiente externo nas atividades da emergência. Alterações na demanda de trabalho devido a períodos de férias podem aumentar a variabilidade inesperada dentro da emergência, devido ao aumento de demanda nesse período conforme relatado nas entrevistas. Ações dos hospitais da região para disponibilizar um número maior de leitos nesse período já conhecido de aumento de demanda poderiam facilitar o trabalho dentro da emergência, auxiliando na sua capacidade de resiliência.

A fragmentação das questões inicialmente associadas à *variabilidade inesperada* e *resiliência* (presentes em três fatores distintos) também pode ser justificada pelo fato dessas características serem consideradas como fenômenos emergentes, visto que decorrem das interações entre os elementos que compõem e influenciam o sistema. Sendo assim, a origem e natureza dessas características são de difícil previsão.

4.4.3. Análise de correlação entre as características de SSTC

A figura 8 apresenta as correlações entre os grupos de questões representantes de cada característica propostos inicialmente. Os resultados indicam correlações significativas ($p\text{-value} < 0,01$) da característica *grande diversidade de elementos* com outras duas: grande número de elementos e resiliência. De fato, um maior número de elementos interagindo tende a gerar uma maior diversidade, conforme proposto no modelo de Saurin e Sosa (2013), apresentado na figura 2. Essa diversidade de elementos, quando utilizada de forma positiva, como, por exemplo, para incentivar a diversidade de perspectivas ou o aprendizado a partir das experiências entre os diferentes elementos, tende a colaborar para a característica de *resiliência*, relação essa também proposta no modelo da figura 2.

	Grande número de elementos	Diversidade de elementos	Variabilidade inesperada	Resiliência
Grande número de elementos	1,00	0,43	0,37	0,29
Diversidade de elementos	-	1,00	0,16	0,43
Variabilidade inesperada	-	-	1,00	0,24
Resiliência	-	-	-	1,00

Nota: os valores em negrito indicam maior correlação entre os grupos

Figura 8: Valores das correlações entre as características de SSTC propostas inicialmente

Já a análise das correlações entre os grupos de questões resultantes da AFE (figura 9), indicou uma correlação significativa somente entre “Interação” e “Diversidade”. Assim, sendo objetivo do questionário captar percepções acerca da complexidade, bem como verificar a existência das relações propostas na figura 2, pode-se inferir que o agrupamento original das questões prestou-se melhor a esse fim.

	Incert.	Divers.	Variab.	Elem. Ext.	Inter.	Rec. E Dem.	Redund.
Incert.	1,00	-0,03	0,33	0,24	0,16	0,30	0,09
Divers.	-	1,00	0,28	0,38	0,40	0,21	-0,02
Variab.	-	-	1,00	0,35	0,32	0,27	0,09
Elem. Ext.	-	-	-	1,00	0,29	0,32	0,06
Inter.	-	-	-	-	1,00	0,36	-0,01
Rec. e Dem.	-	-	-	-	-	1,00	-0,07
Redund.	-	-	-	-	-	-	1,00

Nota: os valores em negrito indicam maior correlação entre os grupos

Figura 9: Valores das correlações entre os fatores propostos pela AFE

4.4.4. Modificações realizadas no questionário

Com base neste estudo exploratório algumas alterações foram realizadas no instrumento de pesquisa. Inicialmente, o número de questões foi alterado de 22 para 23, incorporando uma questão (Q23) com a intenção de captar a percepção de complexidade do trabalho como um todo. O objetivo de inserir essa questão é possibilitar que, com uso de análises estatísticas multivariadas, sejam identificadas quais das outras 22 questões estão contribuindo para a percepção geral de complexidade. Essa relação pode ser estabelecida a partir da realização de uma análise de regressão linear (HAIR Jr. et al., 2009), utilizando a questão Q23 (o meu ambiente de trabalho é complexo) como variável dependente.

No que tange às 22 questões presentes no questionário original, optou-se por manter o mesmo número na nova versão, evitando um maior tempo para o seu preenchimento. As questões foram mantidas, porém com alterações em sua formulação, buscando uma melhor clareza na sua intenção. Sendo assim, seis questões foram alteradas: Q8, Q11, Q17, Q18, Q20, Q22. As questões Q8, Q17, Q18 e Q22 foram inicialmente pensadas para representar a característica de *resiliência* no instrumento de pesquisa. Entretanto, conforme mostrou a AFE, elas não formaram um fator único, evidenciando uma percepção, por parte dos respondentes, de que não tinham fortes relações entre si. A tabela 8 apresenta as modificações realizadas nessas quatro questões buscam amenizar tal percepção.

Tabela 8: Modificações realizadas nas questões relacionadas à característica de *resiliência*

Questões	Versão pré-validação	Versão pós-validação
Q8	Tenho grande autonomia para a realização das minhas atividades.	Tenho autonomia para a realização das minhas atividades (ex: posso decidir sequência das atividades, posso priorizar pacientes a serem atendidos, não preciso esperar instruções de superiores para decidir o que fazer)
Q17	Existem folgas para a execução das atividades (p. ex.: equipamentos e equipes redundantes, tempo para tomada de decisão, medicações alternativas às prescritas).	Em casos imprevistos, eu costumo ter alternativas para a execução das atividades (p. ex.: equipamentos e equipes redundantes, tempo para tomada de decisão, medicações alternativas às prescritas)
Q18	O <i>feedback</i> de outras pessoas envolvidas no trabalho (p. ex.: colegas operadores, supervisores, pacientes) influencia na realização da minha atividade.	A opinião de outras pessoas sobre o meu desempenho (p. ex.: colegas, supervisores, pacientes) pode me levar a modificar o modo como faço as minhas atividades
Q22	O modo como as coisas funcionam atualmente nessa organização decorre da história da mesma (p. ex.: legados de pessoas que já trabalharam aqui anteriormente, políticas públicas de administradores e governos anteriores).	O modo como as coisas funcionam nessa organização decorre de fatos que ocorreram ao longo de sua história (p. ex.: legados de pessoas que já trabalharam aqui anteriormente; políticas de administradores anteriores; governos anteriores)

Outras duas questões também tiveram sua formulação alterada, Q11 e Q20 (tabela 9). Essas questões, apesar de não terem obtido resultados semelhantes às supracitadas na AFE, foram consideradas, pelos pesquisadores, como plausíveis de mudança para uma melhor compreensão junto aos respondentes segundo *feedback* recebidos dos mesmos após o preenchimento do instrumento. Assim, conforme tabela 8, Q11 e Q20 sofreram alterações em seu formato.

Tabela 8: Alterações nas questões Q11 e Q20

Versão pré-validação	Versão pós-validação	Característica de SSTC relacionada
As atividades apresentam vários parâmetros de controle (p.ex.: número de pacientes, número de equipes, números de leitos, quantidade e tipo de medicamento, tempo de atendimento), sendo que estes parâmetros possuem relação entre si.	Ao tomar decisões, eu preciso considerar diversas variáveis inter-relacionadas (ex: perfil do paciente, tipo de medicamento, disponibilidade de equipamentos para atender o paciente, etc.)	Grande número de elementos que interagem de forma dinâmica
O meu ambiente de trabalho apresenta muita diversidade social (p. ex.: gênero, idade, nível de formação, nível de treinamento, estado civil).	Existe muita diversidade social no meu ambiente de trabalho (p. ex.: gênero, idade, nível de formação, nível de treinamento, estado civil)	Grande diversidade de elementos

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo principal a proposta e teste de um instrumento para avaliação das características de SSTC. O questionário, respondido por 120 profissionais de uma emergência hospitalar, possibilitou a realização da AFE, que evidenciou questões com maior correlação entre si. Os resultados obtidos indicaram a possibilidade de melhorias no instrumento, visando uma melhor captação da percepção dos respondentes com relação à complexidade do sistema.

Foram identificados sete fatores com base na AFE. Nesses fatores, percebeu-se uma fragmentação das questões inicialmente pensadas para cada característica de SSTC, principalmente para *variabilidade inesperada* e *resiliência*. Dessa forma, as questões relacionadas a essas categorias foram aquelas que emergiram com mais possibilidade de modificação, pois se fragmentaram entre os fatores relacionados a outras características de SSTC, não constituindo um fator único dentro da AFE. Sendo assim, foram realizadas algumas modificações nas estruturas das questões relacionadas à característica *variabilidade inesperada* e *resiliência*, visando suprir parte das dificuldades evidenciadas.

Ainda, verificou-se que as correlações entre os grupos originalmente propostos, representados pelas quatro características de SSTC, foram maiores que as correlações entre os fatores resultantes da AFE. Esse resultado reforça a aplicabilidade do instrumento proposto na avaliação da complexidade dos SST e na busca de evidências sobre as relações propostas entre suas características.

A ferramenta contribuiu para a caracterização da complexidade no contexto estudado, relacionando os resultados obtidos junto ao questionário com as observações e relatos decorrentes das entrevistas realizadas. De modo geral, verificou-se a presença das quatro características propostas. A característica *grande número de elementos que interagem* obteve maior concordância justamente na questão que dá nome a categoria, alinhando-se a maior presença da diversidade social dentro da característica *grande diversidade de elementos*. No que tange a característica *variabilidade inesperada*, questões relacionadas à presença de incerteza em objetivos e ações executadas apresenta menor presença, contribuindo para uma menor complexidade nesse aspecto. Entretanto, a incerteza no que tange as informações para tomada de decisão mostra-se mais presente no contexto estudado, assim como a presença de situações inesperadas. A característica de *resiliência* se mostrou presente principalmente nos aspectos relacionadas à autonomia para execução das atividades e a influencia da história da organização nas atividades atuais.

Oportunidades de pesquisas futuras na área da gestão da segurança que emergem desse estudo concentram-se em: (a) elaboração de análises sistemáticas para a avaliação da

complexidade dos SSTC, que permitam a reaplicação e comparação entre os domínios, além de uma utilização na esfera acadêmica e prática; (b) avaliação das práticas de gestão de SSTC quanto à consideração das características de complexidade nas suas propostas; (c) elaboração e operacionalização de diretrizes destinadas ao gerenciamento de SSTC apoiadas em teorias que reflitam a natureza dos sistemas nos quais serão aplicadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem especialmente o Professor Doutor Robert L. Wears pelo apoio à pesquisa. Agradecemos também às agências de fomento CAPES e CNPq pelas bolsas de doutorado e bolsa de doutorado sanduíche no exterior.

REFERÊNCIAS

- Adamson, J., Gooberman-Hill, R., Woolhead, G. and Donovan, J. (2004), "Questerviews: using questionnaires in qualitative interviews as a method of integrating qualitative and quantitative health services research", *Journal of Health Services Research & Policy*, Vol. 9, No. 3, pp. 139–145.
- Bardin, L. (1977), *Análise de Conteúdo*, Paris: PUF.
- Braithwaite, J., Clay-Williams, R., Nugus, P. and Plumb, J. (2013), "Health Care as Complex Adaptive System", *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 57-27.
- Carayon, P. (2006), "Human factors of complex sociotechnical systems", *Applied Ergonomic*, Vol. 37 No. 4, pp. 525–535.
- Christoffersen, K. and Woods, D. D. (1999), *How complex human machine systems fail: putting "human error" in context*, The Occupational Ergonomics Handbook: CRC Press LCC.
- Cilliers, P. (2010), "Difference, identity and complexity: A Philosophical Analysis", *Philosophy Today*, Vol. 54 No. 1, pp. 36-47.
- Cilliers, P. (1998), *Complexity and postmodernism: understanding complex systems*, London: Routledge.
- Cilliers, P. (2001), "Boundaries, hierarchies and networks in complex systems", *International Journal of Innovation Management*, Vol. 5 No. 2, pp. 135-147.
- Cilliers, P. (2005), "Complexity, Deconstruction and Relativism", *Theory Culture & Society*, Vol. 22 No. 5, pp. 255–267.
- Dekker, S. (2011), *Drift into Failure: from hunting broken components to understanding complex systems*, London: Ashgate.
- Dekker, S. (2012), "Complexity, signal detection, and the application of ergonomics: Reflections on a healthcare case study", *Applied Ergonomics*, Vol. 43 No. 3, pp. 468-472.
- ElMaraghy, W., ElMaraghy, H., Tomiyama, E. and Monostori, L. (2012), "Complexity in engineering design and manufacturing", *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 61 No. 2, pp. 793–814.
- Èrdi, P. (2008), *Complexity explained*, Limited. London: Springer.

- Hair Junior, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. and Black, W. C. (2009), *Multivariate Data Analysis*, 7. ed. Upper Saddle River. NJ: Prentice Hall.
- Hendrick, H. and Kleiner, B. (2001), *Macroergonomics: an introduction to work system design*, New Jersey: Human Factors and Ergonomics Society.
- Hinkin, T. R. (1998), "A brief tutorial on the development of measures for use in survey questionnaires", *Organizational research methods*, Vol. 1 No. 1, pp.104-121.
- Hollnagel, E. and Woods, D. (2005), *Joint Cognitive Systems: foundations of cognitive systems engineering*, Boca Raton FL: Taylor & Francis.
- Hollnagel, E., Paries, J., Woods, D. and Wreathall, J. (2011), *Resilience Engineering in Practice: a guidebook*, Burlington: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2012), *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method – modeling complex socio-technical systems*, Burlington: Ashgate.
- Johnson, N. (2007), *Simply Complexity: a clear guide to complexity theory*, Oxford: Oneworld.
- Kurtz, C. and Snowden, D. (2003), "The new dynamics of strategy: sense making in a complex and complicated world", *IBM Systems Journal*, Vol. 42 No. 3, pp. 462-483.
- Laville, C. and Dionne, J. A. (1999), *Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*, Porto Alegre: Artmed.
- Meyers, L. S., Gamst, G. and Guarino, A. J. (2006), *Applied Multivariate Research*, Thousand Oaks: SagePublications.
- Morin, E. (1998), *Ciência com consciência*, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Nemeth, C., Wears, R. L., Patel, S., Rosen, G. and Cook, R. (2011), "Resilience is not control: healthcare, crisis management, and ICT", *Cognitive, Technical & Work*, Vol. 13, pp. 189–202.
- Pavard, B. and Dudgeale, F. (2000), *An introduction to complexity in social science, Tutorial on complexity in social science*, COSI project, Available at: <<http://www.irit.fr/COSI/training/complexitytutorial/complexity-tutorial>>
- Pavard, B. (2000), "Apport des théories de la complexité à l'étude des Systèmes coopératifs". In Benchekroun, T. and Weill-Fassina, A., *Le travail collectif: perspectives actuelles en ergonomie*, 1 ed. Toulouse: Octares editions, pp. 19-31.
- Perrow, C. (1984), *Normal Accidents: living with high-risk technologies*, Princeton: Princeton University Press.
- Perrow, C. (1999), *Normal accidents: living with high-risk technologies*, New York: Basic Books.
- Person, J., Spiva, L. and Hart, P. (2013), "The culture of an emergency department: An ethnographic study", *International Emergency Nursing*, Vol. 21, pp. 222–227.
- Rasmussen, J. (1997), "Risk management in a dynamic society: a modeling problem", *Safety Science*, Vol. 27 No. 2/3, pp. 183-213.
- Righi, A. W., Wachs, P. and Saurin, T. A. (2012), "Characterizing complexity of socio-technical systems: a case study of a SAMU medical regulation center", *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, Vol. 41, p. 1811-1817.
- Saurin, T. and Sosa, S. (2013), "Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: a case study of a control room in an oil refinery", *Applied Ergonomics*, Vol. 44, pp. 811–823.

- Saurin, T. A., Righi, A. and Henriqson, E. (2013b), *Characteristics of complex socio-technical systems and guidelines for their management: the role of resilience*, 5th Resilience Engineering Association Symposium.
- Saurin, T. A., Rooke, J., Koskela, L. and Kemmer, S. (2013c), "Guidelines for the management of complex socio-technical systems: an exploratory study of a refurbishment project", *21st Annual Summit of the International Group for Lean Construction*, Vol. 1, pp. 13-22.
- Sheard, S. and Mostashari, A. (2009), "Principles of complex systems for systems engineering", *Systems Engineering*, Vol. 12 No. 4, pp. 295-311.
- Siemieniuch, C. E. and Sinclair, M. A. (2002), "On complexity, process ownership and organizational learning in manufacturing organizations, from an ergonomics perspective", *Applied Ergonomics*, Vol. 33 No. 5, pp. 449-462.
- Siemieniuk, C. E. and Sinclair, M. A. (2006), "Systems integration", *Applied Ergonomics*, Vol, 37, No. 1, pp. 91-110.
- Snowden, D. and Boone, M. (2007), "A leader's framework for decision making: wise executives tailor their approach to fit the complexity of the circumstances they face", *Harvard Business Review*, pp. 69-76.
- Stephens, R. J., Woods, D. D., Branlat, M. and Wears, R. L., (2011), *Colliding Dilemmas: Interactions of Locally Adaptive Strategies in a Hospital Setting*, Proceedings of the 4th Symposium on Resilience Engineering.
- Sweeney, K. (2006), *Complexity in Primary Care: understanding its value*, Abingdon: Radcliffe Publishing.
- Vesterby, V. (2008), "Measuring complexity: things that go wrong and how to get it right", *Emergence: Complexity and Organization*, Vol. 10, No. 2, pp. 90-102.

APÊNDICE A: Características de SSTC e suas respectivas questões

Características de SSTC	Questões	Cod.
Grande número de elementos que interagem de forma dinâmica	Existe um grande número de elementos (p.ex.: pessoas, equipamentos, medicações, materiais, procedimentos, controles) interagindo na execução das atividades.	Q6
	As atividades realizadas são dinâmicas, mudando com o passar do tempo (p.ex.: muda a disponibilidade de recursos, mudam os tipos de pacientes, a carga de trabalho, etc.).	Q1
	A minha carga de trabalho varia muito em função da hora do dia, dia da semana ou em função de eventos externos (p. ex.: acidentes, epidemias, clima).	Q7
	As atividades apresentam vários parâmetros de controle (p.ex.: número de pacientes, número de equipes, números de leitos, quantidade e tipo de medicamento, tempo de atendimento), sendo que estes parâmetros possuem relação entre si.	Q11
	As atividades que realizo são muito inter-relacionadas com as atividades de meus colegas (p. ex.: colegas da recepção, colegas da enfermagem, colegas dos andares).	Q15
Grande diversidade de elementos	Existe muita diversidade técnica no meu ambiente de trabalho (p. ex.: tipos de equipamentos, medicações, materiais de apoio).	Q19
	O meu ambiente de trabalho apresenta muita diversidade social (p. ex.: gênero, idade, nível de formação, nível de treinamento, estado civil).	Q20
	Existe em meu ambiente de trabalho muita diversidade organizacional (p. ex.: níveis hierárquicos, setores, tipos de procedimentos, turnos).	Q21
Variabilidade inesperada	Um pequeno erro na realização da minha atividade (p. ex.: realizar diagnóstico impreciso, solicitar dosagem incorreta de medicação) pode gerar uma mudança significativa no resultado final.	Q13
	Pequenas alterações/variabilidade em minhas atividades (por ex: mais equipes sob minha supervisão, mais pacientes sobre minha responsabilidade) podem gerar uma mudança significativa no resultado final.	Q14
	Situações imprevistas ocorrem com frequência durante a realização das minhas atividades.	Q10
	As atividades que eu realizo apresentam incerteza quanto aos seus objetivos.	Q3
	As atividades que eu realizo apresentam incerteza nos seus métodos de execução.	Q4
	São comuns as situações em que uma decisão ou ação amplifica um problema, criando uma bola de neve ou um círculo vicioso.	Q5
	Eu tomo decisões sob incerteza, uma vez que as informações necessárias nem sempre estão disponíveis no momento e na precisão ideal.	Q2
	É comum que eu use fontes de informação indiretas para a execução das minhas atividades (p. ex.: ao invés de eu verificar a situação in loco, eu preciso confiar em informações de colegas de trabalho ou de familiares dos pacientes).	Q9
	As relações de causa e efeito entre minhas ações/decisões e seus resultados são vagas e imprecisas.	Q12
O ambiente externo (p. ex.: políticas de governo, atos da população, condições climáticas, greves) tem grande influência nas minhas atividades.	Q16	
Resiliência	O <i>feedback</i> de outras pessoas envolvidas no trabalho (p. ex.: colegas operadores, supervisores, pacientes) influencia na realização da minha atividade.	Q18
	O modo como as coisas funcionam atualmente nessa organização decorre da história da mesma (p. ex.: legados de pessoas que já trabalharam aqui anteriormente, políticas públicas de administradores e governos anteriores).	Q22
	Tenho grande autonomia para a realização das minhas atividades.	Q8
	Existem folgas para a execução das atividades (p. ex.: equipamentos e equipes redundantes, tempo para tomada de decisão, medicações alternativas às prescritas).	Q17

APÊNDICE B: Questionário aplicado pela pesquisa

CHARACTERISTICS OF COMPLEXITY IN THE EMERGENCY ROOM ACTIVITIES

This questionnaire was developed to understand how complex the activities are in the ED. Please answer the following questions by marking an X anywhere on the scale, indicating your opinion on the presence and extent of a set of characteristics of complexity in your day-to-day activities.

Completing this questionnaire is voluntary and there will be no penalty should you choose not to respond. You may decline to respond to any question for any reason and you may stop at any time without penalty or consequence. No identifying data will be collected (this survey is anonymous) and you will not be compensated for completing this questionnaire.

If you have any questions about this questionnaire, you may contact the Principal Investigator, Robert L. Wears or co-investigator, Priscila Wachs at 904-244-5044 or you may contact the University of Florida IRB03, 580 West 8th Street, Jacksonville, FL 32209 904-244-9478.

Completing any part of this questionnaire implies consent and your responses can be used as part of this study.
Thank you for being part of this study!

Initial data

Age: _____

Education:

Nurse (RN)

ED Technician

Emergency Medicine Resident – Year of Training PGY 1 PGY 2 PGY 3

Physician – attending: _____

Years of experience as a healthcare provider:

in the Emergency Department at UF&Shands: _____

in another Emergency Department/hospital: _____

in another healthcare setting outside of the ED _____

Please complete the following questions:

Na Example:

Your basketball team is the best basketball team in the world.

_____ **X** _____
totally disagree totally agree

Specific Questions:

The next questions are related to the characteristics of complexity of the Emergency Department activities at UF&Shands Jacksonville. Please mark your level of agreement about the presence of these characteristics in your work environment.

The activities in the ED are dynamic, changing over time (e.g., resource availability, types of patients, workload).

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

I make decisions under uncertainty, since the necessary information is not always available at the time I need it and it is not always accurate.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

The activities that I perform have uncertain goals.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

The activities that I perform have uncertainty in terms of methods (e.g., how to do the task)

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

Situations where a decision or an action amplifies the problem are common (i.e., it creates a vicious circle /snowball effect).

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

There are a huge number of elements that interact during the activity (e.g., people, equipment, procedures, controls, medications).

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

My workload is different according to the time of the day, day of the week or external events (e.g. weather condition, epidemic, accident).

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

I have autonomy to do my activities.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

I often use indirect information sources to do my activities (e.g. medical records, reports from patient's family members)

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

Unexpected situations often occur while I am doing my activities.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

The activities have several control parameters (e.g. blood pressure, temperature, patient response, number of patients, number of teams, number and types of medication) and those are related to each other.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

The cause-effect relation between my actions/decisions and their results are vague and imprecise.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

A small mistake (e.g. a slightly wrong dose of medication; a slightly inaccurate diagnosis) while I am working could result in a really different disclosure.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

A small variation on my activities (more workers/students under my supervision, more patients) could result in a really different disclosure).

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

My activities are inter-related with my coworkers' activities (e.g. nurse and physician).

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

The external environment (e.g. government actions, strikes, weather) have huge influence on my activities.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

There is substantial slack in my work environment (e.g., equipment and team redundancy, plenty of time to make a decision; alternatives of medication).

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

Feedback from others (e.g., patients' family, coworkers, supervisor), which influences my activities.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

There is technical diversity in my work environment (e.g., different types of equipment, software, medication)

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

There is social diversity in my work environment (e.g., gender, age, training/education level, marital status) of co-workers and patients.

totally disagree	totally agree
------------------	---------------

There is organizational diversity in my work environment (e.g., hierarchical levels, sectors, types of procedures, shifts).

totally
disagree

totally
agree

The way things work in this organization are a result of its history (e.g., policies of past administrators, practices introduced by past workers, public politics from past government).

totally
disagree

totally
agree

APÊNDICE C: Roteiro para entrevista através do método “questerview”

INTERVIEW QUESTIONS FOR QUESTIONNAIRE RESPONSE CLARIFICATION

1. Demographics

- A. Gender M F
B. Age _____
C. Role: RN ED TECH MD Attending MD Resident 1,2,3
D. Years of experience: _____
E. Formal training/education: BS AA Post Doc MS PhD

2. Questionnaire Response Clarifications

For the questions with higher scores (agree that certain characteristics are present in the work environment), the participant will be asked the following guiding questions as:

1. Can you provide examples?
2. How do you deal with this situation?
3. Does this characteristic employ a work around? Meaning, do you or have you developed a work-around to get the job done?
4. Can this be changed?
5. Can other people utilize this information? Or can the knowledge transfer?
6. How would a new (nurse/tech/resident) handle this?

APÊNDICE D: Correlação de Person's entre as variáveis

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22
Q1	1	,201*	-,036	,031	,156	,228*	,126	,160	,138	,136	,176	,108	,201*	,081	,309**	-,098	-,021	,088	,249**	,247**	,263**	,140
Q2	,201*	1	,401**	,401**	,374**	,091	,355**	,101	,438**	,330**	,050	,252**	,125	,225*	,132	,101	-,077	-,014	,064	,076	,044	,118
Q3	-,036	,401**	1	,591**	,518**	,084	,159	-,020	,301**	,334**	,072	,437**	,099	,232*	,054	,146	,177	-,067	,020	-,060	-,055	,067
Q4	,031	,401**	,591**	1	,400**	,041	,107	-,026	,181*	,191*	-,051	,332**	-,028	,072	-,079	,048	,165	-,162	-,012	-,140	-,162	-,064
Q5	,156	,374**	,518**	,400**	1	,269**	,273**	,097	,154	,398**	,186*	,338**	,216*	,306**	,149	,174	,096	-,03	,121	,070	-,022	,091
Q6	,228*	,091	,084	,041	,269**	1	,373**	-,007	,117	,183*	,283**	,134	,149	,259**	,485**	,160	-,032	,093	,335**	,146	,176	,171
Q7	,126	,355**	,159	,107	,273**	,373**	1	,035	,166	,131	,064	,158	,100	,222*	,267**	,260**	-,083	,169	,139	,146	,121	,272**
Q8	,160	,101	-,020	-,026	,097	-,007	,035	1	,273**	,167	-,051	-,137	,049	,108	,101	,142	-,169	,104	,283**	,423**	,278**	,084
Q9	,138	,438**	,301**	,181*	,154	,117	,166	,273**	1	,272**	,086	,207*	,057	,347**	,170	,333**	-,078	,220*	,276**	,108	,059	,217*
Q10	,136	,330**	,334**	,191*	,398**	,183*	,131	,167	,272**	1	,164	,057	,310**	,283**	,219*	,168	,023	-,087	,265**	,212*	,068	,083
Q11	,176	,050	,072	-,051	,186*	,283**	,064	-,051	,086	,164	1	,144	,14	,189*	,454**	,108	-,016	,327**	,252**	,097	,213*	,223*
Q12	,108	,252**	,437**	,332**	,338**	,134	,158	-,137	,207*	,057	,144	1	-,046	,126	,087	,188*	-,005	,052	-,113	-,243*	-,071	,125
Q13	,201*	,125	,099	-,028	,216*	,149	,100	,049	,057	,310**	,140	-,046	1	,532**	,209*	,189*	,108	,059	,266**	,197*	,029	,137
Q14	,081	,225*	,232*	,072	,306**	,259**	,222*	,108	,347**	,283**	,189*	,126	,532**	1	,325**	,400**	,069	,200*	,293**	,181*	,096	,216*
Q15	,309**	,132	,054	-,079	,149	,485**	,267**	,101	,170	,219*	,454**	,087	,209*	,325**	1	,186*	,022	,294**	,472**	,278**	,393**	,313**
Q16	-,098	,101	,146	,048	,174	,160	,260**	,142	,333**	,168	,108	,188*	,189*	,400**	,186*	1	,065	,319**	,372**	,233*	,130	,384**
Q17	-,021	-,077	,177	,165	,096	-,032	-,083	-,169	-,078	,023	-,016	-,005	,108	,069	,022	,065	1	,132	,091	,060	-,053	,058
Q18	,088	-,014	-,067	-,162	-,030	,093	,169	,104	,220*	-,087	,327**	,052	,059	,200*	,294**	,319**	,132	1	,144	,103	,174	,221*
Q19	,249**	,064	,020	-,012	,121	,335**	,139	,283**	,276**	,265**	,252**	-,113	,266**	,293**	,472**	,372**	,091	,144	1	,653**	,428**	,302**
Q20	,247**	,076	-,060	-,14	,070	,146	,146	,423**	,108	,212*	,097	-,243*	,197*	,181*	,278**	,233*	,060	,103	,653**	1	,651**	,272**
Q21	,263**	,044	-,055	-,161	-,021	,175	,121	,278**	,058	,068	,213*	-,071	,028	,096	,393**	,130	-,052	,173	,428**	,651**	1	,385**
Q22	,140	,117	,067	-,063	,091	,171	,272**	,084	,217*	,082	,223*	,124	,136	,216*	,313**	,384**	,058	,221*	,302**	,272**	,385**	1

* Correlação significativa para 0,05; ** Correlação significativa para 0,01

5. ARTIGO 4: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA COMPLEXIDADE DE SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS: O CASO DE UMA EMERGÊNCIA HOSPITALAR

Angela Weber Righi

Tarcísio Abreu Saurin

RESUMO: A complexidade de um sistema sócio-técnico (SST) se manifesta em diversas dimensões e intensidades, o que exige procedimentos sistemáticos para sua caracterização. Esse artigo propõe que essa caracterização seja conduzida nas seguintes etapas: (i) delimitação do SST; (ii) descrição dos quatro subsistemas do SST (social, técnico, organizacional, e ambiente externo); (iii) caracterização de quatro atributos de complexidade (grande número de elementos em interações dinâmicas, diversidade, variabilidade não antecipada, resiliência), com base em entrevistas, observações questionários e análise de documentos; (iv) análise da complexidade segundo dois critérios: as correlações estatísticas entre as categorias de características e as relações hipoteticamente estabelecidas entre as mesmas; (v) validação dos resultados junto a representantes do SST. A aplicação de tais etapas é ilustrada por meio do estudo de uma emergência hospitalar. A contribuição das etapas para a identificação de oportunidades de melhorias na gestão do SST, bem como as limitações do método usado, são discutidas com base nos resultados do caso estudado.

Palavras-chave: complexidade; sistemas sócio-técnicos complexos; emergências hospitalares.

5.1. INTRODUÇÃO

Os sistemas sócio-técnicos têm sido reconhecidos, por diversos estudos, como crescentemente complexos em função de fatores como organizações cada vez maiores, mais dependentes umas das outras e com tecnologias em contínua evolução (ELMARAGHY et al., 2012; HEYLIGHEN et al., 2007; CARAYON, 2006; RASMUSSEN, 1997). Em função disso, a expressão sistemas sócio-técnicos complexos (SSTC) vem sendo usada, especialmente no campo da ergonomia e fatores humanos, para designar um tipo específico de SST, que demanda abordagens gerenciais compatíveis com a sua natureza (DEKKER, 2012; DEKKER et al., 2011; WILSON, 2000).

Por sua vez, a gestão dos SSTC pode se beneficiar da compreensão das diferentes dimensões da complexidade (CHOI e CRAUSE, 2006). Diversos autores tem apresentado suas visões acerca de quais são as características fundamentais de um SSTC tais como PERROW, 1984; CILLIERS, 1998; WOODS e HOLLNAGEL, 2005; HEYLIGHEN et al., 2007). Entretanto, tais estudos possuem lacunas, como as seguintes: (i) as características de complexidade não costumam ser descritas com base em dados empíricos primários; (ii) as características não são quantificadas; (iii) não são exploradas as relações entre as características; (iv) não há uma estrutura de análise para verificar as implicações da descrição das características para a gestão dos SSTC (DEKKER, 2011; PAVARD et al., 2006 DUDGALE, 2006; CILLIERS, 1998). Além disso, os estudos apresentam diferenças significativas na quantidade e termos usados para designar as

características. A falta de consenso acerca das dimensões da complexidade de um SSTC cria dificuldades para o desenvolvimento de métodos para a caracterização do mesmo.

Assim, a caracterização excessivamente vaga e abstrata de um SSTC pode induzir ao uso de práticas e princípios incompatíveis com a sua real natureza (BLAKSTAD et al., 2010). Tendo em vista este contexto, a questão de pesquisa que norteia o presente artigo é: como caracterizar e analisar a complexidade em SST, visando contribuir para preencher as lacunas (i), (ii), (iii) e (iv) citadas no parágrafo anterior? Para responder a essa questão, procedimentos de caracterização de SSTC foram desenvolvidos e testados em uma emergência hospitalar, setor caracterizado em diversos estudos como altamente complexo (BRAITHWAITE et al., 2013; PERSON et al., 2013; NEMETH et al, 2011; STEPHENS et al., 2011).

5.2. DEFINIÇÃO DE COMPLEXIDADE ADOTADA NESTE TRABALHO

A dificuldade de conceitualização da palavra complexidade implica na utilização do termo de formas diversas, sem uma definição amplamente aceita (HOLLNAGEL e WOODS, 2005). De acordo com Walker et al. (2010), as definições de complexidade podem ser enquadradas em três categorias: (a) definição em termos de atributos, sendo que a multiplicidade (relacionada aos elementos em interação), o dinamismo (relacionada ao tempo e frequência dessas interações) e a incerteza (relacionada a dificuldade de estabelecer os estados finais das interações a partir das condições iniciais) seriam os principais representantes; (b) definição em termos quantitativos, com um valor específico caracterizando um sistema como complexo; (c) definição em termos dos fenômenos que emergem a partir das relações, caracterizando a complexidade como um estado intermediário entre a estabilidade e o caos.

Há também definições descritivas sucintas de complexidade que não são claramente vinculadas a nenhuma das três categorias citadas, embora alguns atributos sejam implicitamente mencionados. Por exemplo, Siemieniuch e Sinclair (2002) definem complexidade como as interações entre elementos da organização, que resultam em comportamentos imprevisíveis. Segundo Morin (1998), a complexidade decorre de interações entre um número muito grande de elementos, o que leva à ocorrência de fenômenos aleatórios. Essas definições de complexidade capturam apenas algumas das dimensões do conceito, relacionadas principalmente aos fenômenos emergentes.

A definição de complexidade adotada nesse trabalho, assim como em todos os demais que utilizam listas de características de SSTC (PERROW, 1984; CILLIERS, 1998; 2001; CHRISTOFFERSEN e WOODS, 1999; PAVARD, 2000; PAVARD e DUDGALE, 2000; KURTZ e SNOWDEN, 2003; SWEENEY, 2006; SIEMIENIUCH e SINCLAIR, 2006; CARAYON, 2006; JOHNSON,

2007; SNOWDEN e BOONE, 2007; ÈRDI, 2008; VESTERBY, 2008; SHEARD e MOSTASHARI, 2009; HOLLNAGEL, 2012), tratam da complexidade como um conceito multidimensional, alinhado a ideia de atributos, cuja existência é mais intensa em alguns contextos do que em outros.

Neste artigo são adotadas como referência as características de SSTC compiladas por Saurin e Sosa (2013), a partir de quatorze estudos alinhados a duas perspectivas de complexidades: (a) estudos que enfatizam a complexidade em sistemas sócio-técnicos, tendo como base questionar abordagens de gestão estabelecidas (por exemplo, PAGE, 2007; SWEENEY, 2006; KURTZ e SNOWDEN, 2003; PERROW, 1984) – a relevância desses estudos encontra-se no seu foco em SSTC, e não em outros tipos de sistemas, como ecológicos e biológicos; e, (b) estudos que enfatizam a complexidade do ponto de vista epistemológico, sugerindo-a como uma alternativa à visão científica newtoniana, caracterizada por atribuir demasiada importância ao reducionismo e a inequívocas relações causa-efeito (por exemplo, ÈRDI, 2008; VESTERBY, 2008; JOHNSON, 2007; CILLIERS, 1998) – a significância desses estudos ancora-se no seu nível de abstração da discussão, sendo útil em diferentes domínios e disciplinas científicas. As características são apresentadas na figura 1.

Características de complexidade	Aspectos principais
Grande número de elementos em interação	Grande número de elementos que interagem
	Interações dinâmicas, mudando com o tempo
	Muitos parâmetros de controle com interações potenciais
	Qualquer elemento influencia e é influenciado
Grande diversidade de elementos	Grande diversidade de elementos, como em termos de: níveis hierárquicos, unidades organizacionais, entradas e saídas
	Tipos diferentes de relações entre os elementos
Variabilidade inesperada	Interações não-lineares
	Fenômenos emergentes
	Incerteza em objetivos e métodos
	Desconhecidos ou não intencionais <i>feedback loops</i>
	Os elementos são ignorantes do comportamento do sistema como um todo
	Fontes de informação indiretas ou inferenciais
	Causa e efeito são apenas coerentes em retrospecto, não se repetem
	Acoplamentos apertados
Sistemas abertos	
Resiliência	Comportamento dos agentes é afetado pela memória ou <i>feedback</i>
	Auto-organização, sistemas complexos adaptar ao seu ambiente à medida que evoluem

Figura 1: Aspectos principais das características de complexidade (SAURIN e SOSA, 2013)

De acordo com Saurin e Sosa (2013) as características possuem relações entre si conforme ilustrado pela figura 2. No centro do mapa conceitual encontra-se a característica de *variabilidade inesperada*, uma consequência do *grande número de elementos que interagem*

dinamicamente, bem como da *diversidade* desses elementos. Os resultados dessas interações podem produzir fenômenos emergentes, ou seja, fenômenos que surgem a partir de interações entre os elementos, independentemente de qualquer controle central ou projeto. Fenômenos emergentes têm propriedades novas, que não existem em nenhum dos elementos que contribuíram para o seu surgimento (ÈRDI, 2008; JOHNSON, 2007; SWEENEY, 2006). Outro aspecto que contribui para a variabilidade inesperada são os *feedback loops* (causalidade circular), relacionados aos efeitos de uma ação que podem inesperadamente realimentar-se e, assim, desviar um processo de seus resultados esperados (ERDI, 2008; CILLIERS, 1998; PERROW, 1984).

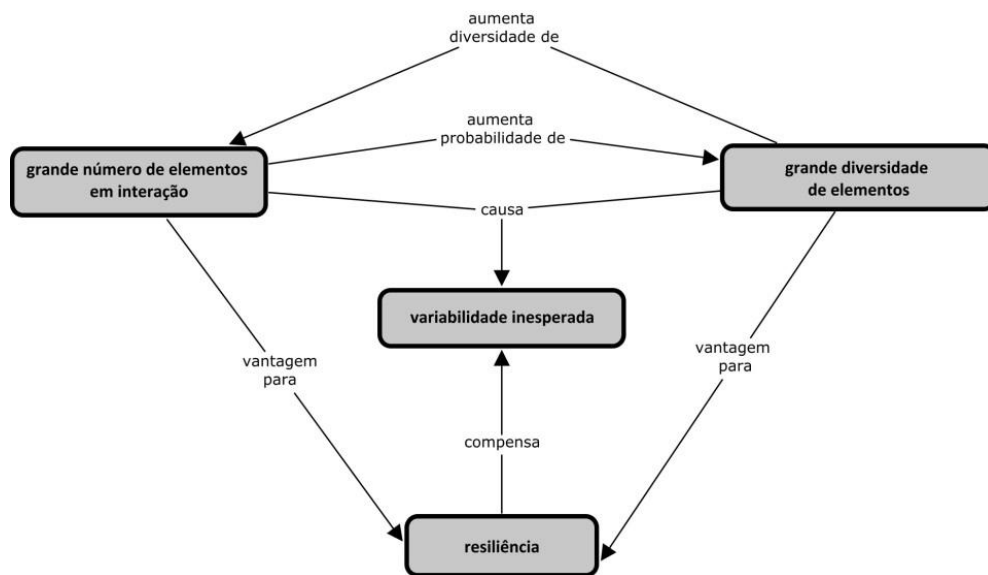


Figura 2: Relação entre as características de SSTC (SAURIN e SOSA, 2013)

Compensando a característica central de *variabilidade inesperada*, surge a característica *resiliência*. De fato, a resiliência implica no ajuste do desempenho e auto-organização para lidar com manifestações da variabilidade inesperada (DEKKER, 2012; HOLLNAGEL, 2012; HOLLNAGEL et al., 2011). As características de *grande número de elementos em interação* e *grande diversidade de elementos* desempenham também contribuem para a *resiliência*. Por exemplo, um número maior de elementos aumenta a probabilidade de redundâncias, bem como de auto-organização, devido às interações dinâmicas. Já a maior diversidade favorece a resiliência, na medida em que proporciona diferentes perspectivas e alternativas para orientar a tomada de decisão sobre o ajuste de desempenho e auto-organização (SAURIN et al., 2013). Cabe salientar que as relações citadas não foram validadas empiricamente por Saurin e Sosa (2013), e nem esses autores propuseram um método para viabilizar tal validação.

