

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

Patrick Ferreira da Silva

RITMO, ROTINA, ROTA, RESILIÊNCIA E RISCOS: UMA *FRAMEWORK*
PARA A ANÁLISE DOS 5RS DA LOGÍSTICA INTERNA ENXUTA

Porto Alegre

2022

Patrick Ferreira da Silva

**Ritmo, Rotina, Rota, Resiliência e Riscos: Uma Framework para a Análise dos 5Rs da
Logística Interna Enxuta**

Dissertação 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 Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Professor Tarcisio A. Saurin, Dr.

Porto Alegre

2022

Patrick Ferreira da Silva

Ritmo, Rotina, Rota, Resiliência e Riscos: Uma Framework para a Análise dos 5Rs da Logística Interna Enxuta

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica 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. Tarcisio Abreu Saurin, Dr.

Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Alejandro G3rman Frank, Dr;

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. Giuliano Almeida Marodin, Dr. (University of South Carolina)

Prof. Priscila Wachs, Dr. (PUCRS)

Prof. Paulo Ghinato, Dr. (Kobe University)

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, que me sustentou durante todo este período. A Ele toda honra e toda glória.

À minha mãe Marlene, que me deu suporte de todas as formas possíveis, que me motivou a continuar e que sempre esteve ao meu lado quando precisei. À minha tia Silvia, minha segunda mãe, que me criou desde quando nasci, e que me ensinou a lutar pelos meus ideais. Te agradeço por ter aguentado bravamente um tumor no cérebro durante esse período que estive mais distante. Vocês são a razão da minha vida e é por vocês que estou aqui hoje.

Aos meus grandes amigos, principalmente à Gladys, Gabriela, Marilza, Camila, que, por mais que a distância e o tempo tenham nos deixado mais afastados, eles estiveram comigo apoiando e motivando quando achava que não tinha mais forças para continuar. Aos amigos do meu grupo de pesquisa (CEGOSC/UFRGS) pelos ensinamentos e debates durante este tempo. Porém, duas pessoas tiveram papel imprescindível diretamente nesta caminhada e gostaria de fazer um agradecimento especial: à Claudia, presente de Deus, que esteve ao meu lado durante todo esse processo, me apoiando, me ouvindo e me segurando sempre que as coisas estavam difíceis; e à Bruna, que dedicou tanto do seu tempo para estar comigo, me acompanhando, aconselhando e, muitas vezes, não me permitiu desanimar. Vocês estarão no meu coração para sempre!

Ao meu professor Tarcisio pela orientação, paciência e disponibilidade, sem o qual este estudo não seria possível. Lembro-me sempre das vezes que enfatizava a importância da contribuição do estudo para as empresas e para a sociedade, buscando unir a teoria adquirida na academia aos problemas práticos. À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), por meio do professor Alejandro Frank e dos demais professores, por me acolher ao longo desses dois anos e entender nossas dificuldades e limitações durante a pandemia. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) por incentivar a pesquisa científica no nosso país e a todos os que foram responsáveis pela minha formação, sem os quais eu não seria o que sou hoje. Vocês todos são parte disso!

“Progress cannot be generated when we are satisfied with existing situations.”

Taiichi Ohno

RESUMO

SILVA, P. F. **Ritmo, Rotina, Rota, Resiliência e Riscos: Uma Framework para a Análise dos 5Rs da Logística Interna Enxuta**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

A logística interna enxuta têm recebido grande destaque nos últimos anos, buscando garantir a eficiência dos fluxos dentro das dependências das organizações. Ela envolve fluxos de materiais, informações e pessoas, assim como apresenta diversos fluxos principais e secundários, visando garantir o atendimento da demanda do cliente. Ela ainda está relacionada às rotas pelos quais os entes perpassam e as rotinas de atividades dos seus agentes de fluxo. Por ser tratada como um elemento avançado do *Lean*, ela envolve fluxos de materiais, informações e pessoas nas suas dependências interna, bem como apresenta interseções e interações entre fluxos e elementos. Muitas empresas focam em melhorias pontuais nos seus fluxos, sem contar com os impactos que elas podem provocar nos demais. Os três Rs iniciais do Lean, quais sejam: o ritmo, a rota e a rotina estão diretamente ligados, resultando em impactos entre si e gerando riscos ao correto funcionamento dos fluxos. Ainda, a manifestação da resiliência de forma não projetada pode contribuir para geração de riscos, ocasionando interferências significativas em outros setores e fluxos interligados. Nesse sentido, a complexidade da logística interna requer que mecanismos de resiliência sejam projetados de forma a lidar melhor com eventos inesperados que possam provocar a ruptura dos seus fluxos. Esse estudo buscou adotar a *Design Science Research* (DSR) e a *Action Research* (AR) como abordagens metodológicas para desenvolver um *framework* de análise da logística interna enxuta baseada nos 5Rs (Ritmo, Rotina, Rota, Riscos e Resiliência), sendo aplicada no fluxo de medicamentos em um hospital universitário de grande porte. A *framework* foi concebida por meio de uma revisão sistemática da literatura (RSL) e entrevistas com especialistas lean, resultando em três módulos principais, quais sejam: (i) a delimitação de escopo; (ii) a análise dos 5Rs em profundidade; e (iii) proposição de melhorias, monitoramento e replicação das análises. Os principais resultados mostraram a identificação de 45 riscos e 59 oportunidades de melhorias, sendo 5 delas implementadas no fluxo de medicamentos. Ainda, os impactos de R foram estudados, permitindo estabelecer as relações entre eles. Dentre os benefícios da aplicação do *framework* estão: adquirir conhecimento aprofundado sobre o fluxo relacionado aos processos logísticos internos de uma organização, identificar as oportunidades de melhorias, aumentar a capacidade de resiliência organizacional do sistema e entender as relações de complexidade na logística interna enxuta.

Palavras-chave: Lean Production. Ritmo. Rota. Rotina. Riscos. Resiliência. Logística interna. Gestão de fluxos.

ABSTRACT

SILVA, P. F. **Ritmo, Rotina, Rota, Resiliência e Riscos: Uma Framework para a Análise dos 5Rs da Logística Interna Enxuta**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

Lean internal logistics have received great attention in recent years, seeking to ensure the efficiency of flows within organizations' premises. It involves flows of materials, information, and people, as well as presenting several main and secondary flows, aiming to guarantee the fulfillment of customer demand. It is still related to the routes through which entities pass through and the activity routines of their flow agents. Because it is treated as an advanced element of Lean, it involves flows of materials, information, and people in its internal dependencies, as well as presents intersections and interactions between flows and elements. Many companies focus on specific improvements in their flows, not counting the impacts they can cause on others. The three initial Rs of Lean, namely: the rhythm, the route and the routine are directly linked, resulting in impacts between them and generating risks to the correct functioning of the flows. Also, the manifestation of resilience in an unplanned way can contribute to the generation of risks, causing significant interference in other sectors and interconnected flows. In this sense, the complexity of internal logistics requires that resilience mechanisms be designed in order to better deal with unexpected events that may cause the disruption of their flows. This study sought to adopt Design Science Research (DSR) and Action Research (AR) as methodological approaches to develop a lean internal logistics analysis framework based on the 5Rs (Rhythm, Routine, Route, Risks and Resilience), being applied in the flow of medicines in a large university hospital. The framework was conceived through a systematic literature review (RSL) and interviews with lean experts, resulting in three main modules, namely: (i) scope delimitation; (ii) an in-depth analysis of the 5Rs; and (iii) proposition of improvements, monitoring, and replication of analyses. The main results showed the identification of 45 risks and 59 opportunities for improvement, 5 of which were implemented in the drug flow. Still, the impacts of R were studied, allowing to establish the relationships between them. Among the benefits of applying the framework are acquiring in-depth knowledge about the flow related to an organization's internal logistics processes, identifying opportunities for improvement, increasing the system's organizational resilience capacity and understanding the complexity relationships in lean internal logistics.

Keywords: Lean Production. Rhythm. Route. Routine. Risks. Resilience. Internal logistics. Flow management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Etapas de pesquisa segundo a DSR	36
Figura 2 - Etapas da RSL segundo o protocolo PRISMA	38
Figura 3 – <i>Framework</i> de análise dos 5Rs	51
Figura 4 – Planilha de gestão dos riscos de acordo com a ferramenta PFMEA.....	67
Figura 5 – Organograma da Diretoria Administrativa.....	74
Figura 6 – Organograma da Coordenadoria de Suprimentos	75
Figura 7 – Organograma do Serviço de Farmácia.....	76
Figura 8 – Relações entre a Farmácia Central de demais setores (internos e externos).....	77
Figura 9 – Geladeiras de medicamentos.....	80
Figura 10– Estação de trabalho dos técnicos de farmácia (<i>box</i> dos técnicos).....	80
Figura 11 – Maleta de transporte de medicamentos refrigerados.....	81
Figura 12 – Mecanismos de transporte de medicamentos.....	81
Figura 13 – Sistema de Tubo Pneumático	82
Figura 14 – Sacolas de transporte de medicamentos da Farmácia Central	82
Figura 15 – Os 10 almoxarifados que mais dispensam medicamentos no hospital entre abril e junho de 2021	83
Figura 16 – As 10 unidades de internação que mais demandam medicamentos da FC	84
Figura 17 – Fluxo selecionado a partir do ente preponderante (comprimidos).....	84
Figura 18 – Os dez medicamentos mais dispensados pela FC entre abril e junho de 2021	85
Figura 19 – MFV porta-a-porta do fluxo de medicamentos (comprimidos, ampolas e injetáveis)	86
Figura 20 – Fluxos internos de medicamentos	89
Figura 21 – Fluxo geral simplificado contendo os atores e setores envolvidos no fluxo de medicamentos	90
Figura 22 – Código de cores no sistema de dispensação de medicamentos.....	92
Figura 23 – Medicamentos de estorno.....	93
Figura 24 – Gavetas de medicamentos dos pacientes nas UIs	93
Figura 25 – Cronograma de pedidos de medicamentos da FC para a CAF.....	94
Figura 26 – Dispositivos usados para o transporte de medicamentos	96
Figura 27 – Estoque de medicamentos em um dos boxes dos técnicos	97
Figura 28 – Estoque de medicamentos situado na parte final da FC.....	97
Figura 29 –Dispensação pelo balcão	99
Figura 30 – Cápsula pertencente à FC (Farmácia Dispensação 09)	100
Figura 31 – Medicamentos controlados	101
Figura 32 – Estação do tubo pneumático	101
Figura 33 – Estoque de medicamentos dispensados aguardando a coleta pelas UIs.....	102
Figura 34 – Etiqueta específica para MAVs.....	102
Figura 35 – Folha de controle de coleta de estornos	103
Figura 36 – Gaveta dos estornos de medicamentos controlados dentro das UIs.....	104
Figura 37 – Modo correto de separação dos medicamentos pelas equipes de enfermagem nas UIs	104
Figura 38 – Estornos separados de forma incorreta nas sacolas plásticas.....	105

Figura 39 –Planta-baixa dos andares do hospital	108
Figura 40 –Planta-baixa do 9º andar.....	108
Figura 41 – Planta-baixa do subsolo	110
Figura 42 – Corredores de acesso aos elevadores	111
Figura 43 – Transporte dos medicamentos	112
Figura 44 – Rodas dos carrinhos com dificuldade de entrar nos elevadores.....	112
Figura 45 – Rotas dos técnicos pelo subsolo em direção à CAF.....	113
Figura 46 – Estatísticas das cápsulas no sistema de gestão informatizada do tubo pneumático	116
Figura 47 – Estatísticas dos envios das cápsulas do tubo pneumático entre os meses de Janeiro a Outubro de 2021.....	116
Figura 48 – Rotas percorridas pelas cápsulas.....	117
Figura 49 – Sistema informatizado das rotas das cápsulas.....	118
Figura 50 – Sistema informatizado das rotas das cápsulas, mostrando o sistema de troca de linha e a posição da cápsula no sistema.....	119
Figura 51 – Central de manutenção e troca de linha do tubo pneumático	120
Figura 52 – Estatísticas de envio	121
Figura 53 – Problema de parada do tubo pneumático	122
Figura 54 – Cápsula com ampolas de insulina quebradas ao longo do percurso do tubo .	122
Figura 55 – Acúmulo de medicamentos a serem estornados de um dia para o outro, nas UIs do hospital	126
Figura 56 – Fluxograma de processos do estono pós melhorias implementadas	134
Figura 57 – Reprojeto da estação de trabalho do processo de estorno	136
Figura 58 – Fórmula da taxa de estorno por UIs	136
Figura 59 – Dashboard em Power BI para gerenciamento dos medicamentos segundo as taxas de estorno	137
Figura 60 – Comparação entre o modelo de rede neural recorrente de previsão e os dados reais.....	138
Figura 61 – Quadro de gestão à vista apoiando as reuniões diárias	139
Figura 62 – Quadro Pode – Não Pode para alertar os erros	139
Figura 63 – As relações entre os 5Rs na logística interna dos SSC	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Os 14 princípios <i>Lean</i> e suas implicações para a logística interna hospitalar....	23
Tabela 2 - Perfil dos especialistas em <i>Lean</i> entrevistados.....	41
Tabela 3 - Categorias de análise dos dados provenientes da RSL e entrevistas com especialistas.....	42
Tabela 4 - Perfil dos participantes das reuniões iniciais.....	43
Tabela 5 - Quantidade de reuniões, participantes, objetivos e duração.....	44
Tabela 6 - Atividades observadas e durações.....	45
Tabela 7 – Fontes de evidência utilizadas na fase de implementação.....	46
Tabela 8 – Critérios, subcritérios e fontes de evidências para avaliação do <i>framework</i>	48
Tabela 9 – Quantidade de reuniões, participante e tempo de reunião na etapa de avaliação final.....	48
Tabela 10 – <i>Framework</i> de análise da logística interna segundo os 5Rs.....	52
Tabela 11 – Definições das dimensões e subdimensões de análise na planilha de gestão de riscos.....	68
Tabela 12 – Definições das dimensões de análise dos riscos.....	69
Tabela 13 – Tabela de impacto dos riscos.....	69
Tabela 14 – Código de cores no sistema de dispensação de medicamentos.....	91
Tabela 15 – Principais erros das UIs que impactam na dispensação dos medicamentos pelo balcão.....	100
Tabela 16 – Elevadores do hospital e suas limitações.....	109
Tabela 17 – Distâncias, em metros, entre elevadores, CAF e FC.....	113
Tabela 18 – Somatório das distâncias segundo cada caminho.....	114
Tabela 19 – Manifestações da resiliência e impactos positivos e negativos das ações.....	124
Tabela 20 – Relacionamento entre os riscos.....	128
Tabela 21 – Priorização dos riscos.....	131
Tabela 22 – Resultados da avaliação final do <i>framework</i>	141

LISTA DE SIGLAS

ADSR	<i>Action Design Science Research</i>
AGVs	<i>Automated Guided Vehicles</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AR	Alocação de Recursos
CAF	Central de Abastecimento Farmacêutico
CAR	Impacto dos riscos
CCA	Centro Cirúrgico Ambulatorial
CEVS	Centro Estadual de Vigilância em Saúde
CF	Custo Financeiro
CI	Comunicação Interna
CGVS	Coordenação Geral de Vigilância em Saúde
CMIV	Central de Misturas Intravenosas
CRIE	Centros de Referência de Imunobiológicos Especiais
CTI	Centrais de Tratamento Intensivo
DD	Dificuldade de Detecção
DFMEA	<i>Design Failure Mode and Effect Analysis</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
ER	Engenharia de Resiliência
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FA	Frequência de Acontecimento
FAPE	Farmácia de Programas Especiais
FC	Farmácia Central
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FRAM	<i>Functional Resonance Analysis Method</i>
FSI	Farmácia Semi-Industrial
LI	Logística Interna
MAVs	Medicamentos de Alta Vigilância
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
PDCA	<i>Plan, Do, Control, Act</i>

PD	Potencial de Dano
PE	Produção Enxuta
PFMEA	<i>Process Failure Mode and Effect Analysis</i>
POPs	Procedimentos Operacionais Padrão
PPCPs	Planos Para Cada Peça
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis</i>
RHC	<i>Resilient Healthcare</i>
RNR	Rede Neural Recorrente
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SAT	Serviço de Assistência Técnica de suprimentos
SC	<i>Supply Chain</i>
SCRM	<i>Supply Chain Risk Management</i>
SES	Secretaria Estadual da Saúde
SF	Serviço de Farmácia
SGLM	Setor de Gerenciamento e Logística de Medicamentos
SMS	Secretaria Municipal de Saúde
SSC	Sistemas Sócio-técnicos Complexos
UBS	Unidades Básicas de Saúde
UI	Unidades de Internação
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
WAI	<i>Work-as-imagined</i>
WAD	<i>Work-as-done</i>
3Rs	Ritmo, Rotina e Rota
5Rs	Ritmo, Rota, Rotina, Resiliência e Riscos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1. CONTEXTO.....	16
1.2. PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
1.3. QUESTÕES E OBJETIVOS DE PESQUISA.....	20
1.3.1. Questão principal de pesquisa.....	20
1.3.2. Questões secundárias de pesquisa.....	21
1.3.3. Objetivo geral.....	21
1.3.4. Objetivos específicos.....	21
1.4. ESTRUTURA DA PESQUISA.....	21
1.5. DELIMITAÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	21
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	22
2.1. LOGÍSTICA INTERNA <i>LEAN</i>	22
2.1.1. Definições, objetivos e barreiras.....	22
2.1.2. Os três Rs da logística <i>Lean</i> (ritmo, rotina e rota).....	24
2.2. SISTEMAS SÓCIOTÉCNICOS COMPLEXOS (SSC) E ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA.....	26
2.2.1. A complexidade nos sistemas sociotécnicos.....	26
2.2.2. A Engenharia de Resiliência (ER).....	28
2.3. RISCOS.....	30
2.3.1. FMEA.....	32
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	35
3.1. ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	35
3.2. Delineamento da pesquisa.....	36
3.3. Escolha do estudo empírico.....	37
3.4. Coleta e análise de dados.....	37
3.4.1. Coleta e análise de dados na etapa 1: concepção.....	37
3.4.2. Coleta e análise de dados na etapa 2: implementação.....	42
3.4.3. Coleta e análise de dados na etapa 3: avaliação final.....	47
4. RESULTADOS.....	49
4.1. CONCEITO DE LOGÍSTICA INTERNA LEAN BASEADO NOS 5Rs.....	50
4.2. FASE 1: CONCEPÇÃO - A <i>FRAMEWORK</i> DE ANÁLISE DOS 5RS NA LOGÍSTICA INTERNA.....	50
4.2.1. Módulo 1: Delimitação de escopo.....	54
4.2.1.1. Caracterização do sistema-alvo.....	54
4.2.1.2. Seleção do ente preponderante de análise.....	54
4.2.2. Módulo 2: Análise dos 5Rs em profundidade.....	57
4.2.2.1. Análise do ritmo.....	57
4.2.2.1.1. Análise do ritmo do ente preponderante.....	57
4.2.2.2. Análise da Rotina.....	57
4.2.2.2.1. Mapeamento macro do fluxo segundo o ente preponderante de análise.....	57
4.2.2.2.2. Mapeamento das atividades dos agentes de fluxo.....	57

4.2.2.2.3. Análise da rotina de manuseio do ente preponderante de análise pelos agentes de fluxo.....	57
4.2.3. Análise da Rota.....	61
4.2.3.1. Análise das rotas dos agentes de fluxo e dos mecanismos de transporte e movimentação	61
4.2.4. Análise de resiliência.....	64
4.2.4.1. Análise das formas de manifestação da resiliência	64
4.2.5. Análise de riscos.....	65
4.2.5.1. Identificação, análise e priorização dos riscos	65
4.2.3. Módulo 3: Proposição de melhorias, monitoramento e replicação das análises.	70
4.2.3.1. Proposição de melhorias e monitoramento das ações	70
4.2.3.2. Replicação da análise para os demais fluxos	73
4.3. FASE 2: IMPLEMENTAÇÃO - ESTUDO EMPÍRICO NA ÁREA HOSPITALAR	73
4.3.1. Módulo 1: Delimitação de escopo	73
4.3.1.1. Caracterização do sistema-alvo	73
4.3.1.1.1. Estrutura Organizacional	73
4.3.1.1.2. Relações externas e internas da Farmácia Central.....	76
4.3.1.1.3. Organização do Trabalho.....	78
4.3.3.2. Seleção do ente preponderante da análise	82
4.3.2. Módulo 2: Análise dos 5Rs em profundidade	84
4.3.2.1. Análise do ritmo do ente preponderante.....	84
4.3.2.2. Análise da rotina	88
4.3.2.2.1. Mapeamento macro do fluxo segundo o ente preponderante de análise	88
4.3.2.2.2. Mapeamento das atividades dos agentes de fluxo	95
4.3.2.2.3 Análise da rotina de manuseio do ente preponderante pelos agentes de fluxo .	105
4.3.2.3. Análise da Rota.....	107
4.3.2.3.1. Análise das rotas dos agentes de fluxo e dos mecanismos de transporte e movimentação	107
4.3.2.4. Análise de Resiliência	107
4.3.2.4.1. Análise das formas de manifestação da resiliência	107
4.3.2.5. Análise de Riscos	107
4.3.5.1.1. Identificação, análise e priorização de riscos	107
4.3.3. Módulo 3: Verificação, monitoramento e controle das ações de melhoria	107
4.3.3.1. Proposição de melhorias e monitoramento das ações	133
4.3.3.2. Replicação das análises para demais fluxos	107
4.4. FASE 3: AVALIAÇÃO FINAL DA <i>FRAMEWORK</i>	140
5. DISCUSSÕES	143
5.1. IMPLICAÇÕES DOS 5RS PARA O COMBATE ÀS PERDAS	143
5.2. RELACIONAMENTOS ENTRE OS 5RS.....	144
6. CONCLUSÕES	147
REFERÊNCIAS	149

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA COM ESPECIALISTAS <i>LEAN</i>	172
APÊNDICE B - IDENTIFICAÇÃO POR AUTOR E ANO DOS ARTIGOS DA RSL.....	174
APÊNDICE C – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO	175
APÊNDICE D – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE DISPENSAÇÃO PELO BALCÃO	176
APÊNDICE E – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE DISPENSAÇÃO PELO TUBO PNEUMÁTICO.....	177
APÊNDICE F – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE DISPENSAÇÃO DA PRESCRIÇÕES PRÓXIMAS (ESTAÇÃO DE DISPENSAÇÃO).....	178
APÊNDICE G – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE CONTAGEM DOS ESTOQUES DE MEDICAMENTOS.....	179
APÊNDICE H – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE ESTORNO DE MEDICAMENTOS.....	180

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO

A crescente competitividade do mercado tem feito empresas dos mais diversos segmentos buscarem a Produção Enxuta (PE) como forma de eliminação de perdas, redução de custos e foco no cliente (VAN ASSEN, 2021). Na saúde, em especial nos ambientes hospitalares, destacam-se aplicações da PE com foco no fluxo e na segurança do paciente (DALY *et al.*, 2021; AL OWAD *et al.*, 2014; EL-JARDALI *et al.*, 2014), no fluxo de materiais e medicamentos (REGATTIERI *et al.*, 2018; FURTERER, 2011), no fluxo de informações (KHLIE *et al.*, 2016; RATNANINGTYAS *et al.*, 2013), e no projeto do *layout* (LAWSON; PHIRI, 2000).