5.3. MÉTODO DE PESQUISA

5.3.1. Delineamento da pesquisa

Em resposta a questão de pesquisa, um estudo de caso foi conduzido em uma emergência hospitalar. O estudo de caso é uma estratégia adequada para o entendimento de fenômenos complexos, inseridos em contextos reais e contemporâneos (YIN, 2001). Dessa forma, a investigação da complexidade em uma emergência hospitalar está alinhada com essa estratégia de pesquisa.

O setor de emergência escolhido para o presente estudo faz parte de um hospital universitário, vinculado a uma universidade federal de grande porte na região sul do Brasil. Os critérios que guiaram a escolha de tal setor para a realização da pesquisa foram: (a) a já citada menção a emergências hospitalares como sistemas de alta complexidade segundo vários estudos (PERROW, 1984; DEKKER, 2005; WEARS et al., 2006), embora a revisão da literatura não tenha identificado nenhum estudo que descrevesse sistematicamente tais ambientes segundo atributos de SSTC e com base em dados empíricos primários; e, (b) o interesse da alta administração do hospital em trabalhos relacionados a melhorias de seus processos. Dentre os participantes da alta administração, o principal contato da equipe de pesquisadores foi a diretora da enfermagem do hospital, que facilitou o acesso aos sujeitos e dados necessários à pesquisa. Destaca-se que o estudo teve início somente após aprovação de seu projeto pelo Comitê de Ética em pesquisa do referido hospital.

Anteriormente ao início do estudo, ocorreram dois encontros entre os pesquisadores e a diretora citada. Primeiramente, foi realizada uma visita às instalações físicas da emergência, na qual, através de conversas informais e observações, foi possível reforçar o pressuposto inicial de que o setor era adequado aos objetivos dessa pesquisa. Na sequência, foram apresentados os objetivos do projeto, os procedimentos de coleta de dados, e os conceitos que estariam norteando a pesquisa.

A partir disso, as etapas para execução da pesquisa foram delineadas: (i) delimitação do SST; (ii) descrição do SST; (iii) caracterização da complexidade; (iv) análise da complexidade; (v) validação dos resultados. A figura 3 ilustra as relações entre as etapas propostas.

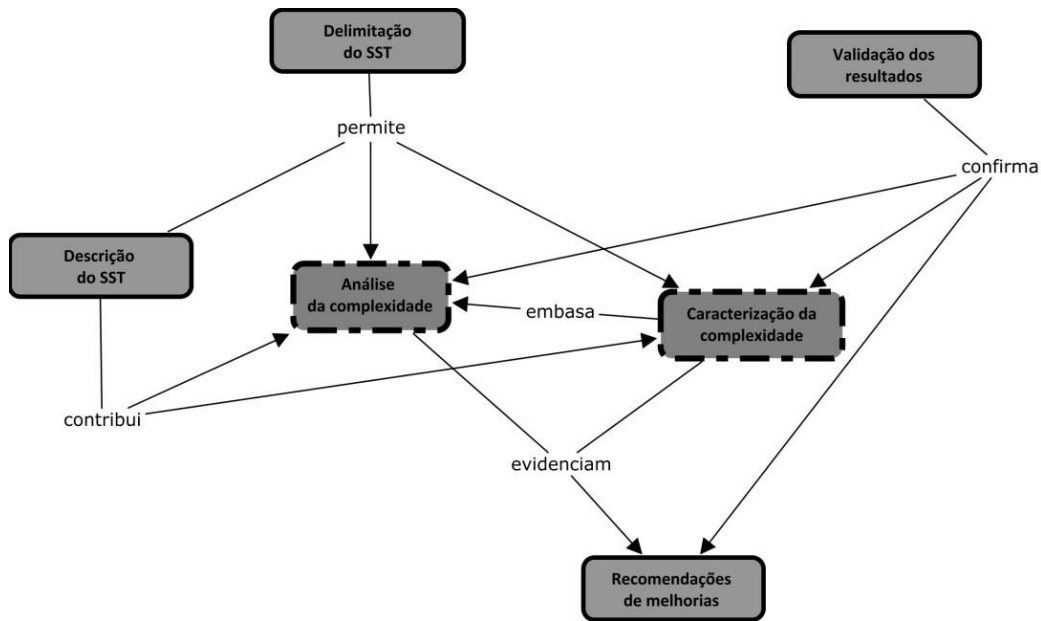


Figura 3: Etapas desenvolvidas na pesquisa

De modo geral, o sistema analisado contemplou as atividades realizadas por médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem da emergência adulto. As principais fontes de dados utilizadas foram: observações, entrevistas, análise de documentos e questionários. Esses recursos operacionalizaram a Análise Cognitiva da Tarefa (ACT), utilizada como referência para os procedimentos metodológicos adotados. Verifica-se a utilização da ACT em pesquisas voltadas a compreensão de como os profissionais interpretam suas situações de trabalho, como tomam suas decisões e como adaptam seu desempenho quando necessário, especialmente em ambientes complexos (DOLIF et al., 2011; SHARMA et al., 2010; COSTA et al., 2008).

5.3.2. Etapas desenvolvidas na pesquisa

5.3.2.1. Delimitação do SST

Por definição, a delimitação do SST a ser investigado deixa elementos fora do mesmo. Entretanto, conforme afirma Cilliers (2005), sem estabelecer limites seria necessário incorporar o universo nas análises, o que é humanamente impossível.

Uma vez que um SSTC é dinâmico, a delimitação com base nas funções que o sistema desempenha tende a ser mais útil do que a delimitação com base na estrutura do sistema e seus limites geográficos (HOLLNAGEL, 2012). De acordo com Hollnagel (2012), funções podem ser definidas como os meios necessários para alcançar um objetivo, as atividades, ou conjunto delas, necessárias para produzir um determinado resultado. Uma função descreve o que as pessoas, individual ou coletivamente, fazem no intuito de alcançar um objetivo.

Hollnagel e Woods (2005) apresentam outras recomendações para definir os limites do SST analisado: (a) certamente incluir funções que interferem na variabilidade dos *outputs* do sistema e podem ser controlados; (b) possivelmente incluir funções que não interferem na variabilidade do sistema, porém podem ser controladas; (c) certamente excluir funções que não interferem na variabilidade e não podem ser controladas.

Por meio de decisão conjunta entre os pesquisadores e representantes do hospital, foi decidido que o SST analisado contemplaria as funções realizadas por médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem da emergência adulto do hospital. Essas três categorias tem relação direta com a função principal a ser desempenhada pelo sistema: a assistência ao paciente.

Cabe ressaltar que dois principais elementos do ambiente externo, o restante do hospital ao qual a emergência pertence e a rede pública de assistência à saúde, apresentam importante influência no SST delimitado para análise. Contudo, a delimitação escolhida implica em não descrever a complexidade desses elementos, mas sim em reconhecer a necessidade de identificar as interações entre os mesmos e o SST delimitado.

5.3.2.2. Descrição do SST

Um ponto de partida para compreender a complexidade de um SST foi a descrição dos subsistemas que o compõem: (i) subsistema social, definido pelas pessoas que atuam nesse sistema; (ii) subsistema técnico, definido pelos artefatos que as pessoas usam para execução de suas atividades; (iii) subsistema organizacional, definido pelas rotinas; e, (iv) ambiente externo, formado pelos fatores políticos, culturais, educacionais, econômicos e legais externos ao SST, mas que influenciam os demais subsistemas.

A quantificação de determinados elementos do SST também foi realizada nessa etapa, cujos resultados forneceram subsídios para a etapa seguinte da pesquisa, relativa à caracterização da complexidade. Por exemplo, o número de pessoas e máquinas que compõem o sistema (dados úteis para descrever os subsistemas social e técnico, respectivamente) permitiu inferir sobre a ordem de grandeza da característica de complexidade *grande número de elementos em interações dinâmicas*.

5.3.2.3. Caracterização da complexidade

Conforme já mencionado, os atributos de SSTC adotados como referência neste trabalho são aqueles propostos por Saurin e Sosa (2013). Para subsidiar a caracterização, diversas evidências foram utilizadas, como por exemplo, práticas informais de trabalho, adaptações de procedimentos verificadas, estratégias de tomada de decisão utilizadas, situações imprevistas vivenciadas, entre outras.

As evidências foram obtidas por meio da triangulação de quatro técnicas principais de coleta de dados: entrevistas, observações, análise de documentos e questionários.

5.3.2.4. Análise da complexidade

A análise das características de complexidade teve ênfase em avaliar a existência das relações propostas por Saurin e Sosa (2013), já apresentadas na seção 2. Dessa forma, a estrutura de análise utilizada é composta pelas seguintes questões: (a) um grande número de elementos em interação aumenta a probabilidade de uma maior diversidade de elementos? (b) a maior diversidade aumenta a probabilidade de interações dinâmicas? (c) um grande número de elementos em interação e uma grande diversidade de elementos causam variabilidade inesperada? (d) um grande número de elementos em interação e uma grande diversidade de elementos auxiliam a resiliência? (e) a resiliência compensa a variabilidade inesperada?

A análise dessas questões permitiu inferir sobre os impactos positivos e negativos dessas relações para o sistema como um todo. Por exemplo, uma possível adaptação realizada pelos profissionais, que evidencia a presença da *resiliência* no sistema, contribuiu positivamente para compensar a *variabilidade inesperada*? Ou pode estar contribuindo de maneira negativa, aumentando ainda mais a *variabilidade inesperada*? Esse tipo de análise contribuiu para o entendimento das formas de manifestação da complexidade, assim como para discutir sua necessidade ou possibilidade de redução.

A caracterização e análise da complexidade, decorrentes da análise das relações entre os elementos, permitiram estabelecer recomendações focadas em: (a) encorajar a redução da complexidade desnecessária presente no sistema; (b) desenvolver a capacidade de resiliência e, (c) reduzir a variabilidade inesperada, na extensão possível.

5.3.2.5. Validação dos resultados

O processo de validação dos resultados contou com a participação dos representantes do sistema em análise. Ocorreram dois momentos formais de validação dos resultados pelos membros do setor estudado. A primeira oportunidade ocorreu em uma reunião realizada em julho de 2013, com aproximadamente duas horas de duração, envolvendo 3 representantes da equipe de pesquisa e 4 profissionais do hospital, 3 atuantes na emergência e a diretora da enfermagem. Nessa ocasião, foram apresentados os resultados parciais das análises, principalmente referentes aos dados obtidos a partir das ferramentas qualitativas de coleta de dados. Como resultado, houve uma aprovação dos representantes do hospital quanto aos resultados apresentados, indicando que uma interpretação adequada do sistema foi realizada.

Alguns aspectos que geravam dúvidas aos pesquisadores puderam ser esclarecidos, como, por exemplo, acerca do processo de acreditação hospitalar pelo qual o hospital vinha passando no período da pesquisa.

A segunda oportunidade para validação dos dados ocorreu em outubro de 2013, com a participação da mesma equipe de pesquisadores e cinco representantes do hospital, sendo que destes, 3 também participaram da reunião anterior. O objetivo desse encontro foi apresentar os resultados obtidos com a aplicação dos questionários, visando complementar a análise anterior. Nesse encontro, foram buscados esclarecimentos, principalmente, acerca daqueles pontos nos quais diferentes técnicas de coleta de dados apresentaram resultados divergentes (por exemplo, entre os resultados dos questionários e situações observadas).

Uma limitação das duas reuniões citadas refere-se ao pequeno número de profissionais da emergência participantes. Apesar de o convite ter sido estendido a todos os interessados, em nenhuma das reuniões houve a participação de profissionais médicos, fato que é consistente com uma dificuldade identificada em toda a pesquisa, o acesso aos profissionais dessa categoria. Deste modo, o pequeno número de representantes do sistema estudado limitou uma discussão mais ampla das análises realizadas, pois restringiu a diversidade de opiniões e perspectivas referente à pesquisa realizada.

5.3.3. Procedimentos de coleta de dados

5.3.3.1. Análise de Documentos

No setor estudado, todos os documentos referentes a procedimentos operacionais padronizados (POPs), organogramas, treinamentos, entre outros, ficam a disposição na intranet da instituição. Os pesquisadores responsáveis pela coleta dos dados tiveram acesso à intranet, com um login que permitia visualizar alguns desses documentos, que foram consultados objetivando auxiliar na descrição do SST e na caracterização da complexidade. Por exemplo, para análise da característica de *resiliência*, o conhecimento dos POP's era de fundamental importância, pois permitia verificar se as atividades realizadas apresentavam diferenças com relação aos procedimentos prescritos.

Os principais documentos analisados foram: organograma; política do hospital; planos de ação do hospital; planos de cargos e salários do hospital; manual de rotinas médicas; planos de área; procedimentos assistenciais (POP's); protocolos assistenciais; matriz de capacitação; manual da acreditação hospitalar. Cabe ressaltar que parte dos documentos não aborda exclusivamente o setor de emergência, pois são direcionados a todas as atividades do hospital. Por exemplo, os POP's que orientam os procedimentos assistenciais estão relacionados às

atividades desenvolvidas em todo o hospital. De forma semelhante, a política e o plano para gerenciamento de risco também é destinado a toda instituição.

5.3.3.2. Observações

A técnica de observação não participante foi utilizada pelos pesquisadores durante a coleta de dados, ou seja, os observadores não interferiram na execução das atividades, não influenciando nos acontecimentos observados. A observação permite verificar, na prática, a veracidade de algumas informações obtidas com outras técnicas de coleta de dados, além de permitir a identificação de comportamentos não intencionais ou inconscientes e explorar tópicos que os informantes não se sentem à vontade para discutir (LAVILLE e DIONNE, 1999).

Essas observações ocorreram durante um período de seis meses (abril a outubro de 2013), totalizando aproximadamente 107 horas (cerca de 40 visitas, distribuídas em todos os turnos de trabalho), nas dependências da emergência. As observações tinham ênfase nas atividades realizadas pelos profissionais e nas interações sociais e técnicas decorrentes destas, como, por exemplo, trocas de informações entre funcionários, operação de equipamentos necessários para execução dos procedimentos e as estratégias utilizadas para realização do trabalho. Em alguns momentos, a pesquisadora tinha conversas informais com os funcionários no intuito de compreender as situações vivenciadas e entender, sob o ponto de vista do profissional, porque a situação foi conduzida de tal maneira.

As observações foram registradas em um diário de campo, organizado segundo a data, processos observados e *insights* associados às questões de pesquisa. As observações também foram úteis para a ambientação dos pesquisadores ao contexto da pesquisa, visto que o ambiente hospitalar e, mais especificamente, a emergência, é um local com peculiaridades mesmo para profissionais com formação na área da saúde, mas que não trabalham diretamente no setor. Outro ponto positivo decorrente das observações e das frequentes visitas foi a construção de uma relação social entre os profissionais e a pesquisadora, o que facilitou a aplicação das demais técnicas de coleta de dados utilizadas no estudo.

5.3.3.3. Questionário

No intuito de capturar a percepção dos respondentes quanto à presença das características de complexidade, foi elaborado um questionário (apêndice A) com 23 questões. Dessas, 22 questões estão relacionadas às quatro categorias de características identificadas por Saurin e Sosa (2013) e uma questão final visa captar a percepção de complexidade do trabalho como um todo. O objetivo de inserir essa questão foi possibilitar que, com uso de análises estatísticas multivariadas, fossem identificadas quais das outras 22 questões estavam

contribuindo para a percepção geral de complexidade. Essa relação pode ser estabelecida a partir da realização de uma análise de regressão linear (HAIR Jr. et al., 2009).

O questionário utilizado foi submetido a um teste piloto, realizado também no setor de emergência de um hospital universitário (RIGHI et al., 2014). Nesse teste, o questionário foi aplicado a 120 respondentes (médicos, residentes médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem), visando verificar percepções acerca da presença das quatro categorias de características propostas. Como resultado, algumas questões tiveram suas redações alteradas, visando facilitar a compreensão das mesmas pelos respondentes e a questão destinada à percepção geral de complexidade foi inserida.

O apêndice B apresenta as questões e as respectivas associações com as características de SSTC. As questões estão distribuídas da seguinte forma entre as 4 características de complexidade: (i) *grande número de elementos que interagem dinamicamente* – 5 questões; (ii) *grande diversidade de elementos* – 3 questões; (iii) *variabilidade inesperada* – 10 questões; (iv) *resiliência* – 4 questões. O maior número de questões associado à variabilidade inesperada decorre da natureza dessa característica, que emerge a partir de várias fontes de incerteza.

Após a leitura de cada questão, os respondentes deveriam assinalar, em uma linha contínua de 15 cm, o quanto concordavam com a afirmação descrita. Essa linha apresentava em seus dois extremos as âncoras “discordo totalmente” e “concordo totalmente”. Quanto mais próximo de 15 o valor obtido no questionário, mais o respondente concordava com o enunciado e, conseqüentemente, com a presença da característica no setor. A figura 4 exemplifica o formato das questões utilizadas na pesquisa. Cabe ressaltar que, nem sempre uma maior concordância com a questão, o que reflete maior presença daquela característica, implica em uma maior complexidade no ambiente. Esse fato é verificado somente na questão relacionada a folgas no ambiente de trabalho, na qual o enunciado questiona a possibilidade de contar com recursos alternativos em momentos de demanda elevada (profissionais, equipamentos, medicações). Nesse caso, uma maior discordância com a afirmação reflete uma maior complexidade nesse ambiente. Justifica-se o uso desse formato nessa questão pela preocupação em evitar uso de frases negativas no questionário, o que poderia dificultar a compreensão das mesmas pelos respondentes.

Situações imprevistas ocorrem com frequência durante a realização das minhas atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Figura 4: Exemplo de questão utilizada

A estratégia utilizada para aplicação do questionário diferiu de acordo com a categoria profissional respondente. Para o grupo da enfermagem (técnicos de enfermagem e enfermeiros) o questionário foi aplicado em quatro momentos: (a) reunião do grupo da enfermagem do turno da manhã; (b) reunião somente dos enfermeiros de todos os turnos; (c) durante a troca de turno do grupo de enfermagem da tarde e da noite em dois dias distintos. Nos momentos (a) e (b), o questionário foi preenchido e recolhido no início da reunião, sendo que essas atividades consumiram cerca de 30 minutos, com a participação da pesquisadora. Já no momento (c), o questionário foi entregue no início do turno ao enfermeiro responsável por uma das unidades naquele turno para posterior distribuição entre os respondentes conforme disponibilidade de tempo durante o plantão, sendo entregues até o final do mesmo para o enfermeiro responsável. A escolha do enfermeiro responsável para entrega e recolhimento dos questionários foi realizada pela pesquisadora com o apoio da chefe da enfermagem da emergência.

Para os profissionais médicos, o questionário foi entregue pela pesquisadora que abordou individualmente os médicos de plantão no turno, convidando-os a participar da pesquisa. Os médicos foram informados que poderiam entregar os questionários diretamente aos pesquisadores ou depositarem os mesmos em uma caixa de coleta localizada junto à sala de enfermagem. Essas abordagens foram realizadas em quatro dias distintos, nos três turnos de atividade, visando contemplar um número significativo de profissionais, guiando-se pela escala dos plantões disponibilizada junto a um dos murais da emergência. O tempo médio para preenchimento do questionário foi de 15 minutos.

Como resultado da estratégia adotada, foi obtido um retorno de 100 questionários, dentre 200 que foram entregues. Entretanto, conforme os critérios estabelecidos para considerar válidos os questionários, a amostra final contou 79 questionários. Foram considerados válidos, os questionários que: (a) tinham mais de 90% das questões respondidas; e, (b) tinham menos de 30% das respostas sinalizadas nos extremos da escala. A figura 5 apresenta um panorama geral dos questionários considerados válidos para a amostra.

Profissional	Nº de profissionais	Nº de respondentes	Nº de respondentes válidos	Idade média*	Tempo médio de serviço na emergência*
Téc. Enfermagem	118	45	30	44	9,3
Enfermeiros	40	34	29	38	6,5
Médicos	82	21	20	45	6,0
Total	240	100	79	42	7,4

Figura 5: Informações gerais dos respondentes válidos

*referência: anos

A análise dos resultados dos questionários ocorreu em etapas distintas, conforme apresentado na figura 6. O alpha de Cronbach se mostrou satisfatório, seja para o conjunto de dados como um todo (0,841), quanto para os dados agrupados por categorias profissionais, com valores sempre superiores a 0,6.

Técnica análise de dados	Descrição
Cálculo do Alpha de Cronbach	<ul style="list-style-type: none"> - determina a consistência interna do questionário, indicando se a escala foi compreendida e se os dados são minimamente confiáveis, a partir da avaliação da variabilidade das respostas obtidas (HAIR Jr. et al, 2009); - um valor mínimo de 0,6 corresponde a uma satisfatória consistência interna (HAIR et al., 2009); - essa análise foi realizada para o total de respondentes e para o conjunto de respostas obtidas pelos respondentes de cada categoria profissional.
Cálculo de estatísticas descritivas (média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação)	<ul style="list-style-type: none"> - utilizado para analisar a concordância dos respondentes com as questões propostas, refletindo as percepções dos mesmos com relação aos objetos do estudo; - valores com variação de 0 a 15, sendo valores crescentes refletindo uma maior concordância às afirmações.
Cálculo do Coeficiente de correlação de Pearson	<ul style="list-style-type: none"> - o coeficiente de correlação de Person, indica a grau e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias, podendo assumir valores entre -1 e 1 (HAIR et al., 2009); - valores de: (i) 0 a 0,3 indicam fraca correlação; (ii) 0,3 a 0,7, positivo ou negativo, indicam correlação moderada; e, (iii) acima de 0,7 indicam forte correlação (HAIR et al., 2009); - utilizado para verificar a correlação entre as questões de três maneiras: (i) de todas variáveis pesquisadas entre si; (ii) das variáveis pertencentes a cada característica entre si; e, (iii) das médias obtidas junto aos grupos de variáveis representantes de cada característica, indicando a correlação entre as quatro características adotadas.
Cálculo da Análise de Regressão Linear	<ul style="list-style-type: none"> - processo estatístico para analisar relações associativas entre uma variável dependente métrica e uma ou mais variáveis independentes/explicativas (MALHOTRA, 2006); - objetivo das variáveis independentes/explicativas é estimar ou prever o valor médio da variável dependente, em termos dos valores conhecidos ou fixos (FAVERÓ et al., 2009); - análise de regressão por etapas ou <i>stepwise</i> é o procedimento que se adiciona em cada etapa da análise mais uma variável independente/explicativa, recalculando-se a cada passo o termo constante, os coeficientes de regressão parcial (Betas) e o erro padrão de estimação (μ) (FAVERÓ et al., 2009). - modelo <i>stepwise</i> elimina todas as variáveis que apresentam um Beta não significativo ao nível de confiança de 95%. Assim, a primeira variável explicativa incluída é aquela com maior grau de associação com a variável dependente (MALHOTRA, 2006); - utilizado para verificar quais das 22 questões referentes às características de complexidade (variáveis explicativas) apresentam maior grau de associação com a questão relacionada a complexidade geral do ambiente (variável dependente).

Figura 6: Técnicas de análise de dados aplicadas na análise dos questionários

5.3.3.4. Entrevistas

Ao todo, foram realizadas 13 entrevistas com profissionais, somando aproximadamente 16 horas de gravação, autorizadas pelos participantes por meio da assinatura de um termo de consentimento (apêndice C), durante cinco meses (de abril a agosto de 2013), conforme figura 7. Os critérios utilizados para escolha dos participantes foram: (i) representar diferentes categorias de profissionais pertencentes ao SST delimitado para análise; (ii) disponibilidade de tempo para as entrevistas; (iii) *expertise* reconhecida pela chefe de enfermagem da emergência, principal contato operacional dos pesquisadores. Algumas entrevistas, devido ao tempo restrito para participação dos profissionais, foram realizadas em dois dias diferentes. Todas as entrevistas foram transcritas para posterior análise de conteúdo.

Ent.	Formação	Perfil do entrevistado (idade, tempo de formação, tempo de atuação na emergência)	Duração da entrevista
1	Téc. enfermagem	39 anos, 15 anos, 13 anos	3h20min
2	Enfermeiro	62 anos, 38 anos, 8 anos	1h20min
3	Enfermeiro	39 anos, 13 anos, 11 anos	1h45min
4	Téc. enfermagem	27 anos, 8 anos, 2 anos	25min
5	Téc. enfermagem	32 anos, 12 anos, 2 anos	58min
6	Enfermeiro	30 anos, 8 anos, 2 anos	40min
7	Téc. enfermagem	36 anos, 15 anos, 2 anos	40min
8	Médico	40 anos, 16 anos, 1 ano	1h40min
9	Médico	42 anos, 18 anos, 8 anos	58min
10	Enfermeiro	31 anos, 8 anos, 2 anos	1h10min
11	Téc. enfermagem	53 anos, 20 anos, 8 anos	40min
12	Médico	49 anos, 24 anos, 2 anos	50min
13	Enfermeiro	27 anos, 8 anos, 2 anos	1h05min

Figura 7: Profissionais entrevistados e duração das entrevistas

As entrevistas realizadas podem ser caracterizadas como semi-estruturadas. Entrevistas desse tipo possuem um roteiro de perguntas, que permite ao entrevistado discorrer sobre o tema proposto, sem respostas ou condições pré-fixadas pelo pesquisador (MINAYO, 1992). O roteiro (apêndice D) segmentou a entrevista em duas etapas. Na primeira etapa, com 9 questões, o entrevistado era solicitado a descrever o seu trabalho, incluindo a descrição dos treinamentos existentes, procedimentos operacionais padronizados adotados e adaptações que eram frequentemente necessárias. Algumas questões utilizadas na busca dessas informações foram: (a) *Fale sobre o seu trabalho;* (b) *Existem procedimentos a serem seguidos? São seguidos?* (c) *São realizadas adaptações? Exemplo.*

Na segunda etapa, a entrevista era baseada no Método das Decisões Críticas (MDC), uma ferramenta de ACT comumente utilizada para analisar atividades com demanda cognitiva substancial. Conforme Crandall et al. (2006), o MDC é composto de quatro etapas:

identificação de um evento considerado desafiador pelo entrevistado; elaboração de uma linha do tempo sobre esse evento pelo entrevistado e entrevistador; aprofundamento do evento escolhido visando sanar possíveis dúvidas; e, por fim, a etapa “e se”, que consiste em questionamentos sobre possíveis decisões e atitudes diferentes das utilizadas na resolução do evento.

Entretanto, devido ao setor de emergência ter uma grande frequência de eventos desafiadores, nos quais os profissionais estão sujeitos à grande carga de trabalho, a escolha de somente um evento pelos entrevistados se revelou difícil. Dessa forma, a estratégia adotada pelos pesquisadores foi de, caso essa dificuldade surgisse, solicitar o relato de vários eventos marcantes lembrados pelos trabalhadores, instigando a discussão das estratégias e habilidades utilizadas na resolução dos mesmos. Assim, no presente estudo, a aplicação das quatro etapas do MDC ocorreu em 7 das 13 entrevistas. Nas demais, o MDC foi adaptado nas seguintes etapas: relato de vários eventos; aprofundamento de alguns eventos considerados marcantes; e, etapa do “se”. Fato semelhante ocorreu em estudos realizados anteriormente pelos pesquisadores, também em atividades de atendimentos emergenciais, levando a necessidade de adaptação do MDC para todas as entrevistas realizadas naquele estudo. (RIGHI et al., 2012).

Todas as entrevistas foram analisadas por meio da técnica que análise de conteúdo (BARDIN, 1977), que permite a identificação de palavras, expressões ou sentenças cujo significado esteja relacionado com o objeto em estudo. Sendo assim, para cada transcrição, a pesquisadora responsável pela análise dos dados identificou sessões no texto associadas às quatro características de complexidade adotadas nessa pesquisa.

5.4. RESULTADOS

5.4.1. Descrição do SST

O referido setor caracteriza-se pelo atendimento de urgência e emergência em quatro especialidades: clínica geral, cirurgia geral, ginecologia e pediatria, atendendo, em média, 150 consultas médicas diariamente. Entretanto, o número de pacientes recebidos pelo setor é maior do que o número de consultas realizadas, pois uma parte desses pacientes, aqueles não caracterizados como urgência e emergência, não realiza consultas médicas no local, e são encaminhados para outras unidades do sistema de saúde. Cabe ressaltar a diferença entre atendimentos de urgência e emergência, relacionada à gravidade do caso e à necessidade de atendimento imediato ou não. Urgência é quando há uma situação que não pode ser adiada, que deve ser resolvida rapidamente, pois se houver demora, corre-se o risco de morte. Já emergência é quando há uma situação crítica, com ocorrência de perigo, que deve ser atendida imediatamente (CREMESP, 2000).

5.4.1.1. Subsistema social

Doze categorias profissionais participam da assistência ao paciente no serviço de emergência, totalizando 263 pessoas. Entretanto, considerando apenas os profissionais relacionados à assistência na emergência adulto há um total de 240 pessoas, contratadas mediante concurso público, que compõem o quadro fixo de funcionários (118 técnicos de enfermagem; 40 enfermeiros; e, 82 médicos). Há ainda um número considerável de acadêmicos que colaboram nas atividades de assistência, sendo 17 doutorandos (estudantes dos últimos semestres do curso de medicina, que realizam estágio obrigatório), 8 residentes médicos (profissionais formados que realizam especialização em alguma área médica no hospital, também em estágio obrigatório no setor), 4 estudantes de enfermagem e 2 residentes da enfermagem.

Profissionais de outras categorias também atuam no cuidado do paciente, como: assistente social (5); fisioterapeuta (2); farmacêutico (1); e, psicólogo (1). Profissionais responsáveis pela realização de exames como raio-X e ecografia, locados dentro da emergência, também fazem parte da força de trabalho.

Dessa forma, percebe-se que um número considerável de profissionais, além daqueles diretamente envolvidos na pesquisa, compõem o subsistema social, visto sua estreita relação com as categorias pesquisadas e no funcionamento do sistema, sendo necessária sua descrição. Esses elementos do subsistema social também podem ser considerados como elementos externos que interagem com o sistema delimitado para análise.

5.4.1.2. Subsistema tecnológico

Um sistema informatizado é utilizado para a gestão. Informações relativas ao paciente, como o seu cadastro, prontuário, resultados de exames, e histórico na emergência e no hospital, estão disponíveis nesse sistema. As únicas informações registradas em cópia física são os resultados das medições de sinais vitais e as prescrições de medicamentos acompanhadas dos respectivos registros de administração, que não são repassadas ao prontuário eletrônico do paciente. O preenchimento de tais registros em meio físico é de responsabilidade dos técnicos de enfermagem.

Todos os profissionais tem acesso ao sistema informatizado e, dependendo da categoria, há restrições para o acesso e atualização de determinadas informações. Por exemplo, os médicos tem acesso a todos os dados, bem como podem atualizar informações referentes a exames solicitados, medicações prescritas e evolução do tratamento. Os enfermeiros tem acesso ao prontuário do paciente e resultados de exames, bem como inserem informações referentes à evolução diária do paciente que fica nas unidades de

observação. Já os técnicos de enfermagem não tem acesso ao prontuário e não podem inserir informações. O seu acesso permite somente verificar informações básicas do paciente, sendo necessário consultar o enfermeiro ou médico para maiores informações.

Equipamentos destinados à assistência ao paciente compõem o subsistema técnico, como por exemplo, medidores de sinais vitais, monitores cardíacos, bombas de infusão e ventiladores mecânicos, entre muitos outros. Também, equipamentos para apoiar o trabalho como um todo são verificados, como computadores distribuídos em todas as unidades de assistência, assim como telefones.

5.4.1.3. Subsistema organizacional

A capacidade física acordada junto à secretária de saúde é de 41 leitos adultos, recebendo pacientes que chegam através do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) ou procuram diretamente o setor, caracterizando a chamada “demanda espontânea”. Fisicamente, a área da emergência está dividida da seguinte forma: uma área para recepção dos pacientes; uma área para avaliação e classificação de risco; dois boxes para estabilização de pacientes; unidade pediátrica, e quatro áreas destinadas à assistência ao paciente, denominadas unidades de observação (área “A”, área “B”, área “C”, área “D”), conforme figura 8. Entre as diferentes áreas de assistência ilustradas na figura 8, existem espaços utilizados de forma compartilhada pelos pacientes e profissionais, a saber: 5 consultórios; 2 salas de prescrição; sala de coleta, para exames; sala para exames de imagem (raio-x e ecografia).

A recepção (locada no espaço destacado como área “A” na figura 8) é a porta de entrada para os pacientes advindos através de demanda espontânea. Dois funcionários administrativos realizam o cadastro do paciente no sistema informatizado e emitem o boletim virtual, que fica disponível no sistema e no qual serão inseridas as informações sobre o atendimento do paciente, ao longo de toda a sua permanência no setor. A partir disso, o paciente deve aguardar o seu encaminhamento para a área de classificação de risco. Quando o paciente chega em situação de emergência, o cadastro é feito posteriormente, pois o encaminhamento ocorre diretamente para os boxes de estabilização.



Figura 8: Planta baixa da emergência identificando as grandes áreas de atendimento

Fonte: Adaptado de manual de rotinas médicas (disponibilizado para a pesquisa)

* As áreas sem demarcação correspondem a espaços compartilhados entre funcionários e pacientes de toda emergência (por exemplo, sala de exames, sala de prescrição médica, banheiros, cozinha, almoxarifado).

Ao passar para a classificação de risco, o paciente aguarda a chamada do técnico de enfermagem que irá realizar a verificação dos sinais vitais e outros parâmetros, como glicemia e saturação do sangue, inserindo as informações no boletim de atendimento do paciente via sistema. Com essa verificação realizada, o paciente aguarda o chamado do enfermeiro para realização da classificação de risco (também denominada triagem) que irá determinar a sequência do seu atendimento na emergência. Para tal classificação, a emergência utiliza o Protocolo de Manchester (MACKWAY-JONES et al., 2006), que classifica o paciente em cinco cores de acordo com a gravidade dos sintomas. Cabe ressaltar que as cores utilizadas no Protocolo de Manchester para a classificação dos pacientes não possuem relação com as cores atribuídas às áreas na figura 8. A figura 9 apresenta o encaminhamento padrão dado ao paciente, dependendo da sua classificação, após a triagem, orientando o fluxo aos consultórios médicos.

Classificação	Desfecho padrão
Azul	Pacientes são encaminhados para postos de saúde da região, devidamente referenciados, ou seja, tem garantia de atendimento nesses locais, pois possuem um encaminhamento de outra unidade de saúde, conforme acordo prévio entre ambas. Isso ocorre porque a situação não se caracteriza como urgência ou emergência, podendo ser realizado em outras esferas da saúde pública.
Verde	
Amarelo	Pacientes são encaminhados para consultas junto aos médicos, agendadas de 15 em 15 minutos para cada especialidade – totalizando 4 consultas por hora.
Laranja	Pacientes são atendidos assim que possível (a meta é em até 10 min), em diferentes espaços, dependendo do caso: pacientes clínicos, no box de urgência de uma das unidades de observação; e pacientes da ginecologia ou da cirurgia, nos consultórios pelas equipes dessas especialidades em atividade no turno.
Vermelho	Pacientes são deslocados imediatamente para o box da unidade da emergência preparado para atendimentos desse padrão, que conta com os equipamentos para parada cardiorrespiratória e equipamentos destinados a monitorização.

Figura 9: Desfecho padrão dos pacientes conforme a sua classificação de risco

Após a consulta inicial com o médico (o que ocorre apenas para os pacientes classificados como amarelo, laranja e vermelho), o paciente pode receber a alta imediata ou ser destinado para uma das quatro áreas de observação, dependendo do seu caso. Nessas áreas, o paciente realiza algum tratamento (por exemplo, administração de medicamentos) ou aguarda resultado de exames que auxiliarão no seu diagnóstico. Se for necessária uma internação, o paciente pode permanecer na emergência aguardando leito disponível no próprio hospital ou em outros hospitais da rede de saúde. A figura 10 apresenta a descrição de cada uma das quatro áreas de observação.

Existe, ainda, outro prédio de propriedade da mesma instituição hospitalar, localizado à cerca de 3 km da mesma, denominado pelos profissionais da mesma como "retaguarda da emergência", no qual pacientes considerados menos graves são convidados a se transferirem, caso seja necessário aguardar leito em hospitais ou realizar breve tratamento. Esse prédio possui 30 leitos e conta com as mesmas assistências realizadas nas unidades de observação da emergência, realizadas por profissionais vinculados a mesma, sob o mesmo regime de trabalho. Cabe ressaltar, entretanto, que esses elementos não fazem parte do sistema analisado na presente pesquisa.

Os turnos de trabalho variam em termos de carga horária e horários de início e término conforme a categoria profissional. Os médicos apresentam turnos de 6 horas (diurnos) e 12 horas (noturnos), iniciando às 8, 14 e 20 horas. A escala é programada para contar com 10 médicos no turno diurno e 8 no turno noturno. Nos finais de semana o número de profissionais é menor, com 8 médicos durante o dia e 5 durante a noite. Cabe lembrar que, além dos médicos, os residentes e doutorandos também atuam em todos os turnos. Para os profissionais da enfermagem, técnicos e enfermeiros, os turnos também são de 6 horas (diurnos) e 12 horas (noturnos), porém iniciando às 7, 13 e 19 horas. Um turno intermediário, das 19h até 01h é realizado na área "B".

Área	Descrição	Nº de leitos	Profissionais atuantes	Estrutura física
"A"	- destinado a pacientes que necessitam ficar em observação para investigação, tratamento ou reavaliação, sem maiores sinais de instabilidade, com condições de caminhar e permanecer sentados; - espera-se que a definição diagnóstica e terapêutica desse paciente seja em até 12 horas.	30 cadeiras	- 2 médicos turno diurno - à noite; - 1 enfermeiro turno diurno/noturno; - 3 técnicos de enfermagem turno diurno e 2 técnicos turno noturno e finais de semana.	- sala da área "A" (espaço das cadeiras; posto enfermagem; sala coleta; sala expurgo);
"B"	- destinado a pacientes que necessitem ficar em observação para investigação, tratamento ou reavaliação, considerados com risco intermediário pela equipe médica, com sinais de instabilidade hemodinâmica e sem condições de permanecer sentados; - espera-se que a definição diagnóstica e terapêutica desse paciente seja em até 24 horas.	30 macas	- 4 equipes médicas turno diurno - à noite sem divisão de áreas; - 2 enfermeiros turno diurno e 1 enfermeiro turno noturno e finais de semana; - 7 técnicos de enfermagem turno diurno/noturno.	- sala da área "B" (espaço das macas; posto enfermagem; espaço para consultas ao sistema); - 1 box para estabilização; - 1 box para isolamento; - 1 sala de procedimentos.
"C"	- destinado aos pacientes já estabilizados, em conclusão terapêutica e/ou aguardando leito.	28 camas	- 2 equipes médicas turno diurno - à noite sem divisão de áreas; - 1 enfermeiro turno diurno/noturno; - 5 técnicos de enfermagem turno diurno/noturno.	- sala da "C" (espaço das camas; posto enfermagem); - 3 boxes para isolamento.
"D"	- destinado aos pacientes instáveis da emergência, que necessitam de monitores multi-parâmetro e possibilidade de ventilação mecânica - casos mais graves da emergência.	09 camas	- 2 médicos turno diurno - à noite sem divisão de áreas; - 1 enfermeiro turno diurno/noturno; - 3 técnicos de enfermagem turno diurno/noturno.	- sala "D" (espaço das camas; posto enfermagem; espaço para prescrição e análise de casos); - 1 box para estabilização.