Em relação à cadeia de suprimentos (*Supply Chain* (SC)), segunda maior despesa das instituições hospitalares (WILLIAMS, 2004), a PE possui aplicações abrangentes (KHORASANI *et al.*, 2020). O Conselho de Profissionais de Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento (CSCMP, 2021) define SC como todas as atividades envolvidas na terceirização, na conversão, na aquisição e gestão da logística, incluindo a coordenação e colaboração entre os diversos atores da cadeia tais como fornecedores, intermediários, provedores de serviços e clientes. Mentzer *et al.*, (2001) buscando uma definição mais precisa, afirmam que a SC consiste na coordenação estratégica das funções que ocorrem tanto dentro de uma empresa quanto entre os negócios envolvidos, objetivando a melhora do desempenho de longo prazo da cadeia como um todo. Ayers (2000) ainda ressalta o fluxo de informação, os movimentos financeiros e o capital intelectual como partes integrantes da gestão da SC. Stock e Lambert (2001) dividem a SC em oito funções principais: gestão de relacionamento com o cliente, gestão de atendimento ao cliente, gestão da demanda, atendimento do pedido, gestão do fluxo da manufatura, compras, desenvolvimento e comercialização de produtos e retornos. Christopher (1998) ainda afirma que a SC consiste na gestão dos fluxos acima e abaixo e suas interrelações com fornecedores e clientes a fim de entregar valor com o menor custo.

A logística é parte integrante da gestão da SC, sendo responsável pelo transporte, frotas, depósitos, manuseios de materiais, preenchimento de pedidos, gestão de estoques, planejamento de demanda (CSCMP, 2021). Os autores ainda afirmam que a logística é responsável por garantir o fluxo eficiente e o armazenamento de produtos, serviços e de informações relacionadas compreendendo desde o ponto de origem até o ponto de consumo de forma a atender o cliente. Porém, ainda hoje, existem dúvidas quanto a uma definição precisa de logística. De acordo com Lummus *et al.*, (2001), o ponto em comum em todas as

definições reside na ênfase da logística no planejamento e controle do fluxo e armazenagem de produtos e serviços do ponto de origem ao ponto cliente. Neste estudo, será adotada a definição proposta pelo Conselho de Gestão de Logística (CSCMP, 2021) segundo o qual a logística consiste no processo de planejar, implementar e controlar o fluxo de produtos e serviços de forma eficiente e eficaz do ponto de origem ao ponto de consumo (CSCMP, 2021). Duas grandes abordagens emergem deste contexto: a logística interna ou *inbound* e a logística externa ou *outbound* (MARQUES, 2020).

A logística externa está relacionada à transferência de materiais / produtos que ocorre fora das dependências da empresa (KUMAR *et al.*, 2014) do ponto de origem ao ponto de consumo de acordo com a demanda do cliente (CSCMP, 2021). Já a logística interna está relacionada aos fluxos pelos quais perpassam os materiais dentro das dependências de uma organização, envolvendo quatro funções principais: transporte, posicionamento, unitarização e armazenamento (Karande; Chkraborty, 2013). Moons *et al.*, (2019) propõem uma divisão em duas grandes funções, quais sejam: estoques e distribuição interna. Elas interagem entre si de forma que a distribuição interna assegura o reabastecimento dos estoques a tempo, minimizando a falta de estoques. A logística interna também envolve os fluxos de informação correspondentes. Por ser considerada um elemento avançado da PE (MARODIN, 2012; CHEN; HUO, 2012), a logística interna Lean pressupõe um nível mínimo de estabilidade básica para funcionar (fluxo contínuo e puxado) (ADEBANJO *et al.*, 2021; STAAB *et al.*, 2016).

A PE na logística interna tem como foco a eficiência dos fluxos internos (DURBIN *et al.*, 2018; TAY, 2016; KANAGANAYAGAM *et al.*, 2015; RAHANI; AL-ASHRAF, 2012; DOMINGO *et al.*, 2007). Ela se baseia em três dimensões principais (3 Rs) (Gayer *et al.*, 2020; GHINATO, 2018; GHINATO, 2016): a padronização das rotas mais eficientes (TORTORELLA *et al.*, 2020; BERGGVIST; MONIOS, 2016; EMDE; BOYSEN, 2012), o ritmo ditado pela demanda do cliente (RODRÍGUES *et al.*, 2020; TAKITA; LEITE, 2017; USTA *et al.*, 2017; JOHNSON *et al.*, 2012; CHANGSEN, 2010) e a rotina de atividades pelos quais perpassam os materiais, clientes e informação (SANTOS *et al.*, 2021; GASPAR; LEAL, 2020; SANTOS, 2019; HADDAD *et al.*, 2016; UPADHYE *et al.*, 2010).

Contudo, as implementações da PE devem lidar com a crescente demanda por uma ampla variedade de produtos, exigindo que os sistemas logísticos experimentem níveis cada vez mais altos de complexidade (ELMARAGHY *et al.*, 2013). Portanto, o desempenho da logística interna é afetado por riscos de ruptura no sistema (WANG *et al.*, 2018). Assim, a gestão de riscos é necessária na atividade logística (PONOMAROV; HOLCOMB, 2009).

Por exemplo, a pandemia do Sars-Cov-2 provocou alterações nas rotas de transporte de pacientes, de medicamentos e materiais, bem como interrupções nas atividades, mudanças das rotinas de trabalho, novos processos de sanitização e a necessidade de ressuprimento rápido (GAGLIANO *et al.*, 2020).

Neste sentido, Ivanov e Sokolov (2013) e Ivanov *et al.*, (2014) afirmam que a resiliência é uma capacidade sistêmica e necessária para a gestão de riscos da CS. A resiliência consiste na habilidade que um sistema tem de se manter estável ou recuperar-se rapidamente (ajustar seu funcionamento), resultando na continuidade das operações após alguma perturbação no sistema, seja ela um grande acidente ou um estresse contínuo (HOLLNAGEL, 2017; WOODS; HOLLNAGEL, 2017). Hollnagel (2013) afirma que a perspectiva da resiliência vem sendo utilizada no controle dos riscos de sistemas sociotécnicos complexos, havendo muitas aplicações nos serviços de saúde. De acordo com Linkov *et al.*, (2014), a gestão de riscos pode ajudar o sistema a preparar-se para interrupções no seu correto funcionamento, contribuindo assim para a resiliência do sistema.

1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

Saurin *et al.*, (2013a, 2013b) afirmam que as variáveis dos subsistemas técnico (por exemplo, máquinas, equipamentos) e social (por exemplo, indivíduos, grupos, comportamentos) interagem entre si e com o ambiente de forma não linear, resultando em complexidade emergente. Assim, os sistemas sociotécnicos complexos não podem ser totalmente controlados, embora possam ser deliberadamente influenciados (KROES, 2016; EDERGREEN, 2016). Diversos autores (TORTORELLA *et al.*, 2020; SALWEI *et al.*, 2019; WATSON *et al.*, 2012; KRITCHANCHAI; SUWANDECHOCAL; 2010) apontam os serviços de saúde, em geral, como sistemas altamente complexos. Em relação à logística interna hospitalar, Gayer *et al.*, (2020) ressaltam que a complexidade decorre de diversos canais de distribuição e suprimentos que se relacionam. Assim, os hospitais são sistemas complexos formados por muitas estruturas, fluxos de materiais, informações, ações e pessoas que estabelecem relacionamento direto e indireto entre si (RAIS *et al.*, 2018).

Apesar dessa complexidade, definida pelas interações dinâmicas entre os diversos elementos que formam a logística interna, as dimensões do ritmo, da rotina, da rota, da resiliência e dos riscos (doravante denominamos de 5Rs) são discutidas de modo fragmentado na literatura, sem contemplar todas simultaneamente. Por exemplo, o estudo de Faizal *et al.*, (2021) busca otimizar a rota de coleta de lixo biomédico em um hospital, mostrando a interrelação entre as 59 enfermarias pelos quais os dispositivos de transportes

devem percorrer ao longo do fluxo. Já Burganova (2021) propõe duas variantes de rotas que otimizam o fluxo logístico interno, mostrando o impacto das rotas no ritmo de atendimento da demanda. Vavrik (2017) utiliza de modelo matemático para executar cenários de otimização das rotas de transporte na logística interna utilizando *Automated Guided Vehicles* (AGVs).

Em termos do ritmo, Wang (2021) ao analisar a construção de navios, mostra que o aumento na demanda do cliente por navios provoca um aumento no ritmo de produção, afetando diretamente o desempenho da logística interna. Santana *et al.*, (2020) utilizam dados históricos para prever o ritmo de demanda de pacientes buscando atendimento de emergência durante a pandemia de COVID-19 com o objetivo de reduzir atrasos no atendimento. Já He *et al.*, (2011) descrevem os fatores que influenciam na demanda por serviços de emergência e as interrelações entre eles como base para um novo modelo conceitual. Tortorella *et al.*, (2017) utilizam o mapeamento do fluxo de valor para melhorar o ritmo de fornecimento de instrumentos cirúrgicos da unidade de esterilização para as unidades de cirurgia, devido a episódios recorrentes de falta de materiais.

Em relação à rotina, Othman *et al.*, (2016), focam nas sequências de atividades ao longo dos processos logísticos numa emergência pediátrica hospitalar, buscando otimizar o fluxo do paciente. Murrell *et al.*, (2011) usam princípios *Lean* para otimizar a sequência de atividades do processo de triagem, impactando no tempo de espera e no nível de satisfação dos pacientes. Já Kekkonen *et al.*, (2018) estudam a alocação de tarefas da equipe de enfermagem e do serviço de suporte logístico e a integração entre os setores. Fragapane *et al.*, (2019) analisam a rotina do fluxo de materiais de um hospital com o objetivo de identificar melhorias de planejamento e operação através do transporte usando AGVs.

Já os riscos e a resiliência constituem dimensões transversais ao ritmo, rotina e rota, além de essenciais ao lidar com rupturas nos fluxos. Em termos de riscos, Marodin e Saurin (2015) elencam 14 riscos no processo de implementação da PE, identificando sua probabilidade e impacto. Porém, os autores enfatizam os riscos no processo de implementação da PE ao invés de abordar os riscos operacionais relativos aos fluxos internos da empresa. Senna *et al.*, (2021) afirmam que há falta de estudos empíricos sobre *Supply Chain Risk Management* na saúde. Outras linhas abordam a integração do *Lean* com a resiliência de sistemas complexos na área de logística e *supply chain* de forma geral (IVANOV, 2021; PRAHARSI *et al.*, 2021). Na logística interna, Kohorram-Manesh *et al.*, (2021) estudam as possibilidades de incidentes internos e externos que podem provocar a evacuação do ambiente hospitalar. Já Vida *et al.*, (2019) analisam e priorizam os riscos em

uma farmácia hospitalar utilizando a ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Esses estudos sugerem que a logística interna hospitalar, por ocorrer em um sistema sociotécnico complexo, está sujeita a diversos riscos, sendo necessário, portanto, a priorização deles.

Já a resiliência organizacional na logística interna hospitalar é tratada por Mann *et al.* (2021) ao analisarem a liderança em farmácia hospitalar, ao gerir seus times em tempos de incerteza, turbulências e alta demanda. Fylan *et al.*, (2019) utilizam a gestão de medicamentos a pacientes com arritmia cardíaca, explorando a capacidade de resiliência do sistema ao questionar como ele compensa as fraquezas conhecidas e desconhecidas ao longo do fluxo. O estudo de Pohjosenpera e Komulainen (2020) estuda a situação da logística interna do hospital frente a uma mudança de localização do almoxarifado central e os impactos dessa mudança para os setores. Costa *et al.*, (2019) identificam a relação entre a logística interna e o que os autores chamam de “elementos de resiliência”, baseados em estudo de caso na indústria alimentícia, culminando em um framework que engloba seis grupos principais de análise: fornecedor e capacidade de resposta, transporte, segurança, resposta rápida à disrupção, gestão logística e confiança e conhecimento.

Apesar de haver evidências das relações entre os três Rs base da logística interna enxuta, como no estudo de Gayer *et al.*, (2020) não existem na literatura diretrizes que orientem as empresas a abordar todas as cinco dimensões (rota, ritmo, rotina, riscos e resiliência) de forma integrada. Portanto, com o objetivo de suprir esta lacuna de integração, este trabalho busca desenvolver um *framework* de análise que integre as cinco dimensões do fluxo logístico interno (rota, ritmo, rotina, riscos e resiliência). Assim, os primeiros 3Rs (rota, ritmo e rotina) abrangem a perspectiva *Lean* e são integrados aos outros dois Rs (riscos e resiliência correspondentes à visão da complexidade de sistemas sociotécnicos).

1.3. QUESTÕES E OBJETIVOS DE PESQUISA

1.3.1. Questão principal de pesquisa

Com base no problema de pesquisa, a principal questão de pesquisa a ser investigada nesta dissertação é enunciada da seguinte forma: como analisar a logística interna de hospitais, sob as perspectivas da produção enxuta e da complexidade?

1.3.2. Questões secundárias de pesquisa

Questões secundárias de pesquisa foram necessárias para que se obtivesse êxito no atingimento dos objetivos específicos. Assim, dois questionamentos foram levantados, quais sejam:

- (a) Como os 5Rs da logística interna se relacionam entre si?
- (b) Como priorizar os riscos na logística interna hospitalar, levando em consideração os 5Rs da logística interna?

1.3.3. Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo desenvolver um *framework* para analisar a logística interna de hospitais, sob o ponto de vista da produção enxuta e dos sistemas complexos.

1.3.4. Objetivos específicos

O trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar as relações entre os 5Rs na logística interna;
- b) Criar um indicador de priorização de riscos, levando em consideração os 5Rs da logística interna.

1.4. ESTRUTURA DA PESQUISA

A pesquisa está dividida em capítulos de Introdução, referencial teórico, método, resultados, discussões e conclusões. Os resultados são divididos nos seguintes subcapítulos: As etapas principais do *framework*; Estudo de caso – hospital; e Avaliação final da utilização do *framework*. As conclusões também tratam das limitações e possibilidades de aplicações futuras.

1.5. DELIMITAÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A principal delimitação desse estudo se dá pela aplicação ao fluxo de medicamentos em ambientes hospitalares. Além disso, não foi incluída a logística externa por questões de profundidade de análise e delimitação temporal de execução das atividades do estudo. Uma terceira limitação reside na aplicação do *framework* em um único hospital, o que pode requerer estudos comparativos para aprofundamento das discussões da aplicação do artefato. Por fim, este estudo limitou-se à implementação de melhorias nos processos de estorno de medicamentos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. LOGÍSTICA INTERNA *LEAN*

2.1.1. Definições, objetivos e barreiras

A logística interna (LI), também chamada de intralogística, conecta as áreas de recebimento, fontes e destinos internos e as docas de embarque do mesmo local ou planta. (GUDEHUS e KOTZAB 2012). De acordo com Dehning *et al.*, (2007), a LI envolve processos de aquisição e recebimento de materiais que serão posteriormente processados. Para Takita e Leite (2016) ela corresponde a todos os fluxos físicos e de informação desde a compra de materiais, bens e serviços até as movimentações nas dependências da empresa. Assim, a LI ocorre nos limites físicos internos de uma empresa (GUPTA e DUTTA, 1994). Em outras palavras, o sistema logístico interno envolve atividades logísticas dentro dos muros de uma organização, sendo responsável pelos transportes internos, manuseios de materiais e armazenamentos (JONSSON, 2008).

Na manufatura, a função da LI é fornecer materiais e produtos e a sua eficiência afeta diretamente o desempenho do sistema no qual está inserido (REMBOLD e TANCHOCO, 1994). Porém, apesar da importância da logística interna, ela é muitas vezes abordada na indústria manufatureira como apenas um custo de fazer negócios (MENTZER, 1991; OLAVARRIETA E ELLINGER, 1997).

Em relação à área da saúde, a logística interna *Lean* está mais concentrada nos ambientes hospitalares. Ela busca a otimização dos fluxos de pacientes (LEE *et al.*, 2022; KRIEGEL *et al.*, 2015), informação (ELIA *et al.*, 2022; SEYMOUR *et al.*, 2019), materiais (GUIMARAES *et al.*, 2013), equipamentos (BRITTON *et al.*, 2020; HICKS *et al.*, 2015) e medicamentos (GAYER *et al.*, 2020; REGATTIERI *et al.*, 2018). Chakraborty e Gonzalez (2018) afirmam que a implementação da gestão dos fluxos de materiais implicam em otimização no tempo de admissão e desospitalização de pacientes. As práticas *Lean* na logística interna a partir da análise dos fluxos de materiais evitam erros e reduzem desperdícios nos ambientes hospitalares (JIMMERSON *et al.*, 2005). Além disso, Liker (2007) propôs 14 princípios de gestão que caracterizam o *Lean*. Tais princípios são aplicáveis também aos ambientes hospitalares. A Tabela 1 mostra os 14 princípios *Lean* bem como as implicações para a logística interna hospitalar.

Tabela 1 - Os 14 princípios *Lean* e suas implicações para a logística interna hospitalar

#	Princípio <i>Lean</i>	Relevância para a logística interna
1	Decisões baseadas em uma filosofia de longo prazo	Logística pode requerer investimentos em infraestrutura/ instalações para reprojeto de hospitais, o que tem grande custos e exige visão de longo prazo.
2	Criar fluxo contínuo de forma que tragam os problemas à tona	As atividades logísticas fornecem suprimentos essenciais para a manutenção da vida de pacientes em hospitais e, portanto, deve possuir lead times curtos, o que é favorecido pelo fluxo contínuo.
3	Utilizar sistemas puxados para evitar superprodução	A logística interna garante que não haja falta de materiais e medicamentos aos demais setores, reduzir índice de medicamentos vencidos no estoque.
4	Nivelar a carga de trabalho para garantir a estabilidade do sistema	As atividades logísticas tendem a possuir picos e vales de demanda em hospitais, tanto devido a fatores internos (por exemplo, horários de prescrições) quanto externos (por exemplo, doenças sazonais). O nivelamento deve ser buscado na medida do possível.
5	Construir uma cultura de parar e resolver problemas assim que eles surgem	A gestão das atividades logísticas internas garantem ações de melhorias que fornecem aos fluxos subsídios para lidar com as possibilidades de rupturas.
6	Padronizar processos e tarefas, aumentando a segurança e a autonomia dos colaboradores, garantindo a base para a melhoria contínua	As atividades logísticas possuem certo grau de repetitividade, podendo ser padronizadas de modo similar às atividades fins de produção.
7	Utilizar controles visuais para evitar problemas ocultos	Os mecanismos de gestão visual garantem transparência nos fluxos, evitam erros e desvios, e melhoram a comunicação interna.
8	Usar tecnologias confiáveis e plenamente testadas para atender aos funcionários e processos	Logística envolve uso intensivo de equipamentos de armazenagem e movimentação de materiais, além de tecnologias da informação e comunicação.
9	Desenvolver líderes que compreendam o trabalho, que vivam a filosofia e ensinem os outros	As atividades de logística exigem coordenação entre diversas partes internas e externas à empresa, sendo importante o papel da liderança.
10	Desenvolver pessoas e equipes que sigam a filosofia da empresa	As atividades logísticas exigem participação humana e podem envolver o gerenciamento de <i>trade-offs</i> – uma filosofia clara da empresa pode auxiliar na gestão <i>dos trade-offs</i> .
11	Respeitar a rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os a melhorar continuamente	A gestão de processos na logística interna auxilia na identificação e melhoria de atividades que não agregam valor na cadeia de suprimentos, reduzindo o tempo de entrega, melhorando o processo de tomada de decisão e gerenciando riscos de forma eficiente.
12	Ver por si mesmo a fim de compreender completamente a situação	As atividades de logística ocorrem ao longo de grandes áreas físicas, geralmente distantes umas das outras. Isso cria dificuldades, mas aumenta a relevância de compreender a situação por si.
13	Tomar decisões lentamente por consenso, considerando todas as opções	O projeto de sistemas logísticos envolve diferentes opções, com diferentes implicações. Essas opções devem ser comparadas com base em dados e fatos.
14	Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável e da melhoria contínua	Como qualquer outra atividade, a logística interna é sujeita à melhoria contínua.

Entre as barreiras para os fluxos logísticos internos estão a infraestrutura da organização, sua governança e estrutura, a segurança, a necessidade de evolução tecnológica, os custos de investimentos e as políticas governamentais (OSWALD; KLEINEMEIER;

2017; GAWANKAR *et al.*, 2017; BAYRAKTAR *et al.*, 2009). Para conter essas barreiras, algumas abordagens são utilizadas: a padronização das atividades, deixando visíveis os desvios (MOURATO *et al.*, 2020); o uso de mizusumashi para otimizar as rotas de abastecimento interno, contribuindo para o fornecimento de materiais nos postos de trabalho (GOTTHARDT *et al.*, 2019); o Plano de Produção para Cada Peça, fornecendo todos os detalhes dos itens e como serão manuseados e processados (FAN; DENG; 2016; HARRIS *et al.*, 2003); Just-In-Time, permitindo a produção a partir da demanda do paciente, otimizando os estoques e contribuindo para a agilidade no processo de abastecimento (PERSONA *et al.*, 2008); entre outras.

2.1.2. Os três Rs da logística *Lean* (ritmo, rotina e rota)

De forma geral, pesquisas sobre LI tratam da padronização do processo de abastecimento das linhas de montagem, fundamentando-se na minimização do transporte de materiais até o seu ponto de uso. Para isso, é necessário definir a rota e o *lead time* de fornecimento, dentre outras decisões, de forma que não falte material para as linhas de montagem (MYERSON, 2012). A partir deste conceito, Ghinato (2016) afirma que o combate ao desperdício em logística deve se basear na gestão de processos subordinada aos fluxos que agreguem valor, garantindo estabilidade e suporte a esses fluxos. O gerenciamento de fluxo é estabelecido através da aplicação integrada de três componentes essenciais: rotas padronizadas, ritmo ditado pela demanda do cliente e rotinas de movimentação, sendo aplicáveis a todos os tipos de fluxos (GHINATO, 2018).

Rotas são caminhos definidos, padronizados e facilmente identificáveis ao longo dos quais a entidade (materiais, informações, funcionários, clientes ou recursos de suporte) deve fluir. Essas rotas padronizadas constituem as menores distâncias entre etapas, com a menor incidência de interseções e contrafluxos, resultando na otimização de recursos (GHINATO, 2018). Phruksaphanrat *et al.* (2020) utilizam as simulações baseadas em rotas dos *Automated Guided Vehicles* (AGVs) para analisar as melhores rotas internas de entregas, considerando os fluxos cruzados e as distâncias entre postos de trabalho. Gayer *et al.*, (2020) reforçam que as análises das rotas na logística interna *Lean* não deve ser fundamentada em rotas isoladas, sem considerar os fluxos cruzados. Além disso, Ghinato (2018) acrescenta que mecanismos de gerenciamento visual são fundamentais para a aplicação desse R. Jeyaraman *et al.*, (2022) ressaltam que uma rota altamente padronizada juntamente com gestão visual contribui para a identificação de problemas nos fluxos. Nguyen e Do (2016) ressaltam que uma boa gestão

visual ligada às padronizações de rotas reduz a utilização de área do chão de fábrica e contribui para a redução no tempo de entrega dos materiais.