Figura 10: Configuração das quatro áreas de observação da emergência

5.4.1.4. Subsistema ambiente externo

A emergência analisada faz parte de um sistema maior, representado pelo hospital como um todo que possui cerca de 6000 funcionários (ambulatório, centro cirúrgico, setores para internação nas especialidades médicas), e ainda pelo sistema de saúde pública, que conta com diferentes portas de entrada para o paciente, tais como postos de saúde, unidade de pronto atendimento, programa de saúde da família. Todos esses elementos externos apresentam relação com a emergência, influenciando a sua demanda de trabalho e impactando na gestão do setor e nas atividades de assistência. Um exemplo dessa relação pode ser ilustrado com o processo de acreditação hospitalar pela *Joint Commission*

International (JCI), obtido em dezembro de 2013. Essa acreditação exige um processo de avaliação externa, baseado em 1220 critérios descritos em 14 capítulos de um manual de avaliação, relacionados principalmente a aspectos de segurança do paciente (por exemplo, identificação do paciente; identificação e controle de medicamentos; higiene das mãos). A JCI é esfera internacional da *Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO)*, que acreditou cerca de 240 instituições de saúde em 15 países, sendo 11 hospitais no Brasil. O hospital estudado foi o primeiro hospital público do Brasil a obter a acreditação da JCI.

A busca por tais certificações decorre da percepção de que pacientes de serviços de saúde estão sujeitos a eventos adversos, decorrentes de falhas humanas e de equipamentos, em instituições hospitalares do mundo todo (HCPA, 2013). Uma estratégia adotada para aperfeiçoar os processos de cuidado ao paciente é criar uma cultura de segurança por meio da utilização de padrões e a sua auditoria. O processo ocorre em duas fases distintas: (a) 1ª fase - preparação e avaliação diagnóstica do hospital: etapa preparatória, coordenada pelo Consórcio Brasileiro de Acreditação (CBA), instituição credenciada pela JCI no Brasil. O hospital fez sua avaliação diagnóstica em novembro de 2009, quando alcançou 53% de conformidade com os padrões da JCI; e, (b) 2ª fase - avaliação por uma equipe internacional da JCI: deve ser feita quando o hospital compreender que atende pelo menos 90% dos critérios da JCI. No referido hospital, esta etapa foi realizada entre junho e novembro de 2013. Uma vez obtida, a acreditação tem validade de três anos.

Outro exemplo relacionado à influência dos elementos externos é a demanda elevada de pacientes, caracterizada, com frequência, como um estado de superlotação. A emergência analisada trabalha com aproximadamente, em média, o triplo da sua capacidade oficial de acomodação de pacientes, o que significa uma média de 130 pacientes diários, em uma estrutura física e organizacional preparada para atender aproximadamente 50 pacientes. A superlotação em emergências é um problema comum no mundo todo (DERLET et al., 2001; PERRY et al., 2008; MILLER e XIÃO, 2007; HOLLNAGEL, 2013).

5.4.2. Caracterização da complexidade

5.4.2.1. Grande número de elementos em interações dinâmicas

A tabela 1 apresenta a percepção dos respondentes referente à presença da característica *grande número de elementos em interações dinâmicas*. As três questões relacionadas a essa característica obtiveram valores acima de 7,5, indicando uma concordância dos respondentes com as afirmações propostas. O enunciado relacionado ao elevado número de elementos que interagem para a execução das atividades foi o que obteve maior média nas três categorias profissionais (téc. enfermagem: M=10,36; enfermeiros: M=10,99; médicos:

M=13,01). Isso é condizente com a descrição dos subsistemas do SST apresentada na seção anterior. De fato, apenas considerando pacientes e funcionários, em um determinado turno, aproximadamente 206 pessoas interagem no SST analisado.

Nota-se também um aumento da percepção de complexidade para todas as questões referentes a essa característica conforme os níveis de atuação profissional, aumentando gradualmente de técnicos para enfermeiros, e destes para os médicos.

Tabela 1: Resultados do questionário referente à característica *grande número de elementos em interação*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
As atividades realizadas são dinâmicas, mudando com o passar do tempo (p.ex.: muda a disponibilidade de recursos, mudam os tipos de pacientes, a carga de trabalho, etc.)	8,14	4,33	53,15	9,66	3,77	39,06	12,14	2,39	19,72	9,58
Existe um grande número de elementos (p.ex.: pessoas, equipamentos, medicações, materiais, procedimentos, controles) interagindo na execução das atividades	10,36	3,28	31,68	11,24	2,59	23,08	13,01	1,40	10,77	11,27
A minha carga de trabalho varia muito em função da hora do dia, dia da semana ou em função de eventos externos (p. ex.: acidentes, epidemias, clima)	7,12	4,11	57,73	9,30	4,10	44,07	12,27	3,04	24,74	8,96
Ao tomar decisões, eu preciso considerar diversas variáveis inter-relacionadas (ex: perfil do paciente, tipo de medicamento, disponibilidade de equipamentos para atender o paciente, etc.)	9,89	3,73	37,76	12,24	1,97	16,11	12,13	3,17	25,77	11,24
As atividades que realizo são muito inter-relacionadas com as atividades de meus colegas (p. ex.: colegas da recepção, colegas da enfermagem, colegas dos andares)	10,93	3,32	30,35	11,96	2,41	20,18	12,39	1,60	12,95	11,53

A inter-relação dinâmica entre os elementos encontra-se presente de diferentes formas. Por exemplo, com relação aos funcionários, eles interagem entre si, com pacientes e com elementos externos, como setor de exames e internação, pertencentes ao hospital, e os postos de saúde da rede básica de atendimento. Um exemplo de interação é ilustrado no trecho de entrevista abaixo, que trata das relações da emergência com outros setores do hospital.

“a gente tem relação intensa com todas as áreas do hospital, todas. As áreas que a gente tem uma relação maior são as áreas de laboratórios, raio-X e coleta. A relação com essa última área é constante, a gente tem que ir todo dia e toda hora, a Unidade de Internação, o bloco, a hemodinâmica” (ent. enfermeiro)

No que tange ao número de elementos técnicos, uma grande quantidade de equipamentos é utilizada para a assistência aos pacientes, assim como a quantidade de materiais e medicações utilizadas nos tratamentos prescritos. Por exemplo, uma listagem obtida junto ao centro de patrimônio do hospital indicava 1062 equipamentos cadastrados como pertencentes à emergência, sendo 99 bombas de infusão com marcas e modelos distintos. O número de medicamentos consumidos, durante o mês de dezembro de 2013, por exemplo, foi de aproximadamente 53000 (em suas diferentes formas de apresentação - comprimido, ampola, frasco) e 430 tipos distintos. Somente um tipo de analgésico (nesse caso, a dipirona) consumiu aproximadamente 4000 unidades naquele mês. Com relação aos materiais de consumo, no mês de dezembro de 2013, aproximadamente 180 tipos de materiais foram utilizados, contabilizando uma quantidade aproximada de 142.390 unidades. Um modelo específico de seringa representa 7400 unidades desse total.

O elevado número de elementos organizacionais decorre das diferentes áreas de atendimentos que constituem a emergência, bem como das diferentes especialidades médicas (clínica, cirúrgica e ginecológica). Os procedimentos operacionais padronizados (POP's) que orientam as atividades dentro do hospital e, em consequência, na emergência, estão segmentados, somente para o grupo da enfermagem, em seis grandes categorias: (a) admissão, transferência e alta; (b) exames e procedimentos; (c) materiais e equipamentos; (d) materno infantil e criança; (e) pré, trans e pós-operatório; (f) sinais vitais e controles. Somente para a categoria (f), 11 POP's orientam as atividades.

A dinamicidade está presente de várias formas dentro da emergência. A carga de trabalho varia conforme alguns fatores durante as 24 horas do dia, como por exemplo: pela manhã, por volta das 11 horas, geralmente ocorre um aumento do número de pacientes que chegam pela demanda espontânea, aumentando o número de atividades relacionadas a triagem e, conseqüentemente, gerando um maior período de espera para as consultas. Segundo relatos dos enfermeiros, uma justificativa para o aumento de pacientes próximo a esse horário é que, nesse momento, esses pacientes já procuraram outras unidades de saúde, como pronto-atendimentos, por exemplo, não conseguindo atendimento, recorrendo à emergência para tal.

A própria rotatividade dos pacientes, entre admissões e altas, assim como a transferência dos mesmos entre as áreas de observação reflete o dinamismo da emergência.

Tal dinamismo contribui para as dificuldades de verificação do real status do paciente (internado ou com alta), bem como para a identificação de sua localização nas áreas de observação, o que por sua vez gera perdas de tempo significativas em um ambiente no qual o fator tempo é fundamental. Por exemplo, os técnicos de enfermagem, em especial no turno da noite, ao receber as medicações dispensadas pela farmácia (sempre no horário das 19h), necessitam “procurar” as medicações dos pacientes sob sua responsabilidade em uma sacola (figura 11) que possui todas as medicações enviadas para a unidade de observação na qual ele está atuando. Porém, não é raro, que a medicação de um ou mais de seus pacientes não se encontre na sacola da sua unidade, pois no momento da prescrição médica, o paciente estava locado em outra unidade de observação, não naquela em que ele se encontra no momento da administração do medicamento. Sendo assim, é necessário que o técnico se desloque até as outras unidades e procure nas medicações recebidas os remédios a serem administrados no seu paciente. Com frequência também é necessário gastar tempo significativo procurando o paciente, que não está na localização informada ao técnico. Esse tempo utilizado na procura dos medicamentos e pacientes amplia a possibilidade de que os medicamentos sejam administrados depois do horário prescrito pelo médico, o que pode ter implicações clínicas importantes em alguns casos.



Figura 11: Forma de entrega das medicações dispensadas pela farmácia

5.4.2.2. Grande diversidade de elementos

Na tabela 2 podem-se verificar os resultados obtidos junto ao questionário para a característica *grande diversidade de elementos*. A percepção dos profissionais apontou maior concordância com a presença de diversidade social, para todas as categorias, seguida da diversidade organizacional e técnica. Novamente, a percepção de complexidade sofre

acréscimo conforme sobe o nível hierárquico dos profissionais (técnicos – enfermeiros – médicos).

Tabela 2: Resultados do questionário referente à característica *grande diversidade de elementos*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Existe muita diversidade técnica no meu ambiente de trabalho (p. ex.: tipos de equipamentos, medicações, materiais de apoio)	8,65	4,41	51,03	10,68	2,92	27,33	12,16	2,41	19,85	10,28
Existe muita diversidade social em meu ambiente de trabalho (p. ex.: gênero, idade, nível de formação, nível de treinamento, estado civil)	10,20	3,45	33,86	11,37	2,58	22,67	12,54	1,80	14,37	11,23
Existe muita diversidade organizacional em meu ambiente de trabalho (p. ex.: níveis hierárquicos, setores, tipos de procedimentos, turnos)	10,10	3,34	33,10	11,00	2,89	26,25	12,33	1,73	14,00	10,99

A diversidade social pode ser ilustrada pela figura 12, que apresenta dados demográficos e profissionais referentes aos 79 respondentes do questionário. Nota-se que a idade média dos médicos é a mais elevada entre as categorias profissionais. Entretanto, o tempo médio de experiência dos técnicos é maior. Esse fato pode ser justificado pelo tempo de formação entre um profissional técnico e médico, visto que o técnico pode realizar sua formação em um tempo inferior e iniciar antes suas atividades profissionais.

Com relação à formação, 23% dos técnicos possuem curso superior em diferentes áreas (por exemplo, graduação em enfermagem (3), serviço social (3), fisioterapia (1) e biologia (1)), porém continuam com suas atividades como técnicos. Em nível de pós-graduação, 17 enfermeiros possuem especialização, todas na área da saúde, porém somente três com ênfase em emergência. Para os médicos, dos 11 especialistas, apenas 2 são na área de emergência.

Profissional	Nº	Idade*		Tempo experiência*		Escolaridade (%)				
		M	DP	M	DP	Téc.	Sup.	Espec.	Mest.	Dout.
Técnicos	30	44	10,18	12,52	8,20	77%	23%	-	-	-
Enfermeiros	29	38	8,61	9,41	6,00	-	41%	52%	3,5%	3,5%
Médicos	20	45	6,42	7,15	5,98	-	40%	55%	5%	-
Total	79	42	9,29	9,79	7,03	28%	33%	35%	2,5%	1,5%

Figura 12: Aspectos da diversidade social presente no SST

A diversidade também é verificada nas atribuições de cada categoria profissional. Para o cuidado do paciente, existe constante relação entre os técnicos de enfermagem, que são responsáveis pelo cuidado direto e rotineiro, como a administração das medicações, cuidados de higiene e alimentação, troca de decúbito. Os enfermeiros realizam uma supervisão deste trabalho, dando suporte para as atividades dos técnicos. Cabem a eles também alguns procedimentos, como a coleta de material para alguns tipos de exames. Os enfermeiros ainda realizam trabalho administrativo, registrando informações acerca da evolução do paciente no seu prontuário, via sistema informatizado. Ao médico, cabe o acompanhamento do paciente, desde a consulta inicial, diagnóstico, tratamento e alta, incluindo atividades administrativas relacionadas à gestão para alguns profissionais.

Os pacientes contribuem para a diversidade social presente no sistema. Por exemplo, os 30.787 pacientes atendidos durante os meses de março a novembro de 2013 apresentam gêneros e idades distintas, bem como diferentes motivos relacionados ao seu atendimento na emergência, que pode estar relacionado às 3 especialidades atendidas no setor (clínica médica, cirurgia geral e ginecologia). Ainda, esses pacientes são provenientes de diferentes locais, visto que o hospital ao qual a emergência pertence é considerado como referência em mais de 60 especialidades, atraindo pacientes de todas as regiões da cidade, além de cidades próximas.

A diversidade organizacional está presente, principalmente, no que tange às rotinas gerenciais das diferentes unidades de observação, adequadas a distintos níveis de gravidade e problemas do paciente. Por exemplo, a área “D” está direcionada a pacientes de maior gravidade, que necessitam de monitoramento contínuo através de equipamentos específicos, disponíveis somente nessa unidade. Já a área “A” é direcionada aos pacientes mais estáveis, com possível período de permanência de até 12 horas.

A diversidade técnica está representada pelos diferentes equipamentos utilizados em cada situação, disponíveis em locais e quantidades diferentes, dependendo da unidade ao qual se refere. No trecho de entrevista abaixo, a questão referente à diversidade organizacional fica evidente.

“a gente tem estoques em cada área, cada unidade tem um estoque, um checklist com medicações diferentes. Verde tem uma realidade, a laranja tem outra realidade, a internação outra realidade.” (ent. enfermeiro)

A superlotação da emergência implica tanto em um maior número de elementos interagindo, bem como na maior diversidade técnica, social e organizacional do SST. Essa situação apresenta dois lados: uma quantidade e diversidade de elementos advindos do ambiente externo ao SST e, outra, oriunda de dentro do sistema. Essas duas fontes de

diversidade e quantidade deveriam ser compatíveis, de modo que a o número de elementos internos e a diversidade dos mesmos fosse compatível com a demanda e diversidade vinda do ambiente externo. A *variabilidade inesperada* e a *resiliência* para sua compensação possivelmente são mais frequentes quando a complexidade trazida do ambiente externo não encontra recursos compatíveis para a sua gestão no ambiente interno.

5.4.2.3. Variabilidade inesperada

Os resultados do questionário (tabela 3), bem como várias situações observadas e relatadas durante as entrevistas, indicam a forte presença dessa característica no contexto estudado. Como observado na tabela 3, os valores atribuídos para a maioria das questões segue a tendência de aumento da percepção de complexidade na medida em que aumenta o nível hierárquico. As questões que se afastam desse padrão apresentam valores muito próximos para as três categorias.

Tabela 3: Resultados do questionário referente à característica *variabilidade inesperada*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Eu tomo decisões sob incerteza, uma vez que as informações necessárias nem sempre estão disponíveis no momento e na precisão ideal	4,02	3,55	88,21	6,38	4,21	66,03	9,32	4,50	48,30	6,21
As atividades que eu realizo apresentam incerteza quanto aos seus objetivos	3,11	2,51	80,74	4,32	3,89	90,11	7,26	4,51	62,15	4,66
As atividades que eu realizo apresentam incerteza nos seus métodos de execução	3,29	3,19	96,96	4,06	3,63	89,56	7,10	4,21	59,22	4,58
São comuns as situações em que uma decisão ou ação amplifica um problema, criando uma bola de neve ou um círculo vicioso	5,25	4,34	82,70	7,94	3,87	48,78	9,09	4,05	44,50	7,20
É comum que eu use fontes de informação indiretas para a execução das minhas atividades (p. ex.: ao invés de eu verificar a situação in loco, eu confio em informações que aparecem no sistema informatizado, informações de colegas de trabalho ou de familiares dos pacientes)	5,69	4,10	72,13	7,99	3,72	46,59	7,98	4,27	53,42	7,27
Situações imprevistas ocorrem com frequência durante a realização das minhas atividades	8,98	4,29	47,48	11,05	3,06	27,70	10,17	3,05	30,00	10,05
As relações de causa e efeito entre minhas ações/decisões e seus resultados são vagas e imprecisas	5,04	4,25	84,27	4,51	3,73	82,72	6,33	3,98	62,81	5,21

Um pequeno erro na realização da minha atividade (p. ex.: realizar diagnóstico impreciso, solicitar dosagem incorreta de medicação, não verificar os sinais) pode gerar uma mudança significativa no resultado final	11,12	3,35	30,14	12,39	2,01	16,21	10,77	3,31	30,78	11,42
Pequenas alterações/variabilidade em minhas atividades (por ex: mais equipes sob minha supervisão, mais pacientes sobre minha responsabilidade) podem gerar uma mudança significativa no resultado final	11,03	2,95	26,77	12,04	1,66	13,80	10,58	3,47	32,85	11,18
O ambiente externo (p. ex.: políticas de governo, atos da população, condições climáticas, greves) tem grande influência nas minhas atividades	7,21	4,66	64,59	10,42	3,61	34,68	11,70	2,45	20,95	9,53

As duas questões que obtiveram maiores médias referentes à percepção da complexidade estão relacionadas a pequenos erros (técnicos: M= 11,12; enfermeiros: M= 12,39; médicos: M= 10,77) e/ou pequenas alterações (técnicos: M= 11,03; enfermeiros: M= 12,04; médicos: M= 10,58) na execução das atividades que possam gerar mudanças significativas no resultado final. As duas situações descritas abaixo, advindas das entrevistas e das observações ilustram a variabilidade inesperada decorrente de pequenos erros e alterações no curso da execução das atividades:

- (a) um técnico de enfermagem relatou o caso de administração de medicamento em acompanhante de paciente, e não no paciente como deveria ser realizado. Segundo o relato do técnico, o acompanhante do paciente se apresentou como tal ao ouvir o mesmo ser chamado pelo técnico, que, na pressa para atender seus 17 pacientes durante o turno, não conferiu a pulseira de identificação e administrou o medicamento no acompanhante. Tal fato só foi observado após o outro acompanhante do mesmo paciente vir questionar o porquê do acontecido, caso contrário não teria sido percebido pelos profissionais. Após o fato, a medicação foi administrada corretamente no paciente. O relato não traz maiores explicações sobre por que o acompanhante se apresentou como paciente, nem sobre os efeitos dessa medicação no mesmo. Contudo, caso não tivesse sido identificado o erro, o paciente não teria recebido o medicamento, podendo causar alguma alteração no resultado esperado do seu tratamento;
- (b) em outra situação relatada também por um técnico, novamente um equívoco na identificação do paciente quase desencadeou a realização de um exame em um paciente que não necessitava de tal procedimento. Segundo os dados, dois pacientes apresentavam

exatamente o mesmo nome, porém um estava na área “B” e outro na área “C”. Embora fosse o paciente da área “C” que necessitasse de um exame preparatório para uma cirurgia, o paciente da área “B” é que foi encaminhado ao bloco cirúrgico, para realização do exame. O fato só foi evitado porque o paciente, já no bloco cirúrgico, questionou o procedimento, dizendo que não entendia a necessidade do mesmo. Essa observação do paciente instigou os profissionais do bloco cirúrgico a verificarem o prontuário do paciente, confirmando o equívoco. Com a percepção do erro a tempo, não foi realizado o procedimento, com o paciente retornando para sua unidade e o paciente correto sendo encaminhado ao exame.

As duas situações relatadas acima ilustram dificuldades na identificação dos pacientes, desencadeando ações que podem comprometer seriamente o desfecho das atividades. O uso de fontes indiretas de informação, como familiares, colegas de trabalho, pode contribuir para a presença de situações como as relatadas, aumentando a complexidade do SST.

A presença de situações imprevistas (técnicos: M= 8,98; enfermeiros: M= 11,05; médicos: M= 10,17), também foi verificada, como exemplificam as situações abaixo:

- (a) foi relatado em três entrevistas do grupo da enfermagem o caso de agressões, verbais e físicas, sofridas por enfermeiros, principalmente durante o processo de classificação de risco. O tempo de espera por atendimento dos pacientes aumenta quando há lotação da emergência, o que provoca o descontentamento dos pacientes, que chegam por vezes a ameaçar e agredir o profissional que está mais próximo a eles naquele momento. A falta de disponibilização de informações em tempo real sobre o status da emergência (por exemplo, número de médicos em atuação no turno, tempo de espera para o atendimento), a qualquer interessado, contribui para a ocorrência de situações como essas;
- (b) alguns pacientes necessitam aguardar para observação e desfecho do seu tratamento em locais não adequados para tal, como cadeiras, em um tempo muito superior do que o previsto, que seria de 12 horas (como o relatado caso de uma paciente grávida, que permaneceu cinco dias em uma cadeira enquanto aguardava uma maca). Tais situações contribuem para o agravamento do quadro desses pacientes, gerando ainda mais variabilidade.

A influência do ambiente externo também foi apontada como presente no SSTC (média geral=9,53), contribuindo para a característica de *variabilidade inesperada*. Um aspecto relatado em todas as entrevistas que apresenta relação com o ambiente externo é o problema de superlotação. A emergência trabalha em constante estado de superlotação, com uma média de 130 pacientes em uma estrutura física e organizacional destinada ao atendimento de aproximadamente 50 pacientes. Dentre os relatos obtidos, alguns pontos foram elencados

como possíveis causas para a superlotação, podendo ser classificados em causas advindas do ambiente externo, bem como do ambiente interno.

Algumas causas externas estão relacionadas à: (a) falta de conscientização da população, pois não há um entendimento correto da real função da emergência. Os conceitos de urgência e emergência não são claros para a maioria do público que utiliza o serviço, que o procura em casos que poderiam ser resolvidos por outras estruturas da rede de saúde; (b) estrutura da rede básica, pois essa se encontra também em número reduzido para a demanda, causando insatisfação e descrença da população quanto a sua resolutividade; (c) falta de leitos e falta de locais qualificados para a assistência na rede pública de saúde. A sequência do atendimento do paciente ao ingressar na emergência está relacionada basicamente a dois desfechos: alta ou internação. A falta de leitos para internação nos hospitais e, ainda mais, em hospitais especializados, promove a necessidade de manter o paciente na emergência por um maior período de tempo, aguardando uma disponibilidade para internação.

Dentre as causas internas que contribuem para a superlotação, os 10 entrevistados da área de enfermagem destacaram a resistência dos médicos em dar alta para os pacientes. Essa resistência se manifesta na prática, segundo eles, em uma maior investigação do paciente, o que leva a um número maior de exames e maior tempo de permanência no setor. Quando questionados sobre esse fato, os médicos entrevistados admitem que os pacientes da emergência por vezes permaneçam um período de tempo maior do que o necessário. Contudo, os médicos justificam essa situação devido às características da população atendida na emergência, composta por pacientes crônicos, com estados de saúde mais debilitados, no qual um acompanhamento da sequência dos fatos é necessário para um correto diagnóstico e definição da conduta a ser realizada. Idealmente, esse acompanhamento deveria ser realizado mediante internação do paciente nos andares do hospital, porém, devido à dificuldade de leitos, acaba por ser realizado na própria emergência, contribuindo para a superlotação.

Essa diferença de percepção entre os médicos e o grupo da enfermagem sobre as causas da superlotação está alinhada aos resultados obtidos junto ao questionário com relação ao ambiente externo (técnicos: $M= 7,21$; enfermeiros: $M= 10,42$; médicos: $M= 11,70$), visto que os médicos são aqueles que mais indicam a presença desse aspecto no SSTC. As diferentes percepções acerca do impacto do ambiente externo também pode ser analisada sob o ponto de vista da hierarquia entre os agentes. Por exemplo, para os médicos, quem regula a sua demanda de trabalho é o sistema de saúde, que está deficitário e acaba contribuindo para uma maior superlotação em centros de referência como a emergência estudada. Já para o técnico, que operacionaliza as decisões sobre a conduta terapêutica determinada pelo médico, quem regula diretamente sua demanda de trabalho é o próprio médico, pois cabe a ele a

decisão sobre a internação ou alta do paciente. Outra causa interna importante para a superlotação, embora não tenha sido analisada em profundidade neste estudo, diz respeito a processos ineficientes, que levam a perdas de capacidade no setor. Tais processos contribuem, por exemplo, para o desperdício de tempo dos profissionais procurando pacientes e medicamentos, conforme exemplo anteriormente citado acerca do fluxo de medicamentos desde a farmácia até o paciente.

Outro resultado advindo dos questionários foi que, apesar dos profissionais reconhecerem a incerteza no resultado das atividades (por exemplo, como decorrência do uso de fontes indiretas de informação e situações imprevistas), os mesmos não vislumbram incerteza significativa quanto aos objetivos (técnicos: M= 3,11; enfermeiros: M= 4,32; médicos: M= 7,26) e métodos de execução (técnicos: M= 3,29; enfermeiros: M= 4,06; médicos: M= 7,10). A justificativa dada para tal fato, por representantes do grupo de enfermagem em uma das reuniões de validação dos resultados, foi de que os objetivos e os métodos de execução são claros, pois consta nos procedimentos operacional padrão.

Contudo, a alta incerteza nos resultados e a baixa incerteza nos meios para obtê-los fazem sentido no SSTC, visto que a incerteza no resultado decorre da já apresentada grande quantidade e diversidade das interações entre os elementos do sistema.

5.4.2.4. Resiliência

Os resultados obtidos para a característica *resiliência* na aplicação do questionário são apresentados na tabela 4. Dentre as quatro questões ligadas a essa característica, a que obteve média mais baixa foi a referente à existência de alternativas de ação em casos de imprevistos. Em comparação às demais questões, essa tem associação conceitual mais forte com a ideia de resiliência organizacional, ao invés de resiliência individual e de equipe, visto que a disponibilidade de alternativas de ação tipicamente decorre da articulação de vários membros e rotinas gerenciais do SST. O valor mais baixo nessa questão evidencia uma dificuldade do SST no gerenciamento da sua *variabilidade inesperada*, visto que alternativas planejadas e disseminadas para lidar com casos imprevistos auxiliariam na compensação da variabilidade e, conseqüentemente, na gestão da complexidade.

Um exemplo dessas alternativas é verificado através da possibilidade de, em momentos de muita demanda, convocar profissionais que estavam de folga para a realização de horas-extras. Essa alternativa ficou mais evidente no grupo da enfermagem. Foram presenciados vários momentos nos quais a gestora do grupo chamou profissionais que não estavam na escala, para atuar em horários de demanda elevada, assim como devido à ausência de algum profissional que deveria estar no setor, mas por qualquer motivo não pode

comparecer. Entretanto, essa oportunidade de convocar profissionais em determinados momentos não é algo planejado no sistema e sim um recurso utilizado de maneira oportunística quando necessário.

Tabela 4: Resultados do questionário referente à característica *resiliência*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Tenho autonomia para a realização das minhas atividades (ex: posso decidir sequência das atividades, posso priorizar pacientes a serem atendidos, não preciso esperar instruções de superiores para decidir o que fazer)	8,57	4,51	52,62	10,54	3,11	29,52	9,00	3,54	39,29	9,31
Em casos imprevistos, eu costumo ter alternativas para a execução das atividades (p. ex.: equipamentos e equipes redundantes, tempo para tomada de decisão, medicações alternativas às prescritas)	6,49	4,47	68,51	9,15	4,19	45,76	6,01	3,68	61,26	7,19
A opinião de outras pessoas sobre o meu desempenho (p. ex.: colegas, supervisores, pacientes) pode me levar a modificar o modo como faço as minhas atividades	8,11	4,24	46,61	10,98	2,60	23,71	9,82	2,95	30,00	9,84
O modo como as coisas funcionam nessa organização decorre de fatos que ocorreram ao longo de sua história (p. ex.: legados de pessoas que já trabalharam aqui anteriormente; políticas de administradores anteriores; governos anteriores)	6,95	4,41	63,47	9,97	3,70	37,16	9,38	2,40	25,61	8,47

No que tange à categoria médica, essa possibilidade de convocação em momentos de alta demanda se mostrou mais restrita. Segundo os médicos entrevistados, a dificuldade deve-se à ausência de profissionais por fatores como férias, atestados, participação em congressos e cursos de qualificação. De fato, conforme os resultados obtidos no questionário, os enfermeiros são os que percebem essa característica como mais presente.

Com relação à autonomia para realização das atividades, exemplos advindos das entrevistas e observações ilustram a sua presença, verificada também pelos resultados do questionário (técnicos: M= 8,57 enfermeiros: M= 10,54; médicos: M= 9,00). Essa autonomia se manifesta na prática, por exemplo, quando os profissionais usam estratégias de priorização. Por exemplo, de acordo com a sequência prevista em POP, os técnicos de enfermagem devem realizar a verificação dos sinais vitais de todos os seus pacientes, para em seguida administrar os medicamentos. Devido ao excesso de pacientes e aos poucos equipamentos de medição de

sinais vitais (seis em toda a emergência, na qual costuma haver mais de 130 pacientes), essa sequência ideal por vezes não é respeitada, com alguns pacientes tendo seus sinais vitais verificados ao final do turno, já com as medicações administradas. Além disso, a medicação, às vezes é administrada em horários diferentes dos prescritos, em função de atrasos no processo de identificação de medicamentos e pacientes. O trecho de entrevista abaixo ilustra com clareza essa situação.

“o técnico por mais que ele queira, por mais que ele corra, é inviável tu olhares todos os pacientes. Às vezes eu tenho que, verificar os sinais vitais, mas eu não tenho um aparelho de pressão, então eu já começo a dar a medicação porque eu preciso ganhar tempo. Mas paciente que era hipertenso está hipotenso, mas tu deste o anti-hipertensivo, ele faz uma hipotensão.” (ent. enfermeiro)

Para os enfermeiros, existe a dificuldade de verificar o estado geral de saúde de todos os pacientes (uma média de 60) para uma escala de 2 profissionais por turno (dados referente a área “B”). Dessa forma, os mesmos acabam estabelecendo prioridades, como a de verificar pessoalmente a situação apenas daqueles pacientes considerados por eles, após passagem de plantão, como mais graves. Deste modo, é possível dar conta tanto do trabalho assistencial quanto de tarefas de apoio (por exemplo, assistência aos familiares, controle dos cartões de entrada e saída, acesso aos medicamentos controlados).

Outro exemplo de prática resiliente, nesse caso utilizada pelos médicos para dar conta do seu trabalho, é o reposicionamento, quase que diário, da escala de médicos devido à ausência de algum profissional. Existe uma escala pré-determinada mensalmente dos médicos em cada unidade da emergência, que respeita as preferências de atendimento de cada profissional, ou seja, se a especialidade é cardiologia, a preferência de atendimento é na área “D”, pois ali estão os pacientes mais graves e relacionados à especialidade. Entretanto, devido às necessidades de reposicionamento de profissionais entre as unidades, estes devem estar aptos a atuarem em todas as áreas, sendo essa estratégia utilizada como recurso resiliente.

Ainda, uma manifestação de resiliência que emergiu da auto-organização entre as equipes de profissionais, realizado atualmente no formato de um projeto piloto somente na área “B”, é a presença de uma equipe multidisciplinar para assistência ao paciente. Essa equipe é composta por um médico (com atribuições assistenciais e de gestão), médicos, residentes, doutorandos, enfermeiros, psicólogos, nutricionista, farmacêutico e assistente social. Pacientes sob a responsabilidade dessa equipe são avaliados por todos esses profissionais, em geral ao mesmo tempo, com visitas conjuntas a beira do leito, seguidas de discussões denominadas *rounds*, que ocorrem em outra sala. Dessa forma, o debate entre os profissionais sobre os casos ocorre de maneira direta, compartilhando as informações

pertinentes a cada área de atuação e estabelecendo uma linha de tratamento conjunta. Os resultados obtidos com os pacientes sob a supervisão dessa equipe tem sido positivos, como por exemplo, um período menor de internação desses pacientes (4,8 dias) quando comparados aos demais pacientes da mesma unidade de observação.

5.4.3. Percepção geral da complexidade

Conforme mencionado anteriormente, uma questão acerca da percepção geral sobre a complexidade no ambiente de trabalho fazia o fechamento do questionário. Nessa questão, as médias de todas as categorias profissionais foram superiores a 11,00, indicando percepção de forte complexidade. Confirmando a tendência verificada nas questões apresentadas na seção anterior, a percepção da presença de complexidade é maior dos médicos para os técnicos. Esse padrão sofre pequena alteração somente nas questões relacionadas à resiliência, nas quais os enfermeiros apresentam ligeiramente maior ou igual percepção dos aspectos citados do que os médicos.

Esse aumento da percepção da complexidade para as diferentes categorias pode estar associado ao maior grau de responsabilidade relacionada à tomada de decisão para cada grupo, bem como aos diferentes níveis e tipos de conhecimento técnico. Por exemplo, os profissionais técnicos são responsáveis por tarefas operacionais de cuidado ao paciente, como administração da medicação, verificação de sinais e trocas de decúbito. Sua tomada de decisão está relacionada ao quando e como adaptar os POP e decisões dos médicos e enfermeiros às circunstâncias locais.

Com a categoria médica, a tomada de decisão está direcionada para *o que e quando fazer*, mas também para *o como diagnosticar e tratar o paciente*, que acaba por incluir um número maior de elementos a serem ponderados para a decisão e uma denotação maior de responsabilidade, inclusive sob o ponto de vista legal. Esses fatores podem contribuir para uma maior percepção da complexidade por parte dessa categoria, aliados ao maior conhecimento sobre as possíveis interações decorrentes entre os diferentes elementos que devem ser considerados na tomada de decisão e suas consequências.

Tabela 5: Percepção das diferentes categorias profissionais quanto à complexidade geral no ambiente de trabalho

Questão	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral		
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)
O meu ambiente de trabalho é complexo	11,22	3,57	31,88	12,27	2,39	19,47	13,59	0,78	5,75	12,08	2,81	23,24

A análise de correlação entre a questão relacionada à percepção geral e as demais 22 questões indicou correlações moderadas (coeficiente entre 0,3 e 0,7) com outras sete questões (tabela 6), a saber: uma relacionada à característica *grande número de elementos em interação* (i); três relacionadas à característica de *grande diversidade de elementos* (ii, iii, iv); duas pertencentes à característica *variabilidade inesperada* (v e vi) e uma relacionada a característica *resiliência*. Os coeficientes de correlação com as demais questões foram abaixo de 0,3. Com maior coeficiente de correlação está a questão relacionada à diversidade técnica (0,51), seguida da questão referente à diversidade organizacional (0,49) e a questão acerca da inter-relação entre as atividades (0,42).

Tabela 6: Coeficientes de correlação para a questão relacionada à complexidade geral

Questão geral	Questões correlacionadas	Coefficiente de correlação
O meu ambiente de trabalho é complexo	(i) Existe muita diversidade técnica no meu ambiente de trabalho (p. ex.: tipos de equipamentos, medicações, materiais de apoio)	0,51
	(ii) Existe muita diversidade organizacional em meu ambiente de trabalho (p. ex.: níveis hierárquicos, setores, tipos de procedimentos, turnos)	0,49
	(iii) As atividades que realizo são muito inter-relacionadas com as atividades de meus colegas (p. ex.: colegas da recepção, colegas da enfermagem, colegas dos andares)	0,42
	(iv) O ambiente externo (p. ex.: políticas de governo, atos da população, condições climáticas, greves) tem grande influência nas minhas atividades	0,40
	(v) Existe muita diversidade social em meu ambiente de trabalho (p. ex.: gênero, idade, nível de formação, nível de treinamento, estado civil)	0,39
	(vi) Pequenas alterações/variabilidade em minhas atividades podem gerar uma mudança significativa no resultado final	0,34
	(vii) O modo como às coisas funcionam nessa organização decorre de fatos que ocorreram ao longo de sua história	0,34

Utilizando a análise de regressão linear para identificar relações associativas entre a questão sobre a complexidade geral do ambiente (questão dependente) e as demais (questões explicativas), um modelo de regressão foi gerado (tabela 7), a partir das questões apresentadas na figura 13. As questões explicativas que fazem parte do modelo foram selecionadas mediante sua contribuição para explicação da questão dependente, a partir da execução da técnica no software SPSS versão 18.0. Percebe-se que, das cinco questões

selecionadas pelo modelo de regressão para variáveis explicativas, apenas três delas foram identificadas como moderadamente correlacionadas, conforme tabela 7 acima. Isso ocorre porque, no momento de elaborar o modelo de regressão, as variáveis selecionadas são aquelas que melhor representam a variabilidade do conjunto de dados, evitando a inserção de variáveis que expressem dados muito semelhantes. Isso significa que, por exemplo, das três questões relacionadas à diversidade, apenas uma delas entra no modelo, mesmo que as três apresentem correlações moderadas. Isso porque, essas três questões procuram responder a uma mesma temática, a diversidade.

Variável dependente	Variáveis explicativas	Legenda
O meu ambiente de trabalho é complexo	Pequenas alterações/variabilidade em minhas atividades podem gerar uma mudança significativa no resultado final	ALT./VAR.
	As atividades que realizo são muito inter-relacionadas com as atividades de meus colegas (p. ex.: colegas da recepção, colegas da enfermagem, colegas dos andares)	ATIV.REL.
	Situações imprevistas ocorrem com frequência durante a realização das minhas atividades	SIT.IMP.
	Existe muita diversidade organizacional em meu ambiente de trabalho (p. ex.: níveis hierárquicos, setores, tipos de procedimentos, turnos)	DIV.ORG.
	Eu tomo decisões sob incerteza, uma vez que as informações necessárias nem sempre estão disponíveis no momento e na precisão ideal.	TD.INC.

Figura 13: Variáveis utilizadas no modelo de regressão

Tabela 7: Modelo de regressão para questão relacionada à segurança do paciente

Modelo	BETA	Significância	R2
Constante	1,048	0,491	0,463
ALT./VAR.	0,408	0,000	
ATIV.REL.	0,336	0,001	
SIT.IMP.	-0,229	0,008	
DIV.ORG.	0,361	0,000	
TD.INC.	0,148	0,012	

Percebe-se que o nível de explicação do modelo, representado pelo R2 ajustado (coeficiente de determinação múltipla), foi de 0,463. Isso significa que as questões que compõem o valor atribuído à complexidade geral do ambiente, escolhidas pelo modelo, correspondem a 46,30% do total da variabilidade dos dados, com um nível de confiança de 95%. Os valores dos Betas evidenciam a colaboração de cada questão para explicação do modelo. Dessa forma, a expressão que norteou o presente modelo de regressão pode ser ilustrada pela equação 1, onde μ corresponde ao erro estimado.

$$\text{O meu ambiente de trabalho é complexo} = 1,048 + (0,408 * \text{ALT./VAR.}) + (0,336 * \text{ATIV.REL.}) + (-0,229 * \text{SIT.IMP.}) + (0,361 * \text{DIV.ORG.}) + (0,148 * \text{TD.INC.}) + \mu \quad (1)$$

As questões apontadas como mais correlacionadas e aquelas presentes no modelo de regressão indicam as dimensões que possivelmente explicam melhor a complexidade no setor. Entretanto, essa interpretação reflete os dados advindos do questionário que constitui um dentre outros procedimentos de coleta de dados utilizados na pesquisa. Dessa forma, os resultados obtidos com essa técnica, juntamente com os dados advindos de outras fontes de dados, embasam a etapa seguinte, referente à análise da complexidade.

5.4.4. Análise da complexidade

5.4.4.1. Correlações entre as categorias de características de SSTC

A análise da complexidade está estruturada segundo as relações hipotéticas entre as características, descritas por Saurin e Sosa (2013). Sendo assim, uma primeira análise refere-se à correlação entre as mesmas, obtida a partir do cálculo do coeficiente de correlação. A figura 14 apresenta os valores obtidos para as correlações.