Em relação ao ritmo de produção, o *Lean* adota sistemas de produção puxados para controlar a taxa de produção entre os processos. O ritmo consiste no “compasso” da operação que proporciona a conexão entre os processos, no qual o fluxo ocorre do processo fornecedor para o processo cliente de acordo com as necessidades de consumo do cliente final (GHINATO, 2018). Nesses sistemas, as previsões de demanda contribuem para ajustar a capacidade das plantas e dimensionar os parâmetros logísticos de acordo com o *Takt Time* para alcançar uma produção “*Just-in-Time*”, isto é, produzir o que é necessário, quando é necessário e nas quantidades necessárias (HUANG *et al.*, 2021). Um dos princípios *Lean* está relacionado à criação de fluxo contínuo fundamentado no *Takt-Time*, definido pela razão entre o tempo total disponível no período e a demanda no período (MARCHWINSKI E SHOOK, 2003). Abdelhadi (2015), ao analisar o ritmo de atendimento dos pacientes nas salas de emergência de um hospital, utilizando o *Takt Time*, verificou que esse não estava sendo atendido, resultando em atrasos nos atendimentos. Johnson *et al.* (2012) ao analisarem uma linha de montagem de ônibus, verificaram que o ritmo ditado pelo *Takt Time* poderia sofrer interferência das sequências de pedidos ao longo das linhas de diferentes modelos.

Já a rotina, consiste na sequência de atividades de manipulação do ente, sendo eles materiais, informações e pessoas. Uma analogia que retrata a rotina de movimentação padronizada em um ambiente *Lean* é a movimentação dos ônibus por itinerários, parando em pontos definidos, em horários conhecidos e padronizados, para deixar e pegar passageiros (GHINATO, 2018). Mourato (2020) utiliza técnicas *Lean* como poka-yokes, gestão visual e trabalho padronizado nas linhas de produção para garantir rotinas de fluxo padronizadas, evitando variabilidades no fluxo de montagem de ônibus. Já JEYARAMAN (2022) utiliza o Kanban para ter maior controle do ressuprimento de materiais na linha, padronizando os suprimentos e eliminando a retenção de carrinhos de coleta, simplificando a gestão de materiais e facilitando seu armazenamento. Arunagiri e Gnanavel Babu (2013) propõem o projeto de *layout* para redesenhar a rotina de montagem de vagões de trem. Já Yue (2013) identifica diversos problemas na rotina de uma linha de montagem de assentos de carros, tais como a baixa produtividade, os longos ciclos de produção, e os altos custos de estoques. Corroborando com isso, Kanaganayagam *et al.*, (2015) utilizam estudo de tempos e movimentos, *kaizens* e diagramas espaguete de forma combinada para reduzir as perdas por movimentação nas linhas de produção de equipamentos. Daly *et al.*, (2022) ao estudarem os fluxos de paciente e funcionários em um hospital durante a pandemia da Covid-

19, utilizou o *Lean* e os princípios de cuidados centrados no paciente, resultando em um reprojeto das atividades.

Assim, alguns estudos mostram a relevância de propor uma abordagem estruturada na interrelação entre as rotas inequívocas, o ritmo de produção ditado pela demanda do cliente e as rotinas padronizadas de transporte e manuseio do ente. Por exemplo, Gayer *et al.* (2020) propõem a integração desses Rs de forma a otimizar o fluxo de medicamentos e soros em um hospital. Assim, os 3 Rs possibilitam uma visão ampla e integrada dos processos de identificação, análise e solução de problemas logísticos, ao invés de aplicações pontuais de ferramentas enxutas.

2.2. SISTEMAS SÓCIOTÉCNICOS COMPLEXOS (SSC) E ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA (ER)

2.2.1. A complexidade nos sistemas sociotécnicos

A perspectiva da complexidade foi desenvolvida ao longo do tempo nas mais diversas áreas do conhecimento, tais como Física, Biologia, Química, Política, entre outras. Em comum, essas perspectivas é fundamentada na compreensão da realidade como sistemas dinâmicos constituídos por subsistemas que interagem entre si (HAKEN, 2006; CAPRA, 2002). Diversos estudos abordam diferentes conceituações de complexidade. Por exemplo, Pringle (1951) a define como o número de parâmetros necessários para descrever um sistema no espaço e no tempo. Já Siemieniuch e Sinclair (2002) definem complexidade como as interações entre as entidades da organização que resultam em comportamentos imprevisíveis. Righi e Saurin (2015) afirmam que a complexidade é multidimensional e engloba quatro atributos: (i) grande número de elementos em interações dinâmicas; (ii) grande diversidade de elementos; (iii) variabilidade não antecipada; e (iv) resiliência. Esses elementos podem ser sociais, por exemplo, pessoas; técnicos, por exemplo, equipamentos; e organizacionais, por exemplo, rotinas gerenciais; sendo todos eles sujeitos à influência do ambiente externo como fonte permanente de variabilidade (HENDRICK; KLEINER, 2001). Assim, esses sistemas são caracterizados por um limiar significativo de variabilidade inevitável e incerteza na tomada de decisão (BRAITHWAITE, 2018).

Cilliers (2005) classifica os sistemas sociotécnicos complexos segundo oito características: (i) são sistemas que sofrem certa influência do ambiente externo sendo, portanto, denominados de sistemas abertos; (ii) apresentam imprevisibilidade e turbulência

ao longo dos seus fluxos (condição de não equilíbrio); (iii) são constituídos de uma grande quantidade de elementos; (iv) os resultados do comportamento desses elementos (outputs) são determinados pelas entradas (inputs), contendo funções não lineares; (v) essas interações tendem a mudar de acordo com o tempo, sendo denominadas de interações dinâmicas; (vi) o comportamento dos sistemas sociotécnicos complexos são resultado das interações entre os elementos desse sistema e não unicamente de características dos próprios componentes em si; (vii) a organização do sistema segue um processo dinâmico, ou seja, sua estrutura se mantém após seus elementos serem trocados ou renovados; e (viii) a complexidade do sistema é vista de diferentes formas de acordo com o observador que a interpreta. Além disso, reconhece-se que diferentes observadores podem ter perspectivas diferentes acerca da complexidade de um determinado sistema, ao mesmo tempo em que aceitam que o sistema possui elementos e interações que constituem evidências de complexidade objetiva (SNOOK, 2000; WEICK, 1995).

No contexto da complexidade de sistemas sociotécnicos, Perrow (1984) propõe que as interações entre elementos podem ser definidas segundo o grau de acoplamento (variando de fracamente a rigidamente acopladas) e a linearidade (variando de linear a não-linear). As interações mais complexas, cujo controle e previsibilidade completa são impossíveis, são as que possuem a combinação de forte acoplamento e não-linearidade. As interações lineares são aquelas no qual existe uma relação direta entre causa e efeito entre as variáveis do sistema, ocorrendo segundo uma sequência linear de passos, sendo controláveis e previsíveis (HOLLNAGEL, 2012; (KANNAMPALLIL *et al.*, 2011). As interações dinâmicas são aquelas em que os elementos constituintes de um sistema formam uma rede de relacionamentos entre si, de forma não-linear, implicando mudanças ao longo do tempo através de diferentes comportamentos estimulados por fatores internos e externos aos sistemas (VESTERBY, 2008; SNOWDEN; BOONE, 2007; CILLIERS, 1998; WILLIAMS, 1999). Para Cilliers (2002), as interações entre os elementos do sistema podem resultar em novos elementos ou propriedades que, na maioria das vezes, são imprevisíveis. Portanto, segundo o autor, não há como entender o funcionamento de um sistema apenas analisando seus elementos de forma separada e linear. Portanto, quanto maior o número de elementos que um sistema possui, maior será o número de interações (VESTERBY, 2008; PERROW; 1984). Perrow (2014) afirma que mesmo sistemas lineares podem possuir interações complexas. Porém, os sistemas lineares possuem uma relação mais clara e direta entre a causa dos problemas e os efeitos (HOLLNAGEL, 2012).

Nesse sentido, Saurin *et al.*, (2013) elencam seus diretrizes para promover o correto gerenciamento de SSCs, quais sejam: (i) dar visibilidade aos processos e resultados; (ii) incentivar a diversidade de perspectivas no processo de tomada de decisão; (iii) antecipar e monitorar o impacto de pequenas mudanças no sistema; (iv) projetar folgas; (v) monitorar as diferenças entre o trabalho que é prescrito, denominado por Hollnagel (2017) como *Work-as-imagined* (WAI), do que é realmente realizado, *Work-as-done* (WAD); (vi) criar um ambiente que seja favorável ao desenvolvimento da resiliência. Assim, considerando tanto as características dos sistemas sociotécnicos complexos quanto a dificuldade ou impossibilidade de se prever todas as suas variabilidades, surge a necessidade de uma gestão de segurança de forma que se possa ajustar o comportamento do sistema de acordo com os acontecimentos (HOLLNAGEL *et al.*, 2006). Apesar de não ser possível eliminar toda a diferença entre o WAI e o WAD, o desenvolvimento da capacidade de resiliência do sistema é a chave para a gestão dos processos, através dos procedimentos simples e fáceis de entender, enfatizar a importância da participação dos trabalhadores no processo de implementação e controle (ANTONSEN; ALMKLOV; FENSTAD, 2008). Embora a noção de que alguns sistemas sociotécnicos são complexos não seja nova, características das organizações contemporâneas, como sua crescente interdependência, tornaram os *insights* da teoria da complexidade de interesse para uma gama mais ampla de sistemas (EL MARAGHY *et al.*, 2012).

2.2.2. A Engenharia de Resiliência (ER)

A ER surge como uma forma de olhar para sistemas sociotécnicos complexos buscando compreender os mecanismos pelos quais eles interagem e lidam com rupturas no sistema, sendo usada como alternativa na forma de lidar com a questão da segurança em diversas áreas (CHUANG *et al.*, 2020). Ela considera a forma com que os sistemas se ajustam antes, durante ou após a ocorrência de determinada adversidade que impõe riscos ao seu correto funcionamento, permanecendo íntegro e operacional diante de condições esperadas e inesperadas (PATRIARCA *et al.*, 2018; FAIRBANKS *et al.*, 2014; HOLLNAGEL, 2010). Portanto, ela inclui nas suas análises os fatores que afetam o desempenho humano nas organizações, disponibilizando ferramentas de gestão de riscos aos SSCs (WOODS, 2015). Ela gera grande impacto em sistemas adaptativos complexos, como por exemplo, os sistemas de assistência a saúde, os quais são dotados de características específicas, gerando grandes contribuições para a segurança do paciente (FAIRBANKS *et al.*, 2014; HOLLNAGEL, 2013). Entre essas características estão: (i) o grande número de

interações dinâmicas; (ii) a diversidade de elementos; (iii) as variabilidades não previsíveis; e (iv) a resiliência (SAURIN; GONZALEZ, 2013). Kohn *et al.*, (2000) afirmam que quanto maior a complexidade da assistência nos serviços de saúde que estão relacionados ao cuidado do paciente, seja direta ou indiretamente, maiores são as chances de ocorrer erros nos fluxos (KOHN; CORRIGAN; DONALDSON, 2000). Costela (2008) afirma que a resiliência se encarrega de lidar com a complexidade a fim de obter resultados positivos para os sistemas. Assim, uma organização dita resiliente tem a habilidade de reconhecer ao longo de suas operações rotineiras quando o desempenho de suas atividades bem como a segurança estejam na iminência de sofrerem uma ruptura, podendo responder efetivamente aos comportamentos do sistema (FAIRBANKS *et al.*, 2014).

Hollnagel (2011) sugere quatro habilidades, segundo as quais auxiliam a entender como as organizações lidam com rupturas no sistema, quais sejam: responder, adaptar, monitorar e aprender. Segundo o autor, monitorar consiste na habilidade do sistema de acompanhar o seu próprio desempenho, identificando ameaças e oportunidades antes de que uma falha aconteça, sendo importante alimentar essa etapa com informações a fim de garantir a segurança dos fluxos. Em contrapartida, a habilidade de antecipar implica em entender o que esperar do sistema e buscar alternativas através de ações planejadas frente a possibilidade de eventos de falhas, garantindo agilidade para lidar de forma proativa com os riscos ao longo dos fluxos. Já a habilidade de aprender busca entender o desempenho passado do sistema, permitindo mudar o comportamento do sistema a partir das suas experiências de sucesso e fracasso, a fim de lidar de forma mais eficaz e eficiente com possíveis rupturas futuras. Por fim, a habilidade de responder consiste nas respostas às várias formas de variabilidades, perturbações e oportunidades, agindo com prontidão às necessidades do sistema. Ljungeberg e Ludh (2018) afirmam que, em termos estratégicos, um sistema pode focar em desenvolver a performance de algumas habilidades mais do que as outras.

A ER tem sido amplamente discutida na literatura, com casos de sucesso em diversos setores, tais como tais como aviação, saúde, construção, químico, marítimo, petróleo, rodoviário, entre outros (RIGHI; SAURIN; WACHS, 2015). Dentre eles, destaca-se as pesquisas em ambientes hospitalares, o qual culminou com o uso do termo *Resilient Healthcare* (RHC), proposto por Hollnagel *et al.*, (2013) com a finalidade de aplicar os métodos da ER na área de assistência à saúde. Diferente do que ocorre nas indústrias, os hospitais apresentam uma diversidade de cadeias que se cruzam umas com as outras dentro desses ambientes, caracterizando-se com um maior nível de complexidade (HERRMANN *et al.*, 2018; KRITCHANCHAI; SUWANDECHOCHAI, 2010). Assim, fatores como a

ambiguidade, a imprevisibilidade e a incerteza influenciam na forma de gerenciamento desses tipos de organização (MEYER; PASCUCCI; MURPHY, 2012; PASCUCCI; MEYER, 2013). Portanto, as discussões recentes acerca do uso da abordagem da resiliência em ambientes hospitalares, caracterizando-os como sistemas sociotécnicos complexos, demonstra a necessidade de adotar uma forma de gestão que considere as variabilidades e características dos sistemas (BRAITHWAITE *et al.*, 2013; HOLLNAGEL *et al.*, 2013). Fekete *et al.* (2014) e Ivanov *et al.* (2021) reforçam que as variabilidades presentes nos sistemas criam riscos ao seu correto funcionamento, necessitando de métodos de avaliação. Nesse sentido, a ferramenta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) consiste em um dos métodos mais comuns para avaliar riscos na cadeia de suprimentos (GUPTA *et al.*, 2021; KUMAR *et al.*, 2013; COLICCHIA *et al.*, 2010).

2.3. RISCOS

Os diversos conceitos de risco dependem do campo de pesquisa, e podem ser encontrados na literatura nas mais diferentes áreas como finanças, marketing, gestão, psicologia, entre outras (WAGNER E BODE, 2008). O risco comumente está associado à medida de ameaça decorrente de eventos aleatórios que são independentes do nosso controle (SERAFIN, 2013). De acordo com a norma PN-ISO 31000 (2010), o risco é definido como o efeito da incerteza sobre os objetivos. Aven (2016), afirmam que as definições existentes de risco expressam, basicamente, o mesmo conceito, acrescentando a dimensão de incerteza aos acontecimentos que podem acontecer e as implicações que isso ocasiona. Em contrapartida, Wilson (2005) em seu estudo, determina o risco como uma forma de avaliação, significância, tamanho e essência do dano que pode causar em um sistema, sendo resultado de uma ação específica independente dela ser iniciada pela organização ou se a organização está sujeita à sua influência, sendo, portanto, o risco como uma implicação mensurável da incerteza. Assim, um melhor entendimento dos riscos resultará em ações mais eficientes projetadas para lidar com desastres naturais, pandemias, entre outros (SRINIVAS E NAKAGAWA, 2008).

Os eventos de risco podem, portanto, ser classificados como esperados, como quando o fornecedor percebe deficiências de qualidade (Robert Bosch GmbH, Wagner e Bode, 2006), ou inesperado, como quando ocorres guerras, greves ou ataques terroristas (CHRISTOPHER E LEE, 2004; KLEINDORFER E SAAD, 2005). Nesse sentido, dois aspectos são importantes na discussão do risco: o efeito do impacto do risco e a expectativa

das fontes de risco. Como na maior parte da literatura, a questão do risco está associado a consequências negativas do impacto (CHRISTOPHER E LEE, 2004, PAULSON, 2005, SPEKMAN E DAVIS, 2004, WAGNER E BODE, 2006). Porém, para Pfohl *et al.*, (2010), há uma dicotomia contínua entre um risco puramente negativo e o risco que também pode proporcionar impactos positivos para um sistema. A expectativa de risco é difícil de ser determinada. Particularmente na cadeia de suprimentos, o risco é comumente entendido por suas implicações desagradáveis (NORRMAN E JANSSON, 2004; KHAN E BURNES, 2007; trkman e McCORMACK, 2009; HALLIKAS *et al.*, 2004; TUNCEL E ALPAN, 2010; KERN *et al.*, 2012), de modo que sua essência negativa provoca a exigência de sua administração.

Além disso, as decisões de gerenciamento estão permeadas de riscos, já que acrescentar ou excluir um produto, por exemplo, pode provocar impactos negativos para as empresas e stakeholders. Por exemplo, as decisões em relação aos produtos também podem aumentar os riscos nas cadeias de suprimentos resultantes de uma variedade de fontes (AVLONITIS, 1993; HARNESS E MACKAY, 1997; HARNESS *et al.*, 1998; HART, 1989; SAUNDERS E JOBBER, 1994; SCHVANEVELDT, 2003; ZHU *et al.*, 2018). Desse modo, a etapa mais significativa no gerenciamento de riscos é determinar e priorizar os riscos potenciais (POWER, 2004). Para mitigar o agravamento da vulnerabilidade do risco, as análises, a criação de formas de controle e supervisão são sistematicamente necessárias (KLINKE E RENN, 2002). Para Cheng *et al.*, (2012) e Norrman e Jansson (2004), a gestão de riscos envolve decisões, tais como aceitar, impedir, transportar ou compartilhar um risco conhecido, ou executar medidas para minimizar os resultados ou possibilidade do acontecimento. Assim, para o gerenciamento de riscos, a dificuldade consiste em identificar e avaliar os riscos e os danos acidentais que atrapalham o correto funcionamento dos fluxos (DE CICCIO E FANTAZZINI, 2003; MORAES, 2010).

Em relação à cadeia de suprimentos, Goh *et al.*, (2007) e Tummala e Schoenherr (2011) utilizam uma definição específica para risco, segundo a qual a possibilidade de acontecimentos de um evento, somado às falhas de fornecedores resultam em incapacidade de atender a demanda com segurança. Pfohl *et al.*, (2011) e Kanyoma *et al.*, (2013) adicionam que o atendimento da demanda do cliente possui riscos relacionados com o valor agregado, os custos, o tempo ou as qualidades, o que contribui para o aumento da complexidade. O aumento consecutivo da complexidade da cadeia de suprimento, resulta no aumento da sua vulnerabilidade a distúrbios (Craighead *et al.*, 2007; Sofyaljöyülu e Kartal, 2012; Thun e Hoenig, 2011), reforçando a necessidade de gerir os riscos de forma sistemática

(GREDAL *et al.*, 2017; HECKMANN *et al.*, 2015; TANG E NURMAYA MUSA, 2011). Assim, as decisões da cadeia de suprimentos envolvem tanto riscos operacionais internos quanto riscos externos que afetam os usuários finais (KLASSEN E VEREECKE, 2012).

Ainda em relação à vulnerabilidade das cadeias de suprimento, Ritchie e Brindley (2007) afirmam que o número de membros da cadeia e o nível de interdependência entre eles aumentam as fontes de risco. Isso corrobora com as características de complexidade dos sistemas sociotécnicos propostas por Soliman *et al.*, (2018) o qual afirma que as interações entre elementos produzem uma série de comportamentos diferentes. Nesse sentido, Shi (2004) argumenta que os riscos da cadeia de suprimentos são muito difíceis de identificar devido às complexas interações de seus elementos. Assim, o gerenciamento dos riscos nas cadeias de suprimento consiste em um mecanismo para lidar com as vulnerabilidades do sistema, resultando em cadeias de suprimentos mais resilientes, capazes de responder às interrupções e se adaptar às mudanças necessárias (CHRISTOPHER E PECK, 2004). Essa perspectiva dos riscos da cadeia de suprimentos exige que as fontes e os tipos de risco sejam relacionados aos fluxos que ocorrem dentro da cadeia de suprimentos (JUTTNER, 2005; PAULSON, 2004).

Assim, a resiliência garante que as mudanças causadas pelos eventos de risco possam ser absorvidas pela cadeia de suprimentos por meio de respostas efetivas, sem causar danos aos processos (SKIPPER E HANNA, 2009). Além disso, tem sido sugerido em diversos estudos que a flexibilidade pode equivaler a uma capacidade orgânica do sistema em lidar com os riscos, dando suporte para a detecção de interrupções sendo relacionada a prontidão para eventos adversos da cadeia de suprimentos (SHEFFI E RICE, 2005). A resiliência da cadeia de suprimentos, portanto, aborda a capacidade de lidar com as consequências de eventos de risco inevitáveis de forma a auxiliar o sistema a retornar às suas operações originais ou passar para um novo estado estável após ser perturbado (CHRISTOPHER E PECK, 2004; PECK, 2005).

2.3.1. FMEA

Um aspecto importante do gerenciamento da cadeia de suprimentos consiste na determinação de soluções alternativas para gerenciar riscos. Dessa forma, a análise de modo e efeitos de falha é um método sistêmico de identificação, análise, avaliação e controle de riscos para auxiliar na tomada de decisão gerencial e na implementação de uma metodologia sistêmica baseada em medição possibilitando evitar resultados negativos mais graves (KREJCI *et al.*, 2019).

O método FMEA, teve seu primeiro uso registrado em 1949, a partir do desenvolvimento militar norte-americano com o objetivo de determinar o efeito da ocorrência de falhas a sistemas e equipamentos (ABHILASH *et al.*, 2013). Este método identifica, sistematicamente, potenciais falhas em processos definindo as causas e efeitos, e a partir disso, define ações para reduzir ou eliminar o risco conforme associados a esses fracassos (MARRIOTT *et al.*, 2013; AGUIAR, SALAMON E MELLO 2014). Já Puente *et al.*, (2001) afirma que o FMEA visa identificar e priorizar possíveis imperfeições em produtos e processos. Esse método fornece uma abordagem para avaliar a probabilidade de eventos negativos que podem ocorrer na cadeia de suprimentos e pode ser usada para identificar soluções de mitigação dos riscos e estabelecer proposições de melhorias na cadeia de suprimentos, avaliando também o nível de criticidade de falhas de produtos e processos (DE SOUZA E CARPINETTI, 2014; SAWHNEY *et al.*, 2010; KARABACAK E SOGUKPINAR, 2005; HALLIKAS *et al.*, 2002).

O FMEA é uma metodologia que tem finalidade de: (i) distinguir e analisar as prováveis falhas que sejam capazes de acontecer em um produto ou processo; (ii) identificar atividades que consigam eliminar ou minimizar a possibilidade de ocorrência de tais falhas; e (iii) registrar o estudo, criando um quadro técnico (DEVADASAN *et al.*, 2003). Seu uso é recomendado no Brasil pela norma ISO 9000:2000 e vem sendo cada vez mais exigido pelos clientes, verificando se o produto está na qualidade exigida (BAGHERY, YOUSEFI E REZAAEE 2016).