Percebe-se a presença de correlações moderadas entre as seguintes características: (a) grande número de elementos em interação dinâmica e grande diversidade dos elementos, com o coeficiente mais alto entre os obtidos (0,63); (b) variabilidade inesperada e grande diversidade de elementos (0,52); (c) variabilidade inesperada e grande número de elementos em interações dinâmicas (0,43); e, (d) resiliência e grande diversidade de elementos (0,45). A presença dessas correlações auxilia na análise da complexidade, a partir das questões propostas na seção de método de pesquisa, e discutidas do item 4.3.2 até o 4.3.4.

	Gde nº elementos em interação	Gde diversidade de elementos	Variabilidade inesperada	Resiliência
Gde nº elementos em interação	1,00	0,67	0,43	0,27
Gde diversidade de elementos	-	1,00	0,52	0,45
Variabilidade inesperada	-	-	1,00	0,27
Resiliência	-	-	-	1,00

Figura 14: Valores das correlações entre as médias das questões relacionadas a cada característica

Nota: p-value<0,005; moderada correlação: valores destacados em verde.

5.4.4.2. Um grande número de elementos em interações dinâmicas aumenta a probabilidade de uma maior diversidade de elementos? A maior diversidade aumenta a probabilidade de interações dinâmicas?

De um lado, percebeu-se que o *grande número de elementos em interações dinâmicas* contribui para uma maior *diversidade* desses elementos. Por exemplo, a constante superlotação contribui para um aumento da diversidade dos pacientes. Seus sintomas podem ser característicos de uma mesma patologia, porém as formas de manifestação e as reações decorrentes do tratamento são únicas para cada paciente.

De outro lado, houve evidências de que a diversidade de elementos, como os pacientes, contribui para aumentar as interações dinâmicas. Por exemplo, as particularidades de cada paciente podem exigir medicamentos ou equipamentos que não se encontram prontamente disponíveis na farmácia. Por sua vez, a resolução desse problema pode exigir interações com o almoxarifado central ou outras áreas do hospital, ou mesmo com outros hospitais. Outro exemplo diz respeito à necessidade de interação entre as diferentes especialidades médicas do hospital, que são consultadas quando necessário para o diagnóstico e tratamento do paciente.

5.4.4.3. Um grande número de elementos em interações dinâmicas e uma grande diversidade de elementos causam variabilidade inesperada? O grande número de elementos e a grande diversidade dos mesmos auxiliam na resiliência?

A correlação dessas duas características com a *variabilidade inesperada* foi moderada: 0,56 para a diversidade e 0,43 para o grande número de elementos em interação.

A origem dos elementos em interação e a diversidade dos mesmos influenciam no resultado dessa relação. Por exemplo, a presença de mais elementos de origem externa, como os pacientes, acompanhados da sua diversidade, acaba por causar uma maior *variabilidade inesperada*. Por outro lado, quando uma maior quantidade e diversidade estão relacionadas a elementos internos, essas características podem constituir-se em um recurso, configurando-se em uma vantagem para a *resiliência*.

Nesse sentido, foi identificada correlação moderada entre a resiliência e a grande diversidade de elementos (0,45). De fato, percebe-se que a diversidade social auxilia a resiliência, pois tende a promover alternativas para lidar com as demandas esperadas e inesperadas, advindas dos diferentes níveis de experiência, competências, idades e personalidades dos indivíduos.

Por outro lado, a característica de *grande número de elementos em interações dinâmicas* apresentou correlação fraca (0,27) com a *resiliência*, e não parece constituir, por si

só, vantagem em termos de mais recursos e alternativas de atuação. Por exemplo, um maior número de médicos disponíveis para atendimento seria uma possibilidade para auxiliar no atendimento à demanda de trabalho. Porém, seria mais adequado que os médicos tivessem, entre si, formações específicas diferentes, com um maior número de profissionais especialistas na área de emergência, para que assim pudessem atuar em cooperação frente às diferentes demandas de pacientes e patologias que se apresentam no dia-a-dia de trabalho.

5.4.4.4. A resiliência compensa a variabilidade inesperada?

Apesar da correlação fraca acerca dessa relação (0,27), as demais fontes de dados evidenciaram exemplos da mesma.

Foram identificadas manifestações de resiliência, que contribuem para compensar a variabilidade, nos níveis individual, de equipe e organizacional. São exemplos de resiliência no nível individual as priorizações de atividades por parte de técnicos, enfermeiros e médicos, que adotam critérios tácitos para tanto. Tais priorizações compensam, por exemplo, a variabilidade relacionada principalmente a picos de carga de trabalho, permitindo a execução de tarefas consideradas essenciais pelos profissionais.

Já um exemplo de resiliência em nível de equipe é a reorganização da escala do turno por parte dos médicos, visto que toda equipe destinada as atividades naquele turno irá apresentar uma nova configuração de trabalho devido às necessidades, dificuldades e alternativas momentâneas. Nesse exemplo, é compensada a variabilidade em termos de índices de absenteísmo do corpo médico. Em relação a manifestações de resiliência organizacional, um exemplo ocorre quando a emergência atinge níveis considerados extremos de pacientes (aproximadamente 180 pacientes). Nesses casos, ocorre restrição da entrada de pacientes, limitando o atendimento até que a emergência atinja um número de pacientes considerado “normal”. Nesse exemplo, a resiliência responde à variabilidade da demanda externa, ainda que à custa de suspender temporariamente o atendimento da mesma.

Entretanto, as manifestações de resiliência verificadas ocorrem sem uma reflexão acerca dos seus impactos para o futuro do sistema, gerando pouco aprendizado e ações preventivas de médio e longo prazo. De fato, a resiliência é comumente utilizada de forma inadequada ou até mesmo em excesso pelas organizações de saúde (WEARS e VINCENT, 2013). Essas distorções no uso da resiliência podem causar problemas adicionais na assistência ao paciente, visto que constituem soluções paliativas que podem reduzir a segurança, limitar a aprendizagem organizacional e decorrem excessivamente de um aumento do esforço individual e carga de trabalho dos profissionais.

5.4.5. Recomendações para reduzir e gerenciar a complexidade

Em termos de implicações práticas da caracterização da complexidade, a identificação de possibilidades de redução da mesma e gestão da sua parcela irreduzível, são adotadas como as opções principais neste trabalho.

A redução da complexidade faz sentido ao se assumir que uma parcela da mesma é desnecessária, ou seja, ela está presente no sistema devido ao uso ineficiente de recursos ou pela inexistência de recursos básicos. Por exemplo, foi claramente identificada neste estudo a dificuldade de acesso e disseminação das informações (por exemplo, acerca da localização de pacientes e medicamentos) dentro da emergência. Essa situação aumenta a complexidade ao menos de duas maneiras: (i) isso induz ao uso de fontes indiretas de informação (por exemplo, necessidade de perguntar informações a vários colegas); e, (ii) ao demandar tempo em ações que não agregam valor direto a atividade fim, que é o cuidado ao paciente, como no exemplo da “procura” dos medicamentos entre as diferentes unidades da emergência.

Ações pontuais, relacionadas à gestão visual, como uso de quadros em cada unidade indicando o *status* da mesma (número de pacientes, principais informações sobre o estado dos mesmos, profissionais em atividade naquele turno, profissionais responsáveis por cada paciente) e uma integração eficiente e eficaz dessas informações com o sistema de gestão informatizado, seriam úteis para reduzir essa dificuldade, contribuindo para a redução da complexidade. Nesse sentido, vale salientar que há diversos estudos que relatam melhorias operacionais em emergências hospitalares, as quais têm contribuído para eliminar atividades que não agregam valor e simplificar processos e, por consequência, para reduzir a parcela desnecessária da complexidade (NEMETH et al., 2011; CIMELLARO et al., 2011; DICKSON et al., 2009). Muitos destes estudos têm adotado princípios e práticas dos sistemas de produção enxuta, uma filosofia de gestão da produção originada no setor automotivo e com crescente uso no setor da saúde (GRABAN, 2009; DE KONING et al., 2006).

Para aquela complexidade que não pode ser reduzida, ações destinadas a sua gestão são apropriadas. No ambiente estudado, exemplos de fatores que contribuem para a parcela possivelmente irreduzível da complexidade, ao menos no curto prazo, são: (i) a grande demanda de pacientes, que contribui para a superlotação; (ii) a grande diversidade técnica, caracterizada por muitos medicamentos e equipamentos; e, (iii) a incerteza associada ao caráter único de cada paciente. Um passo importante para o gerenciamento dessa parcela irreduzível da complexidade é dar visibilidade à mesma, por meio do conhecimento do real *status* do sistema, que pode ser verificado a partir do acompanhamento das diferenças entre o trabalho prescrito, presente nos POP's, e o trabalho real, composto de adaptações às circunstâncias locais. Esse acompanhamento pode ser realizado, por exemplo, a partir da

utilização de espaços como as reuniões mensais entre o grupo da enfermagem, as reuniões semanais do comitê gestor, para o relato e discussão de acontecimentos relacionados às adaptações realizadas no dia-a-dia de trabalho. Ainda, o incentivo aos relatos de adaptações, utilizando um recurso que já existe no setor, atualmente usado para informar eventos adversos, pode contribuir para a disseminação dessas informações. Assim, esse recurso pode ser usado também para o relato de experiências positivas e/ou ambíguas, como estratégias utilizadas para lidar com a alta demanda de trabalho.

A capacitação em habilidades de resiliência também pode ser um recurso para lidar com a complexidade irreduzível. Habilidades de resiliência são definidas como as habilidades individuais e de equipe que contribuem para o ajuste de desempenho, a fim de manter as operações seguras e eficientes, tanto em situações esperadas quanto inesperadas (SAURIN et al., 2013b). Na situação atual do SST investigado, essas habilidades são desenvolvidas tacitamente ao longo dos anos, mediante necessidade imposta pelo contexto. Entretanto, o uso adequado dessas habilidades requer suporte organizacional, como a concessão de autoridade para as pessoas se auto-organizarem, bem como a capacitação formal e sistemática para tal. O uso de simuladores, uma estratégia de uso crescente no setor da saúde, é uma das alternativas para a capacitação em habilidades de resiliência (NESTEL et al., 2010; MÜLLER et al., 2009).

Outras estratégias relacionadas ao gerenciamento da complexidade também podem ser citadas: (a) planejamento de recursos reserva e/ou redundantes a serem usados em caso de necessidade, como por exemplo, a possibilidade de convocação de profissionais extras para atuar nos turnos dependendo do nível de ocupação da emergência; (b) utilizar da multidisciplinaridade para promover disseminação de conhecimento e auxiliar na busca por soluções, como por exemplo, o incentivo ao uso de equipes multiprofissionais na assistência ao paciente; e, (c) utilizar os espaços destinados ao aprendizado, como reuniões e capacitações, para trabalhar os aspectos relacionados às formas de lidar com o trabalho diário, considerando as características e limitações do contexto, como por exemplo, o treinamento admissional para novos profissionais do setor, que deve considerar as peculiaridades da emergência em seu programa. Essas estratégias são necessárias devido ao fato de que certa parcela da demanda na emergência ser imprevisível, em termos de natureza dos casos, quantidade e momento dessa demanda, aspectos relacionados às características de *grande número de elementos em interação, grande diversidade de elementos e variabilidade inesperada*.

5.5. CONCLUSÕES

Esse estudo apresentou etapas e procedimentos de coleta de dados para caracterizar a complexidade em SST, bem como estruturas de análise da mesma, contribuindo para suprir quatro lacunas de estudos anteriores: (a) as características de complexidade não costumam ser descritas com base em dados empíricos primários; (b) as características não são quantificadas; (c) não são exploradas as relações entre as características; (d) não há uma estrutura de análise para verificar as implicações da descrição das características para a gestão dos SSTC (DEKKER, 2011; PAVARD et al., 2006; CILLIERS, 1998).

Para tal, um estudo de caso foi conduzido em uma emergência hospitalar, estruturado a partir das seguintes etapas principais: (i) delimitação do SST; (ii) descrição do SST; (iii) caracterização da complexidade; (iv) análise da complexidade; (v) validação dos resultados. Como referência para a caracterização da complexidade, quatro características foram consideradas (*grande número de elementos em interação; grande diversidade de elementos; variabilidade inesperada; e, resiliência*), com sua análise enfatizando as relações existentes entre as mesmas.

Contribuindo para lidar com a lacuna (a), a caracterização da complexidade no setor estudado evidenciou a presença das quatro características, com base em uma extensa coleta de dados empíricos primários. A presença de um grande número de elementos interagindo, associado a uma grande diversidade dos mesmos torna-se perceptível já a partir da descrição do SST. Ainda, a existência de atividades inter-relacionadas, realizadas mediante contribuição de diferentes elementos (humanos e técnicos), estruturados a partir de diferentes aspectos organizacionais (áreas de observação, turnos, rotinas), confirmam a presença dessas características.

No que tange a variabilidade inesperada, fatores relacionados à influência de pequenas alterações nas atividades e, até mesmo, pequenos erros, no resultado final das ações foram verificados como contribuintes para a presença dessa característica. A presença de situações inesperadas também aparece como um aspecto importante dentro dessa característica, que contribui para a complexidade do setor. Para lidar com as consequências da variabilidade presente no SSTC, manifestações de resiliência foram verificadas. Contudo, essas manifestações ocorrem por ações pontuais, fruto da experiência dos profissionais e da necessidade de adaptação às circunstâncias locais.

A análise das formas de manifestação dessas características no SSTC permitiu a discussão acerca das relações existentes entre as mesmas (lacuna (c)). De modo geral, verifica-se que as relações utilizadas como referência na análise existem, como por exemplo, a contribuição da característica de *resiliência* para lidar com a característica de *variabilidade*

inesperada. O detalhamento das formas de manifestação dessa resiliência permitiu compreender, entretanto, que essa resiliência pode ser melhor aproveitada. Outras relações também foram descritas a partir dos dados empíricos, como, por exemplo, a contribuição do *grande número de elementos interagindo* e da *diversidade de elementos* como causa da *variabilidade inesperada* e como vantagem para a *resiliência*.

A utilização de diferentes técnicas de coleta e análise de dados, incluindo um questionário na tentativa de capturar numericamente a percepção de complexidade por parte dos pesquisados, permitiu inferir sobre a intensidade de cada característica. A característica de grande diversidade de elementos se mostrou a mais presente (M= 11,83), seguida do grande número de elementos em interação (M=10,54). A percepção da característica de resiliência obteve média de 8,70, enquanto a variabilidade inesperada atingiu média igual a 7,73. Dessa forma, uma alternativa para suprir a lacuna (b) é verificada.

Sendo assim, a estrutura utilizada na busca dos resultados pertinentes a caracterização e análise da complexidade em SSTC contemplam seu objetivo, visto que contribui para a compreensão da complexidade no SSTC analisado. Foi possível verificar de que modo às características se manifestam, bem como inferir exemplos de implicações para a gestão dos SSTC (lacuna (d)). Contudo, esse é um aspecto que necessita maior investigação, principalmente no que tange ao foco dado a análise, no qual a ênfase deve estar relacionada às práticas de gestão verificadas em SSTC.

Limitações no que tange a estrutura para caracterização e análise utilizada são verificadas. Primeiramente, cabe ressaltar o alinhamento da proposta quanto às diferentes dimensões do conceito de complexidade. Como citado na seção 2 do presente estudo, a perspectiva da definição de complexidade relacionada a atributos foi adotada. Entretanto, as demais categorias estão parcialmente contempladas pelo método usado, visto que há uma forma de quantificação dessa complexidade, não através de um número absoluto, mas pela análise das dimensões relacionadas a cada característica de complexidade e a uma percepção geral da mesma. Além disso, a identificação e análise de fenômenos emergentes como parte da estratégia de pesquisa, verificados principalmente nos exemplos relacionados à característica de variabilidade inesperada, abrange a terceira categoria citada por Walker et al. (2010).

Também, a realização de um único estudo de caso restringe a generalização e validação externa da estrutura utilizada e dos resultados obtidos (MEREDITH, 1998). Contudo, nenhuma etapa utilizada para caracterização e análise da complexidade pressupõe a existência de um contexto específico, o que indica a possibilidade de uso da estrutura proposta em outros setores. Dessa forma, a pesquisa permite que outros estudos de caso sejam realizados

no intuito de identificar novas características de complexidade, bem como desenvolver novas relações entre as mesmas e aprimorar as já estabelecidas.

Ainda com relação às limitações da presente pesquisa, um aspecto importante a ser destacado cabe ao recorte dado para análise. Dentro do contexto específico estudado, diversos elementos foram deixados fora do quadro analisado. Dessa forma, é preciso estar ciente que esses elementos continuam interagindo de forma não linear com o restante, influenciando de alguma maneira no recorte utilizado. Esse é um dos motivos pelo qual, torna-se impossível caracterizar totalmente um sistema complexo. Assim, precisa-se aceitar que a delimitação dos SSTC é essencial para uma análise, porém, o conhecimento gerado por essa análise será sempre parcial (CILLIERS, 2001; 2005).

Como oportunidades de estudos futuros, vislumbram-se: (a) novas pesquisas utilizando a estrutura proposta em diferentes contextos, visando verificar o refinamento das técnicas utilizadas; (b) estudos direcionados a SSTC de diferentes escalas (por exemplo, contemplando a rede pública de atendimento à saúde ou apenas uma área do setor de emergência), verificando a contribuição da investigação quando aplicada a diferentes níveis de análise; (c) pesquisas focadas nas formas de propagação da variabilidade e nas estratégias utilizadas para compensá-la; e, (d) estudos que visem propor formas de gerenciamento dessas características, priorizando o acompanhamento de sua aplicação e avaliação dos resultados obtidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a instituição na qual a pesquisa foi realizada pela oportunidade disponibilizada. Em especial, aos profissionais dessa instituição envolvidos nas diferentes etapas do estudo. Agradecemos também à agência de fomento CAPES pelo apoio financeiro cedido aos pesquisadores.

REFERÊNCIAS

- Bardin, L. (1977), *Análise de Conteúdo*, Paris: PUF.
- Blakstad, H., Hovden, J. e Rosness, R. (2010), "Reverse invention: an inductive bottom-up strategy for safety rule development. A case study of safety rule modification in the Norwegian railway system", *Safety Science*, Vol. 48 No. 3, pp. 382-394.
- Braithwaite, J., Clay-Willians, R., Nugus, P. e Plumb, J. (2013), "Health Care as Complex Adaptive System", *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 57-27.
- Carayon, P. (2006), "Human factors of complex sociotechnical systems", *Applied Ergonomic*, Vol. 37 No. 4, pp. 525-535.

- Choi, T. I. e Crause, D. R. (2006), "The supply base and its complexity: Implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation", *Journal of Operations Management*, Vol. 24 No. 5, pp. 637–652.
- Christoffersen, K. e Woods, D. D. (1999), "How complex human-machine systems fail: putting "human error" in context", *The Occupational Ergonomics Handbook*, pp. 585-599.
- Cilliers, P. (2005), "Complexity, Deconstruction and Relativism", *Theory Culture & Society*, Vol. 22 No. 5, pp. 255–267.
- Cilliers, P. (1998), *Complexity and postmodernism: understanding complex systems*, London: Routledge.
- Cilliers, P. (2001), "Boundaries, hierarchies and networks in complex systems", *International Journal of Innovation Management*, Vol. 5 No. 2, pp. 135-147.
- Cilliers, P. (2005), "Complexity, Deconstruction and Relativism", *Theory Culture & Society*, Vol. 22 No. 5, pp. 255–267.
- Cimellaro, G. P., Reinhorn, A. M. e Bruneau, M. (2011), "Performance-based metamodel for healthcare facilities", *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, Vol. 40 No.11, pp. 1197-1217.
- Costa, W. S., Voshell, M., Branlat, M., Woods, D. D., Gomes, J. O. e Buarque, L. (2008), *Resilience and Brittleness in a Nuclear Emergency Response Simulation: Focusing on Team Coordination Activity*, Proceedings of the 3rd Symposium on Resilience Engineering.
- Crandall, B., Klein, G. e Hoffman, R. (2006), *Working Minds: a practitioner's guide to cognitive task analysis*, Cambridge: The MIT Press.
- Cremesp, Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo. (2000) Manual de diretoria clínica. São Paulo: Cremesp, pp. 15.
- De Koning, H., Verver, J. P., Van den Heuvel, J., Bisgaard, S. e Does, R. J. (2006), "Lean Six Sigma in Healthcare", *Journal for Healthcare Quality*, Vol. 28 No. 2, pp. 04-11.
- Dekker, S., Nyce, J., Van Winsen, R. e Henriqson, E. (2011), "Epistemological Self-Confidence in Human Factors Research", *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, Vol. 4, No. 1, pp. 27-38.
- Dekker S. (2005), *Ten Questions About Human Error- A New View of Human Factors and System Safety*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dekker, S. (2011), *Drift into Failure: from hunting broken components to understanding complex systems*, London: Ashgate.
- Dekker, S. (2012), "Complexity, signal detection, and the application of ergonomics: Reflections on a healthcare case study", *Applied Ergonomics*, Vol. 43 No. 3, pp. 468-472.
- Derlet, R., Richards, J. e Kravitz, R. (2001), "Frequent overcrowding in U.S. emergency departments", *Academic Emergency Medicine*, Vol. 8, No. 2, pp. 151-155.
- Dickson, E., Anguelov, Z., Vetterick, D., Eller, A. e Singh, S. (2009), "Use of Lean in the Emergency Department: A Case Series of 4 Hospitals", *Annals of Emergency Medicine*, Vol. 54 No. 4, pp.504- 510.
- Dolif, G., Engelbrecht, A., Jatobá, A., Dias, A., Gomes, J. O., Borges, M. R. S., Nobre, C. A. e Carvalho, P. V. R. (2011), *Critical Decision Method to Assess Resilience and Brittleness in Heavy Rainfall Forecast*, Proceedings of the 4th Symposium on Resilience Engineering.

- ElMaraghy, W., ElMaraghy, H., Tomiyama, E. e Monostori, L. (2012), "Complexity in engineering design and manufacturing", *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 61 No. 2, pp. 793–814.
- Èrdi, P. (2008), *Complexity explained*, Limited. London: Springer.
- Fávero, L. P., Belfiore, P. Silva, F. L. e Chan, B.L. (2009), *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Graban, M. (2009), *Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee satisfaction*, New York: Productivity Press.
- Hair Jr., J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. e Black, W. C. (2009), *Multivariate Data Analysis*, 7. ed. Upper Saddle River. NJ: Prentice Hall.
- Heylighen, F., Cilliers, P. e Gershenson, C. (2007), *Complexity and Philosophy*, Complexity, Science and Society. Oxford: Radcliffe Publishing.
- Hollnagel, E. e Woods, D. (2005), *Joint Cognitive Systems: foundations of cognitive systems engineering*, Boca Raton FL: Taylor & Francis.
- Hollnagel, E., Paries, J., Woods, D. e Wreathall, J. (2011), *Resilience Engineering in Practice: a guidebook*, Burlington: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2012), *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method – modeling complex socio-technical systems*, Burlington: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2013), "Making Health Care Resilient: From Safety-I to Safety-II", *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate.
- Johnson, N. (2007), *Simply Complexity: a clear guide to complexity theory*, Oxford: Oneworld.
- Kurtz, C. e Snowden, D. (2003), "The new dynamics of strategy: sense making in a complex and complicated world", *IBM Systems Journal*, Vol. 42 No. 3, pp. 462-483.
- Laville, C. e Dionne, J. A. (1999), *Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*, Porto Alegre: Artmed.
- Mackway-Jones K., Marsden J. e Windle J. (2006), *Emergency triage: Manchester triage group*, Massachussets: Blackwell Publishing.
- Malhotra, N.K. (2006), *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Meredith, J.R., Raturi, A., Amoako-Gyampah, K. e Kaplan, B. (1989), "Alternative research paradigms in operations", *Journal of Operation Management*, Vol. 8, No. 4, pp. 297-326.
- Miller, A. e Xião, Y. (2007), "Multi-level strategies to achieve resilience for an organization operating at capacity: a case study at a trauma centre", *Cognition, Technology & Work*, Vol.9, pp.51-66.
- Minayo, M. C. de S. (1992), *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*, São Paulo: Hucitec-Abrasco.
- Morin, E. (1998), *Ciência com consciência*, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Müller, M., Hånsel, M., Fichtner, A., Hardt, F., Weber, S., Kirschbaum, C., Rüdér, S., Walcher, F., Koch, T. e Eich, C. (2009), "Excellence in performance and stress reduction during two different full scale simulator training courses: a pilot study", *Resuscitation*, Vol. 80, pp. 919-924.

- Nemeth, C., Wears, R. L., Patel, S., Rosen, G. e Cook, R. (2011), "Resilience is not control: healthcare, crisis management, and ICT", *Cognitive Technical Work*, Vol. 13, pp. 189–202.
- Nestel, D., Cooper, S., Bryant, M., Higgins, V., Tabak, D., Murtagh, G. e Barraclough, B. (2010), *Communication challenges in surgical oncology*, Surgical Oncology.
- Page, S. (2007), *The Difference: how the power of diversity creates better groups, firms, schools and societies*, Princeton: Princeton University Press.
- Pavard, B. e Dugdale, F. (2000), "An introduction to complexity in social science", *Tutorial on complexity in social science*, COSI project, Available at: <<http://www.irit.fr/COSI/training/complexitytutorial/complexity-tutorial>>
- Pavard, B., Dugdale, J., Saoud, N. B. B., Darcy, S. e Salembier, P. (2006), Design of robust socio-technical systems. In: Proceedings of the 2nd Symposium on Resilience Engineering.
- Pavard, B. (2000), "Apport de théories de la complexité à l'étude des Systèmes coopératifs". In Benchekroun, T. and Weill-Fassina, A., *Le travail collectif: perspectives actuelles en ergonomie*, 1 ed. Toulouse: Octares editions, pp. 19-31.
- Perrow, C. (1984), *Normal Accidents: living with high-risk technologies*, Princeton: Princeton University Press.
- Perry, S., Wears, R. e Spillane, J. (2008), *When Worlds Collide: Two medication systems in one emergency department*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Person, J., Spiva, L. e Hart, P. (2013), "The culture of an emergency department: An ethnographic study", *International Emergency Nursing*, Vol. 21, pp. 222–227.
- Rasmussen, J. (1997), "Risk management in a dynamic society: a modeling problem", *Safety Science*, Vol. 27 No. 2/3, pp. 183-213.
- Righi, A. W., Wachs, P. e Saurin, T. A. (2012), "Characterizing complexity of socio-technical systems: a case study of a SAMU medical regulation center", *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, Vol. 41, p. 1811-1817.
- Righi, A. W., Saurin, T. A, Wachs, P. (2014), *Proposta de uma ferramenta para caracterização da complexidade em sistemas sócio-técnicos: um estudo exploratório em uma emergência hospitalar*. In: Righi, A. W. (2014), *Caracterização e análise da complexidade como recurso para a gestão de sistema sócio-técnicos*. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.
- Saurin, T. e Sosa, S. (2013), "Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: a case study of a control room in an oil refinery", *Applied Ergonomics*, Vol. 44, pp. 811 – 823.
- Saurin, T. A., Righi, A. e Henriqson, E. (2013b), *Characteristics of complex socio-technical systems and guidelines for their management: the role of resilience*, 5th Resilience Engineering Association Symposium.
- Saurin, T. A., Wachs, P., Righi, A. e Henriqson, E. (2013d), *The design of scenario-based training from the resilience engineering perspective: A study with grid electricians*, Accident Analysis and Prevention: Article in press.
- Sharma, B., Mishra, A., Aggarwal, R. e Grantcharov, T. (2010), "Non-technical skills assessment in surgery", *Surgical Oncology*, pp. 1-9.
- Sheard, S. e Mostashari, A. (2009), "Principles of complex systems for systems engineering",

Systems Engineering, Vol. 12 No. 4, pp. 295-311.

Siemieniuch, C. E. e Sinclair, M. A. (2002), "On complexity, process ownership and organizational learning in manufacturing organizations, from an ergonomics perspective", *Applied Ergonomics*, Vol. 33 No. 5, pp. 449-462.

Siemieniuk, C. E. e Sinclair, M. A. (2006), "Systems integration", *Applied Ergonomics*, Vol, 37, No. 1, pp. 91-110.

Snowden, D. e Boone, M. (2007), "A leader's framework for decision making: wise executives tailor their approach to fit the complexity of the circumstances they face", *Harvard Business Review*, pp. 69-76.

Stephens, R. J., Woods, D. D., Branlat, M. e Wears, R. L., (2011), *Colliding Dilemmas: Interactions of Locally Adaptive Strategies in a Hospital Setting*, Proceedings of the 4th Symposium on Resilience Engineering.

Sweeney, K. (2006), *Complexity in Primary Care: understanding its value*, Abingdon: Radcliffe Publishing.

Vesterby, V. (2008), "Measuring complexity: things that go wrong and how to get it right", *Emergence: Complexity and Organization*, Vol. 10 No. 2, pp. 90-102.

Walker, G. H., Stanton, N. A., Salmon, P. M., Jenkins, D. P. e Rafferty, L. (2010), Translating concepts of complexity to the field of ergonomics, *Ergonomics*, Vol. 53, No. 10, pp. 1175-1186.

Wears, R. e Vicent, C. A. (2013) "Relying on Resilience: Too Much of a Good Thing?". In: Hollnagel, E., Braithwaite, J. and Wears, R. L. (eds), *Resilient Health Care*, Burlington, VT: Ashgate, pp. 135-144.

Wears, R. L., Perry, S. J. e McFauls, A. (2006), "Free Fall" – *A Case Study of Resilience, Its Degradation, and Recovery in an Emergency Department*, Proceedings of the 2nd Symposium on Resilience Engineering.

Wilson, M. (2009), "Complexity theory". *Whitireia Nursing Journal*, Vol. 16, pp. 18-24.

Woods, D. e Hollnagel. (2005), *Joint and cognitive systems an introduction to cognitive systems engineering*, New York: CRB Press Taylor & Francis Group.

Yin, R. K. (2001), *Estudo de Caso: planejamento e métodos*, Tradução Daniel Grassi. 2. Ed, Porto Alegre. Brasil: Bookman.

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO APLICADO PELA PESQUISA

CARACTERÍSTICAS DE COMPLEXIDADE NO SETOR DE EMERGÊNCIA DO HOSPITAL A

Esse questionário destina-se a compreender o contexto do trabalho realizado no setor de emergência do Hospital de A, a partir das suas características de complexidade. Para tal, solicitamos que você responda as questões nas páginas seguintes marcando um X em qualquer ponto da escala, indicando a sua opinião sobre a intensidade de um conjunto de características de complexidade em suas atividades diárias.

Não é necessário informar seu nome. As informações relatadas são confidenciais e serão utilizadas para a continuidade de um projeto de pesquisa realizado pela UFRGS. Obrigada pela participação!

Dados iniciais

Idade: _____

Formação:

() segundo grau completo

() ensino técnico completo – curso: _____

() ensino superior incompleto – curso: _____

() ensino superior completo – curso: _____

() pós-graduação incompleto – curso: _____

() pós-graduação completa – curso: _____

Tempo de experiência:

Como funcionário no setor de emergência: _____

Como funcionário no setor de emergência do hospital: _____

Como funcionário do hospital: _____

Exemplo de resposta

1. O seu time de futebol é o melhor do mundo.

_____ **X** _____
discordo totalmente concordo totalmente

QUESTÕES ESPECÍFICAS

As questões abaixo estão relacionadas às características de complexidade presentes nas atividades realizadas no setor de emergência do Hospital A. Por favor, informe sua opinião sobre a presença dessas características em seu contexto de trabalho.

As atividades realizadas são dinâmicas, mudando com o passar do tempo (p.ex.: muda a disponibilidade de recursos, mudam os tipos de pacientes, a carga de trabalho, etc.)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Eu tomo decisões sob incerteza, uma vez que as informações necessárias nem sempre estão disponíveis no momento e na precisão ideal

discordo
totalmente

concordo
totalmente

As atividades que eu realizo apresentam incerteza quanto aos seus objetivos

discordo
totalmente

concordo
totalmente

As atividades que eu realizo apresentam incerteza nos seus métodos de execução

discordo
totalmente

concordo
totalmente

São comuns as situações em que uma decisão ou ação amplifica um problema, criando uma bola de neve ou um círculo vicioso

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Existe um grande número de elementos (p.ex.: pessoas, equipamentos, medicações, materiais, procedimentos, controles) interagindo na execução das atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

A minha carga de trabalho varia muito em função da hora do dia, dia da semana ou em função de eventos externos (p. ex.: acidentes, epidemias, clima)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Tenho autonomia para a realização das minhas atividades (ex: posso decidir sequência das atividades, posso priorizar pacientes a serem atendidos, não preciso esperar instruções de superiores para decidir o que fazer)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

É comum que eu use fontes de informação indiretas para a execução das minhas atividades (p. ex.: ao invés de eu verificar a situação in loco, eu confio em informações que aparecem no sistema informatizado, informações de colegas de trabalho ou de familiares dos pacientes)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Situações imprevistas ocorrem com frequência durante a realização das minhas atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Ao tomar decisões, eu preciso considerar diversas variáveis inter-relacionadas (ex: perfil do paciente, tipo de medicamento, disponibilidade de equipamentos para atender o paciente, etc.)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

As relações de causa e efeito entre minhas ações/decisões e seus resultados são vagas e imprecisas

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Um pequeno erro na realização da minha atividade (p. ex.: realizar diagnóstico impreciso, solicitar dosagem incorreta de medicação, não verificar os sinais) pode gerar uma mudança significativa no resultado final

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Pequenas alterações/variabilidade em minhas atividades (por ex: mais equipes sob minha supervisão, mais pacientes sobre minha responsabilidade) podem gerar uma mudança significativa no resultado final

discordo
totalmente

concordo
totalmente

As atividades que realizo são muito inter-relacionadas com as atividades de meus colegas (p. ex.: colegas da recepção, colegas da enfermagem, colegas dos andares)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

O ambiente externo (p. ex.: políticas de governo, atos da população, condições climáticas, greves) tem grande influência nas minhas atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Em casos imprevistos, eu costumo ter alternativas para a execução das atividades (p. ex.: equipamentos e equipes redundantes, tempo para tomada de decisão, medicações alternativas às prescritas)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

A opinião de outras pessoas sobre o meu desempenho (p. ex.: colegas, supervisores, pacientes) pode me levar a modificar o modo como faço as minhas atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Existe muita diversidade técnica no meu ambiente de trabalho (p. ex.: tipos de equipamentos, medicações, materiais de apoio)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Existe muita diversidade social no meu ambiente de trabalho (p. ex.: gênero, idade, nível de formação, nível de treinamento, estado civil)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Existe muita diversidade organizacional no meu ambiente de trabalho (p. ex.: níveis hierárquicos, setores, tipos de procedimentos, turnos)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

O modo como as coisas funcionam nessa organização decorre de fatos que ocorreram ao longo de sua história (p. ex.: legados de pessoas que já trabalharam aqui anteriormente; políticas de administradores anteriores; governos anteriores)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

O meu ambiente de trabalho é complexo

discordo
totalmente

concordo
totalmente

APÊNDICE B: CARACTERÍSTICAS DE SSTC E SUAS RESPECTIVAS QUESTÕES

Características de SSTC	Questões
Grande número de elementos que interagem de forma dinâmica	Existe um grande número de elementos (p.ex.: pessoas, equipamentos, medicações, materiais, procedimentos, controles) interagindo na execução das atividades
	As atividades realizadas são dinâmicas, mudando com o passar do tempo (p.ex.: muda a disponibilidade de recursos, mudam os tipos de pacientes, a carga de trabalho, etc.)
	A minha carga de trabalho varia muito em função da hora do dia, dia da semana ou em função de eventos externos (p. ex.: acidentes, epidemias, clima)
	Ao tomar decisões, eu preciso considerar diversas variáveis inter-relacionadas (ex: perfil do paciente, tipo de medicamento, disponibilidade de equipamentos para atender o paciente, etc.)
	As atividades que realizo são muito inter-relacionadas com as atividades de meus colegas (p. ex.: colegas da recepção, colegas da enfermagem, colegas dos andares)
Grande diversidade de elementos	Existe muita diversidade técnica no meu ambiente de trabalho (p. ex.: tipos de equipamentos, medicações, materiais de apoio)
	Existe muita diversidade social no meu ambiente de trabalho (p. ex.: gênero, idade, nível de formação, nível de treinamento, estado civil)
	Existe muita diversidade organizacional no meu ambiente de trabalho (p. ex.: níveis hierárquicos, setores, tipos de procedimentos, turnos)
Variabilidade inesperada	Um pequeno erro na realização da minha atividade (p. ex.: realizar diagnóstico impreciso, solicitar dosagem incorreta de medicação, não verificar os sinais) pode gerar uma mudança significativa no resultado final
	Pequenas alterações/variabilidade em minhas atividades (por ex: mais equipes sob minha supervisão, mais pacientes sobre minha responsabilidade) podem gerar uma mudança significativa no resultado final
	Situações imprevistas ocorrem com frequência durante a realização das minhas atividades
	As atividades que eu realizo apresentam incerteza quanto aos seus objetivos
	As atividades que eu realizo apresentam incerteza nos seus métodos de execução
	São comuns as situações em que uma decisão ou ação amplifica um problema, criando uma bola de neve ou um círculo vicioso
	Eu tomo decisões sob incerteza, uma vez que as informações necessárias nem sempre estão disponíveis no momento e na precisão ideal
	É comum que eu use fontes de informação indiretas para a execução das minhas atividades (p. ex.: ao invés de eu verificar a situação in loco, eu confio em informações que aparecem no sistema informatizado, informações de colegas de trabalho ou de familiares dos pacientes)
	As relações de causa e efeito entre minhas ações/decisões e seus resultados são vagas e imprecisas
	O ambiente externo (p. ex.: políticas de governo, atos da população, condições climáticas, greves) tem grande influência nas minhas atividades
Resiliência	A opinião de outras pessoas sobre o meu desempenho (p. ex.: colegas, supervisores, pacientes) pode me levar a modificar o modo como faço as minhas atividades
	O modo como as coisas funcionam nessa organização decorre de fatos que ocorreram ao longo de sua história (p. ex.: legados de pessoas que já trabalharam aqui anteriormente; políticas de administradores anteriores; governos anteriores)
	Tenho autonomia para a realização das minhas atividades (ex: posso decidir sequência das atividades, posso priorizar pacientes a serem atendidos, não preciso esperar instruções de superiores para decidir o que fazer)
	Em casos imprevistos, eu costumo ter alternativas para a execução das atividades (p. ex.: equipamentos e equipes redundantes, tempo para tomada de decisão, medicações alternativas às prescritas)
Complexidade geral	O meu ambiente de trabalho é complexo

**APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ENTREVISTA COM
PROFISSIONAIS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos convidando você para participar da pesquisa intitulada "Desenvolvimento de Novos Métodos para a Gestão da Segurança em sistemas Sócio- Técnicos Complexos: estudos no setor de emergência do Hospital A", desenvolvida por pesquisadores do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O pesquisador responsável é xxxxxxxx, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário através do telefone nº 0000000 ou e-mail xxxxx@ufrgs.br.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é contribuir para a segurança de pacientes e funcionários do setor de emergência do Hospital A. Não são conhecidos riscos decorrentes da participação nessa pesquisa, apenas deverá ser destinado um tempo para responder ao questionário e realizar a entrevista.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, mantendo a confidencialidade dos dados. Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio do preenchimento de questionários e realização de entrevista junto aos pesquisadores. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelos pesquisadores e seus orientadores.

Os questionários apresentam questões referentes ao contexto de trabalho e atividades laborais do participante. A entrevista aborda os mesmos temas das questões presentes nos questionários e será realizada na presença dos pesquisadores e do participante. A aplicação dos questionários e realização da entrevista será realizada em momento destinado para tal, mediante acordo entre pesquisadores e participante, no Centro de Pesquisa Clínica do Hospital A. O tempo estimado para o preenchimento dos questionários e realização da entrevista é de 2 horas.

Fui ainda informado (a) de que posso me recusar participar do estudos sem prejuízo as minhas atividades profissionais na instituição, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Se você tiver dúvidas em relação aos seus direitos como participante de pesquisa, poderá entrar em contato com o comitê de ética em pesquisa pelo telefone 0000000.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Nome e assinatura do(a) participante

Nome e assinatura do(a) pesquisador

APÊNDICE D: ROTEIRO ENTREVISTA PROFISSIONAIS

1. Geral

Nome:

Sexo:

Idade:

Estado civil:

Formação geral:

Formação específica:

Treinamento:

Fale do seu trabalho no geral:

Existem procedimentos a serem seguidos? São seguidos?