É possível, ainda, dividir os estudos baseados no método FMEA em duas linhas de pesquisa: a primeira fase, representada pelo projeto e desenvolvimento de um novo produto e a segunda, o processo de produção propriamente dito (LOLLI *et al.*, 2016). O projeto FMEA de um produto, é indicado como DFMEA (*Design Failure Mode and Effect Analysis*), que consiste na análise dos possíveis modos e as consequências das falhas durante o projeto do produto e o processo FMEA, enquanto o PFMEA (*Process Failure Mode and Effect Analysis*) é indicado como uma análise de apoio ao desenvolvimento do processo de produção para moderar a possível ocorrência de quebras, por exemplo (FOGLIATTO E RIBEIRO, 2009). Portanto, a principal razão da aplicação do PFMEA ocorre pela garantia da melhoria contínua dos produtos, processos, aumento da confiabilidade e redução do número de reclamações, resultando em ganhos de satisfação dos clientes (ALDRIDGE, TAYLOR E DALE, 1991).

Ao aplicar o FMEA é necessário mapear o processo de produção, analisar os possíveis defeitos, definir as causas e estabelecer medidas aceitáveis para reduzir o risco

(SCHINDLEROVA; SAJDLEROVA, 2017). A avaliação do risco durante o procedimento do processo FMEA é avaliada usando três dimensões principais, quais seja: a gravidade, a ocorrência e a detecção, no qual cada um desses critérios é analisado de acordo com tabelas que possuem uma escala variando de "1- 10". Dentre esses valores, "10" corresponde a "indesejável" e representa um não cumprimento das exigências e regulamentos de segurança, enquanto o valor "1" corresponde ao "desejável" e representa o cumprimento das exigências e regulamentos de segurança (LIJESH, MUZAKKIR E HIRANI 2016). OOKALKAR *et al.*, (2009), define esses parâmetros como sendo:

- A severidade (S) é o valor, que está ligado às consequências mais graves no caso de um método com defeito;
- A ocorrência (O) indica a probabilidade da ocorrência de um defeito em um processo e leva em consideração determinadas medidas para limitá-lo;
- A detecção (D) é uma avaliação relativa, que está ligada ao instrumento utilizado para o gerenciamento de detecção com o objetivo de alcançar um número baixo, e é necessário melhorar a ferramenta de detecção planejada.

Por fim, o produto destes três critérios para cada defeito é um número de risco RPN, tido como um indicador de priorização de riscos, auxiliando nos processos de tomada de decisão mais assertivos (KREJCI, SCHINDLEROVA, BUCKO E HLAVATY 2018).

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1. ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O principal objetivo de um método de pesquisa consiste em guiar o pesquisador a fim de atingir as respostas desejadas de um problema com rigor e confiabilidade dos resultados (SAUNDERS *et al.*, 2012). Diversos estudos tem utilizado a *Design Science Research* (DSR) para analisar sistemas sociotécnicos complexos (DISCONZI; SAURIN, 2022; GAYER *et al.*, 2020; SHULTZ, 2017). A DSR se ocupa em projetar e avaliar artefatos que contribuam para resolver problemas práticos com relevância teórica (CHAKRABARTI, 2010; HEVNER, 2007). Ela promove a conexão entre quatro dimensões de uma pesquisa acadêmica: o contexto, a intervenção, os mecanismos de causa-efeito e os resultados (DENYER *et al.*; 2008). Peffers *et al.*, (2007) adiciona a comunicação como último estágio da DSR, com o objetivo de apresentar os resultados à comunidade acadêmica e organizacional.

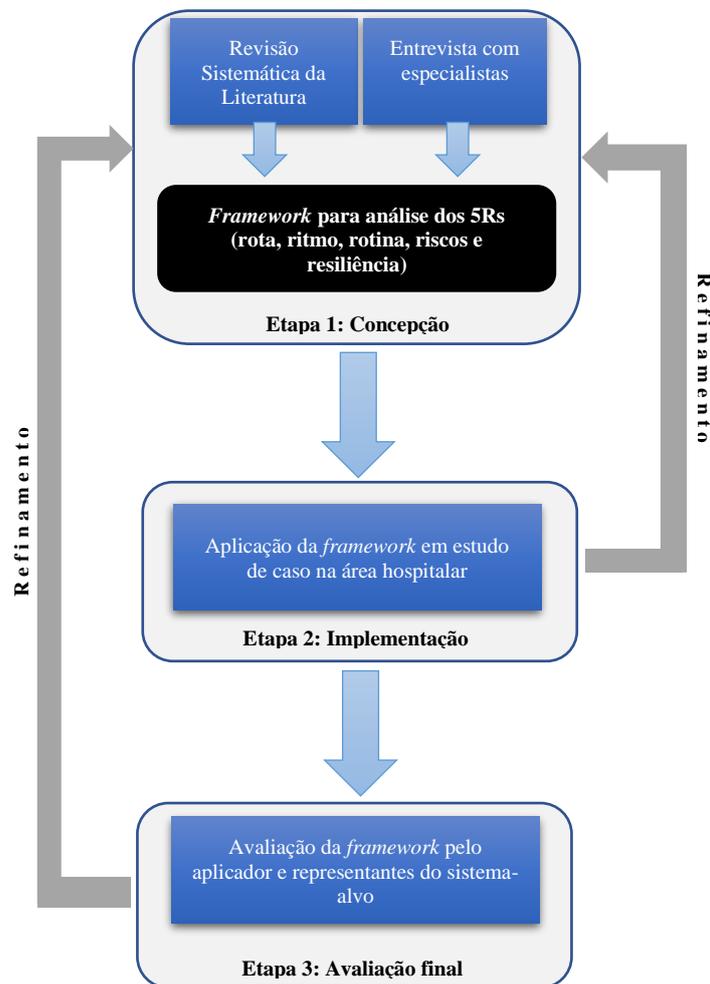
Os artefatos produzidos na DSR tipicamente envolvem constructos, modelos, métodos, instanciações ou melhoria das teorias já existentes (HEVNER; CHATTERJEE, 2010; VAISHNAVI, 2007; HEVNER *et al.*, 2004). Eles são diferenciados em artefatos de produto (relacionados às tecnologias, tais como ferramentas e softwares) e artefatos de processo (relacionados à execução de padrões, tais como métodos e procedimentos) (VENABLE *et al.*, 2012). Nessa dissertação, artefatos de processo são enfatizados. Na DSR, a avaliação do artefato é crucial para mostrar suas contribuições (GACENGA *et al.*, 2012; VENABLE *et al.*, 2012; HEVNER *et al.*, 2004; MARCH; SMITH, 1995; NUNAMAKER *et al.*, 1990). Hevner *et al.*, (2004) ressaltam que os artefatos podem ser avaliados conforme a funcionalidade, integralidade, consistência, exatidão, desempenho, confiabilidade, usabilidade, encaixe à realidade da organização, dentre outros critérios. A avaliação contribui para identificar áreas de refinamento do artefato (VENABLE *et al.*, 2012). A escolha da DSR nesse estudo decorre da utilidade dessa estratégia para solucionar uma classe de problemas, qual seja, a análise dos 5Rs (ritmo, rotina, rota, resiliência e riscos) na área de logística interna. Além disso, essa pesquisa se fundamenta na interação entre a academia e os praticantes inseridos nos sistemas sociotécnicos complexos, adotando o método denominado *Action Design Science Research* (ADSR). Recentemente, o ADSR tem sido utilizado por diversos estudos (TARPEY *et al.*, 2021; WANG *et al.*, 2021; RICHTER *et al.*, 2020). Ele combina a DSR com a *action research* de forma a propor uma abordagem para projetar artefatos através da interação entre acadêmicos, praticantes e usuários finais durante

a implantação do artefato (SEIN *et al.*, 2011). Sein *et al.* (2011) afirmam que a cooperação entre acadêmicos e praticantes permitem a troca de experiências e possibilita o aprendizado mútuo entre os participantes.

3.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA

O estudo foi dividido em três principais etapas (Figura 1), quais sejam: (1) concepção, (2) implementação e (3) avaliação do *framework*.

Figura 1- Etapas de pesquisa segundo a DSR



A etapa 1 (Concepção do *framework*) iniciou com um entendimento sobre o problema por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e de entrevistas com especialistas *Lean*. Conforme Van Aken *et al.*, (2016) essa concepção envolveu criatividade ao invés de seguir um processo mecanicista. Já a etapa 2 (Implementação do *framework*) envolveu o teste do *framework* no fluxo logístico internos dos medicamentos em um hospital. O resultado desta etapa permitiu refinar o *framework* concebida inicialmente. Por

fim, a etapa 3 (Avaliação Final do *framework*) avaliou o instrumento criado, segundo dois critérios, quais sejam: (i) a usabilidade, definida como o grau de facilidade de usar o artefato (NIELSEN, 1993; ROGERS *et al.*, 2011); e (ii) a utilidade, que está relacionada com os benefícios e a aplicabilidade do instrumento concebido (FISCHER, 1998).

3.3. ESCOLHA DO ESTUDO EMPÍRICO

A escolha de um hospital para o estudo empírico deveu-se ao fato de os hospitais apresentarem diversos fluxos logísticos inter-relacionados, caracterizando um nível relevante de complexidade (KRITCHANCHAI; SUWANDECHACHAI, 2010; LOWREY, 2007). Além disso, hospitais são sistemas adaptativos complexos nos quais tender a ocorrer *trade-offs* entre variáveis (CHÍAS; ABAD, 2017; STURMBERG *et al.*, 2012; LIPSITZ, 2012). Os motivos principais pelos quais este sistema foi escolhido para o estudo de caso se devem ao (i) hospital ser de referência na região; (ii) o seu porte favorece análises mais complexas pelas interações entre as diversas variáveis que o compõe; (iii) o fluxo analisado já foi inicialmente alvo de estudo anterior (GAYER *et al.*, 2020); e (iv) a liderança do setor teve interesse específico neste fluxo, pois impacta direta e indiretamente no paciente (cliente final).

Assim, o estudo foi realizado em um dos principais fluxos logísticos que permeia os ambientes hospitalares: o fluxo de medicamentos. Foi escolhido um hospital universitário, terciário e público de grande porte na região sul do país, que possuía um histórico de colaborações acadêmicas com o grupo de pesquisa na área de engenharia de produção. O hospital conta com cerca de 6000 funcionários, mais de 900 leitos de internação e 150 leitos de Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Em termos de espaço físico, o hospital possui 223.000 metros quadrados, que estão concentrados em dois edifícios principais, um de 13 e outro de 8 andares.

3.4. COLETA E ANÁLISE DE DADOS

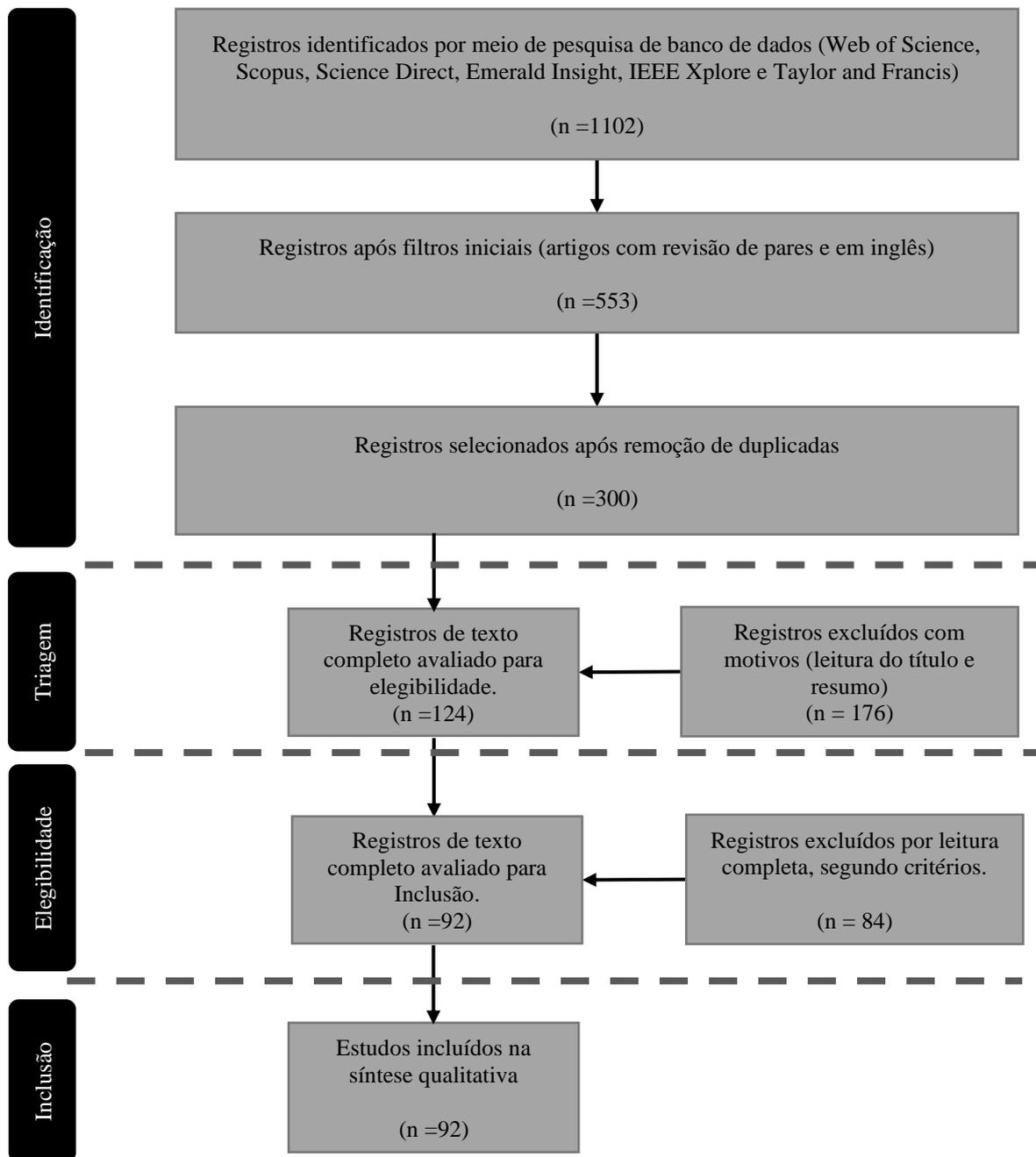
3.4.1. Coleta e análise de dados na etapa 1: concepção

Conforme já mencionado, a coleta de dados para a etapa (1) concepção envolveu uma RSL e entrevistas com especialistas em *Lean*. Para a seleção dos artigos na RSL foram

adotadas as recomendações propostas pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) (MOHEN *et al.*, 2009). Este método de análise consiste em: (a) Identificação dos artigos; (b) Triagem; (c) Elegibilidade; e (d) Inclusão.

A identificação dos artigos levou em consideração seis bases de dados, as quais os autores possuíam acesso pela instituição de ensino, quais sejam: *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct*, *Emerald Insight*, *IEEE Xplore* e *Taylor and Francis*. A pesquisa foi realizada em 15/05/2021 e os downloads dos artigos foram realizados de uma única vez e no mesmo dia. O parâmetro de busca utilizado foi: "*internal logistics*" OR "*in*bound logistics*" OR "*in*house logistics*", no título, resumo e palavras-chave. Foram incluídos na busca somente artigos completos e disponíveis para *download* através das permissões da instituição de ensino. Os resultados de cada etapa podem ser observados na Figura 2.

Figura 2 - Etapas da RSL segundo o protocolo PRISMA



Após a coleta nas bases de dados, 1102 artigos foram identificados, sendo: Scopus (559 artigos), Web of Science (362), Science Direct (85), IEEE Xplore (55), Emerald Insight (39) e Taylor e Francis (2).

Na etapa inicial (identificação) cinco critérios de exclusão foram utilizados: (i) trabalhos não científicos (relatórios técnicos, *white papers*, dentre outros), (ii) artigos em outra língua que não fosse o inglês; (iii) conferências; (iv) capítulos de livros; e (v) conteúdos que não tiveram acesso completo disponibilizado. Com base nisso, 553 artigos foram

mantidos. Em seguida, foram removidos os duplicados, resultando em 300 artigos para a etapa seguinte.

Na etapa de triagem, através da leitura do título, resumo e palavras-chave (quando em dúvida, os artigos foram mantidos para a próxima fase, a partir de sua leitura completa) foram excluídos os artigos: (i) que estavam fora do escopo da logística interna, tais como artigos sobre logística externa, *supply chain* de forma geral, relações com fornecedores, logística interna somente como exemplo secundário; (ii) puramente teóricos, sendo que modelos matemáticos ou conceituais, de simulação ou computacionais que abordassem estudo de caso foram mantidos na seleção; (iii) *surveys* e questionários em geral, por serem instrumentos de avaliação percepção de respondentes e não de análise profunda da logística interna; (iv) relacionados a custos e impactos ambientais; (v) revisões sistemáticas e meta-análises (vi) que analisam dispositivos logísticos no seu sentido técnico (por exemplo, análise mecânica, eletrônica e componentes dos AGVs). Assim, 124 artigos foram selecionados para a próxima fase.

Por fim, na etapa de elegibilidade, os 124 artigos mantidos para a fase de elegibilidade, incluindo aqueles que levantaram dúvidas quanto ao seu conteúdo, foram lidos em sua íntegra, aplicando os mesmos critérios de exclusão da fase anterior. Com isso, 92 artigos foram selecionados para compor o estudo.

Por sua vez, as entrevistas semiestruturadas contribuíram para a concepção da versão preliminar do *framework* ao trazer o tema com maior profundidade pelos especialistas *Lean*, agregando a teoria à experiência de cada um. Para tanto, foram entrevistados 11 especialistas com base em um roteiro contendo 14 perguntas, dividido em três seções: introdução, 5Rs e conclusão (Apêndice A).

Na introdução foram coletadas informações sobre os perfis profissionais dos entrevistados. Já na seção dos 5Rs, as questões trataram das etapas de análise da logística interna, facilitadores e barreiras, ferramentas utilizadas e perguntas relacionadas a cada R. Por fim, os entrevistados foram convidados a acrescentar alguma informação que julgavam pertinentes. O perfil dos especialistas entrevistados pode ser observado na Tabela 2. O tempo de experiência com *Lean* variou entre 4 e 36 anos de experiência, contando com diferentes gerações de especialistas. O painel de especialistas contemplou a experiência acadêmica (teórica) e de atuação direta em sistemas (industriais, construção civil e saúde).

Tabela 2 - Perfil dos especialistas em *Lean* entrevistados

Especialista (E)	Formação	Área de Atuação	Perfil dos entrevistados	Tempo de experiência com Lean
E1	Doutor em Administração	Serviços e manufatura	Acadêmico / praticante	20 anos
E2	Doutor em Engenharia de Produção	Serviços e manufatura	Acadêmico / praticante	19 anos
E3	Engenheiro Mecânico e especialista em liderança	Serviços e manufatura	Praticante	10 anos
E4	Doutor em Engenharia de Produção	Serviços e manufatura	Acadêmico	4 anos
E5	Doutor em Engenharia de Produção	Manufatura	Praticante	21 anos
E6	Administrador de empresas	Serviços e manufatura	Praticante	22 anos
E7	Doutor em Engenharia de Produção	Serviços e manufatura	Acadêmico	6 anos
E8	Doutor em Engenharia Civil	Construção civil	Acadêmico	10 anos
E9	Doutor em Engenharia Civil	Construção civil	Acadêmico	25 anos
E10	Doutor em Engenharia de Sistemas de Manufatura	Serviços e manufatura	Praticante	35 anos
E11	Doutor em Engenharia de Produção	Manufatura	Praticante	36 anos

As entrevistas produziram 14 horas de gravações (todas autorizadas pelos entrevistados) e suas respectivas transcrições foram realizadas, totalizando 96.085 palavras transcritas. O critério de saturação foi utilizado (MUNHALL, 1994; MORSE, 2015) de forma que as entrevistas foram encerradas no 11º especialista ao identificar um nível bastante elevado de semelhança entre as respostas. Estudos indicam que 12 entrevistados é um número de referência a partir do qual a saturação pode ser caracterizada (BODDY, 2016; BRAUN; CLARKE, 2016; FUGARD; POTTS, 2015; GUEST *et al.*, 2006).

Considerando conjuntamente a RSL e as entrevistas com especialistas, a análise de dados foi realizada com base em quatro categorias predefinidas pelo pesquisador, correspondentes às grandes etapas do framework (Tabela 3). Além disso, considerando as diversas perspectivas conceituais de Logística *Lean* presentes nos artigos da RSL e nas entrevistas com os especialistas, percebeu-se a necessidade de incluir a categoria “Conceito de Logística Interna *Lean*” não constitui uma categoria do *framework*, pois ela serviu de delimitação conceitual, para as análises. A definição operacional desse conceito é importante, pois ela facilita a delimitação acerca do que conta ou não como logística interna *Lean*, implicando assim, na concepção do *framework*. Trechos das entrevistas ou dos artigos foram identificados e registrados em duas planilhas, uma para cada fonte de dados.

Tabela 3 - Categorias de análise dos dados provenientes da RSL e entrevistas com especialistas.

Categoria de Análise	Informações procuradas nas fontes de dados	Relevância para o desenvolvimento do <i>framework</i> de análise da Logística Interna
Conceito de Logística Interna <i>Lean</i>	Descrição sobre o que é Logística Interna e suas delimitações, mesmo que de forma mais indireta.	A identificação das diversas perspectivas sobre a Logística Interna <i>Lean</i> a fim de melhor delimitar o tema e operacionalizá-lo para aplicação em diversos contextos.
Caracterização do sistema-alvo e fluxo de análise (preparação para as análises)	Objetivos, motivações e fatores internos e externos à organização, que influenciam na logística interna. Os 5Rs podem ser mencionados de forma genérica e implícita, nessa categoria de análise de dados; como delimitar o sistema-alvo de análise da logística interna a fim de viabilizar análises mais profundas.	A contextualização é importante para conhecimento do sistema-alvo bem como guiar os aplicadores nas próximas etapas; delimitar o sistema-alvo é essencial para uma análise mais profunda e ágil, assim como aprender com a aplicação para replicar para os demais segmentos do fluxo.
Análise dos 5Rs em profundidade	Como a rota, o ritmo, rotina, riscos e resiliência devem ser consideradas na análise da logística interna.	A análise dos 5R é o elemento central do <i>framework</i> proposto.
Verificação, monitoramento e controle dos resultados	Como propor melhorias na logística interna, exemplos de melhorias comuns e fatores que podem facilitar ou dificultar a implementação delas.	Possibilitar a melhoria contínua da logística interna, com base teórica e prática explícitas.

Os trechos extraídos das entrevistas semiestruturadas e RSL foram organizados em planilhas buscando sustentar cada etapa do *framework*. Os trechos consistiram em transcrições fidedignas das falas dos entrevistados e poderiam estar associados, numa mesma fala, a várias etapas. Após isso, os dados foram comparados e organizados, dando origem à ordenação das etapas do *framework*. Diversos ciclos de leitura e análise foram realizados, identificando novos trechos ou trechos similares que pudessem fundamentar a concepção do artefato.

3.4.2. Coleta e análise de dados na etapa 2: implementação

Similarmente à etapa 1, a coleta de dados na etapa 2 (implementação) também envolveu múltiplas fontes de evidência, quais sejam: reuniões com funcionários e líder do setor de logística de medicamentos; observações participantes, contando também com conversas informais; análise de documentos; e reuniões de acompanhamento e aplicação do *framework*. Essa coleta de dados ocorreu ao longo de 15 meses (de setembro de 2021 a novembro de 2022).