São realizadas adaptações para o trabalho? Exemplo.

Principais relações/interações:

Quais principais problemas e soluções:

O que torna o trabalho mais fácil ou mais difícil:

O que seria um cenário de crise:

Como lidar com esse cenário:

Existe treinamento para lidar com esse cenário:

OBS.: a dificuldade de realizar a entrevista por disponibilidade de tempo de execução implica na possibilidade de que nem todas as perguntas sejam feitas a todos os entrevistados; conforme a entrevista vai transcorrendo, perguntas específicas sobre determinados assuntos podem ser incorporadas, bem como determinados aspectos aprofundados.

2. CDM

2.1. Identificação do Incidente

- Instruções

- Encontrar um incidente
- Solicitar uma visão geral

- Perguntar

- Você consegue pensar em algum momento em que você ou suas habilidades foram desafiadas?
- Você consegue pensar em algum momento em que suas habilidades realmente fizeram diferença – talvez a situação teria sido diferente se você não estivesse lá?

- Ouvir

- Um incidente que se enquadre aos nossos objetivos, no qual o entrevistado teve papel chave

2.2. Linha do Tempo e Identificação dos Pontos de Decisão

- Instruções

- Repetir o incidente
- Construir a linha de tempo
- Salientar momentos críticos

- Perguntar

- Eu entendi bem?
- Onde eu coloco *isto* na linha de tempo

- Estar atento a

- Pontos de decisão, surpresas, erros, sinais ambíguos

2.3. Aprofundamento

- Instruções

- Pergunte até entender o incidente
- Usar a linha de tempo para esclarecer
- Voltar aos pontos confusos

- Perguntar

- O que tinha na situação que fez vocês perceberem que algo iria acontecer?
- O que tinha na situação que fez vocês saberem o que fazer?
- O que os levou a tomarem esta decisão?
- Quais eram as principais preocupações de vocês neste momento?
- O que vocês estavam percebendo neste momento?
- O que vocês estavam vendo, ouvindo (cheirando) neste momento?
- Que informações vocês usaram para tomar esta decisão?
- Como você obteve esta informação?
- Que conhecimento foi necessário ou útil nesta situação ou neste momento?
- Quais eram os objetivos específicos neste momento?
- O que você estava esperando (quais eram as intenções) realizar neste momento?

- Estar atento a

- Decisões críticas, sinais e suas implicações, sinais ambíguos, estratégias, expectativas de violação.

2.4. Questionamentos “e se”

- Instruções

- Use perguntas “e se” para trazer a tona elementos específicos

- Perguntar

- Você considerou outras alternativas?
- Outra pessoa, na mesma posição, poderia ter agido diferente?
- Você poderia, sensatamente, ter tomado outra atitude?
- Você teria tomado a mesma atitude, mais cedo na carreira?
- Esse incidente teria terminado diferente se você ou alguém com a mesma habilidade/experiência não estivesse lá?

- Estar atento a

- Outras possibilidades, outras interpretações potenciais, diferença novato-*expert*, erros potenciais

* Adaptado de: Crandall, B; Klein, G.; Hoffman, R. (2006). Working Minds: a practioner's guide to cognitive task analysis. Cambridge: The MIT Press.

6. ARTIGO 5: AVALIAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE DIRETRIZES PARA GESTÃO DE SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS COMPLEXOS: ESTUDO EM UMA EMERGÊNCIA HOSPITALAR

Angela Weber Righi

Tarcísio Abreu Saurin

RESUMO: Sistemas sócio-técnicos complexos exigem estratégias de gestão compatíveis com a sua natureza. O presente estudo teve como objetivo avaliar e aperfeiçoar seis diretrizes de gestão de SSTC. Tais diretrizes propostas em um trabalho anterior, mas ainda não validadas empiricamente em conjunto, são as seguintes: (i) criar um ambiente favorável a resiliência; (ii) dar visibilidade aos processos e resultados; (iii) incentivar a diversidade de perspectivas na tomada de decisão; (iv) antecipar e monitorar o impacto de pequenas mudanças; (v) projetar folgas; e (vi) monitorar as diferenças entre o trabalho prescrito e o real. A avaliação e aperfeiçoamento foram realizados por meio de um estudo em uma emergência hospitalar. Quatro principais técnicas de coleta de dados foram usadas: análise de documentos, observação das atividades, entrevistas e *surveys* foram realizadas. A avaliação das diretrizes foi realizada em termos da contribuição das mesmas para a identificação de oportunidades de melhorias na gestão da complexidade presente. Já o aperfeiçoamento das diretrizes decorreu da identificação da natureza de suas relações, bem como do desdobramento dos seus conteúdos em novas dimensões.

Palavras-chave: sistemas sócio-técnicos complexos; resiliência; gestão da segurança.

6.1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos caracterizam os serviços de assistência à saúde como sistemas sócio-técnicos complexos (SSTC) de alto risco para pacientes e trabalhadores, compostos por uma grande variedade de agentes que interagem em um ambiente com incertezas e escassez de recursos (AMALBERTI, 2013; CLAY-WILLIAMS, 2013; KANNAMPALLIL et al., 2011; MARTIN et al., 2008; NEMETH e COOK, 2007; WOODS e HOLLNAGEL, 2006).

Os serviços de emergência têm especial importância no setor da saúde, na medida em que, em diversos países, eles são a principal porta de entrada dos pacientes nas instituições de saúde, estando submetidos a pressões de tempo e escassez de recursos, aliadas a imprevisibilidade da demanda. Em função de características como essas, a resiliência é especialmente necessária nos serviços de emergência (BRAITHWAITE et al., 2013; PERSON et al., 2013; NEMETH et al., 2011; STEPHENS et al., 2011; WEARS e PERRY, 2008; PERRY et al., 2008; WEARS et al., 2006). De acordo com Hollnagel et al. (2013), resiliência é a capacidade de um sistema em ajustar o seu desempenho antes, durante e após modificações e perturbações, de modo a sustentar suas operações em condições esperadas ou inesperadas. Ainda segundo aqueles autores, a resiliência é caracterizada pela capacidade de manter e melhorar as atividades rotineiras, mesmo sem a existência de situações inesperadas, sabendo explorar as oportunidades que surgem, ao invés de somente sobreviver a ameaças.

Por sua vez, a Engenharia de Resiliência (ER) é um paradigma teórico que visa contribuir para o projeto e operação de sistemas sócio-técnicos (SST) resilientes, com ênfase na segurança e produtividade das operações (RIGHI et al, 2014a; HOLLNAGEL et al., 2006). O setor da saúde vem sendo um dos principais campos de estudo da ER (NEMETH e COOK, 2007) e, em especial, os serviços de emergência (NEMETH et al., 2011; ANDERS et al., 2006).

Entretanto, os estudos acerca de ER, tanto no setor da saúde, como em outros, têm tido ênfase em descrever as manifestações de resiliência, ao invés de enfatizar a proposição e teste de métodos e diretrizes para que a gestão dos SSTC seja realizada de modo compatível com a complexidade dos mesmos. Além disso, mesmo entre os estudos com ênfase descritiva (FURNISS et al., 2011; ANDERS et al., 2006), a complexidade não costuma ser descrita sistematicamente segundo as suas várias dimensões. Por sua vez, essa lacuna torna mais difícil avaliar se as práticas gerenciais são compatíveis com a natureza do sistema.

Embora alguns estudos apresentem diretrizes para a gestão de SSTC, as relações entre as mesmas e as características de SSTC não são articuladas. Saurin et al. (2013a), com base em uma revisão da literatura, identificaram seis diretrizes fragmentadas em 14 estudos, quais sejam: (i) *criar um ambiente favorável a resiliência*; (ii) *dar visibilidade aos processos e resultados*; (iii) *incentivar a diversidade de perspectivas na tomada de decisão*; (iv) *antecipar e monitorar o impacto de pequenas mudanças*; (v) *projetar folgas*; e (vi) *monitorar as diferenças entre o trabalho prescrito e o real*. A operacionalização da diretriz (i) é em grande parte uma consequência do uso das demais diretrizes.

Entretanto, a aplicabilidade e utilidade dessas diretrizes, assim como as relações entre elas, ainda não foram avaliadas com base em estudos empíricos em contextos de alta complexidade. Saurin et al. (2013c) apenas realizaram análise do uso das diretrizes na obra de reforma de uma edificação.

Sendo assim, o presente estudo trata da seguinte questão de pesquisa: como avaliar e aperfeiçoar diretrizes de gestão de SSTC? Essa questão é investigada com base em um estudo empírico em uma emergência hospitalar.

6.2. DIRETRIZES PARA GESTÃO DE SSTC

Nessa seção, as diretrizes para gestão de SSTC desenvolvidas por Saurin et al. (2013a), que conforme já mencionado são adotadas como base neste trabalho, são detalhadas. Tais diretrizes foram identificadas a partir de três fontes principais de informações: (a) disciplinas que usam princípios da complexidade para a gestão de SST, tais como a Engenharia de Resiliência e a Engenharia de Sistemas Cognitivos (HOLLNAGEL et al., 2011; HOLLNAGEL e WOODS, 2005); (b) relatos de experiências práticas do uso de princípios da complexidade

para a melhoria de processos em setores específicos, como a saúde (SWEENEY, 2006; STROEBEL et al., 2005; KERNICK, 2004); e, (c) discussões teóricas sobre o possível uso dos princípios da complexidade para aperfeiçoar dimensões da estrutura organizacional, como liderança e tomada de decisão (SNOWDEN e BOONE, 2007). Com base nessas premissas, quatorze estudos foram utilizados para selecionar as diretrizes (ver Saurin et al., 2013a) que, posteriormente, foram agrupadas de acordo com sua semelhança, resultando em seis diretrizes, apresentadas na figura 1.

Diretrizes para gestão de SSTC	Dimensões das diretrizes
Dar visibilidade aos processos e resultados	Sistemas devem tornar visíveis os problemas e complexidade; Práticas informais de trabalho devem se tornar visíveis, pois podem se tornar parte do trabalho normal ao longo do tempo; Privacidade pode ser importante para adaptação e inovação.
Incentivar a diversidade de perspectivas na tomada de decisão	Diversidade de perspectivas pode ajudar no combate da incerteza; Agentes envolvidos na tomada de decisão devem ter competências complementares; Alguns requisitos para a execução dessa diretriz são: altos níveis de confiança, redução das diferenças de poder e identificação de tomadores de decisão.
Antecipar e monitorar pequenas mudanças	Cada organização deve definir o que considera como uma pequena mudança; Os impactos das pequenas mudanças podem ser grandes, devido às interações não lineares; Como pequenas mudanças acontecem o tempo todo, eles oferecem oportunidades de reflexão sobre a prática; Pequenas mudanças podem ser não intencionais ou auto-iniciada pela organização (p. ex.: através do Kaizen), bem como originado a partir de fontes externas (p. ex.: um cliente que muda seu pedido).
Projetar folgas	Folgas reduzem acoplamentos apertados, auxiliando na absorção dos efeitos da variabilidade; Folgas podem assumir diferentes formas, tais como equipamentos redundantes, espaços subutilizados, excesso de trabalho, margens de tempo generosas; Folgas podem ter efeitos colaterais, como contribuindo para manter os problemas ocultos e disfarçando pequenas mudanças.
Monitorar as diferenças entre prescrição e prática	É impossível para os procedimentos operacionais padronizados para abranger todas as situações, assim inaplicabilidade e a necessidade de adaptação devem ser consideradas; Os procedimentos podem ser de diferentes tipos (p. ex.: orientado para o objetivo, orientado para a ação) e, para todos os tipos, a diferença entre eles e a prática deve ser monitorado.
Criar um ambiente favorável a resiliência	Todas as orientações anteriormente mencionadas apoiam o desempenho resiliente; Como a complexidade não pode ser totalmente eliminada, os agentes devem ter as habilidades para se adaptar a ela (ou seja, ter habilidades de resiliência); Habilidades de resiliência são definidas como competências individuais e de equipe, de qualquer tipo, necessárias para preencher as lacunas existentes nos procedimentos, a fim de manter as operações seguras e eficientes durante situações esperadas e inesperadas; O uso de habilidades de resiliência requer suporte organizacional, como a concessão de autoridade para as pessoas se auto-organizarem, bem como a capacitação para tal.

Figura 1: Diretrizes para gestão de SSTC propostas por Saurin et al. (2013a) Fonte: (Saurin et al. (2013b)

As diretrizes propostas têm ênfase na gestão das características de SSTC identificadas por Saurin e Sosa (2013), quais sejam: (i) *grande número de elementos que interagem dinamicamente*; (ii) *grande diversidade de elementos*; (iii) *variabilidade inesperada*; e, (iv) *resiliência*. As diretrizes citadas não objetivam o completo controle da complexidade, o que estaria em conflito com a natureza dos SSTC. O objetivo das diretrizes é orientar a gestão da complexidade, visando a contribuir para o aumento da probabilidade de obtenção dos resultados desejados.

Uma ilustração das relações entre as diretrizes é apresentada em Saurin et al. (2013b). Conforme a figura 2, cinco diretrizes contribuem para a implantação da diretriz *criar um ambiente favorável à resiliência*. Algumas outras relações são discutidas pelos autores (SAURIN et al., 2013b). Por exemplo, a visibilidade facilita o acesso a informações para monitorar o trabalho real. De outro lado, a diretriz *projetar folgas* aumenta a necessidade de visibilidade de processos e resultados, visto que as folgas tendem a encobrir problemas e perdas.

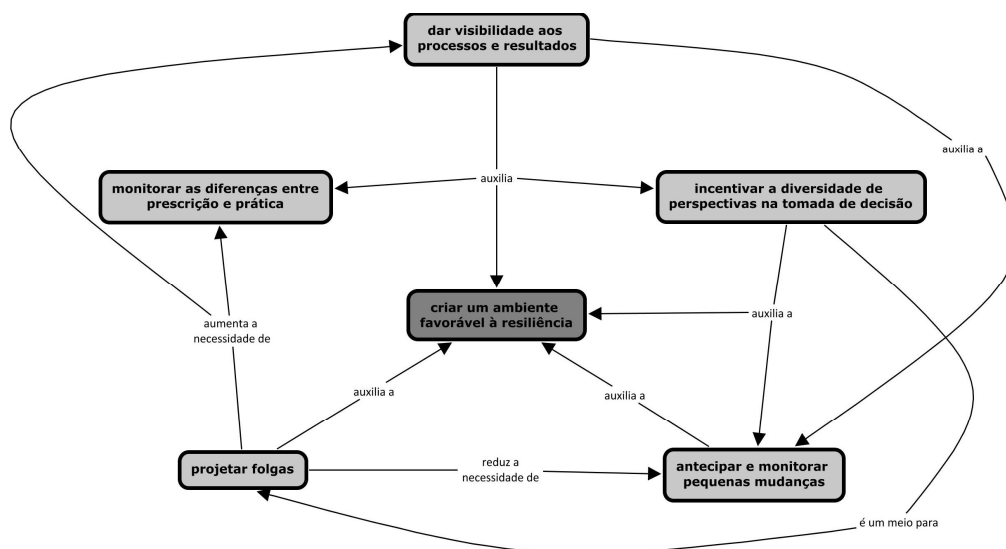


Figura 2: Relação entre as diretrizes para gestão de SSTC (SAURIN et al., 2013b)

Tendo em vista a ênfase das diretrizes na *resiliência*, é importante identificar a relação das mesmas com as quatro habilidades de organizações resilientes propostas por Hollnagel et al. (2011): *antecipar*; *monitorar*; *aprender*; e *responder* (HOLLNAGEL et al., 2011). Como ilustrado na figura 3, a diretriz *projetar folgas*, por exemplo, contribui para a habilidade de resposta, pois promove o projeto de recursos redundantes ou com margens de segurança, úteis para responder a situações esperadas ou inesperadas.

Já a diretriz *dar visibilidade a processos e resultados* auxilia principalmente as habilidades de monitoramento e antecipação, especialmente se a visibilidade tem ênfase em

práticas informais de trabalho integradas à rotina e em indicadores de desempenho pró-ativos. Quando os dados advindos desse acompanhamento são utilizados para compreensão da real situação do sistema e disseminados entre os elementos envolvidos, há o aprendizado.

HABILIDADES DE ORGANIZAÇÕES RESILIENTES DIRETRIZES DE GESTÃO	ANTECIPAR	MONITORAR	APRENDER	RESPONDER
Dar visibilidade aos processos e resultados	X	X	X	
Antecipar e monitorar pequenas mudanças	X	X	X	
Projetar folgas				X
Monitorar as diferenças entre prescrição e prática	X	X	X	
Incentivar a diversidade de perspectivas na tomada de decisões	X		X	X
Criar um ambiente favorável a resiliência	X	X	X	X

Figura 3: Relação entre as diretrizes para gestão de SSTC e as habilidades de organizações resilientes

6.3. MÉTODO DE PESQUISA

6.3.1. Delineamento da pesquisa

A avaliação e aperfeiçoamento das diretrizes de gestão de SSTC foram conduzidas por meio de um estudo de caso. Segundo Yin (2001), essa estratégia de pesquisa é útil quando os fenômenos investigados são complexos e contemporâneos, inseridos em contextos reais. Sendo assim, a escolha dessa estratégia é compatível com as características da presente pesquisa, que pretende investigar o uso das diretrizes de gestão de SSTC em um contexto real. Além disso, as perspectivas da ER e da complexidade estão alinhadas aos citados princípios de um estudo de caso, na medida em que há o interesse comum em compreender fenômenos sociais e organizacionais tanto em situações normais quanto em situações inesperadas.

O contexto escolhido para a pesquisa foi o setor de emergência de um hospital universitário de grande porte, vinculado a uma universidade federal.

A escolha de tal sistema para o estudo foi baseada nos seguintes critérios:

(a) diversos estudos apontam as emergências hospitalares como sistemas de alta complexidade, embora na revisão da literatura não tenham sido identificadas análises sistemáticas referentes à complexidade, baseadas em dados primários (PERROW, 1984; DEKKER, 2005; WEARS et al., 2006). Essa limitação motivou, inicialmente, um estudo da complexidade, de forma sistemática, na mesma emergência hospitalar utilizada para este trabalho (RIGHI et al., 2014b);

(b) em função da reconhecida complexidade das emergências hospitalares, era provável que as diretrizes de gestão de SSTC estivessem sendo usadas mesmo que informalmente, o que contribuiria para a sua investigação empírica;

(c) o interesse da alta administração do hospital em desenvolver trabalhos relacionados à melhoria de seus processos. Dentre os participantes da alta administração, o principal contato da equipe de pesquisadores foi a diretora da enfermagem do hospital, que facilitou o acesso aos sujeitos e dados necessários à pesquisa.

Antecedendo a coleta dos dados, dois encontros ocorreram entre os pesquisadores e a diretora citada. Em um deles, foi realizada uma visita às instalações físicas da emergência, na qual, através de conversas informais e observações, foi possível reforçar o pressuposto inicial de que o setor era adequado aos objetivos dessa pesquisa. No outro encontro, foram apresentados os objetivos do projeto, os procedimentos de coleta de dados, e os conceitos de complexidade e ER que estariam norteando a pesquisa.

Após essas reuniões iniciais, ficou definido que o sistema analisado contemplaria as funções realizadas por médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem da emergência adulto. Apesar dos processos e fluxos de atendimento serem semelhantes entre a emergência adulto e a pediátrica, a maior demanda é de pacientes adultos, que representam 90% dos usuários. Além disso, o cuidado ao paciente pediátrico é realizado em área física separada da emergência adulto, com as equipes atuando exclusivamente nesse setor, exceto para as etapas iniciais de atendimento, como cadastro e triagem, que são realizados por uma equipe compartilhada por ambas as áreas.

Neste trabalho, as principais fontes de dados utilizadas foram observações, entrevistas, análise de documentos e questionários. Tais fontes foram usadas para operacionalizar a Análise Cognitiva de Tarefas (ACT). De acordo com Baxter et al. (2005), ACT é o conjunto de métodos que objetivam identificar conceitos, conhecimentos, metas e estratégias utilizadas por indivíduos e equipes na realização das suas atividades. A ACT tem sido amplamente utilizada em pesquisas que visam compreender como os profissionais interpretam suas situações de trabalho, como tomam suas decisões e como adaptam seu desempenho quando necessário, especialmente em ambientes complexos (DOLIF et al., 2011; SHARMA et al., 2010; COSTA et al., 2008). A estratégia adotada também teve como premissa a triangulação de técnicas de coleta de dados, o que por sua vez auxilia na credibilidade dos resultados e na captura das características do contexto, pois as diferentes técnicas são complementares.

Também vale salientar que a pesquisadora diretamente envolvida na coleta dos dados tem formação na área da saúde, como fisioterapeuta. Esse aspecto acelerou o processo de ambientação à cultura do sistema analisado. Por exemplo, foi relativamente mais fácil o

entendimento da linguagem adotada pelos profissionais e, conseqüentemente, a melhor compreensão dos processos de trabalho utilizados.

Para execução da pesquisa, foi necessária a submissão do projeto ao Comitê de Ética em pesquisa do hospital. Somente após aprovação deste comitê, a coleta de dados foi iniciada.

A discussão sobre o aperfeiçoamento das diretrizes focou-se em dois aspectos principais: (i) na identificação e validação empírica das relações entre elas, especialmente na relação com a diretriz criar um ambiente favorável a resiliência; (ii) na proposição de *insights* incrementais acerca do conteúdo de cada diretriz, a partir da identificação da necessidade de adaptação e particularidades de uso das diretrizes em cada setor.

6.3.2. Procedimentos de coleta e análise dos dados

6.3.2.1. Observações

A técnica de observação não participante foi utilizada pelos pesquisadores durante a coleta de dados, ou seja, os observadores não interviam nos acontecimentos. A observação permite verificar, na prática, a veracidade de informações obtidas com outras técnicas de coleta de dados, além de permitir a identificação de comportamentos não intencionais ou inconscientes e explorar tópicos que os informantes não se sentem à vontade para discutir (LAVILLE e DIONNE, 1999).

Essas observações ocorreram durante um período de seis meses (abril a outubro de 2013), totalizando aproximadamente 107 horas (cerca de 40 visitas, distribuídas em todos os turnos de trabalho), nas dependências da emergência. As observações tinham ênfase nas atividades realizadas pelos profissionais e nas interações sociais e técnicas decorrentes destas, como, por exemplo, trocas de informações entre funcionários, operação de equipamentos necessários para execução dos procedimentos e as estratégias utilizadas para realização do trabalho. Em alguns momentos, a pesquisadora tinha conversas informais com os funcionários no intuito de compreender as situações vivenciadas e entender, sob o ponto de vista do profissional, porque a situação foi conduzida de tal maneira.

As observações foram registradas em um diário de campo, organizado segundo a data, processos observados e *insights* associados à questão de pesquisa. As observações também foram úteis para a ambientação dos pesquisadores ao contexto da pesquisa, visto que o ambiente hospitalar e, mais especificamente, a emergência, é um local com peculiaridades mesmo para profissionais com formação na área da saúde, mas que não trabalham diretamente no setor. Outro ponto positivo decorrente das observações e das frequentes visitas foi a construção de uma relação social entre os profissionais e a pesquisadora, o que facilitou a aplicação das demais técnicas de coleta de dados utilizadas no estudo.

6.3.2.2. Análise de Documentos

No setor estudado, todos os documentos referentes a procedimentos operacionais padronizados (POPs), organogramas, treinamentos, entre outros, ficam à disposição na intranet da instituição. Os pesquisadores responsáveis pela coleta dos dados tiveram acesso à intranet, com um login que permitia visualizar alguns desses documentos (organograma, política do hospital, planos de ação do hospital, planos de cargos e salários do hospital, manual de rotinas médicas, planos de área da emergência) que foram consultados objetivando, principalmente, descrever os subsistemas que compõem o SSTC estudado. A análise de documentos também contribuiu na avaliação do uso das diretrizes de gestão, especialmente no que diz respeito à diretriz *monitorar a diferença entre prescrição e prática*. De fato, o conhecimento dos POP's permitia verificar se as atividades realizadas apresentavam diferenças com relação aos procedimentos prescritos, bem como se isso era registrado pelos profissionais e gestores.

Outros documentos relevantes para a pesquisa foram solicitados diretamente aos profissionais envolvidos, como, por exemplo, os denominados “planos de área” da enfermagem e médicos, que orientam o fluxo assistencial a ser realizado com o paciente, bem como o manual de rotinas assistenciais dos médicos. Entretanto, alguns documentos não foram disponibilizados (p. ex.: listagem total de funcionários contendo tempo de serviço e formação principal), o que limitou uma descrição mais completa do sistema.

Cabe ressaltar que parte dos documentos não aborda exclusivamente o setor de emergência, pois são direcionados a todas as atividades do hospital. Por exemplo, os POP's que orientam os procedimentos assistenciais estão relacionados às atividades desenvolvidas em todo o hospital. De forma semelhante, a política e o plano para gerenciamento de risco também é destinado a toda instituição.

6.3.2.3. Questionário

Tendo em vista capturar a percepção dos respondentes quanto ao uso das diretrizes de gestão de SSTC, foi elaborado um questionário (apêndice A) com 32 questões. Cada questão está relacionada com alguma das seis diretrizes propostas no estudo de Saurin et al. (2013a). O questionário foi dividido em duas partes. Na primeira, composta por 16 questões, os respondentes eram questionados acerca da aplicabilidade das diretrizes no ambiente de trabalho, ou seja, o quanto eles acreditavam que aquela diretriz deveria ser utilizada. Na segunda parte, as mesmas 16 questões, redigidas em outro formato, avaliavam o quanto as diretrizes eram utilizadas, segundo as percepções dos respondentes. Assim, foi possível

verificar a diferença entre o quanto os profissionais acreditavam ser útil determinada diretriz e o quanto ela era realmente usada. A figura 4 ilustra as questões relacionadas à diretriz *incentivar a diversidade de perspectivas na tomada de decisão*.

Ao final do questionário, foram incluídas duas questões referentes à percepção de segurança dos profissionais e pacientes, no intuito possibilitar análises de correlações estatísticas entre a percepção acerca da segurança e o uso das diretrizes.

Aspectos chaves	Questões acerca da aplicabilidade	Questões acerca da utilização
Incentivar a diversidade de opiniões e perspectivas	A tomada de decisão nas atividades <u>deve</u> considerar a perspectiva de diferentes profissionais	A tomada de decisão considera a perspectiva de diferentes profissionais
Conectar pessoas e grupos	A tomada de decisão <u>deve</u> considerar informações de outros setores relacionados à atividade	A tomada de decisão considera informações de outros setores relacionados à atividade

Figura 4: Questões relativas à diretriz *incentivar a diversidade de perspectiva na tomada de decisão*

Ao ler os enunciados, os respondentes deveriam assinalar, em uma linha contínua de 15 cm, o quanto concordavam com o mesmo. Essa linha apresentava em seus dois extremos as âncoras “discordo totalmente” e “concordo totalmente”. A figura 5 exemplifica o formato das questões utilizadas na pesquisa.

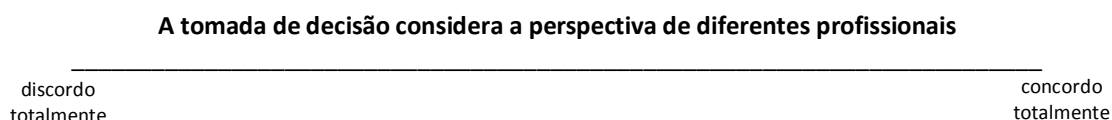


Figura 5: Exemplo de questão utilizada

A estratégia utilizada para aplicação do questionário diferiu de acordo com a categoria profissional respondente. Para o grupo da enfermagem (técnicos de enfermagem e enfermeiros) o questionário foi aplicado em quatro momentos: (a) reunião do grupo da enfermagem do turno da manhã; (b) reunião somente dos enfermeiros de todos os turnos; (c) durante a troca de turno do grupo de enfermagem da tarde e da noite em dois dias distintos. Nos momentos (a) e (b), o questionário foi preenchido e recolhido no início da reunião, sendo que essas atividades consumiram cerca de 30 minutos, com a participação da pesquisadora. Já no momento (c), o questionário foi entregue no início do turno ao enfermeiro responsável por uma das unidades naquele turno para posterior distribuição entre os respondentes conforme disponibilidade de tempo durante o plantão, sendo entregues até o final do mesmo para o enfermeiro responsável. A escolha do enfermeiro responsável para entrega e recolhimento

dos questionários foi realizada pela pesquisadora com o apoio da chefe da enfermagem da emergência.

Para os profissionais médicos, o questionário foi entregue pela pesquisadora que abordou individualmente os médicos de plantão no turno, convidando-os a participar da pesquisa. Os médicos foram informados que poderiam entregar os questionários diretamente aos pesquisadores ou depositarem os mesmos em uma caixa de coleta localizada junto à sala de enfermagem. Essas abordagens foram realizadas em quatro dias distintos, nos três turnos de atividade, visando contemplar um número significativo de profissionais, guiando-se pela escala dos plantões disponibilizada junto a um dos murais da emergência. O tempo médio para preenchimento do questionário foi de 15 minutos.

Como resultado da estratégia adotada, foi obtido um retorno de 99 questionários, dentre 200 que foram entregues. Entretanto, conforme os critérios estabelecidos para considerar válidos os questionários, a amostra final contou 76 questionários. Foram considerados válidos, os questionários que: (a) tinham mais de 90% das questões respondidas; e, (b) tinham menos de 30% das respostas sinalizadas nos extremos da escala. Esses critérios foram estabelecidos no intuito de melhorar a confiabilidade dos resultados, evitando a análise de questionários que possivelmente não tivessem sido preenchidos com interesse pelos respondentes. A figura 6 apresenta um panorama geral dos questionários considerados válidos para a amostra.

Profissional	Nº de profissionais	Nº de respondentes	Nº de respondentes válidos	Idade média*	Tempo médio de serviço na emergência*
Téc. Enfermagem	118	45	33	45	9,6
Enfermeiros	40	33	25	38	6,5
Médicos	82	21	18	44	6,2
Total	240	99	76	42	7,7

Figura 6: Informações gerais dos respondentes válidos

*referência: anos

A análise dos resultados dos questionários ocorreu em etapas distintas, conforme apresentado na figura 7. O alpha de Cronbach se mostrou satisfatório (HAIR et al., 2009), seja para o conjunto de dados como um todo (0,839), quanto para os dados agrupados por categorias profissionais. A única exceção se refere ao conjunto de dados representante da percepção dos médicos sobre a aplicabilidade e utilização das diretrizes de gestão, que obteve alpha de 0,555.

Técnica análise de dados	Descrição
Cálculo do Alpha de Cronbach	<ul style="list-style-type: none"> - determina a consistência interna do questionário, indicando se a escala foi compreendida e se os dados são minimamente confiáveis, a partir da avaliação da variabilidade das respostas obtidas (HAIR Jr. et al, 2009); - um valor mínimo de 0,6 corresponde a uma satisfatória consistência interna (HAIR et al., 2009); - essa análise foi realizada para o total de respondentes e, posteriormente, para o conjunto de respostas obtidas pelos respondentes de cada categoria profissional, nos dois questionários aplicados.
Cálculo de estatísticas descritivas (média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação)	<ul style="list-style-type: none"> - utilizado para analisar a concordância dos respondentes com as questões propostas, refletindo as percepções dos mesmos com relação aos objetos do estudo; - valores com variação de 0 a 15, sendo valores crescentes refletindo uma maior concordância às afirmações.
Cálculo da diferença entre médias (Delta) = média uso – média aplicabilidade	<ul style="list-style-type: none"> - utilizado para comparar a diferença entre a percepção do uso de determinada diretriz de gestão e a necessidade da sua utilização segundo os respondentes; - como resultado, três situações poderiam ser obtidas: (i) um valor com coeficiente positivo, indicando que a diretriz é utilizada além daquilo que os respondente julgam como necessário; (ii) um valor com coeficiente negativo, indicando que a diretriz é menos utilizada do que os respondentes julgam como necessário; e, (iii) um valor igual a zero, indicando que a diretriz é utilizada na mesma medida com ao qual os respondentes acreditam ser adequado.
Cálculo do Coeficiente de correlação de Pearson	<ul style="list-style-type: none"> - o coeficiente de correlação de Person, indica o grau e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias, podendo assumir valores entre -1 e 1 (HAIR et al., 2009); - valores de: (i) 0 a 0,3 indicam fraca correlação; (ii) 0.3 a 0.7, positivo ou negativo, indicam correlação moderada; e, (iii) acima de 0.70 indicam forte correlação (HAIR et al., 2009); - utilizado para verificar a correlação entre as questões de três maneiras: (i) de todas as questões pesquisadas entre si; (ii) das questões pertencentes a cada diretriz entre si; e, (iii) das médias obtidas junto aos grupos de questões representantes de cada diretriz, indicando a correlação entre as seis diretrizes propostas.
Cálculo da Análise de Regressão Linear	<ul style="list-style-type: none"> - processo estatístico para analisar relações associativas entre uma variável dependente métrica e uma ou mais variáveis independentes/explicativas (MALHOTRA, 2006); - objetivo das variáveis independentes/explicativas é estimar ou prever o valor médio da variável dependente, em termos dos valores conhecidos ou fixos (FAVERÓ et al., 2009); - análise de regressão por etapas ou <i>stepwise</i> é o procedimento que se adiciona em cada etapa da análise mais uma variável independente/explicativa, recalculando-se a cada passo o termo constante, os coeficientes de regressão parcial (Betas) e o erro padrão de estimação (μ) (FAVERÓ et al., 2009). - modelo <i>stepwise</i> elimina todas as variáveis que apresentam um Beta não significativo ao nível de confiança de 95%. Assim, a primeira variável explicativa incluída é aquela com maior grau de associação com a variável dependente (MALHOTRA, 2006); - utilizado para verificar quais das 16 questões referentes ao uso das diretrizes de gestão (variáveis explicativas) apresentam maior grau de associação com a questão relacionada à segurança de pacientes e profissionais (variável dependente).

Figura 7: Técnicas de análise de dados aplicadas na análise dos questionários

6.3.2.4. Entrevistas

Ao todo, foram realizadas 14 entrevistas com profissionais, somando aproximadamente 17 horas de gravação, autorizadas pelos participantes por meio da assinatura de um termo de consentimento (apêndice B), entre os meses de abril a agosto de 2013 (figura 8). Os participantes foram escolhidos por meio de três critérios: (i) representar as categorias de profissionais que preencheram o questionário; (ii) disponibilidade de tempo para as entrevistas; (iii) serem considerados *experts* pela chefe de enfermagem da emergência,

principal contato operacional dos pesquisadores. Algumas entrevistas, devido ao tempo restrito para participação dos profissionais, foram realizadas em dois dias diferentes. Todas as entrevistas foram transcritas para posterior análise de conteúdo.

Ent.	Formação	Perfil do entrevistado (idade, tempo de formação, tempo de atuação na emergência)	Duração da entrevista
1	Téc. enfermagem	39 anos, 15 anos, 13 anos	3h20min
2	Enfermeiro	62 anos, 38 anos, 8 anos	1h20min
3	Enfermeiro	39 anos, 13 anos, 11 anos	1h45min
4	Administrativo	37 anos, 12 anos, 4 anos	1h06min
5	Téc. enfermagem	27 anos, 8 anos, 2 anos	25min
6	Téc. enfermagem	32 anos, 12 anos, 2 anos	58min
7	Enfermeiro	30 anos, 8 anos, 2 anos	40min
8	Téc. enfermagem	36 anos, 15 anos, 2 anos	40min
9	Médico	40 anos, 16 anos, 1 ano	1h40min
10	Médico	42 anos, 18 anos, 8 anos	58min
11	Enfermeiro	31 anos, 8 anos, 2 anos	1h10min
12	Téc. enfermagem	53 anos, 20 anos, 8 anos	40min
13	Médico	49 anos, 24 anos, 2 anos	50min
14	Enfermeiro	27 anos, 8 anos, 2 anos	1h05min

Figura 8: Profissionais entrevistados e duração das entrevistas

As entrevistas realizadas podem ser caracterizadas como semi-estruturadas. Entrevistas desse tipo possuem um roteiro de perguntas, que permite ao entrevistado discorrer sobre o tema proposto, sem respostas ou condições pré-fixadas pelo pesquisador (MINAYO, 1992). O roteiro (apêndice C) segmentou a entrevista em duas etapas. Na primeira etapa, com 9 questões, o entrevistado era solicitado a descrever o seu trabalho, incluindo a descrição dos treinamentos existentes, procedimentos operacionais padronizados adotados e adaptações que eram frequentemente necessárias. Algumas questões utilizadas na busca dessas informações são: (a) *Existem procedimentos a serem seguidos? São seguidos?* (b) *São realizadas adaptações? Exemplo.* (c) *Fale sobre o seu trabalho.*

Na segunda etapa, a entrevista era baseada no Método das Decisões Críticas (MDC), uma ferramenta de ACT comumente utilizada para analisar atividades com forte demanda cognitiva. Conforme Crandall et al. (2006), o MDC é composto de quatro etapas: identificação de um evento considerado desafiador pelo entrevistado; elaboração de uma linha do tempo sobre esse evento pelo entrevistado e entrevistador; aprofundamento do evento escolhido visando sanar possíveis dúvidas; e, por fim, a etapa “e se”, que consiste em questionamentos sobre possíveis decisões e atitudes diferentes das utilizadas na resolução do evento.

Entretanto, um fato observado em estudos realizados anteriormente pelos pesquisadores, também no setor da saúde, levou à necessidade de adaptação do MDC em todas as entrevistas (RIGHI et al., 2012). Devido ao setor de emergência ter uma grande

frequência de eventos desafiadores, nos quais os profissionais estão sujeitos à grande carga de trabalho, a escolha de somente um evento pelos entrevistados se revelou difícil. Dessa forma, a estratégia adotada pelos pesquisadores foi de, caso essa dificuldade surgisse, solicitar o relato de vários eventos marcantes lembrados pelos trabalhadores, instigando a discussão das estratégias e habilidades utilizadas na resolução dos mesmos. Assim, no presente estudo, a aplicação das quatro etapas do MDC ocorreu em 8 das 14 entrevistas. Nas demais, o MDC foi adaptado e envolveu as seguintes etapas: relato de vários eventos; aprofundamento de alguns eventos considerados marcantes; e, etapa do “e se”.

Ainda foi realizada uma entrevista em grupo, com duas representantes da alta direção do hospital, a chefe médica e a chefe de enfermagem, no intuito de identificar a percepção dos gestores com relação ao uso das diretrizes na emergência. Essa entrevista adotou uma estrutura diferente das demais, denominada *questerview* (ADAMSON et al., 2004). Nessa técnica, os entrevistados são solicitados a preencher um questionário, composto por perguntas padronizadas e relacionadas à temática em estudo. Posteriormente, essas questões e as respectivas respostas obtidas são utilizadas como roteiro para condução da entrevista (ADAMSON et al., 2004).

Sendo assim, na presente pesquisa, as representantes da alta direção foram convidadas a preencher o questionário utilizado na pesquisa (seção 3.1.1.3.) de modo individual, podendo solicitar auxílio da pesquisadora em caso de dúvida. Após o preenchimento, os questionários foram entregues aos pesquisadores, que analisaram as respostas obtidas em cada questão. Questões com pontuação próxima aos extremos da escala (escala de 0 a 15) eram sinalizadas, pois representavam uma concordância ou discordância enfática. O objetivo, a partir de então, era compreender porque o entrevistado havia sinalizado aquelas questões naquele ponto da escala.

Todas as entrevistas foram analisadas por meio da técnica de análise de conteúdo (Bardin, 1977), que permite a identificação de palavras, expressões ou sentenças cujo significado esteja relacionado com o objeto em estudo. Sendo assim, para cada transcrição, a pesquisadora responsável pela análise dos dados identificou seções no texto associadas às seis diretrizes de gestão identificadas a partir do referencial teórico adotado nessa pesquisa.

6.3.3. Validação dos resultados

Ocorreram dois momentos formais de validação dos resultados pelos membros do setor estudado. A primeira oportunidade ocorreu em uma reunião realizada em julho de 2013, com aproximadamente duas horas de duração, envolvendo 3 representantes da equipe de pesquisa e 4 profissionais do hospital, 3 atuantes na emergência e a diretora da enfermagem.