Esta etapa começou com reuniões (Tabelas 4 e Tabela 5) do pesquisador com os funcionários dos setores envolvidos com a logística de medicamentos, explicação da ideia de pesquisa, as necessidades de cada etapa, objetivando a apresentação e familiarização com os processos. Essas reuniões também contribuíram para entender as necessidades da liderança em relação aos fluxos de medicamento. Assim, houve uma primeira reunião com o líder direto dos funcionários da Farmácia Central (FC) e a líder do Setor de Gerenciamento e Logística de Medicamentos (SGLM). Após isto, outra reunião foi realizada para a apresentação das etapas de análise do *framework* e alinhamento de informações. A terceira reunião foi necessária para apresentar para a liderança do serviço de farmácia (nível acima da SGLM) as ideias e desdobramentos das ações do *framework*. Com isso, buscou-se garantir o apoio da liderança. Houve também duas reuniões com os técnicos T1, T2, T3 e T4. Os técnicos T1, T2 e possuem conhecimentos pertinentes à dispensação de medicamentos, enquanto o T4 é o único técnico responsável pela coleta de medicamentos, transporte e abastecimento da FC. É importante ressaltar que as reuniões ocorreram ao longo da execução das atividades rotineiras dos técnicos e, portanto, os tempos de duração foram estimados devido às interrupções constantes, garantindo que essas entrevistas não atrapalhassem o andamento do fluxo.

Tabela 4 - Perfil dos participantes das reuniões iniciais

Profissional (T: técnico; L: líder)	Formação	Observação
T1	Ensino Médio completo	Executante das atividades de dispensação (processos: balcão, tubo pneumático e prescrição próxima)
T2	Ensino Médio completo	Executante das atividades de dispensação (processos: balcão, tubo pneumático e prescrição próxima)
T3	Ensino Médio completo	Executante das atividades de dispensação (estorno)
T4	Ensino Médio completo	Executante das atividades de pedido, coleta e transporte de medicamentos
T5	Ensino Médio completo	Responsável pelos treinamentos, manutenção e monitoramento do tubo pneumático
L1	Ensino superior (farmacêutico)	Líder direto dos funcionários, responsável pela gestão, treinamentos e processos envolvendo a Farmácia Central.
L2	Ensino superior (especialista em gestão em saúde e farmácia hospitalar)	Líder do setor de gerenciamento e logística de medicamentos, envolvendo outros setores como as farmácias satélites (internas às unidades de internação), entre outros.
L3	Ensino superior (mestrado em Medicina e especialista em farmácia hospitalar)	Líder do serviço geral de Farmácia do hospital, que engloba o setor de gerenciamento e logística de medicamentos, farmacêuticos, residentes, entre outros.

Tabela 5 - Quantidade de reuniões, participantes, objetivos e duração

Reunião Inicial	Participantes	Objetivo	Tempo de reunião
1	L1 e L2	Reunião inicial para conhecimento da problemática, familiarização e apresentação para os funcionários do setor	1h
2	L1 e L2	Reunião para apresentação das etapas de análise	1h
3	L2 e L3	Reunião para alinhamento inicial e apresentação para a liderança do serviço de farmácia	30min
4	T1, T2, T3	Reunião para explicação do estudo e alinhamento de informações iniciais	30min
5	T4	Reunião para explicação do estudo e alinhamento de informações iniciais	30min

As observações participantes foram realizadas ao longo de todo o período de pesquisa, totalizando 340 horas, em momentos diferentes do dia e dias da semana, o que permitiu a interação do pesquisador com uma ampla gama de profissionais, visto que revezavam entre si de acordo com diferentes dias de trabalho. As observações também proporcionaram conversas informais com a participação dos técnicos. Essas conversas informais foram importantes por ocorrerem enquanto os funcionários executavam suas atividades. Questões sobre o funcionamento de cada etapa do fluxo, limitações, necessidades, problemas e variabilidades foram realizadas (contagem, coleta de medicamentos, transporte, dispensação da prescrição vigente pelo tubo e balcão, dispensação da prescrição próxima e estorno). Entrevista semiestruturada formal ocorreu apenas com o técnico T5 responsável pela manutenção, monitoramento e treinamentos relacionados ao tubo pneumático. Em tal ocasião, o técnico apresentou todas as etapas pelos quais o tubo circula (sala de máquinas, sistema informatizado de gerenciamento, tubulação física e dispositivos presentes nas unidades atendidas), totalizando 4 horas de duração. Assim, foi possível mapear e avaliar como cada atividade do fluxo é executada, verificando o comportamento e influência em cada R. A Tabela 6 apresenta um resumo dos processos observados, bem como os participantes e a duração.

Um caderno de observações foi utilizado para registrar ideias e pontos importantes constatados para fins de orientação para as próximas etapas. AS observações também possibilitaram o registro de 353 fotos e feitos 14 vídeos para fins de análise e documentação dos processos ao longo do fluxo.

Tabela 6 - Atividades observadas e durações

Etapa do fluxo	Participantes	Tempo de observação participante
Contagem de medicamentos	T1, T2, T3 e T4	20h
Abastecimento (pedido, coleta e abastecimento de medicamentos nos bins e estoque central)	T4	80h
Dispensação (prescrição vigente)	T1, T2 e T3	80h
Dispensação (prescrição próxima)	T1, T2 e T3	80h
Estornos	T4 e T5	40h
Tubo Pneumático	T1, T2 e T3	40h

As análises de documentos envolveram principalmente os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) para verificar lacunas entre o que foi planejado (WAI) o que foi realmente executado (WAD). Essa análise também possibilitou obter conclusões pertinentes às lacunas nos POPs, tais como obsolescência, falta de informações, precária gestão visual, dificuldade de acesso. Foram consultados 34 POPs. Dados secundários foram consultados de forma a contribuir para as análises. Duas planilhas eletrônicas, uma contendo os problemas de dispensação pelo tubo pneumático e outra contendo os medicamentos dispensados e estornados. Além disso, um formulário físico utilizado pelo técnico de farmácia para documentar as coletas dos medicamentos estornados provenientes das unidades de internação, totalizando 180 folhas de tamanho A4. Além disso, também foram consultadas planilhas de Excel com registros de estornos e demandas, bem como erros na dispensação e recebimento pelo tubo pneumático. Alguns desses registros contribuíram para a criação de novos indicadores de processo relacionado aos Rs, assim como entender melhor o desempenho do sistema. A análise dos indicadores existentes também permitiu conhecer as variações nos processos e/ou a necessidade de criação de outros indicadores que pudessem retratar os riscos no sistema-alvo.

Foram realizadas 25 **reuniões de alinhamento para discussão dos resultados de cada etapa**, entendidas como oportunidades para observações participantes, com o líder direto da FC, totalizando 25 horas longo dos 15 meses. O líder direto neste contexto é o responsável pela gestão dos colaboradores, treinamento e responde às necessidades do fluxo de dispensação, coleta e transporte de medicamentos da Central de Abastecimento Farmacêutico (CAF) para a FC e desta para as unidades de internação. Além disso, quatro reuniões de discussão dos resultados com a líder do SGLM e do Serviço de Farmácia (SF)

foram realizadas para alinhamento de informações e melhorias das análises, totalizando 4 horas.

Em todas as coletas de dados descritas anteriormente, foi usado o caderno de anotações para registrar informações que pudessem contribuir para a melhoria das análises e, conseqüentemente, adaptação do *framework*. Assim, trechos do caderno de anotações contendo as informações das reuniões iniciais com funcionários do setor de logística de medicamentos, das entrevistas informais com funcionários executantes das atividades do fluxo logístico de medicamento, das observações participantes; das análises de documentos e das reuniões de alinhamento, foram selecionados, de forma a contribuir para adicionar informações relevantes ao *framework*. A Tabela 7 mostra as fontes de evidência usadas para implementar cada etapa do *framework*.

Tabela 7 – Fontes de evidência utilizadas na fase de implementação

Categoria de análise do <i>framework</i>	Etapa	Fontes de evidência
Módulo 1: Delimitações de escopo	Seleção, caracterização e mapeamento macro do subsistema-alvo	- Observações participantes; - Dados secundários (demanda); - Entrevista semiestruturada; - Reuniões de alinhamento.
	Rotina (mapeamento micro dos processos e análise das sequências de atividades)	- Análise dos POPs; - Observações participantes; - Conversas informais; - Reuniões de alinhamento.
Módulo 2: Análise em dos 5Rs em profundidade	Ritmo (análise da demanda)	- Dados secundários (demandas, estornos e quantidade de pacientes); - Observações participantes; - Conversas informais; - Reuniões de alinhamento.
	Rota (análise dos caminhos do ente que flui, dos mecanismos de transporte utilizados e da eficiência do <i>layout</i>)	- Observações participantes; - Conversas informais; - Reuniões de alinhamento.
	Riscos (identificação e análise dos riscos)	- Observações participantes; - Conversas informais; - Reuniões de alinhamento;
	Resiliência (análise das formas de manifestação da resiliência natural do sistema-alvo)	- Observações participantes; - Conversas informais; - Reuniões de alinhamento;
Módulo 3: Proposição de melhorias, verificação monitoramento replicação das análises	Proposição de melhorias, monitoramento das ações implementadas e replicação das análises para demais fluxos.	- Reuniões de alinhamento.

3.4.3. Coleta e análise de dados na etapa 3: avaliação final

A etapa final da DSR consistiu na avaliação do *framework* quanto à sua usabilidade e utilidade. A Tabela 8 mostra as questões que nortearam a avaliação do artefato, totalizando duas horas de entrevistas, uma com o líder direto dos funcionários da FC e outro com a líder do SGLM. Em relação à utilidade, os subcritérios buscaram avaliar a aplicação prática do *framework* e os benefícios obtidos e potenciais. Assim, questões como a contribuição para identificação dos riscos na logística interna de materiais, bem como a identificação dos fatores que influenciam a eficiência do fluxo logístico foram realizadas para o líder direto. Já para a usabilidade, verificou-se a adequação do *framework* para a realidade do sistema-alvo. Assim, buscou-se analisar os critérios que pudessem interferir na aplicação efetiva do *framework* como a duração da implementação e o nível de conhecimento necessário para os responsáveis pela aplicação. A Tabela 9 mostra as quantidades de reuniões, os participantes e o tempo total de duração. Vale ressaltar que, por motivos da pandemia de COVID-19 e a consequente escassez de funcionários, nem todos os funcionários relevantes puderam participar tanto da etapa de implementação quanto da etapa de avaliação do *framework*. Assim como nas etapas anteriores, um caderno foi utilizado para coletar informações relevantes, assim como houve transcrição da entrevista para posterior análise temática.

Tabela 8 – Critérios, subcritérios e fontes de evidências para avaliação do *framework*

Critérios de avaliação	Subcritérios	Fontes de evidência
Utilidade	Contribuição do <i>framework</i> para a identificação de riscos na logística interna de materiais (exemplo: número de riscos identificados)	- Observações participantes; - Entrevistas com a liderança (líder direto); - Entrevistas com técnicos de farmácia.
	Contribuição para a identificação de variabilidades e fatores que influenciam o fluxo logístico.	- Observações participantes; - Entrevistas com a liderança (líder direto); - Entrevistas com técnicos de farmácia.
	Contribuição para a solução de problemas no fluxo logístico do ente preponderante de análise.	- Observações participantes; - Entrevistas com a liderança (líder direto); - Entrevistas com técnicos de farmácia.
Usabilidade	Duração da aplicação do <i>framework</i> .	- Observações participantes; - Entrevistas com a liderança (líder direto); - Registro dos tempos de aplicação do <i>framework</i> ;
	Nível de conhecimento do aplicador do <i>framework</i> em relação ao tema (logística <i>lean</i> , <i>lean production</i> , riscos e resiliência).	- Observações participantes; - Entrevistas com a liderança (líder direto);
	Possibilidade de representantes das organizações utilizarem o método após a saída do pesquisador (sem auxílio).	- Observações participantes; - Entrevistas com a liderança (líder direto);

Tabela 9 – Quantidade de reuniões, participante e tempo de reunião na etapa de avaliação final

Reunião	Participantes	Tempo de reunião
1	Pesquisador + L1	1h
2	Pesquisador + L2	1h

Em relação a análise de dados nesta etapa, o mesmo procedimento das etapas anteriores foi adotado. Assim, utilizou-se de trechos das anotações e das transcrições para fundamentar os subcritérios os quais estão presentes na Tabela 8 e os resultados listados na seção Resultados. Esses trechos foram agrupados segundo os critérios e subcritérios de análise e incluídos numa planilha para organização dos dados.

4. RESULTADOS

Os resultados dessa pesquisa estão divididos em subcapítulos, quais sejam: (4.1) conceito de logística *Lean* baseada nos 5Rs; (4.2) o *framework* de análise da logística interna englobando os 5Rs (rota, ritmo, rotina, riscos e resiliência), englobando os resultados da etapa de concepção do artefato; (4.3) estudo de caso na área hospitalar, trazendo os resultados da implementação do artefato; e (4.4) avaliação final do *framework*, contendo a percepção dos aplicadores em relação a sua utilidade e usabilidade.

4.1. CONCEITO DE LOGÍSTICA INTERNA *LEAN* BASEADO NOS 5RS

Durante a RSL e as entrevistas com especialistas, foi possível observar as diversas formas de definição da logística interna *Lean*, o que motivou a construção de um conceito uniforme que permeasse as análises do *framework* no estudo empírico na área hospitalar. Os artigos da RSL não trazem definições claras de logística interna *Lean*, porém utilizam conceitos de logística para embasar seus trabalhos, o que, para este estudo, é bastante generalista e fora do escopo específico da logística interna *Lean*.

Nas entrevistas, para oito especialistas (72%), as atividades logísticas internas correspondem a processos de recebimento, armazenamento ou estocagem, distribuição ou dispensação, e abastecimento. Eles ainda relacionam que esses processos compreendem as relações entre si, bem como a utilização de recursos de mobilidade para garantir a movimentação dos materiais ao longo dos fluxos. Para cinco dos onze entrevistados (45%), a rota, o ritmo e a rotina são dimensões intrínsecas da logística interna *Lean* e, por conseguinte, seus desempenhos contribuem para o fluxo contínuo de materiais.

Outros entrevistados (cerca de 2 a 3) reforçam que ela está relacionada a gestão de estoques, está situada dentro das dependências da organização e pressupõe um determinado nível de conhecimento *Lean* para ser implantada (portanto, necessita de um nível mínimo de estabilidade do sistema). O entrevistado 2 cita ainda que a eficiência da logística interna é diretamente afetada por fatores como manutenção, absenteísmo, problemas de qualidade, segurança e, assim, podem provocar rupturas internas de fluxo. Por fim, o entrevistado 1 afirma que existem cinco pilares que garantem a eficiência da logística interna *Lean*, quais sejam: estoques, produtividade, qualidade, segurança e entrega para o processo cliente.

Com base nisto, este estudo adotou o seguinte conceito de logística interna proposto pelas entrevistas com 11 especialistas em PE, assim como na RSL, referenciados no capítulo de Método (Tabela 2 e Apêndice B): a logística interna é entendida como o fluxo porta-a-

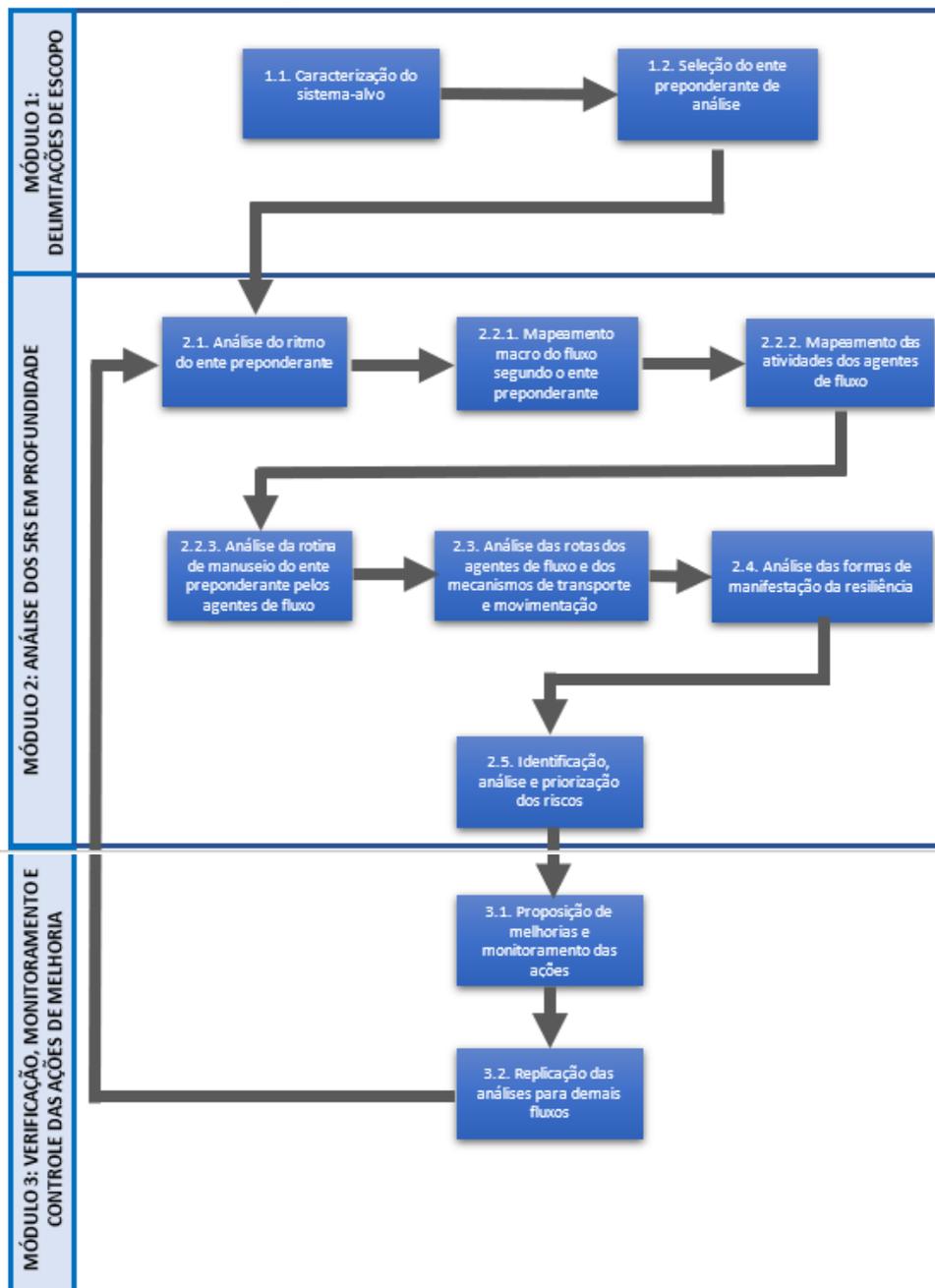
porta de um determinado ente, dentro de uma organização, perpassando os processos de recebimento, armazenamento, manuseio, distribuição e abastecimento, assim como as relações entre os processos fornecedores e clientes e seus respectivos fluxos de informações. Por ser considerada um elemento avançado da PE, a logística interna *Lean* pressupõe um nível mínimo de estabilidade básica para funcionar. Ela está diretamente ligada ao ritmo, ditado pela demanda do cliente final ou do processo-cliente; às rotas inequívocas; e às rotinas padronizadas dos agentes de fluxo. Além disso, ela está mais suscetível a riscos de rupturas internas do fluxo, quais sejam: manutenção, absenteísmo, problemas de qualidade, segurança, que necessitam ser gerenciados. Outrossim, apresentam comportamento complexo dos seus elementos, os quais necessitam de mecanismos de resiliência para lidar com eventos inesperados, como por exemplo, pandemias, crises e greves.

4.2. FASE 1: CONCEPÇÃO - A *FRAMEWORK* DE ANÁLISE DOS 5RS NA LOGÍSTICA INTERNA

A primeira etapa da DSR (Concepção) resultou nas etapas do framework, a partir da RSL contendo 108 artigos e de entrevistas com 11 especialistas *Lean*. A lista de artigos é apresentada no Apêndice B.

O *framework* obtido através deste estudo (Figura 3) está fundamentada em algumas premissas, quais sejam: (i) adota a lógica da melhoria contínua orientada pelo PDCA (*Plan, Do, Control, Act*); (ii) uso das perspectivas dos sistemas sociotécnicos complexos e dos sistemas de PE, apresentadas no capítulo de revisão bibliográfica; e (iii) as dimensões de análise de riscos e de resiliência constituem 2Rs transversais aos 3Rs-base (Rota, Ritmo e Rotina).

Figura 3 – Framework de análise dos 5Rs



Além disso, a Tabela 10 descreve de forma detalhada cada etapa, sua definição, as possíveis ferramentas que podem ser aplicadas para análise e os artigos e especialistas que as citaram de forma direta ou indireta.