Nessa ocasião, foram apresentados os resultados parciais das análises, principalmente referentes aos dados obtidos a partir das ferramentas qualitativas de coleta de dados. Como resultado, houve uma aprovação dos representantes do hospital quanto aos resultados apresentados, indicando que uma interpretação adequada do sistema foi realizada. Alguns aspectos que geravam dúvidas aos pesquisadores puderam ser esclarecidos, como, por exemplo, acerca do processo de acreditação hospitalar pelo qual o hospital vinha passando no período da pesquisa.

A segunda oportunidade para validação dos dados ocorreu em outubro de 2013, com a participação da mesma equipe de pesquisadores e cinco representantes do hospital, sendo que destes, 3 também participaram da reunião anterior. O objetivo desse encontro foi apresentar os resultados obtidos com a aplicação dos questionários, visando complementar a análise anterior. Nesse encontro, foram buscados esclarecimentos, principalmente, acerca daqueles pontos nos quais o coeficiente de variação das questões foi muito elevado, assim como daquelas questões que apresentaram resultados diferentes dos evidenciados a partir das entrevistas e observações.

Uma limitação das duas reuniões citadas refere-se ao pequeno número de profissionais da emergência participantes. Apesar de o convite ter sido estendido a todos os interessados, em nenhuma das reuniões houve a participação de profissionais médicos, fato que é consistente com uma dificuldade identificada em toda a pesquisa, o acesso aos profissionais dessa categoria. Deste modo, o pequeno número de representantes do sistema estudado limitou a discussão das análises realizadas, pois restringiu a diversidade de opiniões e perspectivas referente à pesquisa realizada.

6.4. RESULTADOS

6.4.1. Principais características do SSTC analisado

O setor de emergência em análise iniciou suas atividades na década de 70, caracterizando-se desde então pelo atendimento de urgência e emergência nas especialidades clínica geral, cirurgia geral, ginecologia e pediatria, durante as 24 horas do dia, 7 dias por semana. Em média, diariamente, são realizadas 150 consultas médicas, contabilizando cerca de 4.540 consultas mensais e 54.500 consultas anuais. Contudo, o número total de pacientes recebidos na emergência diariamente é mais elevado, visto que uma parte desses pacientes é encaminhada para atendimento em outras unidades do sistema de saúde por não caracterizarem caso de urgência e emergência, não chegando a realizar consultas médicas.

A diferença entre atendimentos de urgência e emergência está relacionada à gravidade do caso e à necessidade de atendimento imediato ou não. Urgência é quando há

uma situação que não pode ser adiada, que deve ser resolvida tão rápido quanto possível, pois se houver demora, corre-se o risco de morte. Já emergência é quando há uma situação crítica, com ocorrência de perigo, que deve ser atendida imediatamente (CREMESP, 2001).

A figura 9 apresenta as principais informações referentes ao SSTC estudado, compiladas segundo os subsistemas social, organizacional, tecnológico e ambiente externo (HENDRICK e KLEINER, 2001).

Subsistemas	Características
Social	<ul style="list-style-type: none"> - doze categorias profissionais; - 275 pessoas como funcionários fixos (90% relacionados à assistência do paciente); - 118 técnicos de enfermagem; 40 enfermeiros; e 82 médicos; - 5 assistentes sociais; 2 fisioterapeutas; 1 farmacêutico; 1 psicólogo; - 31 estudantes: 25 da medicina e 6 da enfermagem; - 27 funcionários administrativos.
Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> - capacidade oficial de 41 leitos adultos e 09 leitos pediátricos; - área física dividida em: recepção dos pacientes; avaliação e classificação de risco; dois boxes para estabilização de pacientes; 5 consultórios médicos; unidade pediátrica, e quatro áreas destinadas à assistência ao paciente adulto (unidades de observação – área “A”, área “B”, área “C”, área “D”); - recepção: cadastro e emissão do boletim virtual; - classificação de risco: triagem segundo Protocolo de Manchester (MACKWAY-JONES et al., 2006); - área “A”: pacientes estáveis, com condições de permanecerem em pé ou sentados - 30 cadeiras disponíveis - resolução em até 12h; - área “B”: pacientes com instabilidade hemodinâmica, necessitando permanecerem deitados – 30 macas disponíveis e box para estabilização - resolução em até 24h; - área “C”: pacientes já estabilizados, em conclusão terapêutica e/ou aguardando leito – 28 camas; - área “D”: pacientes instáveis da emergência, que necessitam de monitores multiparâmetro e possibilidade de ventilação mecânica – 09 leitos e box para estabilização; - escalas e turnos de trabalho variam conforme a categoria profissional; - médicos: 6 horas (turno diurno) e 12 horas (turno noturno) - iniciando às 8, 14 e 20 horas – 10 profissionais durante o dia e 8 durante noite; - enfermagem: 6 horas (diurnos) e 12 horas (noturnos) - iniciando às 7, 13 e 19 horas - número de profissionais é distinto para cada área, por exemplo, a área “B” tem 2 enfermeiros e 7 técnicos de enfermagem, já a área “C” apresenta 1 enfermeiro e 5 técnicos de enfermagem; - estudantes atuam nos turnos diurno e noturno seguindo os turnos de suas categorias profissionais;
Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> - sistema informatizado para gestão: informações relativas ao paciente, como o seu cadastro, prontuário, resultados de exames, histórico na emergência e no hospital – acesso limitado às informações conforme categoria profissional. Por exemplo, os técnicos de enfermagem não tem acesso às informações referentes ao prontuário do paciente, somente a lista dos mesmos, que apresenta informações relacionadas ao estado atual; - há equipamentos para apoiar o trabalho como um todo, por exemplo, computadores, telefones; - equipamentos para assistência ao paciente, como por exemplo, medidores de sinais vitais, monitores cardíacos, bombas de infusão, ventiladores mecânicos.

Ambiente externo	<ul style="list-style-type: none"> - hospital pertencente ao sistema público de saúde; - hospital escola, vinculado a uma universidade pública; - hospital como gestor central – emergência precisa seguir estratégias adotadas pelo hospital, como por exemplo, a acreditação pela <i>Joint Commission International (JCI)</i>, obtido em dezembro de 2013; - superlotação: demanda média de aproximadamente o triplo da capacidade oficial de acomodação de pacientes, o que significa uma média de 130 pacientes diários, em uma estrutura física e organizacional preparada para atender aproximadamente 50 pacientes.
-------------------------	--

Figura 9: Características do SSTC conforme subsistemas propostos por Hendrick e Kleiner (2001)

6.4.2. Análise do uso das diretrizes de gestão para SSTC

6.4.2.1. Projetar folgas

A tabela 1 apresenta os resultados da percepção dos respondentes acerca da diretriz *projetar folgas*. Todas as categorias profissionais consideram as duas questões associadas a essa diretriz como necessárias ao ambiente (valores médios superiores a 11,00). Contudo, o uso das mesmas está abaixo do considerado necessário, principalmente na percepção dos médicos.

Tabela 1: Percepções acerca da diretriz *projetar folgas*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Os profissionais contam com tempo adequado para a realização de suas atividades	5,61	4,30	76,43	6,46	4,07	63,10	2,70	1,92	72,16	5,18
Os profissionais devem contar com tempo adequado para a realização de suas atividades	12,55	2,42	19,27	12,44	1,42	11,38	13,72	0,60	4,35	12,80
Diferença entre as médias	-6,94			-5,98			-11,02			-7,62
Existem folgas para permitir o andamento das atividades, mesmo na ocorrência de situações imprevistas (p.ex.: profissionais de sobreaviso, equipamentos disponíveis como reserva, medicações em estoque)	9,31	4,43	47,59	8,29	3,51	42,42	3,87	2,99	77,50	7,66
Devem existir folgas que permitam o andamento das atividades, mesmo na ocorrência de situações imprevistas (p.ex.: profissionais de sobreaviso, equipamentos reserva, medicações em estoque)	11,35	3,67	32,32	12,01	1,76	14,66	12,02	3,18	26,50	11,73
Diferença entre as médias	-2,04			-3,72			-8,15			-4,07

A percepção da necessidade dessa diretriz pode estar relacionada a superlotação do setor, que eleva a demanda de trabalho e é relatada por todos os entrevistados como um ponto negativo dentro do sistema. De acordo com um dos médicos entrevistados, na troca de turno cada médico idealmente deveria receber no máximo 8 pacientes. Entretanto, conforme o relato daquele médico, o número médio de pacientes por médico é de 13, chegando a situações extremas com médicos recebendo 20 pacientes durante a troca de turno.

De fato, os resultados da tabela 1 apontam para grandes pressões de tempo, especialmente sob o ponto de vista dos médicos. Os altos CV podem ser devidos às diferentes características das quatro áreas de observações. Nas áreas “C” (unidade de internação) e “D” (unidade vascular) é respeitado o número máximo de leitos disponíveis. Na área “D”, a limitação de leitos deve-se à característica de atendimento aos pacientes mais graves, com a utilização de equipamentos indispensáveis para a assistência e disponíveis em pequeno número (por exemplo, respiradores, monitores cardíacos). Nesse setor, um novo paciente é admitido somente após a transferência ou alta de um paciente ali internado.

A limitação do número de leitos também ocorre na área “C”, que se caracteriza por pacientes idosos e casos crônicos, que necessitam de um maior auxílio da equipe da enfermagem no seu cuidado. Assim, se na área “D” a limitação ocorre em função dos equipamentos necessários, na área “C” a limitação decorre da necessidade de maior atenção dos profissionais para com o paciente. Entretanto, a área “C” ainda apresenta certa flexibilidade para admissão de pacientes, extrapolando o número limitado em alguns momentos, fato que não ocorre na área “D”. Contudo, existem momentos em que a pressão de tempo é grande mesmo nessas unidades, como na chegada de pacientes graves no box de urgência, que exigem o uso de protocolos de tratamento de parada cardiorrespiratória (PCR) e acidente vascular cerebral (AVC).

Nas outras áreas (“A” e “B”), a pressão de tempo para realização das atividades parece ser menos variável. Em função da superlotação, os profissionais que atuam nessas unidades frequentemente precisam priorizar algumas atividades em detrimento de outras. São exemplos de atividades que costumam ser priorizadas, a verificação de sinais vitais e a administração das medicações. De outro lado, atividades que costumam ser postergadas para o final do turno, são o preenchimento e conferência da planilha de sinais e medicações (pelos técnicos, em cópia física), e o registro da evolução dos pacientes (pelos enfermeiros, via sistema).

Contudo, os dois enfermeiros escalados por turno na área “B” não conseguem, em geral, verificar o estado de todos os pacientes internados (uma média de 60), sendo levados a estabelecer prioridades e verificar pessoalmente a situação apenas daqueles pacientes

considerados por eles, após passagem de plantão, como mais graves. Deste modo, é possível dar conta tanto do trabalho assistencial quanto de tarefas de apoio (por exemplo, assistência aos familiares, controle dos cartões de entrada e saída, acesso aos medicamentos controlados).

Os médicos também desenvolvem estratégias para avaliar todos os pacientes sob sua responsabilidade durante o turno. Por exemplo, alguns médicos preferem inicialmente avaliar via sistema a situação e exames de todos os pacientes antes de verificar *in loco* o caso. Depois da verificação *in loco*, os médicos retornam ao sistema para inserir prescrições e informações atualizadas sobre o estado de saúde nos prontuários. Entretanto, segundo os relatos de dois médicos entrevistados, o ideal seria avaliar cada paciente e imediatamente acessar o sistema para inserir as informações no prontuário. Isso possibilitaria que os demais profissionais envolvidos tivessem acesso a informações mais atualizadas acerca da situação de cada paciente.

De fato, o adiamento de algumas atividades em priorização a outras é uma estratégia comumente utilizada por profissionais da saúde para gerir sua carga de trabalho (LAXMISAN et al., 2007; TUCKER e SPEAR, 2006; EBRIGHT et al., 2003). Grundgeiger e Sanderson (2009) discorrem sobre a relação entre eventos adversos e interrupções do trabalho na área da saúde, utilizando o conceito de memória prospectiva, que se refere à lembrança de executar uma atividade em um momento futuro (McDANIEL e EINSTEIN, 2007). As falhas de memória prospectiva são comuns em ambiente com forte demanda cognitiva, como emergências, (GRUNDGEIGER e SANDERSON, 2009). Os exemplos citados de adiamento de algumas atividades, principalmente relacionadas aos registros das informações referentes ao estado do paciente e as condutas realizadas em seu cuidado, podem comprometer a execução adequada da atividade, levando ao esquecimento de algumas informações importante ou até mesmo a troca de informações entre os pacientes, levando ao registro equivocado.

Outra dimensão da diretriz *projetar folgas* diz respeito à presença de redundâncias no sistema. Um exemplo de redundância é a possibilidade de, em momentos de muita demanda, convocar profissionais que estavam de folga para a realização de horas-extras. Essa alternativa ficou mais evidente no grupo da enfermagem. Foram presenciados vários momentos nos quais a gestora do grupo chamou profissionais que não estavam na escala, para atuar em horários de demanda elevada, assim como devido à ausência de algum profissional que deveria estar no setor, mas por qualquer motivo não pode comparecer. Entretanto, essa oportunidade de convocar profissionais em determinados momentos não é algo projetado no sistema, mas sim um recurso utilizado de maneira oportunística quando necessário.

No que tange à categoria médica, essa possibilidade se mostrou mais restrita. Segundo os médicos entrevistados, a dificuldade deve-se à ausência de profissionais por fatores como

férias, atestados, participação em congressos e cursos de qualificação. O trecho de entrevista abaixo, proveniente do relato de um médico, ilustra esse problema:

“nosso maior problema com a escala é que, se eu te mostrar a escala aqui do mês, tu vais ver que não tem dia nesse mês que eu não tenho “furo” (falta de profissional), todos os dias tem “furo”. Como aconteceu um dia dessa semana agora, que tinha 4 “furos”, ou seja, dos 10 médicos para trabalhar no dia, nós tínhamos apenas 6.” (ent. médico)

Em relação a folgas associadas a equipamentos e medicações, foi verificado que nem sempre estes estão disponíveis no momento necessário, gerando atrasos no cuidado ao paciente. Entretanto, em casos em que o paciente encontra-se em estado muito grave, os recursos faltantes costumam ser providenciados rapidamente, com a atuação da equipe gestora na mobilização da busca do recurso, inclusive em outras instituições e em outras áreas do hospital. Essas ações realizadas em momentos extremos constituem exemplos de *resiliência*, embora em caráter reativo. O trecho da entrevista apresentado abaixo ilustra situações relacionadas à busca de recursos faltantes quando há necessidade para o paciente.

“a gente tem situações de não ter equipamento pra todo mundo, de não ter leito de CTI pra todo mundo, isso é uma coisa que nos gera, às vezes, uma insegurança, e tu queres proporcionar, tu sabes que o paciente precisa e às vezes tu não tem o que fazer. Mas se dá um jeito, mobiliza o hospital inteiro e se dá um jeito. Se tem um paciente que precisa de respirador e a gente não tem mais respirador, se mobiliza o hospital e se encontra um respirador. Se a gente não acha, a gente vai pedir emprestado pra outro hospital. Nem sempre tu trabalhas com uma margem de segurança tranquila pela quantidade de pacientes. Semana passada eu tive dois dias sem leito de parada (cardíaca) e paciente em bloco precisando de leito na CTI e não tendo, a gente faz uma mobilização de todo o hospital pra que se resolva essa situação. Se eu estou com o paciente fazendo uma cirurgia cardíaca, ele precisa sair e vai precisar de um leito de UTI, o que eu não tenho, depois de ter passado por essa situação, eu vou ter que achar um leito pra esse paciente, isso significa dar uma alta um pouco precoce pra outro paciente que estava lá, pra liberar leito para esse paciente que está saindo do bloco.” (ent. administração)

Ainda, outra dificuldade evidenciada referente a essa diretriz é a quantidade de tempo utilizado em atividades que não agregam valor diretamente ao cuidado do paciente, comprometendo recursos que poderiam ser utilizados para folgas dentro do sistema. Um exemplo de atividade que não agrega valor é a procura dos medicamentos dos pacientes, realizada pelos técnicos após a dispensação dos mesmos pela farmácia. As medicações nem sempre são dispensadas para o local onde o paciente está situado, devido a deficiências de atualização do sistema informatizado (média de 30% das mediações são dispensadas para área equivocada). Esse fato obriga que o técnico procure o medicamento a ser administrado ao seu

paciente em todas as unidades de observação da emergência, utilizando um tempo que poderia ser consumido ou reservado a outras atividades.

6.4.2.2. Dar visibilidade aos processos e resultados

A tabela 2 apresenta os resultados do questionário em relação à diretriz *dar visibilidade aos processos e resultados*. Todos os deltas associados a esse grupo de questões tiveram valores negativos, evidenciando a necessidade de melhor uso das práticas de gerenciamento visual. Por exemplo, foi observado que os técnicos de enfermagem, muitas vezes, necessitam de informações que só podem ser visualizadas pelo enfermeiro através do sistema, devido à restrição de acesso conforme a categoria profissional. Essa situação leva o enfermeiro a parar a sua tarefa e consultar o sistema, passando verbalmente a informação ao técnico. Esse fato acaba por dificultar e atrasar as tarefas a serem realizadas por ambos os profissionais, além de aumentar as chances de erros na retomada das tarefas pelo enfermeiro, na medida em que ele pode ter esquecido o ponto no qual sua tarefa anterior foi paralisada (TUCKER e SPEARS, 2007; GRUNDGEIGER e SANDERSON, 2009).

Tabela 2: Resultados do questionário referentes à diretriz *dar visibilidade aos processos e resultados*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
O ambiente de trabalho possui um bom gerenciamento visual, de modo que as informações necessárias para realizar as atividades são facilmente acessíveis a todos	7,96	4,77	59,95	8,56	3,33	38,88	4,85	2,11	43,58	7,42
O ambiente de trabalho deve possuir bom gerenciamento visual, de modo que todos identifiquem facilmente as informações necessárias para realizar suas atividades (p.ex.: funcionários que estão presentes em cada turno)	12,97	0,95	7,31	12,71	1,56	12,26	12,93	1,78	13,77	12,88
Diferença entre as médias	-5,01			-4,15			-8,08			-5,46
O ambiente de trabalho possui um bom gerenciamento visual, de modo que os resultados dos indicadores são facilmente acessíveis a todos	8,42	4,53	53,84	8,68	3,24	37,32	4,39	2,38	54,12	7,55
O ambiente de trabalho deve possuir um bom gerenciamento visual, de modo que todos possam acessar facilmente os resultados dos indicadores de desempenho (ex: taxas de infecções, incidentes, etc.)	12,59	1,59	12,67	12,27	1,73	14,12	11,70	3,11	26,61	12,27
Diferença entre as médias	-4,17			-3,59			-7,31			-4,72

Outro exemplo de precária gestão visual se refere à dificuldade de saber onde os pacientes estão locados, bem como saber qual profissional (técnico de enfermagem e equipe médica) é responsável pelo paciente em cada turno. As informações acerca da localização física dos pacientes e médico responsável estão disponíveis no sistema informatizado, o qual nem sempre está atualizado, e também nos cartazes nos murais. Quanto ao técnico que está assistindo o paciente durante o turno, há um mural que apresenta essa informação em duas das áreas de observação, sendo que em uma delas, na área “B”, a lista é escrita à mão pelos técnicos, com o número do leito e nome dos pacientes sob sua responsabilidade.

Nessa lista, cujo conteúdo e formato não são padronizados (figura 10), alguns técnicos disponibilizam outras informações, como os valores obtidos na verificação de sinais, de modo a compartilhar esses dados com os demais profissionais e evitar interrupções durante as suas atividades por outros profissionais interessados nessas informações. Os dados presentes nessa lista não são registrados no sistema informatizado, de modo que pode haver diferenças entre as informações apresentadas em ambas (por exemplo, quanto à localização do paciente). Não há, em nenhuma das unidades, um quadro geral que compile as principais informações dos pacientes (nome, localização, profissionais responsáveis naquele turno, situação atual).

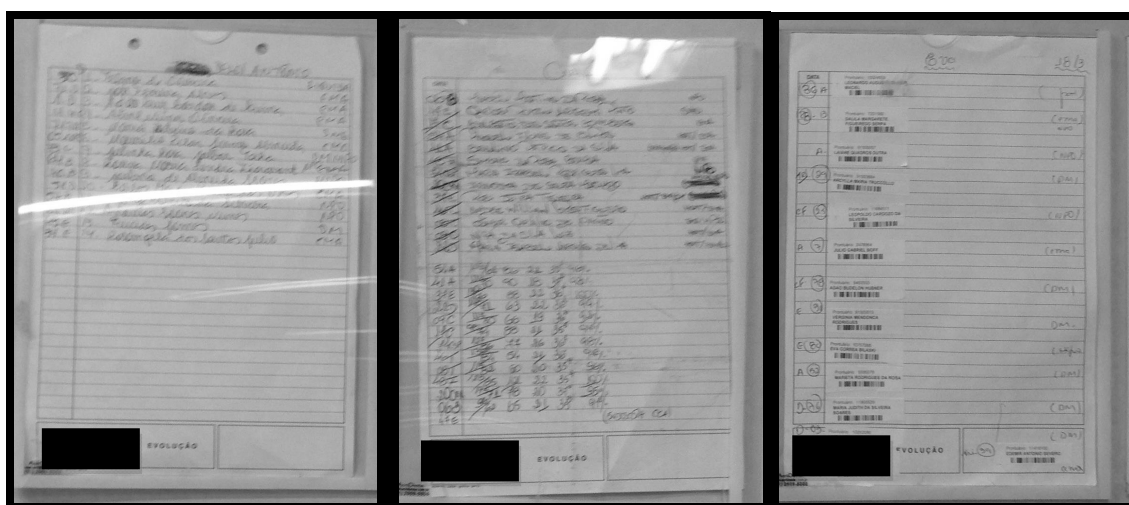


Figura 10: Listas dos pacientes sob responsabilidade dos técnicos na área “B” em um mesmo turno

A visibilidade das informações referentes à entrada e saída dos pacientes das unidades para exames, dentro da emergência e em outras unidades do hospital, também apresenta dificuldades. Existem folhas fixadas em murais para identificar os pacientes a serem transportados para outros setores, bem como os pacientes que estão em outros setores e devem retornar a emergência (figura 11). Entretanto, esse mural nem sempre conta com as informações atualizadas. Para os exames realizados dentro da emergência, como por exemplo,

raio-X e ecografia, o transporte do paciente é feito pelo técnico responsável pelo exame, que apenas comunica verbalmente a saída do paciente do local, ao técnico ou enfermeiro presente na unidade. Esse, por sua vez, costuma ser o responsável por atualizar o quadro com informações acerca do local em que se encontra o paciente envolvido na realização de exames. Contudo, a pesquisadora observou repetidas vezes, o desconhecimento da localização do paciente por parte dos enfermeiros e técnicos de enfermagem, que não foram comunicados sobre a saída do paciente da unidade e não dispunham de um local no qual pudessem consultar essa informação.

Outra questão pertinente à visibilidade de processos e resultados, sob o ponto de vista das necessidades do paciente, também merece destaque. Com relação aos pacientes que estão aguardando atendimento nos consultórios médicos, após realizarem o processo de triagem, não foi identificado um dispositivo visual, de fácil acesso e entendimento, com informações sobre tempo previsto de espera e número de profissionais em atendimento no turno. Os pacientes obtêm essas informações somente através de questionamento direto aos profissionais, que necessitam consultar o sistema para obter e transmitir tal informação.

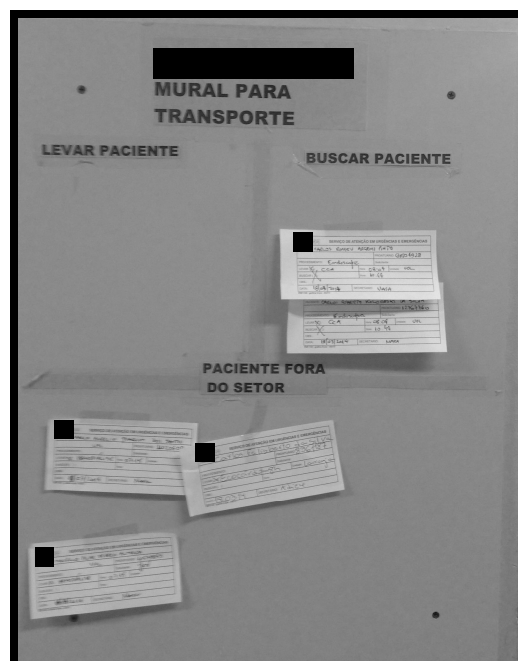


Figura 11: Mural com as informações dos pacientes em deslocamento na área “B”

Com relação à visualização dos resultados de indicadores de desempenho organizacional do setor, foram identificadas iniciativas isoladas no intuito de registrar o tempo de permanência do paciente e a quantidade diária de pacientes. Contudo, não há um local em que essas informações sejam disponibilizadas visualmente para qualquer interessado, assim

como não foram identificadas rotinas gerenciais para análise dos indicadores e realização de ações corretivas com base nisso. Os dados referentes ao número de atendimentos são contabilizados uma vez por dia, ficando a disposição das chefias, que podem solicitá-los a qualquer momento para um funcionário administrativo responsável por organizar esses dados. Entretanto, esses números não são acessíveis aos demais profissionais. Um resumo desses dados é apresentado em reuniões específicas, como balanços de final de ano, mas novamente destinado a um público restrito. Como ilustração da falta de efetiva gestão visual, uma profissional entrevistada, quando questionada sobre a forma de acesso aos indicadores citados, informou que os dados poderiam ser “facilmente” obtidos entrando em contato com determinado funcionário. De fato, isso é contrário a um princípio importante da gestão visual, que determina que o local de trabalho seja autoexplicativo, minimizando a necessidade de trocas de informações verbais (GREIF, 1991).

Percebeu-se também que a dificuldade de divulgação e acesso aos dados coletados implica em uma subutilização dos mesmos, que poderiam ser mais bem aproveitados para auxiliar na previsão de demanda e recursos necessários para lidar com ela, assim como para orientar adaptações em tempo real, pelos próprios funcionários. Contudo, nesse sentido, algumas iniciativas positivas foram verificadas, como a realização de estudos acerca do perfil do consumo de medicações no setor, que foi útil para o dimensionamento de uma farmácia dentro das instalações da emergência. Após um acompanhamento dos processos referentes ao consumo de medicações, foi verificado que o índice de extravio e estorno era muito elevado, o que reforçou os argumentos para a solicitação da citada farmácia.

Anteriormente à instalação da farmácia no setor, os medicamentos eram solicitados para a farmácia central do hospital, a partir das prescrições realizadas pelos médicos e conferência diária dos estoques em cada unidade da emergência, tarefa realizada por um técnico de enfermagem destinado somente a essa função. Os medicamentos eram retirados pelo funcionário responsável na farmácia central, que fazia a distribuição dos mesmos em cada unidade, conforme informado pela farmácia central. Contudo, uma vez que os medicamentos tivessem sido entregues em cada unidade, não havia um efetivo controle da utilização do medicamento naquele local ou pelo paciente que deveria receber a droga.

Com a presença da farmácia na emergência, a retirada das medicações dos estoques passou a ser realizada pelo próprio técnico (ou enfermeiro em caso de medicamentos controlados), em horários específicos. Essas medicações, destinadas aos pacientes sob responsabilidade de cada técnico de enfermagem, ficam acondicionadas nas unidades em gavetas identificadas pelo número do leito do paciente (uma melhoria obtida em termos de

gestão visual), sendo retiradas desse local somente no momento de preparação e administração do medicamento para aquele paciente.

6.4.2.3. Incentivar a diversidade de perspectivas na tomada de decisão

Os resultados obtidos junto ao questionário (tabela 3) indicaram deltas negativos para todas as questões. Entretanto, das seis diretrizes pesquisadas, esta foi a que obteve as menores diferenças entre as médias de aplicabilidade e uso, principalmente devido a uma menor concordância com a aplicabilidade. Contudo, houve coeficientes de variação elevados nas respostas do grupo da enfermagem, fato não verificado nas respostas dos médicos, que apresentam médias mais elevadas e coeficientes de variação mais baixos.

Tabela 3: Resultados do questionário referentes à diretriz *incentivar a diversidade de perspectivas na tomada de decisão*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
A tomada de decisão considera a perspectiva de diferentes profissionais	8,27	4,47	54,09	7,97	3,23	40,58	9,90	3,03	30,58	8,56
A tomada de decisão nas atividades deve considerar a perspectiva de diferentes profissionais	10,49	4,29	40,88	11,71	2,15	18,35	12,68	1,51	11,95	11,41
Diferença entre as médias	-2,22			-3,74			-2,78			-2,85
A tomada de decisão considera informações de outros setores relacionados à atividade	8,35	3,67	44,03	8,38	2,99	35,67	9,76	3,07	31,40	8,70
A tomada de decisão deve considerar informações de outros setores relacionados à atividade	10,12	3,95	39,03	10,47	3,24	30,93	12,55	1,71	13,61	10,81
Diferença entre as médias	-	1,77		-	2,09		-	2,79		-
										2,11

De um lado, foi identificado que a opinião dos médicos, tanto nas decisões gerenciais quanto nas de assistência ao paciente, tem maior peso em relação à opinião das demais categorias profissionais. A estrutura do comitê que realiza a gestão do setor reflete esse fato. Cinco dos sete integrantes desse comitê são médicos. O trecho de entrevista abaixo ilustra a percepção de um entrevistado (enfermeiro) acerca das dificuldades de trabalho colaborativo, na gestão do setor, entre os médicos e as demais categorias profissionais.

“a gente tem muita dificuldade de conseguir a parceria deles (médicos), é difícil que eles aceitem as rotinas estabelecidas e eles negam que seja multidisciplinar, porque eles, assim, os clínicos em especial, eles se entendem como autônomos.” (ent. enfermeiro)

Nas decisões relacionadas à assistência direta do paciente, a perspectiva de diferentes categorias profissionais é levada em conta, porém a decisão final acerca do tratamento a ser realizado e o período de permanência do paciente na emergência ainda é centrada na opinião do médico, que é o profissional responsável diagnóstico e conduta de tratamento do paciente. Um projeto piloto de formação de uma equipe multidisciplinar para assistência vem sendo desenvolvido na área “B”. Essa equipe é composta por um médico gestor, médicos, residentes, doutorandos, enfermeiros, psicólogos, nutricionista, farmacêutico e assistente social. Pacientes sob a responsabilidade dessa equipe são avaliados por todos esses profissionais, em geral ao mesmo tempo, com visitas conjuntas a beira do leito, seguidas de discussões denominadas *rounds*, que ocorrem em outra sala. Dessa forma, o debate entre os profissionais sobre os casos ocorre de maneira direta, compartilhando as informações pertinentes a cada área de atuação e estabelecendo uma linha de tratamento conjunta. Os resultados obtidos com os pacientes sob a supervisão dessa equipe tem sido positivos, como por exemplo, um período menor de internação desses pacientes (4,8 dias) quando comparados aos demais pacientes da mesma unidade de observação.

Outro bom exemplo de uso de diversas perspectivas nas decisões assistenciais diz respeito à consulta de opiniões de especialistas das áreas médicas, que trabalham em outras áreas do hospital, como por exemplo, oncologistas e urologistas. Em geral, esses especialistas se deslocam até a emergência para avaliar os pacientes e discutir os casos, mas não ficam responsáveis pelos mesmos enquanto eles estiverem internados na emergência, sendo apenas consultores. Entretanto, um fato relatado por um médico durante a entrevista e também em conversas informais com os mesmos, relacionado aos profissionais consultores, ilustra uma dificuldade presente na emergência estudada, em parte explicada pela sua característica de hospital escola. Existe certa pressão, por parte das equipes especialistas do hospital (como equipe da oncologia, equipe da urologia, equipe da neurologia), para que pacientes da emergência com patologias relacionadas às especialidades sejam internados no hospital. Esses pacientes são um objeto de estudo interessante para os profissionais que fazem sua formação no hospital. Sendo assim, alguns pacientes passam, às vezes, mais tempo do que o necessário no setor, realizando investigações e aguardando leito nos andares do hospital. Dessa forma, pacientes que poderiam receber alta, realizar ou aguardar seu tratamento em casa, acabam permanecendo na emergência, não sendo liberados. Isso contribui para a superlotação no setor e sobrecarga dos profissionais da emergência.

6.4.2.4. Antecipar e monitorar pequenas mudanças

A tabela 4 apresenta os resultados do questionário acerca da aplicabilidade e uso dessa diretriz. De modo semelhante aos resultados das diretrizes apresentadas até o momento, todos os deltas foram negativos, sinalizando oportunidades de melhorias.

A percepção do baixo uso dessa diretriz pode estar associada a um momento importante pelo qual o setor e o hospital como um todo estavam atravessando no período da coleta de dados: o processo de acreditação hospitalar pela *Joint Commission International*. Assim, várias pequenas mudanças nas rotinas e nos processos estavam sendo implementadas visando, em curto prazo, atender aos 1220 requisitos estabelecidos pela acreditação internacional.

Tabela 4: Resultados do questionário referentes à diretriz *antecipar e monitorar pequenas mudanças*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Pequenas mudanças no setor são planejadas e seus impactos sistêmicos são antecipados	8,16	4,66	57,15	8,28	3,18	38,37	5,04	3,35	66,52	7,46
Mudanças devem ser realizadas, inicialmente, em pequena escala, visando verificar a sua eficácia antes de sua implantação completa (p.ex.: nova rotina de identificação de medicações deve ser testada em uma unidade inicialmente)	12,22	2,32	18,96	11,62	2,46	21,18	13,27	1,01	7,65	12,21
Diferença entre as médias	-4,06			-3,34			-8,23			-4,75
Há monitoramento do impacto de pequenas mudanças no setor	7,73	4,54	58,75	8,08	3,02	37,41	4,76	3,21	67,55	7,15
Os impactos de pequenas mudanças no setor devem ser monitorados, para a identificação de efeitos desejados e indesejados	12,98	1,10	8,45	12,94	0,76	5,87	13,42	0,83	6,22	13,07
Diferença entre as médias	-5,25			-4,86			-8,66			-5,92

Um exemplo dessas pequenas mudanças refere-se à identificação de todas as medicações a serem administradas ao paciente, contendo seu nome e número de prontuário impressos e fixados junto ao recipiente que irá armazenar o medicamento até o seu consumo (por exemplo, seringa, envelope, copo plástico). Essa prática visa evitar a troca de medicações no momento da administração. Contudo, o processo de implementação dessa rotina se deu por meio do treinamento de alguns profissionais (enfermeiros e técnicos), de modo informal, sendo que estes tinham a responsabilidade pela disseminação das informações aos demais colegas.

No primeiro dia de uso dessa rotina, as seguintes dificuldades ficaram evidentes: (a) em função da falta de antecipação e variações da demanda diária, houve impressão de um número excessivo de etiquetas, gerando desperdício das mesmas; (b) não havia computadores específicos para a confecção das etiquetas, que não poderiam ser elaboradas a partir de todos os computadores disponíveis no setor; (c) os profissionais não sabiam de quem era a responsabilidade pela impressão das etiquetas. O resultado dessa nova rotina, após o seu primeiro dia de implantação, foi a sua suspensão, até que os pontos verificados como problema fossem ajustados, o que ocorreu após sete dias aproximadamente.

O primeiro dia de utilização dessa rotina levou ao aumento da demanda de trabalho para os técnicos e enfermeiros, atrasando a realização de atividades essenciais como a administração da medicação, indicando que não houve antecipação, em nível suficiente de detalhe, acerca de como a mudança iria impactar na linha de frente.

Outra dimensão dessa diretriz está relacionada ao monitoramento dos resultados obtidos com as pequenas mudanças. O *feedback* acerca das mudanças, seja através de relatos formais de profissionais, pacientes e familiares, ou utilização de indicadores, poderia ser uma prática mais frequente no setor. Por exemplo, na situação relatada anteriormente, sobre a identificação dos medicamentos com o nome do paciente, não foi identificado um acompanhamento formal dos impactos dessa rotina, tais como uma possível menor incidência de trocas de medicações. Outra dificuldade para tal acompanhamento seria a falta de dados para uma comparação do tipo antes e após a intervenção, visto que, antes da nova rotina, poucos eram os relatos formais desse problema, apesar do conhecimento da sua existência, conforme relatado em entrevistas com técnicos e enfermeiros.

Situações positivas, que refletem a utilização da diretriz antecipar e monitorar pequenas mudanças, também foram verificadas. Como exemplo, pode ser citada uma iniciativa denominada “paciente certo no lugar certo”, que visa encaminhar os pacientes menos graves para outras estruturas da rede básica de atendimento, priorizando os atendimentos para pacientes em situação de urgência e emergência. Similarmente, há o já citado projeto destinado à equipe multidisciplinar em uma das unidades de atendimento. Esses dois projetos, implantados inicialmente em pequena escala, contaram com um planejamento e capacitação dos profissionais para sua execução, assim como um monitoramento contínuo de seus resultados, que permite acompanhar o impacto dessas mudanças antes de torná-las uma prática formal e disseminada em grande escala.

Contudo, mudanças de menor proporção, e até mesmo pequenos acontecimentos (por exemplo, a dificuldade no transporte das novas camas adquiridas, troca de medicação,

extravio de medicação) geralmente não são formalmente relatados e analisados, dificultando a solução e aprendizado a partir desses sinais.

Assim, percebe-se uma dificuldade em estabelecer critérios para definir quais projetos de melhoria ou quais mudanças devem ser planejados e monitorados, assim como definir os mecanismos mais apropriados de planejamento e monitoramento em cada caso.

6.4.2.5. Monitorar e compreender as diferenças entre prescrição e prática

Os resultados do questionário, relativos a essa diretriz, apresentaram as maiores diferenças entre as médias de uso e aplicabilidade (tabela 5). Todas as categorias profissionais acreditam fortemente (médias maiores que 12 e CVs < 18%) que o monitoramento da diferença entre o trabalho prescrito e o real deve existir. Contudo, com relação ao uso dessa diretriz, observam-se valores bem inferiores (médicos: M=5,35; enfermeiros; M= 6,30; técnicos: M= 7,19), com coeficientes de variação elevados para todas as categorias.

Tabela 5: Resultados do questionário referentes à diretriz *monitorar e compreender as diferenças entre prescrição e prática*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Existe um monitoramento da diferença entre o trabalho real e o trabalho prescrito nos procedimentos	7,19	4,69	65,24	6,30	3,33	52,91	5,35	3,64	68,00	6,46
Deve existir um monitoramento da diferença entre os procedimentos prescritos e a forma real de realizar as atividades	12,55	1,76	14,02	12,13	2,11	17,38	12,90	1,58	12,29	12,49
Diferença entre as médias	-5,36			-5,83			-7,55			-6,03

No setor estudado, há diversos POP's, contemplando as atividades assistenciais e administrativas. Os POP's estão disponíveis através da intranet da instituição, estando agrupados por categoriais profissionais no que tange aos POP's assistenciais, e por coordenadorias administrativas, no que tange aos POP's administrativos. Esses documentos encontram-se também em cópia impressa junto às unidades de observação, para a consulta dos profissionais quando necessário. Como ilustração da grande quantidade de documentos, dentre os POP's destinados à enfermagem, somente uma subcategoria referente às atividades de "sinais vitais e controles" dispõe de 11 documentos.

Além dos POP's, documentos como "planos de áreas" e "manuais de rotinas" também orientam as atividades e informam sobre os procedimentos a serem realizados, contemplando todas as categorias profissionais. A baixa média relativa à existência de monitoramento entre

prescrição e prática, contrasta com a identificação, pela pesquisadora, de frequentes adaptações realizadas pelos profissionais para lidar com a variabilidade inesperada. Por exemplo, todos os técnicos de enfermagem entrevistados relataram a necessidade de alterar, por vezes, uma sequência prescrita de trabalho: verificar os sinais vitais e depois administrar a medicação para os pacientes. Essa sequência prescrita parte do princípio de que a análise dos sinais vitais pode sinalizar alterações significativas no quadro do paciente, podendo levar inclusive à suspensão da medicação prevista. Assim, a alteração da sequência prevista pode ocasionar, por exemplo, a administração de uma medicação hipotensiva (para diminuição da pressão sanguínea) em um paciente que já está hipotenso.

Ainda em relação a essa diretriz, os profissionais não recebem capacitação formal e suporte organizacional para identificarem quando é necessário adaptar os POP's, nem acerca de como adaptá-los às circunstâncias locais. Conforme relatado nas entrevistas, a capacitação enfatiza as orientações presentes nos POP's e a necessidade de seu cumprimento. Aliado a isso, o desconhecimento das principais adaptações realizadas, ou o seu conhecimento informal, não desencadeiam, em geral, a melhoria contínua dos POPs, que apresentam datas específicas para sua revisão e validade, momentos que poderiam ser utilizados para tal. As adaptações realizadas são fruto da experiência tácita e racionalidade local dos profissionais, sem um monitoramento dos seus benefícios e prejuízos para o sistema como um todo.