Tabela 10 – *Framework* de análise da logística interna segundo os 5Rs

MÓDULO 1: DELIMITAÇÕES DE ESCOPO					
	Etapa	Descrição	Possíveis ferramentas para operacionalizar a etapa	Artigos	Especialistas
1.1	Caracterização do sistema-alvo	Entender o problema, objetivos da aplicação da <i>framework</i> , experiências anteriores com iniciativas de melhorias, conhecer o mix de produtos (materiais, componentes, equipamentos e maquinário), estrutura organizacional do sistema-alvo e suas limitações, classificar os entes preponderantes e secundários de análise (agentes de fluxo).	Observações, conversas informais e entrevistas iniciais, análise de documentos.	*artigos que são tratadas as contextualizações além da seção de introdução: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92	6, 7, 9, 11
1.2	Seleção do ente preponderante de análise	Delimitar o fluxo a partir da seleção do ente preponderante de análise, a fim de garantir efetividade, confiabilidade e agilidade na aplicação do <i>framework</i> .	Curva ABC, agrupamento por famílias, entrevistas, análise de demanda.	*A maioria dos artigos já trazem a delimitação nas suas análises; 1, 3, 7, 9, 16, 36	3, 4, 11
MÓDULO 2: ANÁLISE DOS SRS EM PROFUNDIDADE					
2.1.	Análise do ritmo do ente preponderante	Entender a demanda do ente preponderante de análise e suas variações, suas causas, <i>Takt Time</i> , tempos de ciclo, <i>lead time</i> .	Análise de demanda, tempo de ciclo, tempo de ressuprimento, FIFO, análise de gargalos de processo, tempos de ciclo, calcular desvio sobre os tempos, JIT, simulação computacional, Kanban	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 33, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 53, 56, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 76, 78, 81, 84, 85, 89, 91	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
2.2.1	Mapeamento macro do fluxo segundo o ente preponderante de análise	Entender o fluxo porta-a-porta do ente preponderante de análise, assim como os fluxos de informação entre o ente principal e os entes secundários.	Fluxograma de processo, VSM, mapa de raias, BPMN, Figura ilustrativa do processo.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 23, 29, 30, 31, 33, 35, 39, 40, 53, 54, 55, 57, 63, 65, 67, 69, 73, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92	6, 10
2.2.2	Mapeamento das atividades dos agentes de fluxo	Decompor cada processo em atividades menores a fim de entender de forma detalhada; mapear o fluxo da informação, distinguir os fluxos principais dos secundários.	Fluxograma de processo, mapa de raias, BPMN.	1, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 26, 28, 29, 30, 34, 35, 38, 40, 43, 48, 52, 53, 55, 60, 63, 65, 66, 74, 79, 81, 84, 90	4, 6, 7, 8, 9
2.2.3	Análise da rotina de manuseio do ente preponderante pelos agentes de fluxo	Analisar o trabalho padronizado dos entes secundários (agentes de fluxo) bem como a sequência das atividades e suas variações; analisar como o ente preponderante é transportado e quem vai transportar.	Trabalho padronizado, gestão visual, tabelas ergonômicas.	5, 10, 20, 23, 24, 37, 58, 59, 64, 65, 66, 77, 81	3, 5, 6, 10, 11
2.3	Análise das rotas dos agentes de fluxo e dos mecanismos de transporte e movimentação	Análise das distâncias e opções de rotas segundo a sua eficiência, contrafluxos, interferências com as rotas de outros entes, tempo gasto de transporte; analisar o layout dos postos de trabalho e do local para verificar espaços físicos disponíveis e requeridos, prateleiras, estoque físico, distâncias entre as estações de trabalho, fluxo interno do ente (interior do local), que podem interferir no fluxo dos entes preponderantes e secundários (agentes de fluxo) de análise; Verificar integridade física (adequabilidade ao fluxo, usabilidade ao longo do tempo, manutenção), capacidade e escolha dos dispositivos de transporte, tipos de cargas, restrições de transporte.	Mapeamento das opções de rotas, traçar nas plantas baixas, simulação, tabela de distâncias x tempo, <i>milk run</i> , diagrama espagete; Representação do espaço físico em desenho, fluxograma de <i>layout</i> (planta baixa) / estação de trabalho, diagrama espagete, <i>Systematic Layout Planning (SLP)</i> , 5S, simulação.	Rotas dos agentes de fluxo: 1, 2, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 56, 57, 58, 60, 62, 63, 68, 69, 70, 71, 73, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 87, 88, 90, 91; Mecanismos de transporte e movimentação: 1, 5, 7, 12, 14, 15, 22, 23, 27, 28, 32, 38, 41, 43, 45, 47, 48, 55, 62, 65, 66, 68, 70, 75, 77, 78, 80, 83 (i. 4.0), 84, 85	Rotas dos agentes de fluxo: 1, 2, 5, 7, 9, 10, 11 Mecanismos de transporte e movimentação: 2, 5, 6, 10, 11

2.4	Análise das formas de manifestação da resiliência	Verificar como o sistema reage com respostas pré-preparadas ou emergentes quando a anormalidade ocorre. Verificar possíveis efeitos colaterais das manifestações da resiliência, bem como o conhecimento tácito utilizado nas manifestações emergentes.	FRAM, análise cognitiva de tarefas, entrevistas, observações.	2, 9, 11, 34, 36, 45, 46, 59, 72, 73	4, 5, 6, 10, 11
2.5	Identificação, análise e priorização dos riscos	Identificar e analisar os riscos associados ao ritmo, à rotina e à rota; essa análise também contempla as causas dos riscos, existência de plano de gerenciamento de riscos e os efeitos de ressonância que um risco pode causar nos demais.	Análise de indicadores, <i>brainstorming</i> , Ishikawa, A3, PFMEA.	*a maioria dos artigos focam numa perda específica Artigos que elencam riscos ao longo do processo: 4, 6, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 21, 27, 30, 39, 43, 49, 52, 53, 59, 60, 61, 69, 70, 72, 73, 74, 81, 86	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10
MÓDULO 3: PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS, MONITORAMENTO E REPLICAÇÃO DAS ANÁLISES					
3.1	Proposição de melhorias e monitoramento das ações	Criação de ações que contemplem a otimização dos riscos, segundo quatro estratégias básicas: eliminar, reduzir, transferir ou reter; Verificar a possibilidade de criação de gatilhos e folgas que auxiliem na resposta às anormalidades a fim de extinguir ou mitigar paradas esperadas e não esperadas no fluxo; Avaliar se as melhorias tiveram os resultados alcançados e, caso contrário, quais medidas foram utilizadas para contornar isso.	Simulação, Kanban, ERP, FIFO, otimização de <i>layout</i> (postos de trabalho e equipamentos / máquinas), realocação de tarefas, 5W2H, <i>design</i> do estado futuro; Controle de folgas (modelo matemático), previsão de demanda, <i>machine learning</i> , simulação de cenários futuros; Uso de planilhas, gestão visual (quadro hora-hora), reuniões diárias.	*Artigos que citam melhorias de forma geral: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92 *Artigos específicos em mecanismos de resiliência: 2, 9, 11, 34, 36, 45, 46, 59, 72, 73 *Monitoramento das ações: 3, 5, 11, 15, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 30, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 55, 60, 63, 64, 66, 70, 78, 90, 92	*Especialistas que citam melhorias de forma geral: 3, 7, 8 *Especialistas citam mecanismos de resiliência: 4, 5, 6, 10, 11 *Monitoramento das ações: 10
3.2	Replicação da análise para demais fluxos	Replicar a sistemática de análise para os outros segmentos do fluxo a fim de garantir a estabilidade e a conexão de um fluxo para o outro. Problemas de um fluxo pode ser transferido para os demais, assim como o seu nível de impacto pode ser aumentado conforme é transmitido para os processos subsequentes.	-	3, 30	4, 10

O *framework* possui três módulos principais: (i) preparação para as análises; (ii) análise dos 5Rs em profundidade; e (iii) verificação, monitoramento e controle das ações de melhoria e replicação das análises.

4.2.1. Módulo 1: Delimitação de escopo

O módulo inicial (i) **Delimitação de escopo** engloba duas etapas principais, quais sejam: **caracterização do sistema-alvo** e **seleção do ente preponderante de análise**. Este módulo inicial foi necessário para contextualizar e dar clareza para as análises nas etapas posteriores. Assim, ao adentrar nas etapas seguintes, os objetivos e cenário já serão conhecidos e, por conseguinte, suas análises serão mais focadas no fluxo selecionado e no ente preponderante de análise.

4.2.1.1. Caracterização do sistema-alvo

A definição clara da motivação para realizar melhorias na logística interna, bem como a caracterização do sistema-alvo e do seu contexto, foram apontados por todos os artigos como relevantes. Dentre os 92 artigos que compõem a RSL, 76 artigos, 83%, trazem uma seção exclusiva para contextualização do problema, antes das suas respectivas análises. Os demais trazem essa contextualização dentro da seção de introdução do artigo, mesmo que de forma breve e atrelada à literatura. Ainda neste sentido, 36% dos especialistas (4) citam a importância do conhecimento do contexto pra análise dos fluxos logísticos. Assim, para o especialista 7, por exemplo, essa etapa contribui para as análises dos 5Rs e consiste na base para as etapas seguintes. De acordo com ele:

“Vai ter uma etapa de análise, de contexto, de entender a problemática, isso ajuda a obter o apoio das pessoas, de fazer com que as pessoas entendam os motivos dessa intervenção e estejam sensibilizadas e disponíveis a colaborar com quem for fazer esse trabalho...”

A caracterização do sistema-alvo se inicia com a descrição da estrutura organizacional do sistema-alvo, segundo o especialista 1, que afirma que essa análise é importante para conhecer as relações de liderança no fluxo. Kasim *et al.*, (2020) relata no histórico do seu estudo empírico a necessidade de se conhecer a estrutura geral da cadeia de suprimentos. Além, disso, Coelho *et al.*, (2021) mostra uma tabela simplificada com a estrutura da logística interna assim como as possíveis atividades envolvidas nas operações do sistema virtual. Conhecer a estrutura organizacional do sistema-alvo auxilia na identificação das relações de dependência dos setores, bem como na identificação de fontes de ressonância de problemas, troca de informações e variações de execução das atividades.

Nesta etapa, também é necessário conhecer a realidade e o histórico de iniciativas de melhorias do sistema-alvo. Assim, entendendo esse contexto é possível aumentar a probabilidade de êxito das soluções propostas. O especialista 7 afirma que:

“deve-se entender o passado, o histórico, de o que que já foi feito, o que que não foi feito, o que que pode funcionar, que que não deve funcionar, como que as pessoas pensam, reagem.”

Como resultado, é possível aprender com o que não deu certo e como abordar e guiar as ações de melhorias de forma a facilitar a proposição de ações realistas e atingíveis. Em seguida, deve-se buscar estabelecer o objetivo das análises através da percepção dos problemas, que gera a necessidade de analisar o fluxo. Entender a motivação das análises constitui fator fundamental para a contextualização. Para o especialista 6, por exemplo:

“a primeira coisa que a gente tem que ter é a entender que temos um problema, uma necessidade, e isso é alcançado por meio da percepção do problema para então agir e colocar a mão na massa.”

Essa necessidade é ressaltada por Rocha *et al.*, (2010), que dedica uma seção exclusivamente para discutir o cenário e o problema existente no processo de aplicação industrial de pintura. Os autores ainda afirmam que essa etapa é fundamental para resolver o problema real. Ainda assim, conhecer as restrições do sistema também faz parte dessa análise inicial. Por exemplo, Kusoncum *et al.*, (2018) afirmam que a limitação de espaço pode atrapalhar o fluxo de matérias-primas de um sistema-alvo. Já Fogliatto *et al.*, (2019) afirma que para ações de melhorias limitações financeiras e de *layout* interferem na análise das alternativas de reconfiguração do ambiente em um setor hospitalar de esterilização de materiais médicos. Granlund e Wiktorsson (2013) cita como restrição do Sistema a disponibilidade de tecnologia para automação na logística interna de materiais em um hospital.

Após isso, é necessário entender qual é o mix de produtos cobertos pelo sistema-avo e contemplados pela logística interna, pois é por meio dele que será selecionado o ente preponderante de análise. Isso é percebido pela fala do especialista 11, que afirma que: *“nós vamos primeiro pôr no papel. Tem que mapear um mix de produtos ou serviços dessa logística e isso tem que estar muito bem conhecido.”*

4.2.1.2. Seleção do ente preponderante de análise

Alguns sistemas, por possuírem uma complexidade muito elevada necessitam de um recorte para garantir agilidade e efetividade nas análises. Em 6 dos 92 artigos, essa delimitação é discutida mais claramente. Por exemplo, Silva *et al.*, (2014) faz um recorte de ao buscar analisar o setor de suprimentos dentro do fluxo logístico de uma indústria automotiva. Três dos onze especialistas salientaram a necessidade dessa etapa para o sucesso

das etapas posteriores. Por exemplo, para o especialista 4, a delimitação de escopo facilita as análises, garantindo agilidade na correção dos erros de implementação. O especialista ainda afirma que:

“[...] às vezes se a gente num projeto muito grande e faz toda uma a implantação, se tem alguma coisa que talvez não esteja bem afinadinha. Aí a gente vai se dar conta depois de ter despendido um esforço muito maior, de tempo, de energia, de envolvimento de tudo. Então se a gente vai num setor e delimita ali o teste, facilita as análises.”

Para o especialista 10, é necessário identificar esses entes pelos quais escoam ao longo das diversas etapas dos processos e escolher qual deles é o preponderante para análise, buscando evitar mapeamentos ou análises baseadas em entes diferentes. De acordo com o especialista 10, existem dois tipos de entes de análise: preponderantes, ou principais; e entes secundários, ou agentes de fluxo. Os entes preponderantes de análise podem ser de três tipos: **materiais** (por exemplo: matérias-primas, peças, medicamentos, materiais em geral, componentes, subconjuntos montado e produtos acabados); **informação** (por exemplo: solicitação de serviço, liberação de crédito, diagnóstico/laudo médico, cadastro de produto / cliente, pedido de compra, cotação de serviço, processo jurídico, homologação de fornecedores; e **cliente** (por exemplo: cliente em *check-in*, cliente/paciente em triagem, em espera, em trânsito entre processos, cliente/paciente em atendimento, cliente em *check-out* no sistema, cliente preferencial/prioritário). Já os entes secundários são todos aqueles que dão apoio aos entes preponderantes, como por exemplo: os operadores e movimentadores (abastecedores, transportadores, coletores); máquinas; dispositivos de transporte, manuseio e movimentação (carrinhos, caixas de plástico para transporte); materiais de consumo; materiais auxiliares.

A definição do ente preponderante de análise, ou ente principal, está diretamente relacionada com o objetivo traçado na etapa anterior, sendo escolhido pelos aplicadores, com justificativa, buscando evitar mapeamentos ou análises baseadas em entes diferentes ao longo dos fluxos (foco em entes diversos ao invés de um único central ao longo das análises). A forma de seleção varia de acordo com a necessidade e complexidade do sistema. Por exemplo, Silva *et al.*, (2014) realiza um recorte, ao analisar o setor de suprimentos dentro do fluxo logístico de uma indústria automotiva, utilizando o mapeamento do mix de itens e identificam as famílias de produtos. Após isso os autores selecionam o ente preponderante de análise de acordo com as vulnerabilidades e divergências de inventário.

Após escolhido o ente preponderante de análise e identificados os entes secundários relacionados a eles, procede-se para a identificação dos fluxos correspondentes ao ente preponderante de análise. Neste estudo, foi adotada a definição de fluxo como sendo o

movimento de um ente (por exemplo, material, informação, cliente) que escoo através de uma área, percorrendo processos, com uma determinada velocidade (ritmo). Porém, de acordo com a complexidade inerente aos sistemas sociotécnicos, um ente pode percorrer diferentes fluxos, resultando em uma gama de contrafluxos que dificultam as análises. Neste sentido, segundo o especialista 10, existem dois tipos de fluxos, quais sejam:

- Fluxos principais: são aqueles que envolvem o ente preponderante de análise (material, informação, cliente/paciente), correspondendo ao fluxo que o cliente deseja receber (por exemplo: entrega de medicamentos);
- Fluxos secundários: são os fluxos que envolvem os entes secundários (por exemplo: operadores, máquinas, equipamentos, dispositivos, materiais de consumo, materiais auxiliares) que, embora mereçam esforços de otimização, são essenciais para o cliente. Os fluxos secundários também são passíveis de esforços de melhoria, desde que esses contribuam para melhoria nos fluxos principais.

4.2.2. Módulo 2: Análise dos 5Rs em profundidade

4.2.2.1. Análise do ritmo

4.2.2.1.1. Análise do ritmo do ente preponderante

A análise do ritmo, ditado pela demanda do cliente ou do processo-cliente, constitui etapa inicial das análises profundas dos 5Rs da logística interna. O fluxo avança do processo fornecedor para o cliente a partir do ritmo de consumo deste último. O processo fornecedor e todos os recursos de apoio estarão focados em assegurar a existência do fluxo contínuo de abastecimento para o processo cliente. Oito dos 11 entrevistados, 73%, e 61% dos artigos relatam a importância desta etapa. O especialista 5 é enfático ao afirmar que “*o ritmo depende da demanda.*”. Já para o especialista 7, “*a análise da demanda facilita a identificação de anomalias no fluxo em relação à sincronia entre processos-cliente e fornecedor*”. Emde e Schneider (2018) afirmam que o atendimento da demanda de uma estação depende da duração da rota. Para os autores, demandas não constantes podem resultar em problemas durante as operações diárias. Já para Cujan (2016) o atendimento à demanda está diretamente ligado ao tempo de ressuprimento. Ainda assim, o autor ressalta que a disponibilidade de matéria-prima de acordo com a demanda tem um papel primordial no processo de fabricação.

A análise da demanda pode ser feita utilizando-se da ferramenta MFV (com o cálculo do *Takt Time*) e de ferramentas avançadas de análise de dados, como Power BI, programação

em Python, entre outras, segundo os quais grandes volumes de dados de demanda podem ser analisados, identificando perfis e padrões de comportamento, facilitando a geração de ideias para solução de problemas. De acordo com Marchwinsky e Shook (2003) o *Takt time* consiste no tempo desprendido entre duas unidades de fluxo consecutivas. A partir disso, busca-se entender o comportamento da demanda e os fatores que interferem no desempenho dos processos em relação a ela, verificando se o fluxo de consumo dos materiais é realizado de acordo com as necessidades do cliente ou do processo-cliente e se os processos-fornecedores e os recursos de suporte garantem que o fluxo se mantenha estável.

4.2.2.2. Análise da Rotina

4.2.2.2.1. Mapeamento macro do fluxo segundo o ente preponderante de análise

A partir do conhecimento do contexto do sistema-alvo e da seleção do ente preponderante de análise, faz-se necessário conhecer o fluxo de forma mais abrangente, ou seja, o fluxo porta-a-porta. Dos 92 artigos, 46 defendem a necessidade de mapeamento dos processos principais, seja através de MFVs, fluxogramas de processos, do uso do *Business Process Model and Notation* (BPMN), mapas de raias ou figuras ilustrativas (GAYER *et al.*, 2020; KNOLL *et al.*, 2019; ROMERO; LEFEBVRE, 2015; KHABBAZI *et al.*, 2014; DOTOLI *et al.*, 2014). O especialista 3 relata a visão de processos como essencial para fundamentar as análises. Assim, segundo ele:

“Primeiramente, ele [o aplicador] deve ter essa visão de processo. Ele conseguir ter uma visão macro do processo como um todo. Então, ele precisa entender o processo, entender o papel de cada pessoa para que ele consiga otimizar, o papel de cada uma.”

Essa etapa está se dá, primariamente, pela seleção da ferramenta e, posteriormente, execução do mapeamento. Entre elas tem-se: MFV (GAYER *et al.*, 2020; KNOLL *et al.*, 2019), fluxograma de processos (ROMERO; LEFEBVRE, 2015), *Business Process Model and Notation* (KHABBAZI *et al.*, 2014), mapa de raias (DOTOLI *et al.*, 2014) ou figuras ilustrativas (ROMERO; LEFEBVRE, 2015). Corroborando com isso, o especialista 6 afirma que o mapeamento macro pode ir além das ferramentas clássicas aplicadas. Para ele:

“Quando a gente analisa um sistema interno, uma logística interna, eu faria um bom mapeamento. Não aquele mapa de processo clássico, mapa de fluxo de valor, porque ali você enxerga somente uma família de produto, é muito mais na sequência lógica de produção, mas você deve enxergar o macro mapa.”

Já o especialista 10, ressaltando a importância de se mapear o fluxo de informações e interações entre os setores e atores dos processos, cita o mapa de raias. Segundo ele este

tipo de mapeamento é importante para identificar as quantidades de interações e contrafluxos que pode haver em relação ao ente preponderante de análise.

4.2.2.2.2. Mapeamento das atividades dos agentes de fluxo

Essa etapa foi apontada como relevante para cinco especialistas, 45%. Além disso, em 33% dos artigos foram constatada alguma forma de mapeamento detalhado do recorte de análise, no qual desmembrava os processos em atividades menores. De acordo com o especialista 4, o mapeamento das atividades dos agentes de fluxo consiste em identificar *“quais são as etapas necessárias das diferentes atividades, para assim tentar organizar a rotina numa sequência melhor.”*

Segundo o especialista 10, o mapeamento macro possui restrições as quais são sanadas pelos mapeamentos detalhados das atividades dos processos. Segundo ele: *“eu não recomendo que você construa um mapa amplo, assim, porque você vai terminar o mapa e não vai enxergar nada.”* Essa ideia é corroborada pelo especialista 4, no qual afirma que:

“Eu começaria em decompor, essas etapas do processo em atividades [...] E daí, olhando dentro dessas atividades, como elas são realizadas, né? E daí, bom, tem um procedimento definido, e verificar se ele vem sendo seguido e qual a dificuldade ser seguido ou não.”

Neste sentido, o mapeamento das atividades de cada processo é relatado pelos artigos da RSL. Ele envolve aplicação de ferramentas que podem ser selecionadas de acordo com a necessidade e conhecimento do aplicador. Por exemplo, Dotoli *et al.*, (2014) ao mapear as atividades do processo de produção de empilhadeiras utilizando fluxogramas comuns, elencam uma série de anormalidades no sistema, utilizando-as como fatores para análise AHP (*Analytic Hierarchy Process*), simulando a utilização de recursos. Já Khabbazi *et al.*, (2014) utilizam um mapa de raias para detalhar cada atividade dos processos de recebimento de recursos, envolvendo as áreas de recebimento e qualidade. Já Caputo e Pelagagge (2012) analisa as atividades do processo de produção de radiadores de aquecimento doméstico, utilizando fluxogramas do tipo BPMN, resultando na identificação de problemas no fluxo de materiais.

4.2.2.2.3. Análise da rotina de manuseio do ente preponderante de análise pelos agentes de fluxo

A rotina corresponde à sequência de atividades de manipulação do ente (material, informação, cliente), de forma a garantir o fluxo pelas “rotas”, no “ritmo” necessário

(especialista 10). Treze artigos e cinco especialistas reforçaram a necessidade de se conhecer o padrão de execução das tarefas (padronização dos processos) para identificação de desvios.

Para o especialista 10:

“[...] a implementação de rotinas depende muito e está muito vinculada ao ente que vai fazer a gestão desses fluxos, que é o movimentador, abastecedor[...] é esse agente integrador. Na verdade, esse agente integrador, o mizusumashi, o alimentador, abastecedor, ele é o guardião do terceiro R, mas é ele que de fato integra os três Rs. Ele é que faz com que o item, o ente que flua no ritmo pelos caminhos definidos, padronizados, conhecidos e respeitados.”

Ainda segundo ele, as rotinas de movimentação padronizadas são executadas por agentes de fluxo, responsáveis pelo transporte e manuseio dos entes preponderantes. Para materiais, os agentes de fluxos geralmente são o operador, movimentador, abastecedor, alimentador, *mizusumashi*, operador de empilhadeira/ponte rolante, AGV (*Automated Guided Vehicle*). Para clientes, existem os facilitadores de fluxo, operadores de carrinhos. Para a informação, tem-se os distribuidores (pessoas ou meios digitais), algoritmos computacionais, entre outros. O especialista 4 reforça a importância do trabalho padronizado para a eficiência da rotina de manuseio do ente preponderante de análise.

A análise da rotina de rotina de manuseio do ente preponderante de análise pelos entes secundários deve envolver a identificação da existência de trabalhos padronizados (TP), a comparação da execução das atividades pelos operadores no dia a dia com o TP e quais os fatores que interferem na execução das atividades pelos agentes de fluxo (entes secundários) e, conseqüentemente, no desempenho do ritmo dos fluxos logísticos internos. Džubáková e Kopták (2017), por exemplo, analisa 25 processos repetidos cobrindo da área de recepção até as prateleiras, analisam o trabalho padronizado, identificando problemas como falta de espaço. Os autores, ao analisar o fluxo, concluíram que o TP existia, porém não tinha sido implementado no armazém. Mesmo assim, os métodos do TP não estavam ajustados à realidade do fluxo logístico da área e cada um dos trabalhadores executavam as atividades usando métodos diferentes, resultando em alta variabilidade. Já Mourato *et al.*, (2020) ressalta que a falta de um método padrão para identificação locais de armazenamento, no seu estudo empírico, resultou em registros inconsistentes de localização das áreas de estoque, assim como no aumento do tempo de procura, coleta e armazenamento dos materiais em uma planta de fabricação de ônibus. Os autores criam os procedimentos padrões (trabalho padronizado) a partir de fluxogramas de processo tipo BPMN para treinar os operadores.

4.2.2.3. Análise da Rota

4.2.2.3.1. Análise das rotas dos agentes de fluxo e dos mecanismos de transporte e movimentação

As rotas na abordagem dos 5Rs correspondem aos caminhos ou percursos estabelecidos, padronizados e de facilmente identificáveis pelos quais perpassa um ente, geralmente agrupados em famílias, englobando materiais, informações, trabalhadores, clientes ou recursos de suporte (GAYER *et al.*, 2020). Nessa etapa, 28% dos artigos, 26, e 54% dos entrevistados mostram essa dimensão como essencial para o desempenho da logística interna. O especialista 2 reforça a importância da verificação do cumprimento das rotas e indica a melhor estratégia para que isso ocorra.

“Aí tu vais fazer um kamishibai da rota que é diferente e aí talvez tu tenhas pontos da rota sejam críticos para tu inspecionar. Eu vou passar pelo setor de almoxarifado para ver se as rotas estão todas montadas as rotas do dia de hoje, vou passar pontos de pagamentos da fábrica para ver se as políticas estão sendo atendidas, vou checar se o quadro do rebocador está em dia...”

Várias ferramentas podem ser usadas nessa etapa para analisar as rotas do ente preponderante de análise e a influência dos agentes de fluxo (entes secundários). Nos artigos, a análise das rotas é demonstrada através do uso de mapeamentos de rotas com fluxogramas comuns (FAIZAL *et al.*, 2020; TORRES *et al.*, 2016), diagramas espaguetes desenhados em plantas baixas (MOURATO *et al.*, 2020) e simulações computacionais e matemáticas (FABRI; RAMALHINHO, 2021; EMDE; BOYSEN, 2012a), quando essa se tratar de cenários mais complexos. O especialista 4, por exemplo, cita os diagramas espaguetes como ferramentas simples e efetivas para verificação da eficiência das rotas.

“[...] talvez o diagrama de espaguete, pensando no deslocamento para tentar nos mostrar um, reduzir aí o desperdício de movimentação e de transporte. O diagrama de espaguete ajuda a gente a refletir a melhor rota.”

Nos fluxogramas, as rotas são traçadas em um desenho do *layout* ou em uma planta baixa, utilizando-se de setas para indicar os fluxos de ida e volta. Assim, as rotas mais eficientes devem ser aquelas que tem as menores distâncias entre processos, as menores incidências de cruzamentos e menores tempos de ciclo.

Além da análise das rotas entre os diversos setores, há a necessidade de se analisar o *layout* dos postos de trabalho, que contribuem para a eficiência dos fluxos logísticos internos, tanto durante o manuseio dos entes ao longo dos processos internos de cada local. O *layout* tem papel fundamental no fluxo logístico interno das organizações. Ele vai mostrar o quão a configuração do espaço físico garante a eficiência da sequência de atividades, fluindo o ente preponderante ao longo dos fluxos logísticos. Neste sentido, 64% dos entrevistados e 41

artigos (46%) abordaram a questão do *layout* influenciando a logística interna de materiais, informações e pessoas.

Essa análise pode envolver tanto o local de um processo, ou um galpão, ou uma área toda de produção ou estoque. Por exemplo, Stenatz (2015) faz uma análise das rotas diretas e indiretas de suprimento, utilizando uma figura com setas mostrando as rotas entre o armazém os supermercados e as linhas de produção. Assim, o autor analisa as interdependências entre o balanceamento das linhas de produção com os problemas de ressuprimento de materiais, numa fábrica de automóveis. Já Boysen e Emde (2014) utiliza um fluxograma comum (figura ilustrativa) para representar as estações de trabalho para analisar o manuseio dos materiais ao longo da linha de produção. Os autores ainda elencam uma série de problemas, avaliando-os e comparando-os com três linhas diferentes de produção. Mehrsai *et al.*, (2013) utiliza uma figura ilustrativa das rotas ao longo das estações de trabalho para criar cenários que otimizem o fluxo da linha de produção de *Lpallets*, utilizando redes neurais artificiais para solucionar o problema. Grosse e Glock (2012) avaliam os efeitos da aprendizagem no sistema de coleta de pedidos. Os autores traçam a rota percorrida pelos no fluxo entre as estações de trabalho, verificando se as posições no processo de coleta não levam a erros, criando um fluxo entre as estações de coleta que evitassem esses contrafluxos. Segundo o especialista 1, as análises devem verificar as influências dos diversos dispositivos que compartilham o espaço físico, impactando na disponibilidade das rotas ao longo dos fluxos.

“[deve-se analisar] os corredores, né, aonde tu vais, para um lado, volta para o outro, verificando o tráfego de empilhadeiras dentro da fábrica. Então, olhar a rota daqueles carrinhos, onde tu estás puxando vários trenzinhos. E daí quando tu a planeja, tu tens que ter os lugares de parada. Além disso, se tu tens é outros equipamentos compartilhando o mesmo espaço, como empilhadeira no mesmo tráfego, pode atrapalhar bastante. E aí o layout entra nessa acessibilidade ao ponto de uso.”

Criar um cenário e avaliar sua eficiência é importante para ações de implementação de melhorias na logística interna. Por exemplo, para o especialista 5, essas análises das rotas e do *layout* devem resultar num redesenho células de trabalho, procurando dimensionar as prateleiras, o posto de trabalho em si e o espaço físico como um todo, de forma a considerar o fluxo da logística interna. Assim, o resultado dessa operação é um cenário otimizado do *layout* interno que favoreça as rotas, diminua os cruzamentos de fluxos e padronize as coletas e abastecimentos.

Já em relação aos mecanismos utilizados para transporte, movimentação e manuseio dos materiais afetam diretamente a eficiência da logística interna, podendo atrasar ou agilizar os processos. Neste sentido, notou-se que 34% dos artigos (32) e 45% dos entrevistados

citaram que o diagnóstico e análise dos mecanismos de transporte tem impacto positivo para a organização, uma vez que visam otimizar os meios de transporte, garantindo mais agilidade e facilidade de execução das atividades. Rocha *et al.* (2010), por exemplo, analisam a eficiência do uso de AGVs no fluxo de aplicação de revestimento em pó, impactando no uso eficiente das escolhas das rotas ideais de trânsito, assim como no tempo despendido nessas atividades. Os autores ainda ressaltam que os dispositivos de transporte independentes como os AGVs podem facilitar a disponibilidade de trabalhadores para as linhas de produção, ajudando no ritmo de execução das tarefas dos processos principais. Já Carpanzano *et al.*, (2014) analisam a eficiência de três *designs* de esteiras utilizadas para transporte de peças, que favoreça a reconfiguração do seu sistema de transporte, com módulos independentes e montáveis.

Assim, os recursos de mobilidade devem estar alinhados com as rotas mais eficientes, impactando no ritmo da operação. O especialista 4 também concorda com essa afirmação ao ressaltar que o transporte de insumos deve levar em conta diversos tipos de mecanismos de mobilidade (elevadores, carrinhos em geral, *trolleys*, *dollies*, entre outros).

“[...] o que que eu quero dizer com recursos de mobilidade é o que que tu precisas para fazer, por exemplo, para levar o insumo, eu tenho um carrinho que deve seguir ou por rampa, ou por elevador. Então, isso influencia aí na minha rota.”

O especialista 9 ainda define outros fatores que devem conter na análise das rotas. Segundo ele, essa definição é essencial para se estabelecer critérios análise da eficiência das rotas através do uso de diversos mecanismos de transporte para coleta, transporte, manuseio e entrega dos entes preponderantes. Assim, além de verificar a eficiência dos mecanismos de transportes, deve-se levar em consideração as variáveis que influenciam nessa escolha, garantindo a eficiência dos fluxos.

“[...] E depois [devemos analisar] os recursos. Como é que vão ser transportados? Quem vai transportar? Vai ser manual? Vão ser pessoas? Vão ser equipamentos? Vai ter automação? Então, isso é muito importante!”

Essas análises podem ser realizadas de diversas formas: através da identificação dos recursos que serão transportados, suas quantidades, o *layout* do espaço físico, os demais recursos de mobilidade pelos quais serão divididos esses espaços, as dimensões dos mecanismos de transporte e sua adaptabilidade aos processos e demais mecanismos (por exemplo, se cabem dentro de um elevador, ou se existem riscos de acidentes, se as rodas dos carrinhos contribuem para barreiras de locomoção).

4.2.2.4. Análise de resiliência

4.2.2.4.1. Análise das formas de manifestação da resiliência

Todo sistema sociotécnico complexo tem sua capacidade natural de resiliência, como os hospitais, por exemplo (BRAITHWAITE *et al.*, 2017; MOREL; CHAUVIN, 2006). Assim, entender de que forma o sistema naturalmente se recupera frente a uma ruptura pode fornecer informações e compreensão das ineficiências ao longo dos fluxos. Apesar de apenas 10 dos 92 artigos tratarem da resiliência na logística interna de alguma forma (mesmo que de forma indireta), a resiliência é vastamente mencionada na literatura de *Supply Chain*, o que mostra o quão relevante ela é para a logística como um todo. Por exemplo, Ponomarov *et al.* (2009) busca definir o conceito de *Supply Chain Resilience*, fazendo ligação às disciplinas de gestão de riscos e gestão da cadeia de suprimentos. Já Li *et al.*, (2020) estuda os efeitos da resiliência na cadeia de suprimentos diante do efeito cascata. Os autores ainda ressaltam que as rupturas na cadeia de suprimentos afetam as empresas vizinhas com os quais mantêm contato, espalhando para outras empresas ao longo da cadeia no curto prazo. Isso é corrigido com o aumento da capacidade de lidar com riscos em cada empresa ao invés de se ajustar a rede de suprimentos em si. Nesse sentido, cinco dos 11 entrevistados a citaram como forma de lidar com variabilidades nos fluxos de materiais, informações e pessoas. Um desses exemplos vem do especialista 4, que fala da importância de identificar as formas de resiliência já atuantes no sistema, citando a flexibilidade como um dos mecanismos que garantem a resiliência. Para ele:

“A questão da flexibilidade, eu acho que é essencial assim. Mas quando a gente está falando de resiliência, talvez a adaptabilidade. Então, tem que conseguir se adaptar aquela situação para conseguir responder a ela, a fim de manter o fluxo continuando, ou seja, não interromper esse nosso fluxo interno e assim se adaptar às situações e ajustar o seu desempenho.”

O especialista 7 mostra que as variações em ambientes complexos exigem uma forma de resiliência que favoreça o sistema diante das possibilidades de ruptura, citando o “balizamento”, ou seja, a flexibilidade como formas atuantes de garantir que o sistema não sofra paradas que prejudiquem seus fluxos.

“Quando a demanda é muito errática, a logística interna é prejudicada, porque toda variável de projeto da logística seja rota, ritmo, rotina ou tamanho de estoque, ou dimensionamento do equipamento, ou qualquer outra função aqui, ela usou alguns parâmetros de balizamento que se tornam inválidos.”

Costa *et al.*, (2020) por exemplo, citam os mecanismos da logística interna que interferem na capacidade de resiliência dos sistemas. Assim os autores, elencam fatores como redundância, flexibilidade, visibilidade, capacidade de resposta, planos de

contingência, o design dos meios de transporte, os procedimentos de segurança, a agilidade, a comunicação, a colaboração, os incentivos financeiros, a gestão do conhecimento e os grupos multifuncionais. Por fim, eles reforçam que a gestão de riscos consiste num mecanismo que auxilia os sistemas a lidarem com rupturas esperadas e inesperadas. Já Kekkonen *et al.*, (2017) mostra que a alocação de atividades de forma participativa da equipe de enfermagem em colaboração com o serviço de logística interna de materiais do hospital traz resultados positivos para o sistema.

Essa etapa de é executada ao longo das análises do ritmo, da rotina e da rota, no qual é realizada a coleta de informações pertinentes ao comportamento do sistema frente a eventos adversos. Portanto é uma análise transversal aos demais Rs. A aquisição de informações para essa etapa é feita através de análise cognitiva de tarefas, entrevistas, observações diretas e participantes e na utilização de ferramentas como o FRAM (*Functional Resonance Analysis Method*). As informações coletadas devem ser, então, organizadas e agrupadas de forma a fornecer um panorama de como a resiliência se manifesta nas diversas atividades dos processos ao longo dos fluxos em um sistema, auxiliando na implementação de ações de melhoria que visem aumentar a sua capacidade de resiliência.

4.2.2.5. Análise de riscos

4.2.2.5.1. Identificação, análise e priorização dos riscos

Oito dos onze entrevistados (73%) reforçam a importância da identificação dos riscos no fluxo logístico interno. Já em relação à RSL, a maioria dos artigos analisados focam num risco específico e 28% deles elencam mais itens ao longo da escrita. Por exemplo, Kasim *et al.*, (2020) analisa como os processos logísticos tanto internos (departamentos operacionais) quanto externos afetam o fornecimento de materiais e de que forma eles podem contribuir para mitigar os riscos de ruptura. O especialista 6 afirma que nessa fase é essencial

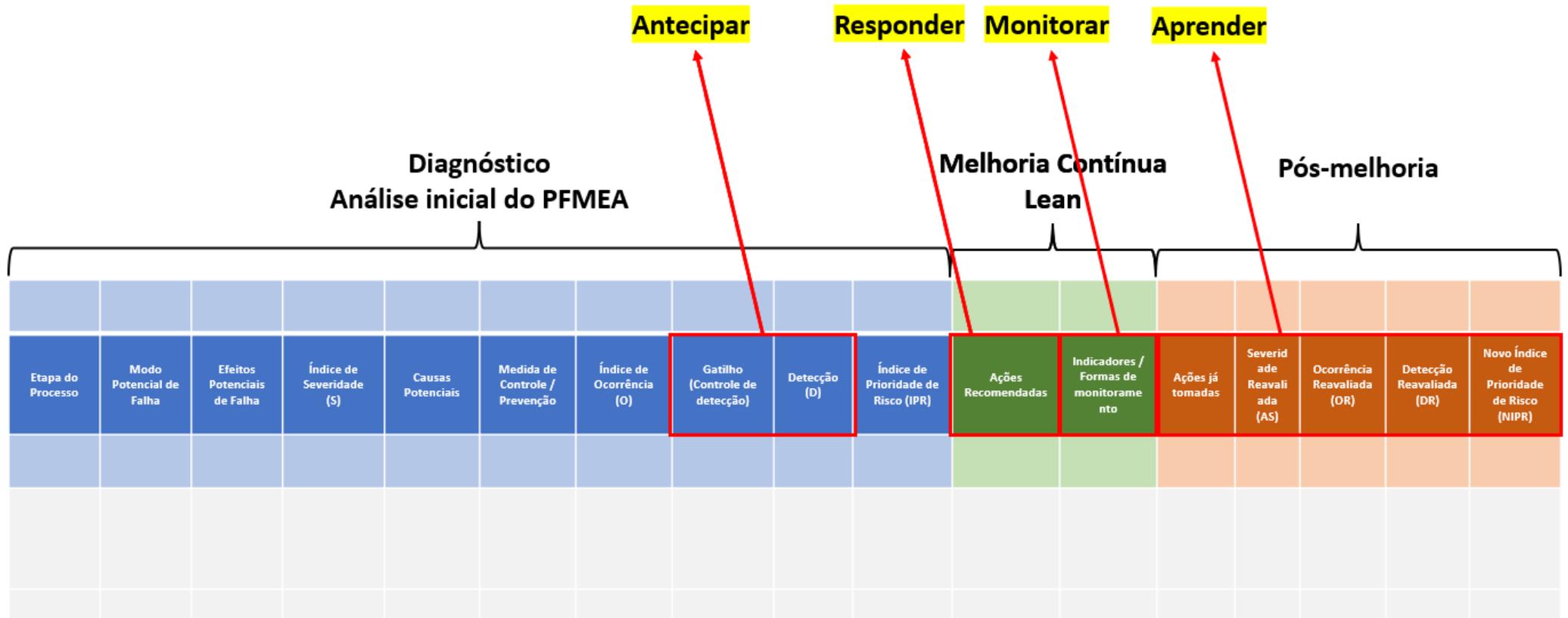
“[...] enxergar quais são as variáveis que podem comprometer o seu abastecimento interno e tentar mitigá-las, né? No sentido que uma redução do seu risco potencial de acontecer uma falha, uma troca.”

Uma ferramenta importante para coleta e análise nessa etapa consiste no FMEA. O especialista 1 define o FMEA como:

“[...] uma ferramenta muito legal de tu tentar prever problemas que podem dar naquele processo, ou o que tão dando naquele processo e qual é a ocorrência e qual é a probabilidade e tenta ser um pouco mais proativo nos riscos. E é uma ferramenta que já está robusta lá pronta para ser utilizada. Então, acho que tem oportunidade de usar ela para integrar melhor e começar a falar mais de falhas.”

Os riscos relacionados aos 4Rs (ritmo, rotina, rota e resiliência) são identificados com base nos mapeamentos dos processos, análises de documentos e das análises de cada fase. Para tanto, são inseridos numa planilha de gestão de riscos (Figura 4), segundo uma variação da ferramenta FMEA, denominada de PFMEA. No PFMEA, algumas dimensões principais são analisadas, quais sejam: severidade, referente a quanto o risco compromete a funcionalidade, a integridade e as pessoas; ocorrência, relativo à frequência de acontecimentos dos riscos; e detecção, que consiste no grau de facilidade e rapidez em se perceber o risco dadas as condições existentes.

Figura 4– Planilha de gestão dos riscos de acordo com a ferramenta PFMEA



Nessa dissertação, são propostas algumas subdivisões de análise. A severidade, por exemplo, é subdividida em quatro categorias, quais sejam: o potencial de dano ao cliente ou processo; o custo financeiro do impacto; o consumo ou alocação de recursos; e a capacidade de afetar outros riscos. O resultado pode ser observado na Tabela 11. Os riscos identificados ao longo das análises do ritmo, da rotina, da rota e da resiliência são inseridos na tabela e classificados de acordo com o R correspondente. Após isso, cada um é analisado de acordo com as dimensões propostas, em consonância com o aplicador e um ou mais funcionários do sistema-alvo participantes do processo de implementação do *framework* de análise. As definições de cada dimensão pode ser observada na Tabela 12. É importante que haja a presença de algum líder, seja ele supervisor, ou gestor, para que a identificação dos riscos cubra uma visão tanto operacional como gerencial.

Tabela 11 – Definições das dimensões e subdivisões de análise na planilha de gestão de riscos¹

	Risco Riscos identificados	Classificação				S				O	D	EF
		Ritmo	Rotina	Rota	Resiliência	PD	CF	AR	CAR	FA	DD	$(PD+CF+AR+CAR) \times FA \times DD$
1	Risco 1											
2	Risco 2											
3	Risco 3											
4	Risco 4											
5	Risco 5											
6	Risco 6											
7	Risco 7											
8	Risco 8											
9	Risco i											
10	Risco i +1											

¹ Legenda: PD: potencial de dano ao processo ou ao cliente; CF: custo financeiro do impacto; AR: consumo ou alocação de recursos; CAR: capacidade de um risco afetar outro; FA: Frequência de acontecimentos; DD: grau de dificuldade de detecção do risco; EF: score final.

Tabela 12 – Definições das dimensões de análise dos riscos

Severidade (S): indica quanto o risco compromete a funcionalidade, a integridade do produto e as pessoas ao redor.				Ocorrência (O): estabelece a frequência em que a falha tende a ocorrer.	Deteção (D): mostra quão fácil e rapidamente um risco é percebido.
Potencial de dano ao processo/cliente (PD): potencial de parar ou causar danos ao processo principal ou ao cliente.	Custo financeiro do impacto (CF): quanto custa financeiramente este problema para a organização.	Consumo/alocação de recursos (AR): quanto dos recursos (seja recursos humanos, materiais, máquina, tempo) é necessário para mitigar ou reduzir aquele risco caso ocorra.	Impacto dos riscos (CAR): Capacidade de um risco afetar os demais (impacto em cadeia)	Frequência (FA): probabilidade de ocorrência do risco.	Grau de dificuldade de deteção do risco (DD): verifica se o risco é facilmente ou rapidamente percebido.

São atribuídas notas entre 0 e 10 nas colunas PD, CF, AR, FA e DD, relativas ao grau de avaliação de cada risco em relação a cada uma das dimensões. Por exemplo, a coluna PD consiste no potencial que o risco possui de parar ou de causar danos ao processo principal ou ao cliente. Já a coluna DD refere-se ao grau de dificuldade de deteção do risco analisado. A coluna relacionada a impacto dos riscos (CAR) consiste numa planilha contendo os riscos nas colunas e nas linhas e são avaliadas a capacidade que um risco tem de afetar os demais (Tabela 12), variando de 0, para quando o risco i não afeta o risco j, e 1 quando ocorre o impacto. A Tabela 13 apresenta um exemplo de preenchimento da planilha com 20 riscos identificados.

Tabela 13 – Tabela de impacto dos riscos

#	Risco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Somatório
1	Risco 1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
2	Risco 2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	Risco 3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	Risco 4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
5	Risco 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Risco 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7	Risco 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Risco 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
9	Risco 9	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	Risco 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Risco 11	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	Risco 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Risco 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Risco 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
15	Risco 15	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
16	Risco 16	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17	Risco 17	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
18	Risco 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
19	Risco 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
20	Risco 20	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	8

Após o preenchimento da planilha de impacto dos riscos, é realizado o somatório e, em seguida, o resultado é transferido para a coluna CAR na Tabela 12. Por fim, a análise das causas e avaliação dos riscos, o índice de priorização é calculado, multiplicando os números de cada dimensão (severidade x ocorrência x detecção).

4.2.3. Módulo 3: Proposição de melhorias, monitoramento e replicação das análises

Já o módulo (iii) **verificação, monitoramento e controle das ações de melhoria** visam estabelecer formas de garantir a funcionalidade dos processos ao longo do fluxo logístico, ao estabelecer indicadores, histórico de problemas, criar folgas necessárias para as variáveis complexas do sistema, e métodos de controle gerenciais.

4.2.3.1. Proposição de melhorias e monitoramento das ações

Após as análises, fase diagnóstica do sistema, segue-se para a etapa de proposição de melhorias. Grande parte dos artigos, 90%, e 3 entrevistados ressaltam a sua importância. Por exemplo, Xavier e Gonzalez (2016) afirmam que a redução de desperdícios através de ações de melhoria resulta em vantagem competitiva para as empresas. Já para Rizzi e Zamboni (1999) relatam que ações de melhorias através da implantação de sistemas ERP e redesign de processos logísticos podem resultar em ganhos de eficiência da logística interna. Caputo e Pelagagge (2002) relatam que estratégias de melhorias com base no Lean Manufacturing são essenciais para os fluxos internos, por meio de racionalizações no fluxo de materiais, modificações no layout com a mudança na arquitetura das células de trabalho, redução no percentual de retrabalhos na fase de montagem e a modificação na sequência de atividades das operações da linha de produção. Durante as entrevistas, o especialista 4 fala da importância da proposição de melhorias na agilidade de resposta aos riscos em relação a ambientes complexos, evitando o agravamento dos problemas e sua respectiva interferência nos outros processos pelas suas interrelações e dependência, provocando um efeito conhecido como ressonância funcional (HOLLNAGEL, 2012).