Uma alternativa que poderia ser utilizada para captar essas informações junto aos trabalhadores seria o sistema de relatos de eventos adversos, presente no setor. Junto à secretaria da emergência, existe uma caixa destinada ao recebimento de relatos de eventos adversos, como erros de medicação, situações de risco e não conformidades, que são descritos em uma ficha padrão disponível junto à caixa de coleta (figura 12). Esses relatos podem ser realizados por qualquer pessoa relacionada às atividades na emergência, incluindo pacientes e familiares. Entretanto, conforme relato de um entrevistado (técnico), esse recurso raramente é utilizado, ficando os eventos ocorridos sem disseminação e, portanto, sem ações preventivas que inibam sua ocorrência futura.

Notificação de Ocorrências EVENTOS ADVERSOS
ERROS DE MEDICAÇÃO E QUASE FALHAS
SITUAÇÕES DE RISCO
NÃO CONFORMIDADES

Notificador

Data: ____/____/____ Turno: M T N Unidade: _____
Nome de quem está relatando (opcional): _____
Profissional: Médico Enfermagem Outros Paciente Familiar/visitante
Se você quer resposta deixe seu e-mail, telefone ou endereço: _____

Evento

Data que ocorreu o evento: ____/____/____
Local onde ocorreu o evento: _____
Quem sofreu o EA (opcional): Paciente Nome: _____ Leito: _____ Prontuário: _____
Profissional Outro

Descrição do evento:

Houve dano: Sim Tipo de dano: Temporário
Não Permanente
Não sei Ainda não determinado
Poderia ter causado dano Com morte
Paciente necessitou maiores observações/cuidados

Sugestão/Crítica:

Figura 12: Exemplo da ficha de relatos de eventos adversos, disponível no setor

6.4.2.6. Criar um ambiente favorável a resiliência

Os resultados do questionário (tabelas 6, 7 e 8) indicaram forte concordância dos respondentes quanto à aplicabilidade das práticas relacionadas a essa diretriz, associada à percepção de uso insuficiente das mesmas.

A necessidade de reuniões destinadas à aprendizagem e reflexão acerca das práticas foi reconhecida fortemente por todas as categorias profissionais (tabela 6). Contudo, quando questionados acerca da existência de tais reuniões, houve baixa concordância por parte dos médicos, embora com alto CV. Cada categoria profissional procura realizar pelo menos uma reunião mensal para abordar assuntos distintos. Por exemplo, os médicos realizam uma reunião mensal destinada à elaboração da escala de horários mensal. Nessa reunião, segundo relato dos médicos entrevistados, a definição dos horários de trabalho é o principal assunto tratado, não havendo tempo suficiente para discussão de assuntos relacionados às atividades, ao trabalho normal e às adaptações realizadas. Talvez esse seja o motivo do valor do delta obtido junto ao enunciado referente a essa questão na categoria médica.

No grupo de enfermagem, há reuniões mensais entre todos os enfermeiros e entre os enfermeiros e técnicos de cada turno (manhã, tarde e noite). Entretanto, nessas reuniões as discussões e reflexões não envolvem diretamente os problemas vivenciados e as adaptações realizadas diariamente para dar conta do trabalho. Em geral, esses momentos são utilizados para reflexões relacionadas aos aspectos técnicos do trabalho, como um novo procedimento ou nova rotina que necessita ser disseminada, conforme prioridades identificadas pelo enfermeiro responsável pelo agendamento e programação da reunião.

Ainda ocorrem reuniões semanais para discussão dos problemas pelo comitê gestor, no qual os assuntos tratados são classificados, pelos próprios profissionais participantes, como aqueles necessários para “apagar o fogo” do momento, havendo pouco espaço para o planejamento de ações preventivas. Não foram verificados espaços destinados ao encontro simultâneo de todas as categorias profissionais.

Tabela 6: Resultados do questionário referente à diretriz *criar um ambiente favorável a resiliência*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Existem reuniões periódicas, ou momentos similares, para discussão sobre problemas e oportunidades de melhorias nas atividades	9,39	4,04	43,05	9,99	3,17	31,76	4,16	3,84	92,43	8,33
Devem existir reuniões, ou momentos similares, para a discussão de problemas e oportunidades de melhoria nas atividades do setor	12,97	1,11	8,57	12,86	1,16	9,03	13,17	1,08	8,24	12,98
Diferença entre as médias	-3,58			-2,87			-9,01			-4,65
O treinamento dos profissionais que ingressam no setor contempla as características peculiares de um setor de emergência	7,60	4,81	63,35	7,85	3,77	48,06	4,45	3,92	88,10	6,93
Os novos profissionais devem receber treinamento acerca das características peculiares da emergência	13,37	0,81	6,04	13,21	0,65	4,90	13,39	1,09	8,13	13,32
Diferença entre as médias	-5,77			-5,36			-8,94			-6,39
Os profissionais estão conscientizados dos valores e missão preconizados pela instituição	10,31	3,43	3,30	8,82	3,10	35,15	10,77	3,81	35,34	9,93
Os profissionais devem estar cientes dos valores e missão preconizados pela instituição	13,28	1,09	8,00	12,88	0,98	7,63	11,73	3,15	26,85	12,78
Diferença entre as médias	-2,97			-4,06			-0,96			-2,85

A necessidade de treinamento relacionado às características peculiares da emergência, no momento de ingresso do profissional no setor, foi percebida como fortemente aplicável pelos respondentes (tabela 6). Contudo, as capacitações admissionais são as mesmas para todos os profissionais do hospital, independente da sua área de atuação. Quando destinados ao seu setor de atuação, a capacitação ocorre de modo “*on the job training*” (CAMPBELL, 1990), mediante o acompanhamento das atividades de um colega mais experiente, que aos poucos vai repassando algumas atividades ao novato, até que o mesmo receba liberação para atuar sozinho na assistência ao paciente. Essa liberação é autorizada pelo supervisor da categoria profissional, mediante critérios subjetivos e não disseminados. Além disso, os

treinamentos que integram a matriz de capacitação de cada funcionário são focados principalmente em procedimentos técnicos e realizados via EAD (ensino à distância). A participação em tais treinamentos é obrigatória, sob pena de implicações negativas relacionadas à remuneração dos trabalhadores.

As evidências citadas acima, aliadas a uma seleção do profissional realizada mediante concurso público, no qual os critérios de avaliação não fazem maiores exigências quanto à busca de profissionais com conhecimentos específicos em emergências hospitalares, compromete a dimensão dessa diretriz relacionada à utilização do conhecimento e experiência para reduzir as possibilidades de interações inesperadas.

A dimensão relacionada a dar *feedback* para apoiar o ajuste de desempenho (tabela 7) depende do uso de diretrizes citadas anteriormente, como *monitorar as diferenças entre o trabalho prescrito e real e dar visibilidade a processos e resultados*. Conforme já apresentado, essas diretrizes são parcialmente utilizadas, caracterizadas por iniciativas pontuais, relacionadas a projetos de maior abrangência e com pouco uso de gestão visual para disseminar resultados.

Tabela 7: Resultados do questionário referente à diretriz *criar um ambiente favorável a resiliência*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Os profissionais recebem <i>feedback</i> sobre seu desempenho	9,37	3,92	41,86	9,30	3,47	37,28	3,63	2,94	81,05	7,95
Os profissionais devem receber <i>feedback</i> de seu desempenho, para que possam melhorar suas ações futuras	12,95	1,14	8,83	13,09	0,63	4,80	13,69	0,76	5,52	13,17
Diferença entre as médias	-3,58			-3,79			-10,06			-5,22
Alterações nos processos de trabalho são realizadas em momentos de necessidade (p.ex.: realocar profissionais de uma unidade para a outra em momentos de excesso de demanda)	9,48	4,10	43,53	9,24	3,37	36,51	7,38	4,31	58,40	8,88
A organização do trabalho deve ser flexível, sendo alterada conforme muda a demanda de trabalho (p.ex.: realocar profissionais de uma unidade para a outra em momentos de excesso de demanda)	10,30	4,73	46,01	11,66	2,74	23,49	12,56	2,86	22,76	11,28
Diferença entre as médias	-0,82			-2,42			-5,18			-2,40

O relato de um profissional da enfermagem ilustra uma das oportunidades de melhoria relativas ao *feedback*. As avaliações de desempenho individuais são realizadas anualmente,

sendo requisito obrigatório e associado à remuneração dos funcionários. O entrevistado mencionou que os seus colegas de grupo relutam em utilizar essa avaliação como um momento para refletir sobre as suas ações e as ações de seus colegas, bem como informar por meio dessa avaliação a sua real opinião sobre o trabalho desenvolvido pelos avaliados. Dessa forma, as informações advindas desse espaço de reflexão não refletem a realidade, visto que a avaliação não é encarada como um momento de aprendizado pelos profissionais, mas principalmente como um momento de avaliação que pode levar a recompensas e prejuízos associados à remuneração.

A questão referente às alterações realizadas nos processos de trabalho em momentos de necessidade (tabela 7) está relacionada à capacidade de alterar a forma de trabalho em tempos normais, de ritmo elevado e emergências. Em função da falta de indicadores de desempenho, especialmente em tempo real, a diferenciação entre estados de operação, em categorias como as três citadas, é difícil. De fato, os limites de quando a emergência passa de um estado para outro são muito dependentes dos profissionais envolvidos no julgamento, como, por exemplo, quando se deve restringir o ingresso de novos pacientes. Além de não existir um limite padronizado de quando o fechamento do setor a novos pacientes deve ocorrer, também não é padronizada a responsabilidade de quem tomará essa decisão e daqueles que devem disseminar essa informação. Apesar disso, em momentos de elevada demanda, ocorre a redistribuição dos recursos entre as áreas, como por exemplo, a prática citada por um médico de redistribuir os pacientes conforme o número de médicos disponíveis no turno e não conforme a divisão por áreas de atendimento, modificando a configuração prevista em planos de área e POP's. Essa situação é vivenciada constantemente pela equipe médica, pois, como já discutido junto à diretriz *projetar folgas*, falhas na escala dos médicos são frequentes.

Com relação aos POP's, a tabela 8 apresenta os resultados referentes à necessidade e realização de adaptação dos procedimentos em algumas atividades, bem como a existência de capacitação para tal. A necessidade da adaptação de procedimentos devido ao contexto, fato verificado em diferentes momentos durante o estudo, é corroborada pelos resultados obtidos junto ao questionário. De modo semelhante, a necessidade de capacitação objetivando uma melhor percepção sobre o momento e modo em que essa adaptação deve ocorrer é verificada como um ponto a ser melhorado segundo os respondentes.

Tabela 8: Resultados do questionário referente à diretriz *criar um ambiente favorável a resiliência*

Questões	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M
Os procedimentos são frequentemente adaptados	8,18	4,05	49,53	10,31	2,78	27,00	7,65	2,85	37,20	8,76
Os procedimentos devem ser adaptados em determinadas situações	12,69	1,61	12,68	10,92	3,39	31,08	12,33	1,75	14,23	12,02
Diferença entre as médias	-4,51			-0,61			-4,68			-3,26
Existe capacitação para os profissionais perceberem quando, porque e como devem adaptar procedimentos	9,48	4,10	43,53	9,24	3,37	36,51	7,38	4,31	58,40	8,88
Deve existir uma capacitação para os profissionais perceberem a necessidade de quando, porque e como os procedimentos devem ser adaptados	10,30	4,73	46,01	11,66	2,74	23,49	12,56	2,86	22,76	11,28
Diferença entre as médias	-0,82			-2,42			-5,18			-2,40

6.4.3. Percepção geral acerca da segurança de pacientes e funcionários

A tabela 9 apresenta os resultados das questões relativas à percepção de segurança de pacientes e funcionários. Para todas as categorias profissionais, tanto na questão referente à segurança do paciente quanto na questão referente à segurança dos profissionais, a máxima média obtida foi de 6,18, referente à segurança de pacientes na percepção dos técnicos. Já os médicos são os que consideram o ambiente da emergência mais inseguro para os pacientes, com uma média de 4,66. Quanto à segurança dos profissionais, os técnicos de enfermagem são os que consideram o ambiente mais inseguro, com média de 5,01. Para todos os respondentes os CV foram elevados. A correlação entre as questões acerca da segurança de pacientes e profissionais foi forte (0,77).

Tabela 9: Resultados do questionário referente à segurança de profissionais e pacientes

Questão	Téc. Enfermagem			Enfermeiros			Médicos			Geral		
	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)	M	DP	CV(%)
Os pacientes estão seguros neste setor (há possibilidade de acidentes e erros envolvendo pacientes é remota)	6,18	4,15	67,16	5,59	3,11	55,69	4,66	2,84	60,83	5,63	3,55	63,17
Os profissionais que trabalham neste setor estão seguros (é remota a possibilidade de acidentes e doenças ocupacionais)	5,01	4,03	80,51	5,15	3,14	60,85	5,32	3,76	70,70	5,13	3,65	71,11

A questão associada à segurança de pacientes apresentou correlações moderadas (coeficiente entre 0,3 e 0,7) com outras cinco questões relacionadas ao uso das diretrizes (tabela 10), quais sejam: uma relacionada à diretriz *dar visibilidade a processos e resultados (i)*, duas relacionadas à diretriz *criar um ambiente favorável à resiliência (ii e v)* e outras duas referentes à diretriz *antecipar e monitorar pequenas mudanças (iii e iv)*. Os coeficientes de correlação com as demais questões foram abaixo de 0,3.

Tabela 10: Coeficientes de correlação para a questão relacionada à segurança do paciente

Questões	(i) O ambiente de trabalho possui um bom gerenciamento visual, de modo que as informações necessárias para realizar as atividades são facilmente acessíveis a todos	(ii) Existe capacitação para os profissionais perceberem quando, porque e como devem adaptar procedimentos	(iii) Há monitoramento do impacto de pequenas mudanças no setor	(iv) Pequenas mudanças no setor são planejadas e seus impactos sistêmicos são antecipados	(v) Os profissionais recebem <i>feedback</i> sobre seu desempenho
Os pacientes estão seguros neste setor	0,38	0,35	0,32	0,31	0,31

Utilizando a análise de regressão linear para identificar relações associativas entre a questão sobre a segurança dos pacientes (questão dependente) e as 16 outras questões destinadas ao uso das diretrizes (questões explicativas), um modelo de regressão foi gerado (tabela 11). As questões explicativas que fazem parte do modelo foram selecionadas mediante sua contribuição para explicação da questão dependente, a partir da execução da técnica no software SPSS versão 18.0.

Percebe-se que o nível de explicação do modelo, representado pelo R2 ajustado (coeficiente de determinação múltipla), foi de 0,212. Isso significa que as questões que compõem o valor atribuído à complexidade geral do ambiente, escolhidas pelo modelo, correspondem a 21,20% do total, com um nível de confiança de 95%. Os valores dos Betas

evidenciam a colaboração de cada questão para explicação do modelo, ou seja, quanto maior o valor das respostas a essas questões, maior é a segurança percebida. Dessa forma, a expressão que norteou o modelo de regressão é ilustrada pela equação 1, onde μ corresponde ao erro estimado.

Variável dependente	Variáveis explicativas	Legenda
Os pacientes estão seguros neste setor	O ambiente de trabalho possui um bom gerenciamento visual, de modo que as informações necessárias para realizar as atividades são facilmente acessíveis a todos	GER.VIS
	A tomada de decisão considera a perspectiva de diferentes profissionais	TD.DIF.PERSP.

Figura 13: Variáveis utilizadas no modelo de regressão

Tabela 11: Modelo de regressão para questão relacionada à segurança do paciente

Modelo	BETA	Significância	R2
Constante	1,266	0,264	0,212
GER.VIS	0,277	0,006	
TD.DIF.PERSP.	0,268	0,015	

$$\text{Os pacientes estão seguros neste setor} = 1,266 + (0,277 * \text{GER.VIS}) + (0,268 * \text{TD.DIF.PERSP.}) + \mu \quad (1)$$

No que tange a segurança dos profissionais, análise semelhante foi realizada. A análise de correlação indicou uma correlação moderada com todas as questões referentes à diretriz *incentivar a diversidade de perspectivas* (tabela 12). Para as demais 14 questões relacionadas ao uso das diretrizes, as correlações tiveram coeficientes inferiores a 0,3.

Tabela 12: Coeficientes de correlação para a questão relacionada à segurança dos profissionais

Questões	A tomada de decisão considera a perspectiva de diferentes profissionais	A tomada de decisão considera informações de outros setores relacionados à atividade
Os profissionais que trabalham neste setor estão seguros	0,34	0,30

Na análise de regressão tendo como variável dependente a questão referente à segurança dos profissionais, o modelo de regressão (equação 2) teve apenas uma variável explicativa, relacionada ao monitoramento das diferenças entre o trabalho prescrito e o real (PRESC.REAL).

O R2 para esse modelo foi de 0,122 (Tabela 13), indicando um poder de explicação de 12,20% para esse modelo.

Tabela 13: Modelo de regressão para questão relacionada à segurança do paciente

Modelo	BETA	Significância	R2
Constante	3,339		0,122
PRESC.REAL	0,321		

$$\text{Os profissionais estão seguros neste setor} = 3,339 + (0,321 * \text{PRESC.REAL}) + \mu \quad (2)$$

Os baixos valores de explicação obtidos pelos modelos referentes à segurança de pacientes e profissionais podem estar relacionados ao fato de serem consideradas as respostas de grupos heterogêneos de profissionais. Todos os profissionais atuam no atendimento ao paciente de emergência, porém suas atribuições são diferentes, com níveis de responsabilidade distintos, o que pode ter influência nas suas percepções.

6.5. DISCUSSÕES

6.5.1. Contribuições das diretrizes para a identificação de oportunidades de melhorias no SSTC

A figura 14 apresenta uma compilação dos principais exemplos positivos e dificuldades relacionadas à utilização das diretrizes.

Diretriz	Exemplos positivos	Dificuldades
Projetar folgas	<ul style="list-style-type: none"> - há um limite máximo, padronizado e respeitado, acerca do número de pacientes em algumas unidades de atendimento; - priorização de algumas atividades para lidar com picos de carga de trabalho; - possibilidade de convocar profissionais em momentos de necessidade; - possibilidade de recrutar equipamentos extras em momento de necessidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - elevada pressão de tempo para realização das atividades em algumas unidades de atendimento; - interrupção de algumas atividades para dar conta de outras atividades prioritárias; - verificação in loco somente dos pacientes considerados mais graves em algumas unidades; - dificuldade de algumas categorias em disponibilizar profissionais extras em momentos de demanda elevada; - restrito número de equipamentos e materiais, como os equipamentos de medição de sinais vitais; - indícios de alta incidência de atividades que não agregam valor, tais como procurar pacientes e medicamentos.
Dar visibilidade aos processos e resultados	<ul style="list-style-type: none"> - identificação dos técnicos responsáveis pelos pacientes, de forma manuscrita, em algumas unidades; - disponibilização de dados sobre o estado atual do paciente (p.ex.: sinais vitais), de forma manuscrita, em algumas unidades. - monitoramento da quantidade diária de pacientes. 	<ul style="list-style-type: none"> - informações importantes do paciente restritas a algumas categorias profissionais, e somente em computadores; - dificuldades de localização dos pacientes; - dificuldades da identificação do profissional (médico e técnico) responsável pelo paciente; - dificuldade da identificação do status da emergência (número de pacientes em atendimento, quantidade de profissionais disponíveis no turno); - dificuldade de coleta, monitoramento e disseminação de indicadores (p.ex.: taxa de ocupação). - falta de padronização do conteúdo e formato dos cartazes que indicam técnicos responsáveis pelos pacientes, bem como cartazes com dados acerca do paciente.

Incentivar a diversidade de perspectivas	<ul style="list-style-type: none"> - projeto piloto de uma equipe multidisciplinar para o acompanhamento do paciente; - utilização de consulta aos especialistas médicos do hospital em caso de necessidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - tomada de decisão na gestão e na assistência excessivamente centrada na opinião médica; - comitê gestor composto por 5 profissionais médicos e apenas 2 de outras categorias; - pressão das equipes especialistas do hospital para que o paciente continue na emergência, até que leitos sejam liberados no hospital,
Antecipar e monitorar pequenas mudanças	<ul style="list-style-type: none"> - acompanhamento dos dados referentes a mudanças maiores, como os projetos pilotos “paciente certo na porta certa” e “equipe multidisciplinar para assistência”. 	<ul style="list-style-type: none"> - cancelamento e postergação de novas rotinas por dificuldade de implementação (p.ex.: etiquetagem das medicações); - não acompanhamento de dados decorrentes de projetos menores; - falta de uma padronização sobre quais mudanças devem ou não ser monitoradas.
Monitorar as diferenças entre prescrição e prática	<ul style="list-style-type: none"> - existência de um sistema formal de relatos 	<ul style="list-style-type: none"> - subutilização do sistema formal de relatos; - inexistência de POP’s específicos para a emergência; - inexistência de capacitação voltada para identificação da necessidade da adaptação desses procedimentos; - inexistência de registro e análise das adaptações realizadas pelos profissionais; - dificuldade de melhoria contínua dos POP’s pela dificuldade de monitoramento do prescrito e o real. - POP’s por vezes não explicitam relações importantes entre os mesmos (por exemplo, POP’s de medição de sinais vitais não explicitam os seus relacionamentos com os POPs de administração de medicamentos).
Criar um ambiente favorável a resiliência	<ul style="list-style-type: none"> - resiliência individual e reativa para dar conta do trabalho a ser desenvolvido. 	<ul style="list-style-type: none"> - inexistência de reuniões entre todas as categorias profissionais; - reuniões mensais entre os médicos focadas nas decisões da escala de trabalho; - reuniões mensais da enfermagem com enfoque em procedimentos técnicos; - reuniões semanais do comitê gestor destinadas basicamente a “apagar fogo” e não aos planejamentos; - seleção de profissionais sem obrigatoriedade de experiência prévia no setor; - treinamento admissional sem enfoque nas atividades de emergência; - treinamentos periódicos voltados basicamente para questões técnicas e realizados em sua maioria via EAD; - principal motivação para o cumprimento da matriz de capacitação parece ser o fato disso estar associado a melhorias na remuneração; - dificuldade de <i>feedback</i> sobre as atividades; - dificuldade de utilização do <i>feedback</i> no ajuste de desempenho; - dificuldade em usar a avaliação de desempenho como um momento de aprendizado; - dificuldade em estabelecer os limites de operação da emergência.

Figura 14: Compilação dos principais resultados referente à utilização das diretrizes de gestão

Um fator que permeia várias dificuldades listadas na figura 14 é a superlotação. Essa característica, presente em várias esferas da saúde pública, não só no Brasil, mas também em outros países, compromete a funcionalidade e a segurança dos sistemas de saúde em geral, (HOLLNAGEL, 2013; WEARS e PERRY, 2008; PERRY et al., 2008; MILLER e XIÃO, 2007).

Na emergência estudada, a pesquisa de Righi e Saurin (2014) evidenciou que a superlotação promove um aumento da presença das características de SSTC, aumentando a sua complexidade. Por exemplo, um maior número de pacientes, associado ao típico longo tempo de permanência dos mesmos no setor e à diversidade de sintomas e patologias, em interação com as equipes assistenciais e tecnologias, contribuem para um aumento da variabilidade inesperada. Tal aumento de complexidade em função da superlotação, por sua vez, contribui para ocultar e/ou agravar problemas operacionais e gerenciais. Por exemplo, atividades como as de procura por pacientes, informações e medicamentos, possuem ineficiências por concepção das mesmas, o que acaba apenas se agravando em momentos de alta demanda, em que a quantidade e duração das interações, e por consequência a complexidade, são maiores.

As condições de superlotação também desencadeiam a necessidade de resiliência reativa do sistema, nos níveis individual, de equipe e organizacional. Contudo, às vezes, as manifestações de resiliência podem ser constituídas por adaptações pouco eficazes, que acarretam em novos perigos, independentemente de contribuir para manter o sistema operando e produzindo os resultados desejados, pelo menos em curto prazo (SAURIN e CARIM Jr., 2012). Exemplos desse tipo de resiliência foram identificados no ambiente analisado, tais como a priorização da visualização *in loco* de alguns pacientes por parte da enfermagem. Ao verificar a situação dos pacientes considerados mais graves durante a passagem de plantão, pode-se deixar de perceber a piora de algum paciente que estava estável anteriormente.

Além disso, os resultados do estudo indicaram oportunidades para o aproveitamento de algumas características de complexidade como suporte organizacional para a resiliência. Por exemplo, a grande diversidade de elementos, em termos de características do grupo de profissionais, pode contribuir para uma maior eficácia no atendimento ao paciente. Profissionais de diferentes formações, com experiências distintas podem contribuir de diferentes formas nas resoluções dos problemas. Um exemplo disso é o projeto de equipe de assistência multidisciplinar presente em uma das unidades, que tem contribuído para um menor tempo de permanência dos pacientes na emergência, a partir da utilização da característica de *grande diversidade de elementos* presente nesse sistema.

Também cabe destacar que, de modo consistente com a natureza dos SSTC, nenhuma melhoria individual e pensada de modo isolada das demais tende a provocar ganhos significativos. Nesse sentido, é necessário antecipar as relações sistêmicas entre as diretrizes e entre as melhorias propostas.

Por exemplo, melhorias destinadas à maior *visibilidade dos processos e resultados*, como por exemplo, o uso de quadros com as principais informações dos pacientes em cada

unidade, um visor com informações do status atual da emergência para os pacientes em espera por consultas, murais com indicadores de ocupação e permanência, auxiliaram também na utilização da diretriz *projetar folgas*. De fato, na medida em que o status de cada operação possa ser compreendido de modo tão simples, rápido e visual quanto possível, por qualquer interessado, a necessidade e o tamanho das folgas poderiam ser identificadas de modo menos ambíguo e menos dependente do julgamento de cada profissional. Tal visibilidade em tempo real do status do sistema também pode contribuir para a identificação de recursos que podem ser usados de modo oportunista, tais como equipamentos e pessoal momentaneamente ocioso.

Essa maior visibilidade também auxiliaria na diretriz relacionada ao monitoramento e compreensão do trabalho prescrito e real, visto que facilitaria a identificação de desvios em relação aos padrões, bem como a disseminação de informações relacionadas ao trabalho diário, dando suporte para a melhoria contínua dos procedimentos e tornando-os mais adequados a realidade de trabalho.

Ainda, exemplos de iniciativas positivas, como equipes multidisciplinares na assistência ao paciente são ações que devem ser incentivadas, buscando sua disseminação para outras unidades da emergência. Essa iniciativa está diretamente relacionada com a diretriz *incentivar a diversidade de perspectivas*, auxiliando nas divisões de responsabilidades e troca de informações entre as diferentes categorias, o que promove também, indiretamente, uma disseminação das informações na emergência como um todo, fato que parece ter dificuldade de ocorrer.

6.5.2. Aperfeiçoamento das diretrizes

No que tange a identificação e validação empírica das relações entre as diretrizes, hipoteticamente descritas por Saurin et al. (2013), a figura 15 apresenta as correlações entre os grupos de questões que compõem cada diretriz, referentes à sua utilização. As correlações foram realizadas somente para os dados referentes ao uso das diretrizes por estes refletirem a percepção acerca da situação atual do contexto. Pode-se observar que a correlação mais intensa ocorre entre as diretrizes *projetar folgas* (D1) e *dar visibilidade aos processos e resultados* (D2). Tal relação foi prevista no mapa conceitual de Saurin et al. (2013b) e encontra respaldo nos dados qualitativos coletados, tendo sido destacada na seção anterior como uma das principais oportunidades de melhorias.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
D1	1,00	0,73	0,28	0,41	0,55	0,68
D2	0,73	1,00	0,27	0,39	0,49	0,61
D3	-	-	1,00	0,31	0,53	0,42
D4	-	-	-	1,00	0,60	0,66
D5	-	-	-	-	1,00	0,62
D6	-	-	-	-	-	1,00

Figura 15: Valores das correlações entre as médias das questões relacionadas a cada diretriz

Legenda: (D1) projetar folgas; (D2) dar visibilidade a processos e resultados; (D3) incentivar a diversidade de perspectivas; (D4) antecipar e monitorar pequenas mudanças; (D5) monitorar as diferenças entre prescrição e prática; (D6) criar um ambiente favorável a resiliência.

Notas: p-value<0,005; forte correlação: valores destacados em vermelho; moderada correlação: valores destacados em verde.

Também merece destaque o fato de que a diretriz *criar um ambiente favorável a resiliência* (D6) apresenta correlação moderada e relativamente uniforme com todas as demais, fato que confirma a relação proposta das outras cinco diretrizes dando suporte a ela. Destas cinco, as correlações com as diretrizes *projetar folgas* (D1) e *antecipar e monitorar pequenas mudanças* (D4) tiveram valores mais elevados. De fato, a capacidade de resposta frente às variabilidades inesperadas, promovida pelas folgas, pode justificar sua maior correlação com a diretriz *criar um ambiente favorável a resiliência*. Por exemplo, a possibilidade de convocar profissionais em momentos de demanda elevada, mesmo que de forma não planejada, como verificado na categoria de enfermagem, auxilia a resiliência.

Sendo assim, de modo geral verificou-se que as diretrizes apresentam correlações entre si, reforçando as relações originais propostas por Saurin et al (2013b). Contudo, a análise dos dados obtidos a partir da pesquisa empírica promoveu uma reflexão acerca dessas relações, gerando *insights* incrementais acerca do conteúdo de cada diretriz, sintetizadas em um mapa conceitual atualizado (figura 16). Nessa nova proposta de relações, a principal modificação está relacionada à diretriz central: *criar um ambiente favorável a resiliência*. Essa diretriz foi desmembrada em seis dimensões, que deram suporte para a construção do questionário utilizado na pesquisa e foram discutidas na análise dos dados.

Dessa forma, as relações entre as demais diretrizes com a diretriz *criar um ambiente favorável a resiliência* devem estar direcionadas para as suas seis dimensões. Por exemplo, a diretriz *monitorar as diferenças entre prescrição e prática* relaciona-se com três dessas dimensões. *Aprender com base no trabalho normal* é uma forma de realizar esse monitoramento, mas para isso é preciso *estar atento à linha de frente*, suas dificuldade e necessidades, bem como suas estratégias de sucesso e práticas informais que contribuem para a execução do trabalho. Porém, para que isso realmente auxilie na criação de um ambiente resiliente, é necessário *tempo para reflexão e aprendizado*.

De forma semelhante, a diretriz *dar visibilidade aos processos e resultados* facilita o *aprendizado com base no trabalho normal*. A visibilidade do sistema gerada a partir do uso dessa diretriz permite identificar diferentes estados operacionais dos sistemas, permitindo *diferenciar tempo normal de ritmo elevado e de emergência*, que é importante para o planejamento e uso das folgas, por exemplo. Ainda, a disseminação de conhecimento promovida pela visibilidade, auxilia em uma importante dimensão relacionada à resiliência: *dar feedback para o ajuste de desempenho*. Entretanto, essa visibilidade encontra restrições legais no setor da saúde, principalmente relacionadas a necessidade de privacidade que esse ambiente exige (como dados pessoais do paciente e informações sobre sua situação clínica).

Os resultados também apontaram um novo desdobramento para a diretriz associada à criação de condições favoráveis à resiliência. Um dos princípios para tanto deveria ser reduzir a duração, na extensão possível, de interações que exigem ajustes de desempenho. No caso estudado, essa redução poderia ser obtida, por exemplo, por meio de um menor tempo de permanência dos pacientes no setor. De fato, quanto maior esse tempo, maior é a possibilidade de novas interações indesejadas surgirem (por exemplo, contaminações a partir de outros pacientes), e, portanto maior é a possibilidade da resiliência ser demandada. Por sua vez, melhorias de eficiência operacional e políticas organizacionais claras (por exemplo, priorizar alta a pacientes em boas condições) podem contribuir para a redução do tempo das interações.

Além das novas relações ilustradas no mapa, a análise dos dados empíricos evidenciou oportunidades de detalhamento das diretrizes. Por exemplo, a diretriz *projetar folgas*, pode se manifestar de ao menos duas formas distintas: como folgas projetadas e folgas oportunistas. As folgas projetadas correspondem a recursos cuja quantidade, local de armazenamento/uso e natureza decorrem de decisões em nível organizacional, ao invés de iniciativas de indivíduos isolados. Um possível exemplo de folga desse tipo, não detectado no estudo realizado, corresponde à existência de estoques de medicamentos e materiais de consumo com margem de segurança explicitamente dimensionada e delimitada visualmente nas áreas de estocagem. O tamanho necessário das folgas projetadas no sistema, por sua vez, poderia explicitamente considerar qual parcela das mesmas deve ser usada em qual estado de operação do SSTC: ritmo normal, ritmo elevado ou crítico. Por exemplo, quando a emergência atinge um número determinado de pacientes que caracterize um estado crítico, as folgas planejadas deveriam ser usadas até o seu limite.

As folgas oportunistas estão relacionadas às iniciativas isoladas por parte dos profissionais em momentos de necessidade. São exemplos de folgas oportunistas: (i) o exemplo citado na seção 4.2.1. e 4.3.1., que apresenta a frequente chamada de profissionais

da enfermagem fora do turno de trabalho para completar a escala devido à ausência de algum profissional; (ii) a busca de um equipamento específico com outro hospital da rede de saúde devido à necessidade para algum paciente ou situação.

Outro aspecto interessante verificado no contexto analisado que apresenta influência nas diretrizes é a questão do maior poder decisório dos médicos na assistência dos pacientes e gestão do setor. Esse fato impacta na diretriz *incentivar a diversidade de perspectivas na tomada de decisão*. O uso dessa diretriz tende a ser mais difícil em ambientes com fortes distinções hierárquicas entre categorias profissionais. Como uma das alternativas, em ambientes desse tipo, a prática de comitês multidisciplinares deve ser incentivada, de forma a garantir discussão sobre os problemas e sucessos que considerem diferentes perspectivas.

Conforme já mencionado, as ações para promover o uso das diretrizes são relacionadas entre si. *Criar um ambiente favorável a resiliência* simboliza desenvolver o apoio organizacional para promover a resiliência, em todas as suas dimensões e níveis de atuação. Ações individuais de resiliência, destinadas a suportar as atividades diárias dentro de um contexto altamente dinâmico, caracterizam principalmente uma resiliência reativa. Essa resiliência, apesar de fundamental para lidar com o presente, não considera suas consequências futuras, até mesmo porque em um sistema complexo isso é difícil, se não impossível, de prever.

6.6. CONCLUSÕES

O objetivo do presente estudo foi a avaliação e aperfeiçoamento de seis diretrizes propostas em um trabalho anterior. Para tal, um estudo de caso foi conduzido em uma emergência hospitalar, utilizando de diferentes técnicas de coleta de dados (análise de documentos, observações, entrevistas e questionários).

A avaliação identificou, de modo geral, oportunidades de melhorias no que tange ao uso de todas as diretrizes de gestão. Exemplos positivos e dificuldades de cumprir as diretrizes foram identificados. Por exemplo, em relação à diretriz monitorar as diferenças entre prescrição e prática, a presença de um sistema formal de relatos é uma ação relevante. Entretanto, como foi verificado, esse sistema é subutilizado atualmente, não sendo utilizado pelos profissionais para relatar as adaptações realizadas no intuito de lidar com as dificuldades.

No que tange ao aperfeiçoamento das diretrizes, a análise referente à identificação e validação de relações entre as diretrizes permitiu confirmar a presença das relações propostas por Saurin et al. (2013b), identificar novas relações e gerar *insights* adicionais relacionados ao conteúdo de algumas diretrizes. Sobre as relações entre as diretrizes, a modificação principal está relacionada à diretriz central, *criar um ambiente favorável a resiliência*, que foi

desmembrada em sete dimensões: (i) aprender com base no trabalho normal; (ii) tempo para reflexão e aprendizado; (iii) estar atento a linha de frente; (iv) utilizar conhecimento e experiência para tomada de decisão; (v) dar *feedback* para o ajuste de desempenho; (vi) diferenciar tempo normal e ritmo elevado; e (vii) reduzir a duração das interações indesejadas. Além disso, os resultados indicaram uma relação forte entre a diretriz *projetar folgas* e *dar visibilidade aos processos e resultados*, inclusive indicando o uso dessas diretrizes como pontos importantes oportunidades de melhoria.

O detalhamento de algumas diretrizes também foi verificado como um aperfeiçoamento das mesmas, como por exemplo, com a diretriz *projetar folgas*, no qual diferentes tipos de folgas puderam ser percebidos e reinterpretados. Ainda, a importância do uso das diretrizes de forma conjunta é reforçada a partir dos resultados, indicando que a criação de um ambiente favorável a resiliência é fruto de ações conjuntas no intuito de garantir o gerenciamento da complexidade inerente ao contexto.

Limitações decorrentes deste estudo estão relacionadas à dificuldade de aprofundamento da análise de cada uma das diretrizes, visto que elas constituem áreas de conhecimentos diferentes, compostas de um arcabouço teórico próprio. Dessa forma, em um trabalho no qual elas são apresentadas e analisadas em conjunto, fica limitado um maior detalhamento e aprofundamento de cada uma. Sugere-se, como estudo futuro visando contribuir para essa dificuldade encontrada, a análise de cada uma das diretrizes isoladamente, utilizando, de forma mais minuciosa, o conhecimento específico relacionado ao campo de atuação de cada diretriz.

Sua verificação em somente um estudo de caso restringe uma generalização e validação externa da estrutura utilizada na pesquisa e dos resultados obtidos (MEREDITH, 1998). Contudo, nenhuma técnica e análise utilizada para atingir o objetivo da presente pesquisa pressupõe a necessidade de um contexto específico, deixando espaço para replicação do estudo outros setores. Dessa forma, a pesquisa permite que outros estudos de caso sejam realizados no intuito de avaliar e aperfeiçoar as diretrizes de gestão, bem como desenvolver novas relações entre as mesmas e aprimorar as já estabelecidas.

Sendo assim, a partir do conhecimento obtido através do presente estudo, novas pesquisas podem estar direcionadas para formas de operacionalização dessas diretrizes, de acordo com o cenário verificado, constituindo-se de estudos longitudinais destinados a implementação e acompanhamento dos resultados em longo prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a instituição na qual a pesquisa foi realizada pela oportunidade disponibilizada. Em especial, aos profissionais dessa instituição envolvidos nas diferentes etapas do estudo. Agradecemos também à agência de fomento CAPES pelo apoio financeiro cedido aos pesquisadores.

REFERÊNCIAS

- Adamson, J., Gooberman-Hill, R., Woolhead, G. e Donovan, J. (2004), "Questerviews: using questionnaires in qualitative interviews as a method of integrating qualitative and quantitative health services research", *Journal of Health Services Research & Policy*, Vol. 9 No. 3, pp. 139–145.
- Amalberti, R. (2013), "Resilience and Safety in Health Care: Marriage or Divorce?", *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 27-39.
- Anders, S., Woods, D. D., Wears, R. L., Perry, S. J. e Patterson, E. (2006), *Limits on Adaptation: Modeling Resilience and Brittleness in Hospital Emergency Departments*, Proceedings of the 2nd Symposium on Resilience Engineering.
- Bardin, L. (1977), *Análise de Conteúdo*, Paris: PUF.
- Baxter G. D., Monk, A. F., Tan, K., Dear, P.R.F. e Newell, S. J. (2005) "Using cognitive task analysis to facilitate the integration of decision support systems into the neonatal intensive care unit", *Journal Artificial Intelligence in Medicine*, Vol, 35. N. 3, pp. 243–57.
- Braithwaite, J., Clay-Willians, R., Nugus, P. e Plumb, J. (2013), "Health Care as Complex Adaptive System", *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 57-27.
- Campbell, C. (1990), "An overview of on-the-job training", Pfau, R.H. (Ed.), *On-The-Job Training*. Macmillan Botswana Publishing Company (Pty) Ltd: Gaborone.
- Clay-Williams, R. (2013), "Re-structuring and the Resilient Organisation: Implications for Health Care", *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 123-134.
- Costa, W. S., Voshell, M., Branlat, M., Woods, D. D., Gomes, J. O. e Buarque, L. (2008), *Resilience and Brittleness in a Nuclear Emergency Response Simulation: Focusing on Team Coordination Activity*, Proceedings of the 3rd Symposium on Resilience Engineering.
- Crandall, B., Klein, G. e Hoffman, R. (2006), *Working Minds: a practioner's guide to cognitive task analysis*, Cambridge: The MIT Press.
- Cremesp, Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo. (2000) Manual de diretoria clínica. São Paulo: Cremesp, p. 15.
- Dekker, S. (2003). "When human error becomes a crime", *Human Factors and Aerospace Safety*, Vol. 3, N. 1, pp. 83-92.
- Dekker, S. (2005), *Ten Questions About Human Error- A New View of Human Factors and System Safety*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dolif, G., Engelbrecht, A., Jatobá, A., Dias, A., Gomes, J. O., Borges, M. R. S., Nobre, C. A. e Carvalho, P. V. R. (2011), *Critical Decision Method to Access Resilience and Brittleness in Heavy Rainfall Forecast*, Proceedings of the 4th Symposium on Resilience Engineering.
- Ebright, P. R., Patterson, E. S., Chalko, B. A. e Render, M.L. (2003), "Understanding the complexity of registered nurse work in acute care settings", *The Journal of Nursing*

Administration, Vol. 33 No. 12, pp. 630–638.

Fávero, L. P., Belfiore, P. Silva, F. L. e Chan, B.L. (2009), *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Furniss, D., Back, J., Blandford, A., Hildebrandt, M. e Broberg, H. (2011), "A resilience markers framework for small teams", *Reliability, Engineering & System Safety*, Vol. 96 No. 1, pp. 2-10.

Greif, M. (1991), *The Visual Factory: building participation through shared information*, Portland. EUA: Productivity Press.

Grundgeiger, T. e Sanderson, P. (2009), "Interruptions in healthcare: Theoretical views", *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 78 No. 5, pp. 293-307.

Hair Jr., J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. e Black, W. C. (2009), *Multivariate Data Analysis*, 7. ed. Upper Saddle River. NJ: Prentice Hall.

Hendrick, H. e Kleiner, B. (2001), *Macroergonomics: an introduction to work system design*, Human Factors and Ergonomics Society.

Hollnagel, E. e Woods, D. (2005), *Joint Cognitive Systems: foundations of cognitive systems engineering*, Boca Raton FL: Taylor & Francis.

Hollnagel, E., Braithwaite, J. e Wears, R. L. (2013), *Resilient Health Care*, Burlington: Ashgate.

Hollnagel, E., Woods, D. e Leveson, N. (2006), *Resilience engineering: concepts and precepts*, Aldershot: Ashgate Publishing.

Hollnagel, E., Paries, J., Woods, D. e Wreathall, J. (2011), *Resilience Engineering in Practice: a guidebook*, Burlington: Ashgate.

Hollnagel, E. (2013), "Making Health Care Resilient: From Safety-I to Safety-II", *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 3-18.

Kannampallil, T. G., Schauer, G. F., Cohen, T. e Patel, V. L. (2011), "Considering complexity in healthcare systems", *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 44, pp. 943–947.

Kernick, D. (2004), *Complexity and Healthcare Organization: a view from the street*, Abingdon: Radcliffe Medical Press.

Laville, C. e Dionne, J. A. (1999), *Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*, Porto Alegre: Artmed.

Laxmisan, A., Hakimzada, F., Sayan, O. R, Green, R. A., Zhang, J. e Patel, V. L. (2007), "The multitasking clinician: decision-making and cognitive demand during and after team handoffs in emergency care", *International journal of medical informatics*, Vol. 76 No. 11, pp. 801–811.

Mackway-Jones K., Marsden J. e Windle J. (2006), *Emergency triage: Manchester triage group*, Massachussets: Blackwell Publishing.

Malhotra, N.K. (2006), *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.

Martin, J. L., Norris, B. J., Murphy, E. e Crowe, J. A. (2008), "Medical device development: the challenge for ergonomics", *Applied Ergonomics*, Vol. 39 No. 3, pp. 271-283.

McDaniel, M. A. e Einstein, G. O. (2007), *Prospective memory: an overview and synthesis of an emerging field*. London: Sage Publications Ltda.

Meredith, J.R., Raturi, A., Amoako-Gyampah, K. e Kaplan, B. (1989), "Alternative research paradigms in operations", *Journal of Operation Management*, Vol. 8, No. 4, pp. 297-326.

- Miller, A. e Xião, Y. (2007), "Multi-level strategies to achieve resilience for an organization operating at capacity: a case study at a trauma centre", *Cognition, Technology & Work*, Vol.9, pp.51-66.
- Minayo, M. C. de S. (1992), *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*, São Paulo: Hucitec-Abrasco.
- Nemeth, C. e Cook, R. (2007), *Healthcare IT as a Source of Resilience*, Systems, Man and Cybernetics.
- Nemeth, C., Wears, R. L., Patel, S., Rosen, G. e Cook, R. (2011), "Resilience is not control: healthcare, crisis management, and ICT", *Cognitive Technical Work*, Vol. 13, pp. 189–202.
- Pariés, J., Lot, N., Romme, F. e Tassaux, D. (2013), "Resilience in Intensive Care Units: The HUG Case", *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 77-96.
- Perrow, C. (1984), *Normal Accidents: living with high-risk technologies*, Princeton: Princeton University Press.
- Perry, S., Wears, R. e Spillane, J. (2008), *When Worlds Collide: Two medication systems in one emergency department*, Proceedings of the 3rd resilience engineering symposium. France: Antibes-Juan-Les-Pins.
- Person, J., Spiva, L. e Hart, P. (2013), "The culture of an emergency department: An ethnographic study", *International Emergency Nursing*, Vol. 21, pp. 222–227.
- Righi, A. W., Wachs, P. e Saurin, T. A. (2012), "Characterizing complexity of socio-technical systems: a case study of a SAMU medical regulation center", *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, Vol. 41, p. 1811-1817.
- Righi, A. W., Saurin, T. A, Wachs, P. (2014a), *Resilience Engineering: research areas, theoretical and practical gaps*. In: Righi, A. W. (2014), *Caracterização e análise da complexidade como recurso para a gestão de sistemas sócio-técnicos*. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.
- Righi, A. W. e Saurin, T. A. (2014), *Caracterização e análise da complexidade de sistemas sócio-técnicos: o caso de uma emergência hospitalar*. In: Righi, A. W. (2014), *Caracterização e análise da complexidade como recurso para a gestão de sistemas sócio-técnicos*. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.
- Saurin, T. A. e Carim Junior, G. (2012), "A framework for identifying and analyzing sources of resilience and brittleness: a case study of two air taxi carriers", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 42 No. 3, pp. 312-324.
- Saurin, T. e Sosa, S. (2013), "Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: a case study of a control room in an oil refinery", *Applied Ergonomics*, Vol. 44, pp. 811 – 823.
- Saurin, T. A., Rooke, J. e Koskela, L. (2013a), "A complex systems theory perspective of lean production", *International Journal of Production Research*, Vol. 51, pp. 5824-5838.
- Saurin, T. A., Righi, A. e Henriqson, E. (2013b), *Characteristics of complex socio-technical systems and guidelines for their management: the role of resilience*, 5th Resilience Engineering Association Symposium.
- Saurin, T. A., Rooke, J., Koskela, L. e Kemmer, S. (2013c), "Guidelines for the management of complex socio-technical systems: an exploratory study of a refurbishment project", *21st*

Annual Summit of the International Group for Lean Construction, Vol. 1, pp. 13-22.

Sharma, B., Mishra, A., Aggarwal, R. e Grantcharov, T. (2010), "Non-technical skills assessment in surgery", *Surgical Oncology*, pp. 1-9.

Snowden, D. e Boone, M. (2007), "A leader's framework for decision making: wise executives tailor their approach to fit the complexity of the circumstances they face", *Harvard Business Review*, pp. 69-76.

Stephens, R. J., Woods, D. D., Branlat, M. e Wears, R. L., (2011), *Colliding Dilemmas: Interactions of Locally Adaptive Strategies in a Hospital Setting*, Proceedings of the 4th Symposium on Resilience Engineering.

Stroebel, C., McDaniel, R., Crabtree, B., Miller, W., Nutting, P. e Stange, K. (2005), "How complexity science may inform a reflective process for improvement in primary care practices", *Journal on Quality and Patient Safety*, Vol. 31 No. 8, pp. 438-446.

Sweeney, K. (2006), *Complexity in Primary Care: understanding its value*, Abingdon: Radcliffe Publishing.

Tucker, A. L. e Spear, S. J. (2006), "Operational failures and interruptions in hospital nursing", *Health Service Research*, Vol. 41 No 3, pp. 643-662.

Walker, G. H., Stanton, N. A., Salmon, P. M., Jenkins, D. P. e Rafferty, L. (2010), Translating concepts of complexity to the field of ergonomics, *Ergonomics*, Vol. 53, No. 10, pp. 1175-1186.

Wears, R. L. e Perry, S. J. (2008), *A Systems Dynamics Representation of Resilience*, Proceedings of the 3rd Symposium on Resilience Engineering.

Wears, R. L., Perry, S. J. e McFauls, A. (2006), "Free Fall" – A Case Study of Resilience, Its Degradation, and Recovery in an Emergency Department, Proceedings of the 2nd Symposium on Resilience Engineering.

Woods, D. e Hollnagell, E. (2006), "Prologue: Resilience Engineering Concepts", *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Aldershot: Ashgate.

Yin, R. K. (2001), *Estudo de Caso: planejamento e métodos*, Tradução Daniel Grassi. 2. Ed, Porto Alegre. Brasil: Bookman.

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO REFERENTE ÀS DIRETRIZES PARA GESTÃO DE SSTC

APLICABILIDADE E UTILIZAÇÃO DE DIRETRIZES PARA GESTÃO DE SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS COMPLEXOS NO SETOR DE EMERGÊNCIA DO HOSPITAL A

Esse questionário destina-se a avaliar a aplicabilidade e uso de diretrizes para gestão de sistemas sócio-técnicos complexos, no setor de emergência do hospital A. Para tal, solicitamos que você responda as questões nas páginas seguintes marcando um X em qualquer ponto da escala.

Não é necessário informar seu nome. As informações relatadas são confidenciais e serão utilizadas para a continuidade de um projeto de pesquisa realizado pela UFRGS.

Obrigada pela participação!

Dados iniciais

Idade: _____

Formação:

() segundo grau completo

() ensino técnico completo – curso: _____

() ensino superior incompleto – curso: _____

() ensino superior completo – curso: _____

() pós-graduação incompleto – curso: _____

() pós-graduação completa – curso: _____

Tempo de experiência:

Como funcionário no setor de emergência: _____

Como funcionário no setor de emergência do hospital A : _____

Como funcionário do hospital A: _____

Exemplo de resposta

1. O seu time de futebol é o melhor do mundo.

discordo
totalmente

X

concordo
totalmente

Aplicabilidade

As questões abaixo estão relacionadas à **aplicabilidade** das diretrizes para a gestão de sistemas sócio-técnicos complexos no setor de emergência do hospital A.

Mudanças devem ser realizadas, inicialmente, em pequena escala, visando verificar a sua eficácia antes de sua implantação completa (p.ex.: nova rotina de identificação de medicações deve ser testada em uma unidade inicialmente)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os impactos de pequenas mudanças no setor devem ser monitorados, para a identificação de efeitos desejados e indesejados

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Devem existir reuniões, ou momentos similares, para a discussão de problemas e oportunidades de melhoria nas atividades do setor

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os profissionais devem estar cientes dos valores e missão preconizados pela instituição

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Deve existir um monitoramento da diferença entre os procedimentos prescritos e a forma real de realizar as atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

A organização do trabalho deve ser flexível, sendo alterada conforme muda a demanda de trabalho (p.ex.: realocar profissionais de uma unidade para a outra em momentos de excesso de demanda)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Devem existir folgas que permitam o andamento das atividades, mesmo na ocorrência de situações imprevistas (p.ex.: profissionais de sobreaviso, equipamentos reserva, medicações em estoque)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

O ambiente de trabalho deve possuir bom gerenciamento visual, de modo que todos identifiquem facilmente as informações necessárias para realizar suas atividades (p.ex.: procedimentos, quantidades e localização de materiais em estoque, funcionários que estão presentes em cada turno)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

O ambiente de trabalho deve possuir um bom gerenciamento visual, de modo que todos possam acessar facilmente os resultados dos indicadores de desempenho (ex: taxas de infecções, incidentes, etc.)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os novos profissionais devem receber treinamento acerca das características peculiares da emergência

discordo
totalmente

concordo
totalmente

A tomada de decisão nas atividades deve considerar a perspectiva de diferentes profissionais

discordo
totalmente

concordo
totalmente

A tomada de decisão deve considerar informações de outros setores relacionados à atividade

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os profissionais devem receber *feedback* de seu desempenho, para que possam melhorar suas ações futuras

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os procedimentos devem ser adaptados em determinadas situações

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Deve existir uma capacitação para os profissionais perceberem a necessidade de quando, porque e como os procedimentos devem ser adaptados

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os profissionais devem contar com tempo adequado para a realização de suas atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Utilização

As questões abaixo estão relacionadas ao uso das diretrizes para a gestão de sistemas sócio-técnicos complexos no setor de emergência do hospital A.

Pequenas mudanças no setor são planejadas e seus impactos sistêmicos são antecipados

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Há monitoramento do impacto de pequenas mudanças no setor

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Existem reuniões periódicas, ou momentos similares, para discussão sobre problemas e oportunidades de melhorias nas atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os profissionais estão conscientizados dos valores e missão preconizados pela instituição

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Existe um monitoramento da diferença entre o trabalho real e o trabalho prescrito nos procedimentos

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Alterações nos processos de trabalho são realizadas em momentos de necessidade (p.ex.: realocar profissionais de uma unidade para a outra em momentos de excesso de demanda)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Existem folgas para permitir o andamento das atividades, mesmo na ocorrência de situações imprevistas (p.ex.: profissionais de sobreaviso, equipamentos disponíveis como reserva, medicações em estoque)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

O ambiente de trabalho possui um bom gerenciamento visual, de modo que as informações necessárias para realizar as atividades são facilmente acessíveis a todos

discordo
totalmente

concordo
totalmente

O ambiente de trabalho possui um bom gerenciamento visual, de modo que os resultados dos indicadores são facilmente acessíveis a todos

discordo
totalmente

concordo
totalmente

O treinamento dos profissionais que ingressam no setor contempla as características peculiares de um setor de emergência

discordo
totalmente

concordo
totalmente

A tomada de decisão considera a perspectiva de diferentes profissionais

discordo
totalmente

concordo
totalmente

A tomada de decisão considera informações de outros setores relacionados à atividade

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os profissionais recebem *feedback* sobre seu desempenho

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os procedimentos são frequentemente adaptados

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Existe capacitação para os profissionais perceberem quando, porque e como devem adaptar procedimentos

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os profissionais contam com tempo adequado para a realização de suas atividades

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Segurança

As questões abaixo estão relacionadas à segurança de pacientes e profissionais no setor de emergência do hospital A.

Os pacientes estão seguros neste setor (a possibilidade de acidentes e erros envolvendo pacientes é remota)

discordo
totalmente

concordo
totalmente

Os profissionais que trabalham neste setor estão seguros (é remota a possibilidade de acidentes e doenças ocupacionais).

discordo
totalmente

concordo
totalmente

**APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ENTREVISTA COM
PROFISSIONAIS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos convidando você para participar da pesquisa intitulada "Desenvolvimento de Novos Métodos para a Gestão da Segurança em sistemas Sócio- Técnicos Complexos: estudos no setor de emergência do Hospital A", desenvolvida por pesquisadores do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O pesquisador responsável é xxxxxxxx, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário através do telefone nº 0000000 ou e-mail xxxxx@ufrgs.br.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é contribuir para a segurança de pacientes e funcionários do setor de emergência do Hospital A. Não são conhecidos riscos decorrentes da participação nessa pesquisa, apenas deverá ser destinado um tempo para responder ao questionário e realizar a entrevista.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, mantendo a confidencialidade dos dados. Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio do preenchimento de questionários e realização de entrevista junto aos pesquisadores. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelos pesquisadores e seus orientadores.

Os questionários apresentam questões referentes ao contexto de trabalho e atividades laborais do participante. A entrevista aborda os mesmos temas das questões presentes nos questionários e será realizada na presença dos pesquisadores e do participante. A aplicação dos questionários e realização da entrevista será realizada em momento destinado para tal, mediante acordo entre pesquisadores e participante, no Centro de Pesquisa Clínica do Hospital A. O tempo estimado para o preenchimento dos questionários e realização da entrevista é de 2 horas.

Fui ainda informado(a) de que posso me recusar participar do estudos sem prejuízo as minhas atividades profissionais na instituição, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Se você tiver dúvidas em relação aos seus direitos como participante de pesquisa, poderá entrar em contato com o comitê de ética em pesquisa pelo telefone 0000000.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Nome e assinatura do(a) participante

Nome e assinatura do(a) pesquisador

APÊNDICE C: ROTEIRO ENTREVISTA PROFISSIONAIS

1. Geral

Nome:

Sexo:

Idade:

Estado civil:

Formação geral:

Formação específica:

Treinamento:

Fale do seu trabalho no geral:

Existem procedimentos a serem seguidos? São seguidos?

São realizadas adaptações para o trabalho? Exemplo.

Principais relações/interações:

Quais principais problemas e soluções:

O que torna o trabalho mais fácil ou mais difícil:

O que seria um cenário de crise:

Como lidar com esse cenário:

Existe treinamento para lidar com esse cenário:

OBS.: a dificuldade de realizar a entrevista por disponibilidade de tempo de execução implica na possibilidade de que nem todas as perguntas sejam feitas a todos os entrevistados; conforme a entrevista vai transcorrendo, perguntas específicas sobre determinados assuntos podem ser incorporadas, bem como determinados aspectos aprofundados.

2. CDM

2.1. Identificação do Incidente

- Instruções

- Encontrar um incidente
- Solicitar uma visão geral

- Perguntar

- Você consegue pensar em algum momento em que você ou suas habilidades foram desafiadas?
- Você consegue pensar em algum momento em que suas habilidades realmente fizeram diferença – talvez a situação teria sido diferente se você não estivesse lá?

- Ouvir

- Um incidente que se enquadre aos nossos objetivos, no qual o entrevistado teve papel chave

2.2. Linha do Tempo e Identificação dos Pontos de Decisão

- Instruções

- Repetir o incidente
- Construir a linha de tempo
- Salientar momentos críticos

- Perguntar

- Eu entendi bem?
- Onde eu coloco *isto* na linha de tempo

- Estar atento a

- Pontos de decisão, surpresas, erros, sinais ambíguos

2.3. Aprofundamento

- Instruções

- Pergunte até entender o incidente
- Usar a linha de tempo para esclarecer
- Voltar aos pontos confusos

- Perguntar

- O que tinha na situação que fez vocês perceberem que algo iria acontecer?
- O que tinha na situação que fez vocês saberem o que fazer?
- O que os levou a tomarem esta decisão?
- Quais eram as principais preocupações de vocês neste momento?
- O que vocês estavam percebendo neste momento?
- O que vocês estavam vendo, ouvindo (cheirando) neste momento?
- Que informações vocês usaram para tomar esta decisão?
- Como você obteve esta informação?
- Que conhecimento foi necessário ou útil nesta situação ou neste momento?
- Quais eram os objetivos específicos neste momento?
- O que você estava esperando (quais eram as intenções) realizar neste momento?

- Estar atento a

- Decisões críticas, sinais e suas implicações, sinais ambíguos, estratégias, expectativas de violação.

2.4. Questionamentos “e se”

- Instruções

- Use perguntas “e se” para trazer a tona elementos específicos

- Perguntar

- Você considerou outras alternativas?
- Outra pessoa, na mesma posição, poderia ter agido diferente?
- Você poderia, sensatamente, ter tomado outra atitude?
- Você teria tomado a mesma atitude, mais cedo na carreira?
- Esse incidente teria terminado diferente se você ou alguém com a mesma habilidade/experiência não estivesse lá?

- Estar atento a

- Outras possibilidades, outras interpretações potenciais, diferença novato-*expert*, erros potenciais

* Adaptado de: Crandall, B; Klein, G.; Hoffman, R. (2006). Working Minds: a practioner's guide to cognitive task analysis. Cambridge: The MIT Press.

7. CONCLUSÕES

7.1. Objetivos atingidos

A presente tese teve como objetivo geral apresentar diretrizes para a caracterização e análise da complexidade em sistemas sócio-técnicos (SST). Além deste, os objetivos específicos que nortearam a pesquisa foram: (i) identificar as principais linhas de pesquisa, lacunas teóricas e práticas na temática da Engenharia de Resiliência (ER); (ii) propor uma ferramenta de caracterização da complexidade em SST; e, (iii) avaliar e aperfeiçoar diretrizes de gestão de sistemas sócio-técnicos complexos (SSTC). Para atendimento de tais objetivos, cinco artigos foram desenvolvidos, compondo a presente tese.

Uma revisão sistemática de literatura foi realizada no primeiro artigo que compõe a tese, visando identificar as linhas de pesquisa na temática da ER, contribuindo diretamente, portanto, para um dos objetivos específicos do estudo (i). Seis linhas de pesquisa foram identificadas: teoria da ER; identificação e classificação de resiliência; gestão da segurança, análise de acidentes, avaliação de risco e treinamento. A escassez de exemplos do uso de ER em contextos reais, como um paradigma de gestão explicitamente adotado pelas organizações, se destaca como uma lacuna prática que dificulta o progresso desta disciplina. Lacunas teóricas identificadas estão relacionadas à imprecisão de conceitos fundamentais sobre a disciplina, assim como das relações decorrentes dos mesmos. Verificou-se a necessidade de pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de ferramentas que possam operacionalizar a perspectiva da ER na prática, bem como pesquisas direcionadas para a investigação dos benefícios e dificuldades da sua utilização. A presente tese, ao utilizar a perspectiva da complexidade e da ER em seu desenvolvimento, contribui para a disciplina ao discutir formas para análise e gestão dos SSTC.

O estudo de caso realizado no segundo artigo da tese contribuiu para o objetivo geral da mesma, visto que representa o passo inicial na construção da proposta de caracterização e análise da complexidade em SST. O objetivo desse artigo foi realizar a análise de uma Central de Regulação Médica do SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência), com base nas características de sistemas complexos. Esse artigo indicou a necessidade de uma estrutura conceitual mais robusta para descrever a complexidade dos SST, assim como a necessidade de identificar as implicações dessa descrição para o gerenciamento dos SST.

Contribuindo principalmente para o objetivo específico (ii), o terceiro artigo apresentou uma ferramenta para a caracterização da complexidade em SST e sua aplicação em uma emergência hospitalar. Duas principais etapas compuseram o método utilizado no estudo: (i) a aplicação de 120 questionários junto aos profissionais do setor (médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem) visando capturar a percepção dos mesmos acerca de

22 questões relacionadas às características de complexidade adotadas no estudo; (ii) cinco entrevistas utilizando a técnica *questerview*. Os resultados apontaram oportunidades de aperfeiçoamento do questionário, bem como confirmaram que o agrupamento das características de complexidade poderia ser feito em quatro grandes categorias.

A partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores e na continuidade da revisão bibliográfica, uma proposta para caracterização e análise da complexidade em SST é apresentada no quarto artigo que compõe a tese, contribuindo diretamente para o objetivo geral da mesma. Um estudo de caso foi conduzido em uma emergência hospitalar, estruturado a partir das seguintes etapas: (i) delimitação do SST; (ii) descrição do SST; (iii) caracterização da complexidade; (iv) análise da complexidade; e, (v) validação dos resultados. Os resultados evidenciaram a presença das características no contexto, permitindo analisar seus inter-relacionamentos e implicações gerenciais. Os procedimentos usados para conduzir essas etapas, sua execução, apresentação e discussão dos resultados, constituem as diretrizes para a caracterização e análise da complexidade em sistemas sócio-técnicos (SST) citadas no objetivo geral da tese.

O quinto artigo está relacionado, principalmente, ao objetivo específico (iii). A partir de um estudo de caso, realizado na mesma emergência hospitalar na qual ocorreu a caracterização da complexidade, a aplicação e uso de seis diretrizes de gestão para SST foram investigadas. A análise permitiu: (a) discutir a presença e necessidade das diretrizes, identificando exemplos de atendimento e dificuldades relacionadas ao uso das mesmas; (b) incrementar o conhecimento acerca das diretrizes, a partir da análise das suas relações no contexto estudado; (c) propor melhorias para gerenciamento do SST analisado.

Em conjunto, os artigos 2, 3, 4 e 5 contribuíram para a identificação de diferentes formas de manifestação da complexidade em SST, bem como para a identificação das relações entre as mesmas, em um contexto específico. Cabe ressaltar que a literatura trazia, em geral, características de complexidade desagregadas e isoladas de um contexto real. Esse fato contribuía para propostas de gestão sem conexão explícita e sistemática com a perspectiva da complexidade, além de muitas vezes não embasadas em dados empíricos primários.

7.2. Diretrizes para caracterização e análise da complexidade em SST

O objetivo principal da tese foi a proposição de diretrizes para a caracterização e análise da complexidade em sistemas sócio-técnicos (SST). Essas diretrizes nortearam o estudo de caso apresentado no quarto artigo, subsidiando o estudo de caso desenvolvido no quinto artigo dessa pesquisa.

Sendo assim, as diretrizes apresentadas estão relacionadas às seguintes etapas: (i) delimitação do SST; (ii) descrição do SST; (iii) caracterização da complexidade; (iv) análise da complexidade; e, (v) validação dos resultados. A delimitação do SST viabiliza a caracterização e análise, visto que sem ela não haveria critérios para determinar o que deve ser contemplado ou não na pesquisa. Como orientação para essa delimitação, a presente pesquisa sugere uma delimitação com base nas funções que o sistema desempenha ao invés de uma delimitação baseada somente na estrutura do sistema e seus limites físicos. As interações das funções escolhidas com funções do ambiente externo também devem ser identificadas, embora o ambiente externo, em si, não seja objeto de caracterização e análise da complexidade.

Propõe-se que a descrição do SST (etapa ii) seja realizada segundo os quatro subsistemas do SST (social, técnico, organizacional, e ambiente externo). O subsistema social é definido pelas pessoas que atuam nesse sistema. O subsistema técnico é composto pelos artefatos que as pessoas usam para execução de suas atividades. O subsistema organizacional contempla as rotinas dessas pessoas. O ambiente externo é formado por funções realizadas por outros agentes que não os escolhidos na delimitação, bem como pelos fatores políticos, culturais, educacionais, econômicos e legais, externos ao SST, mas que influenciam os demais subsistemas. A descrição a estrutura de subsistemas permite verificar os elementos de cada sistema individualmente, assim como as relações entre os mesmos.

Na caracterização da complexidade, a adoção de uma definição relacionada à mesma é o passo inicial. Na presente pesquisa, a definição de complexidade adotada está relacionada a quatro atributos (características): grande número de elementos em interações dinâmicas, grande diversidade dos elementos, variabilidade inesperada e resiliência. Tendo em vista as diferentes dimensões e manifestações da complexidade, a caracterização da mesma requer triangulação de técnicas para a coleta de dados. Essa prática também contribui para a fidedignidade e confiabilidade dos dados obtidos. Sugere-se como principais técnicas de coleta de dados a realização de entrevistas, observações, análise de documentos e a aplicação do questionário apresentado nos artigos 3 e 4.

Para a análise da complexidade, sugere-se que o enfoque esteja: (i) na identificação das relações entre os atributos adotados; e, (ii) na identificação da parcela desnecessária da complexidade e da parcela inevitável, embora seja reconhecido que ambas não podem ser rigidamente separadas e que essa diferenciação é mais uma construção social do que uma realidade objetiva. A análise citada em (i) pode ser realizada a partir de correlações estatísticas entre os dados, que confirmem ou não as relações previamente imaginadas, assim como indiquem novas relações e pontos para discussão. Os resultados obtidos na etapa de análise, juntamente com as informações decorrentes da caracterização contribuem para identificar

melhorias no sistema, a partir de novas práticas e, até mesmo, do incentivo a práticas já existentes.

Por fim, todos os dados coletados e análises devem ser validados junto a representantes do SST analisado. Essa validação deve ser feita por profissionais representantes da operação, que fazem o trabalho correspondente à atividade fim daquele sistema, bem como representantes da gestão, que contribuem na organização e planejamento do mesmo.

7.3. Limitações da pesquisa

Cabe destacar algumas limitações da presente pesquisa:

- (a) o alinhamento da pesquisa quanto às diferentes dimensões do conceito de complexidade: a perspectiva da complexidade relacionada a atributos é a adotada, uma vez que ela é mais adequada à abordagem empírica do presente trabalho, que possibilita a investigação abrangente de diferentes aspectos da complexidade, em diferentes níveis de detalhe e contextos. Entretanto, outras dimensões do conceito de complexidade estão parcialmente contempladas. De um lado, o questionário contempla a dimensão quantitativa do conceito, não através de um único número, mas pelas intensidades percebidas dos diferentes atributos. De outro lado, a dimensão da complexidade como um fenômeno emergente é contemplada pela descrição empírica dos diferentes atributos, o que inclui exemplos de tais fenômenos;
- (b) o recorte dado para análise: dentro do contexto específico estudado, diversos elementos foram deixados de fora do quadro analisado. Contudo, esses elementos continuam interagindo com o restante. Esse é um dos motivos pelos quais é impossível caracterizar totalmente a complexidade de um SST. Em especial no cenário estudado, aspectos do ambiente externo apresentam importante interação e influência na complexidade do contexto. Contudo, a delimitação escolhida implica em não descrever a complexidade desses elementos, mas sim reconhecer a necessidade de identificar as interações entre os mesmos e o SST delimitado;
- (c) o acesso as informações: para a caracterização e análise da complexidade houve uma dificuldade na verificação do ponto de vista de uma das categorias profissionais, os médicos, principalmente em função da dificuldade de acesso aos mesmos. Isso implicou em certo desequilíbrio de perspectivas para caracterizar a complexidade;
- (d) a realização de um único estudo de caso: um único estudo de caso limita a generalização e validação da estrutura utilizada. Porém, nenhuma etapa utilizada na pesquisa pressupõe a existência de um contexto específico, o que indica a possibilidade de uso da

estrutura proposta em outros setores. Dessa forma, a pesquisa permite que outros estudos de caso sejam realizados no intuito de verificar a sua contribuição para análise e gestão da complexidade em SST;

(e) a dificuldade de aprofundamento da análise de cada uma das diretrizes: cada diretriz está relacionada a diferentes áreas do conhecimento, compostas de um arcabouço teórico próprio. Dessa forma, em um trabalho no qual elas são apresentadas e analisadas em conjunto, fica limitado um maior detalhamento e aprofundamento de cada uma. Por outro lado, a análise em conjunto permite verificar suas relações e compatibilidades práticas e teóricas de forma mais próxima ao seu contexto real de utilização.

A ausência de uma maior discussão sobre as formas de operacionalização das diretrizes é outra limitação verificada. Justifica-se esse fato ao caráter da pesquisa, que utilizou um conjunto de diretrizes ancorado na perspectiva da complexidade, sem validações empíricas anteriores. Sendo assim, a partir do conhecimento obtido através do presente estudo, novas pesquisas podem estar direcionadas para formas de operacionalização dessas diretrizes, de acordo com o cenário verificado, constituindo-se de estudos longitudinais destinados a implementação e acompanhamento dos resultados em longo prazo.

7.4. Pesquisas futuras

Com os resultados obtidos na presente tese, vislumbram-se como oportunidades de pesquisas futuras as seguintes temáticas:

- (a) novas pesquisas utilizando a estrutura proposta em diferentes contextos, visando verificar o refinamento das técnicas utilizadas e as diferenças entre os ambientes;
- (b) estudos direcionados a SSTC de diferentes portes, verificando a contribuição dos métodos usados nessa pesquisa ;
- (c) estudos multicase no intuito de avaliar e aperfeiçoar as diretrizes de gestão, bem como desenvolver novas relações entre as mesmas e aprimorar as já estabelecidas;
- (d) estudos que visem a análise de cada uma das diretrizes isoladamente, utilizando, de forma mais minuciosa, o conhecimento específico relacionado ao campo de atuação de cada diretriz;
- (e) novas pesquisas direcionadas para estratégias de operacionalização das diretrizes de gestão, constituindo-se de estudos longitudinais destinados a implementação e acompanhamento dos resultados em longo prazo.

REFERÊNCIAS

- Adamson, J., Gooberman-Hill, R., Woolhead, G. e Donovan, J. (2004), “‘Questerviews’: using questionnaires in qualitative interviews as a method of integrating qualitative and quantitative health services research”, *Journal of Health Services Research & Policy*, Vol. 9 No. 3, pp. 139–145.
- Amalberti, R. (2013), “Resilience and Safety in Health Care: Marriage or Divorce?”, *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 27-39.
- Baker J. (2007), *The Report of the BP U.S. Refineries Independent Safety Review Panel*.
- Bergström, J. (2012), *Escalation: Explorative studies of high-risk situations from the theoretical perspectives of complexity and joint cognitive systems*. Doctoral Thesis (Lund). Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety. Lund University.
- Blakstad, H., Hovden, J. e Rosness, R. (2010), “Reverse invention: an inductive bottom-up strategy for safety rule development. A case study of safety rule modification in the Norwegian railway system”, *Safety Science*, Vol. 48 No. 3, pp. 382-394.
- Carayon, P. (2006), “Human factors of complex sociotechnical systems”, *Applied Ergonomics*, Vol. 37 No. 4, pp. 525–535.
- Carayon, P., 2010. Human factors in patient safety as an innovation. *Applied Ergonomics*, Vol. 41, No. 5, pp. 657-665.
- Choi, T. I. e Crause, D. R. (2006), “The supply base and its complexity: Implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation”, *Journal of Operations Management*, Vol. 24 No. 5, pp. 637–652.
- Christoffersen, K. e Woods, D. D. (1999), *How complex human machine systems fail: putting “human error” in context*, *The Occupational Ergonomics Handbook*: CRC Press LCC.
- Cilliers, P. (1998), *Complexity and postmodernism: understanding complex systems*, London: Routledge.
- Cilliers, P. (2001), “Boundaries, hierarchies and networks in complex systems”, *International Journal of Innovation Management*, Vol. 5 No. 2, pp. 135-147.
- Cilliers, P. (2005), “Complexity, Deconstruction and Relativism”, *Theory Culture & Society*, Vol. 22 No. 5, pp. 255–267.
- Clay-Williams, R. (2013), “Re-structuring and the Resilient Organisation: Implications for Health Care”, *Resilient Health Care*. Burlington: Ashgate, pp. 123-134.
- Cook, M.; Noyes J. e Masakowski, Y. (2007), *Decision Making in Complex Environments*. Ashgate Publishing Company, Burlington.
- Dekker, S. (2012), “Complexity, signal detection, and the application of ergonomics: Reflections on a healthcare case study”, *Applied Ergonomics*, Vol. 43 No. 3, pp. 468-472.
- Dekker, S., Nyce, J., Van Winsen, R. e Henriqson, E. (2011), “Epistemological Self-Confidence in Human Factors Research”, *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, Vol. 4 No. 1, pp. 27-38.
- Dekker S. (2005), *Ten Questions About Human Error- A New View of Human Factors and System Safety*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dekker, S. (2011), *Drift into Failure: from hunting broken components to understanding complex systems*, London: Ashgate.

- Dekker, S.; Cilliers, P. e Hofmeyr, J. (2011b). The complexity of failure: Implications of complexity theory for safety investigations. *Safety Science*, Vol. 49, No. 6, 936-945.
- ElMaraghy, W., ElMaraghy, H., Tomiyama, E., e Monostori, L. (2012), Complexity in engineering design and manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 61, 793–814.
- Èrdi, P. (2008), *Complexity explained*, Limited. London: Springer.
- Guastello, S. (2007), "Non-linear dynamics and leadership emergence", *The Leadership Quarterly*, Vol. 18, pp. 357-369.
- Sheard, S. e Mostashari, A. (2009), "Principles of complex systems for systems engineering", *Systems Engineering*, Vol. 12, No. 4, pp. 295-311.
- Heylighen, F., Cilliers, P. e Gershenson, C. (2007), *Complexity and Philosophy, Complexity, Science and Society*. Oxford: Radcliffe Publishing.
- Hollnagel, E. e Woods, D. (2005), *Joint Cognitive Systems: foundations of cognitive systems engineering*, Boca Raton FL: Taylor & Francis.
- Hollnagel, E., Nemeth, C.P. e Dekker, S.W.A. , (2008). *Resilience Engineering: Remaining Sensitive to the Possibility of Failure*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Hollnagel, E., Woods, D. e Leveson, N. (2006), *Resilience engineering: concepts and precepts*, Aldershot: Ashgate Publishing.
- Hollnagel, E., Paries, J., Woods, D. e Wreathall, J. (2011), *Resilience Engineering in Practice: a guidebook*, Burlington: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2009), *The ETTO principle: efficiency-thoroughness trade-off*, Surrey: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2012), *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method – modeling complex socio-technical systems*, Burlington: Ashgate.
- Kannampallil, T. G., Schauer, G. F., Cohen, T. ae Patel, V. L. (2011), "Considering complexity in healthcare systems", *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 44, pp. 943–947.
- Larsson, M., Grunnesjö, E. e Bergström, J. (2012), What counts as a reasonable extent? - a systems approach for understanding fire safety in Sweden, *Journal of Risk Research*, Vol. 15, No. 5, pp. 517-532.
- Martin, J. L., Norris, B. J., Murphy, E. e Crowe, J. A. (2008), "Medical device development: the challenge for ergonomics", *Applied Ergonomics*, Vol. 39 No. 3, pp. 271-283.
- Meredith, J.R., Raturi, A., Amoako-Gyampah, K. e Kaplan, B. (1989), "Alternative research paradigms in operations", *Journal of Operation Management*, Vol. 8, No. 4, pp. 297-326.
- Nemeth, C. e Cook, R. (2007), "Healthcare IT as a source of resilience", *Man and Cybernetics*, Vol. 4, pp. 3408-3412.
- Pariès J. (2011), *Lessons from the Hudson*. In: *Resilience Engineering in Practice*, Ashgate Studies in Resilience Engineering.
- Pavard, B., Dugdale, J., Saoud, N. B. B., Darcy, S. e Salembier, P. (2006), *Design of robust socio-technical systems*. In: *Proceedings of the 2nd Symposium on Resilience Engineering*.
- Perrow, C. (1984), *Normal accidents: living with high-risk technologies*, Princeton: Princeton University Press.
- Rasmussen, J. (1997), "Risk management in a dynamic society: a modeling problem", *Safety Science*, Vol. 27 No. 2/3, pp. 183-213.

Resilience Engineering Network (2008). Resilience engineering. Website disponível em: <http://www.resilience-engineering.org>. Acessado em abr. 2012.

Righi, A. W. (2014), *Caracterização e análise da complexidade como recurso para a gestão de sistema sócio-técnicos*. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.

Saurin, T. and Sosa, S. (2013), "Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: a case study of a control room in an oil refinery", *Applied Ergonomics*, Vol. 44, pp. 811 – 823.

Saurin, T. A., Righi, A. e Henriqson, E. (2013), Characteristics of complex socio-technical systems and guidelines for their management: the role of resilience, 5th Resilience Engineering Association Symposium.

Snook, S. (2000), *Friendly fire: the accidental shutdown of U.S. Black Hawks over Northern Iraq*, Princeton: Princeton University Press.

Wacker, J. G. (1998), A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, Vol. 16, No. 4, pp. 361-385.

Walker, G. H., Stanton, N. A., Salmon, P. M., Jenkins, D. P. e Rafferty, L. (2010), Translating concepts of complexity to the field of ergonomics, *Ergonomics*, Vol. 53, No. 10, pp. 1175-1186.

Wilson, M. (2009), "Complexity theory". *Whitireia Nursing Journal*, Vol. 16, pp. 18-24.

Woods, D. e Hollnagel. (2005), *Joint and cognitive systems an introduction to cognitive systems engineering*, New York: CRB Press Taylor & Francis Group.

Woods, D. e Hollnagell, E. (2006), "Prologue: Resilience Engineering Concepts", *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Aldershot: Ashgate.

Woods, D. e Patterson, E. (2001), How unexpected events produce an escalation of cognitive and coordinative demands. In P. Hancock & P. Desmond (Eds.), *Stress workload and fatigue*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.

Woods, D. (2009), "Escaping failures of foresight", *Safety Science*, Vol. 47, pp. 498–501.

Yin, R. K. (2001), *Estudo de Caso: planejamento e métodos*, Tradução Daniel Grassi. 2. Ed, Porto Alegre. Brasil: Bookman.