“Porque em sistemas complexos, quanto mais a gente demora para responder, mais escalone o problema. Então acho que esse é um ponto importante. A gente conseguir atuar quando o problema ainda está num nível mais próximo, antes dele ter escalonado. Então, ao escalar, vai ficar cada vez mais difícil por haver mais agentes envolvidos, vai ficar mais complexo para a gente resolver aquela situação.”

Já em relação ao controle do processo, o especialista reforça que é imprescindível a rotina de acompanhamento e monitoramento para a logística interna a fim de garantir a tratativa e controle dos riscos e ações de otimização, mitigação ou redução.

“[...] para a logística interna funcionar, eu preciso ser um processo de acompanhamento. E, então, esse processo de acompanhamento vai estar vinculado a uma rotina [...] E ela não tem a mínima possibilidade de funcionar, se não tiver um processo de acompanhamento robusto associado a ela.”

Outra forma de garantir a prontidão do sistema frente a eventos adversos que podem ou não provocar rupturas de fluxo é planejar ações que criem mecanismos de resiliência. O especialista 4 ressalta que é importante criar mecanismos que permita o sistema lidar com eventos adversos, sem ocasionar uma ruptura brusca que o impeça de funcionar normalmente. Segundo ele, esses mecanismos consistem na criação de folgas no sistema, gerenciamento da rotina, reuniões diárias, por exemplo.

“A gente nunca vai conseguir conhecer todas as condições de possibilidade, é impossível prever tudo, mas tem algumas estratégias. Então, tentar antecipar, monitorar e a gente vai puxar os demais potenciais da resiliência. [...] incorporar ali naquelas reuniões de gerenciamento de rotina, reuniões diárias, com perguntas curtas e buscar antecipar problemas e já pensar em possíveis respostas.”

Em outras palavras, criar folgas, gatilhos que possam disparar as ações, investir em equipes multifuncionais, criar planos de contingência, aumentar o nível de colaboração, aumentar a flexibilidade, entre outros fatores (COSTA *et al.*, 2019). Assim, estabelecer mecanismos de resiliência promovem um sistema mais robusto, aumentando sua agilidade em recuperar-se de eventos adversos através do aumento da sua capacidade de resposta e da confiabilidade (TORTORELLA *et al.*, 2020). Cinco dos 11 entrevistados e 10 artigos mostraram, mesmo que de forma indireta, a resiliência como quesito essencial para lidar com possibilidades de paradas no fluxo ocasionadas por eventos adversos. O especialista 10 afirma que a resiliência visa aprimorar ou reforçar a melhoria contínua.

“[...] meu raciocínio agora está me conduzindo na linha, na linha de R de resiliência, é o R que promove a otimização contínua do sistema. [...] então a gestão de risco é um pilar, é como um pedacinho desse antecipado [quatro potenciais da resiliência].”

O especialista 2 corrobora com essa afirmação ao afirmar o poder da resiliência para a logística interna, comparando sua performance com a cadeia de suprimentos como um todo. Assim, ele mostra que a resiliência está intimamente relacionada com a capacidade de adaptação dos sistemas frente a uma ruptura.

“Com certeza ter um sistema resiliente é importante para lidar pra saber lidar e se adaptar a essas rupturas, essas variações. A importância da resiliência para a logística interna é tão importante quanto a resiliência de uma cadeia de suprimentos dado a magnitude cada ruptura de cada contexto.”

Além disso, a resiliência possui uma parcela que não se pode prever, sendo necessário criar mecanismos que permita o sistema lidar com eventos adversos sem ocasionar uma ruptura brusca que o impeça de funcionar normalmente (criação de folgas no sistema,

gerenciamento da rotina, reuniões diárias, por exemplo), contribuindo para robustez dos quatro potenciais da resiliência propostos por Hollnagel (2017). Segundo o especialista 4:

“A gente nunca vai conseguir conhecer todas as condições de possibilidade, é impossível prever tudo, mas tem algumas estratégias, assim, né? Então, tentar antecipar monitorar e a gente vai puxar os potenciais devido a resiliência, né? Em especial antecipar e monitorar, nesse caso... [...] eu penso, talvez, incorporar ali naquelas reuniões de gerenciamento de rotina, sabe? [...] reuniões diárias, com perguntas curtas [...] antecipar problemas e já pensar em possíveis respostas.”

Além das proposições de melhorias, há a necessidade de monitorar as ações implementadas. Trinta e quatro por cento dos artigos trazem alguma forma de verificação das análises e melhorias feitas. Isso corrobora com a afirmação do especialista 10, ao afirmar que é necessário definir metas, objetivos no início das análises de forma a validar a efetividade no final do piloto. Isso corrobora com a afirmação do especialista 10, ao afirmar que é necessário definir metas, objetivos no início das análises de forma a validar a efetividade do piloto de análise. Segundo ele:

“[...] o índice de falta de medicamentos, eu derrubo [reduzo] ele de sessenta para quinze por cento de falta para um por cento. Esse é um indicador importante, se eu chegar nesse nível, funcionou o piloto.”

Esta fase está intimamente relacionada com a criação de indicadores-chave de processo que procurem acompanhar as ações e seu respectivo desempenho na melhoria do fluxo logístico. Por exemplo, o especialista 1, a gestão de indicadores atrelada a uma gestão visual efetiva promove o princípio *Lean* definido por Womack e Jones (1996) de dar visibilidade aos problemas.

“Tem que ter alguma coisa que garanta que tu estás olhando aquele processo cada vez numa melhor maneira [...] Então, tem um quadro de acompanhamento, ter indicadores de desempenho para isso, um quadro de acompanhamento, então tem que saber se tu estás fazendo as rotas de acordo com o planejado, se está tendo falta de material ou excesso de material, esse tipo de coisa.”

Para Fabri *et al.*, (2020) para avaliar o desempenho do fluxo da logística interna é necessário estabelecer indicadores de acompanhamento. Por exemplo, os autores ressaltam a utilização de indicadores como o total de pedidos (demanda do cliente), as durações dos pedidos pendentes e as distâncias de viagem para transporte. Guhring (2012) afirma que o uso de indicadores de performance é importante para avaliar o impacto das atividades de melhoria dos processos. Esta fase está diretamente ligada à utilização da planilha do PFMEA como forma de gestão dos riscos identificados, conforme pode ser observado na Figura 4. Assim, procede-se à operacionalização da planilha de gestão de riscos, fornecendo as ações de melhorias e formas de monitoramento através de indicadores de performance.

4.2.3.2. Replicação da análise para os demais fluxos

Após a verificação da efetividade das análises e melhorias implementadas, procede-se com a replicação para os demais segmentos de fluxos que o recorte inicial não cobria. Assim, com a estabilidade local do fluxo analisado é possível aprender e analisar os demais. Dois especialistas e dois artigos retratam especificamente essa fase. O especialista 4 fala da importância de se replicar para os demais segmentos do fluxo, fazendo as modificações necessárias com a aplicação do piloto. Segundo ele: *“daqui a pouco a gente pode ampliar essa gestão [análise dos Rs] com outra área, com um representante da UTI, com o representante de tal área.”*

O especialista 10 afirma que que os fluxos estão conectados entre si e é importante que se aprenda com o piloto de análise para que os demais segmentos atinjam índices de desempenho das análises cada vez melhores. De acordo com ele:

“[...] quando a pilotagem terminar esses seguimentos de fluxos vão estar completamente conectados aí tu vais ter de gestão de fluxos completamente integrado por isso é importante definir os loops os segmentos de fluxo então cada loop é um segmento de fluxo.”

A replicação das análises visa selecionar o próximo fluxo ou segmento do fluxo (no caso de sistemas com fluxos muito complexos, como nos hospitais). Os critérios de seleção são definidos pelos aplicadores e demais integrantes do sistema-alvo. Assim, segue-se nos mesmos fluxos descritos na Figura 4, procedendo-se às análises do ritmo, rotina, rota e assim por diante.

4.3. FASE 2: IMPLEMENTAÇÃO - ESTUDO EMPÍRICO NA ÁREA HOSPITALAR

4.3.1. Módulo 1: Delimitação de escopo

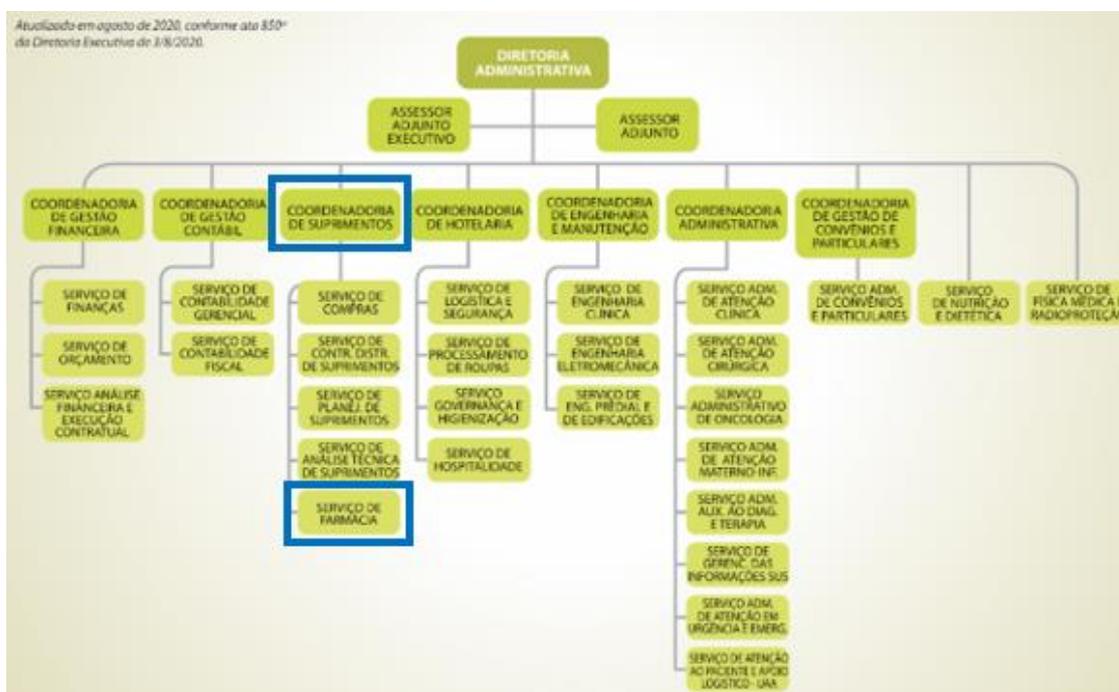
4.3.1.1. Caracterização do sistema-alvo

4.3.1.1.1. Estrutura organizacional

O subsistema escolhido foi o fluxo de medicamentos, abrangendo inicialmente a entrada de medicamentos no setor de recebimento, a CAF, a FC e as unidades de internação (UI). Posteriormente, a escolha do recorte de análise limitou o estudo ao fluxo de dispensação entre a FC e as UIs. O hospital atualmente possui 40 unidades assistenciais, contando com mais de 6.000 funcionários e mais de 900 leitos de internação e mais de 150 leitos de UTI. O espaço físico conta com 223.000 metros quadrados e as atividades ocorrem em dois prédios de 13 e 8 andares respectivamente, sendo caracterizado como um hospital de grande porte.

Dentro da Diretoria Administrativa, insere-se a Coordenadoria de Suprimentos, o organograma pode ser observado através da Figura 5. De acordo com o tipo de ente (material, medicamento, alimentação, órteses e próteses, materiais de limpeza, entre outros), as atividades de logística podem estar diretamente subordinadas a diferentes setores. Por exemplo, o transporte de pacientes está relacionado com os setores de internação; os medicamentos com o serviço de farmácia; roupas de cama, colchões e organização dos leitos são responsabilidades do serviço de hotelaria; produtos alimentícios são responsabilidades do setor de nutrição. Em outras palavras, as atividades da logística interna não são de responsabilidade de um único setor do hospital, sendo descentralizada.

Figura 5– Organograma da Diretoria Administrativa



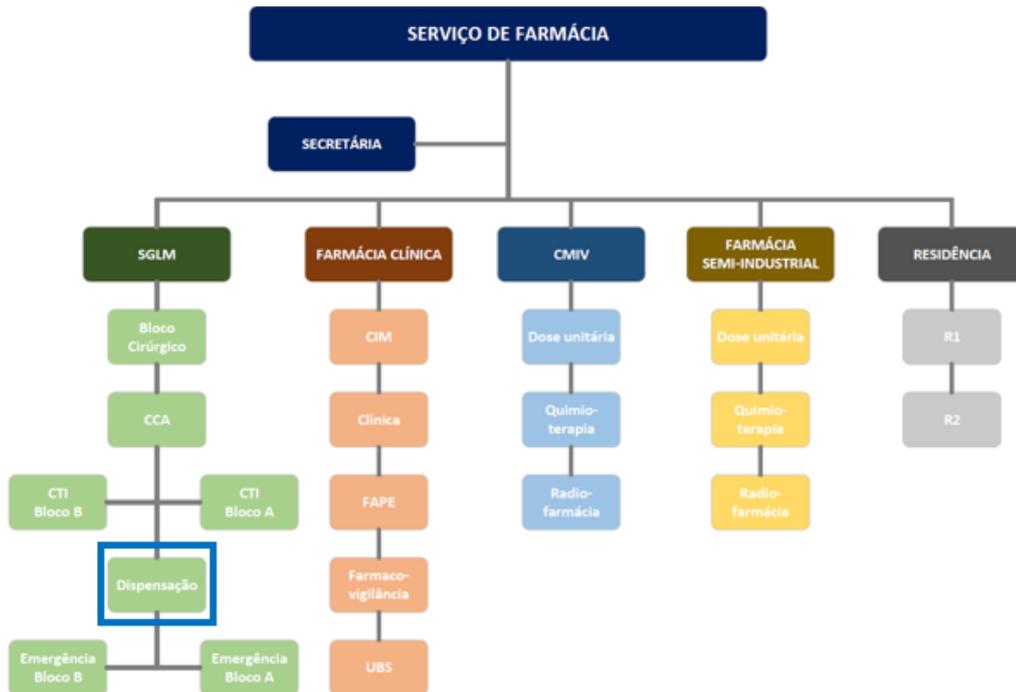
Dentro do Serviço de Farmácia está localizada a SGLM (Figura 6), contando com cerca de 80 funcionários. As diversas atividades relacionadas aos medicamentos são realizadas por diferentes setores da coordenadoria de suprimentos. Por exemplo, a compra de medicamentos é realizada pelo setor de compras e as questões legais referentes às aquisições dos medicamentos são realizadas pelo Serviço de Assistência Técnica de Suprimentos.

Figura 6– Organograma da Coordenadoria de Suprimentos



Já a FC (Dispensação), está inserida no SF, conforme exposto na Figura 7. Assim, o SGLM engloba tanto o bloco cirúrgico, quanto as Centrais de Tratamento Intensivo (CTI), Centro Cirúrgico Ambulatorial (CCA), emergências e dispensação. O papel da CAF consiste em abastecer as outras farmácias. Já a FC visa abastecer as unidades de internação (exceto aquelas que tem farmácia satélite), CTIs, emergências, salas cirúrgicas e especialidades. Quando há falta de medicamentos nos demais almoxarifados (farmácias satélites, por exemplo), há uma mobilização de transferência entre medicamentos entre a FC e farmácias satélites. A FC consiste na maior farmácia do hospital. Até 2020 a FC trabalhava somente com medicamentos. Entretanto, a partir de 2021, foram incorporados alguns materiais médicos na dispensação da FC. Assim, FC é uma área chave para a assistência das unidades de internação.

Figura 7– Organograma do Serviço de Farmácia



Em relação ao processo de tomada de decisão, existem dois farmacêuticos líderes da FC. O primeiro farmacêutico líder perfaz uma escala das 7h às 16h e o outro das 11h às 20h. Entre 20h e 7h existem dois farmacêuticos extras que se revezam para cobrir o turno da noite. Existem também 12 técnicos de farmácia que estão responsáveis pelas atividades de realização de pedidos, transporte, manuseio, coleta e dispensação dos medicamentos. Além disso, o setor conta com mais 6 farmacêuticos por dia, durante 3 horas semanais, na triagem das prescrições médicas, totalizando 35 farmacêuticos em regime de rodízios de plantão. Esses farmacêuticos são funcionários de outros setores como farmácias satélites, por exemplo, e, em questões legais, devem realizar plantões na triagem de medicamentos na FC. Os dois líderes da FC respondem à líder do SGLM, que cobre as atividades de gestão dos processos no fluxo logístico de medicamentos.

4.3.1.1.2. Relações internas e externas da Farmácia Central

A FC mantém relação de fornecimento e recebimento de medicamentos com 69 setores (Figura 8). Dentre eles estão 6 programas de distribuição de medicamentos através de parcerias com o governo federal fornecendo, por exemplo, kits HIV e de tratamentos de programas assistenciais governamentais. Os setores externos relacionados são: SES (Secretaria Estadual da Saúde), SMS (Secretaria Municipal de Saúde), CRIE (Centros de Referência de Imunobiológicos Especiais), CEVS (Centro Estadual de Vigilância em Saúde), que desenvolve a política de vigilância em saúde na condição de gestor/coordenador,

CGVS (Coordenação Geral de Vigilância em Saúde), que está direcionada a área ambiental, epidemiológica, sanitária e de saúde do trabalhador. Ainda, a Farmácia Central atende 22 unidades de internação com os quais mantém relações de dispensação de medicamentos, 22 ambulatórios (especialidades médicas), bem como 5 setores com os quais mantém relação de fluxo de informação (setores administrativos: convênios, compras, transporte, COMEDI e CCIH). Por fim, a FC mantém relações com a CAF, as farmácias das emergências e das Unidades Básicas de Saúde (UBS), CTI, Centro Cirúrgico Ambulatorial (CCA), Central de Misturas Intravenosas (CMIV), Farmácia de Programas Especiais (FAPE), Farmácia Semi-Industrial (FSI), e ainda auxilia no empréstimo de medicamentos para as farmácias satélites e clínicas (Figura 8).

Figura 8– Relações entre a Farmácia Central de demais setores (internos e externos)



No passado só existia a FC no hospital, que abastecia quase todo o hospital. Em 2013, foi aberta a farmácia satélite da emergência, já existia a farmácia satélite do CTI e estava em fase de montagem a farmácia do bloco cirúrgico. Então, em um período de 8 anos, a FC saiu do papel de farmácia única central do hospital para uma FC que mantinha relações com as outras. Em 2021, foram abertas as farmácias do bloco B (prédio novo, 8 andares, 1 farmácia por andar). Existe ainda a projeção das farmácias para os próximos anos.

É importante ressaltar que a logística interna, também é influenciada por fatores externos, como a pandemia da COVID-19, que aumentou a demanda por medicamentos, principalmente sedativos e antibióticos, as crises rodoviárias que assolaram o país recentemente, bem como a situação econômico-político-legal do país. Já em relação à situação econômico-político-legal, é sabido que instituições públicas estão submetidas às autarquias governamentais e, por conseguinte, devem participar de processos licitatórios e

burocráticos para aquisição de materiais, equipamentos e medicamentos de forma geral. Assim, o processo licitatório consiste em etapas que retardam significativamente as atividades logísticas internas de medicamentos na instituição, podendo reduzir a qualidade dos materiais, medicamentos e equipamentos que são ofertados para as instituições.

4.3.1.1.3. Organização do trabalho

Em termos de organização do trabalho, as atividades dos técnicos devem observar os POPs, que estão dispostos no ambiente virtual para cada funcionário. Os turnos iniciam com as tarefas deixadas pelos turnos anteriores, perfazendo três turnos que se entrelaçam (Tabela 3). Portanto, as atividades que ficam pendentes de um turno são passadas para outros, o que interfere no nível de satisfação dos funcionários. Para atender às exigências contratuais e trabalhistas, os turnos são subdivididos em “longa” (8h de trabalho) e “curta” (6h de trabalho). A alocação de funcionários nos turnos ocorre de acordo com a demanda. Assim, turnos com picos de demanda contém maior quantidade de funcionários executando as atividades, principalmente aquelas relacionadas à dispensação de medicamentos nos horários próximos à troca de prescrição. Dois tipos de regimes trabalhistas ocorrem: regular ou plantão. Os grupos de plantão são alternados uma semana sim, outra não. As folgas dos funcionários ocorrem semanalmente, conforme uma escala anual fornecida pela liderança do setor. Por exemplo, o funcionário 1 está de folga na segunda-feira, no próximo plantão (em duas semanas) ele estará de folga na terça-feira, e assim por diante. Já o regime regular de trabalho compreende dois ciclos: longa, contando com 8 horas de trabalho, 1 hora de almoço e 15 minutos de pausa para lanche; e curta, contando com 6 horas de trabalho e 15 minutos de pausa para lanche.

Quanto ao grau de multifuncionalidade dos funcionários, todos atuam em diversas atividades, quais sejam: (i) a dispensação da prescrição próxima, envolvendo o envio por sacolas que são coletadas pelas unidades de internação entre 17h e 19h diariamente; (ii) a dispensação da prescrição vigente, que engloba os processos de dispensação pelo tubo pneumático e balcão; (iii) os empréstimos entre farmácias; (iv) a realização de pedidos de medicamentos via sistema; (v) a contagem de estoque; e (vi) a coleta e transporte de medicamentos.

O processo de contratação de funcionários ocorre através de dois sistemas: via concurso público ou contratos temporários de trabalho. Segundo editais de concursos da instituição para a área, um técnico em farmácia deve possuir apenas o ensino médio completo. Não existe cláusula exigindo curso técnico em farmácia, por exemplo, o que pode

comprometer a produtividade inicial do funcionário. Já os contratos temporários (2 anos de duração) têm sido bastante frequentes devido às situações político-econômico-legais nos últimos anos no país. Isso tem acarretado constantes mudanças no quadro de trabalhadores. Tais mudanças podem ser observadas por treinamentos iniciais constantes (um técnico de farmácia precisa de 1 a 3 meses para entrar no ritmo regular de trabalho), reorganização das tarefas, relançamento de processos seletivos, dentre outros fatores.

Em relação aos equipamentos e máquinas, a FC possui geladeiras para refrigerar medicamentos com controle de temperatura (Figura 9), estações de dispensação de medicamentos com cadeiras e computadores ao redor de *bins* de medicamentos (as estações de trabalho são denominadas internamente de “*box do técnico*”) (Figura 10), maleta térmica para transporte de medicamentos refrigerados com termômetro embutido (Figura 11), carrinhos de supermercado e carrinhos baixos para transporte de caixas de medicamentos (Figura 12) e sistema de tubo pneumático para envio de materiais e medicamentos entre a Farmácia Central e unidades de internação (Figura 13). O transporte de medicamentos também é realizado pelo funcionário das unidades de internação que busca as sacolas de medicamentos na FC entre 17h e 19h, diariamente (Figura 14).

Figura 9 – Geladeiras de medicamentos
À esquerda: vacinas e imunoglobulinas; à direita: medicamentos de alto custo e seringas (para desentupimento de cateter por coagulação sanguínea)



Figura 10– Estação de trabalho dos técnicos de farmácia (box dos técnicos)



Figura 11 – Maleta de transporte de medicamentos refrigerados



Figura 12 – Mecanismos de transporte de medicamentos
À esquerda: carrinho de supermercado para grandes volumes; à direita: base móvel para transporte de pequenas quantidades.



Figura 13 – Sistema de Tubo Pneumático

À esquerda: tubulação do sistema de tubo pneumático; à direita: cápsulas usadas no transporte pelo tubo.

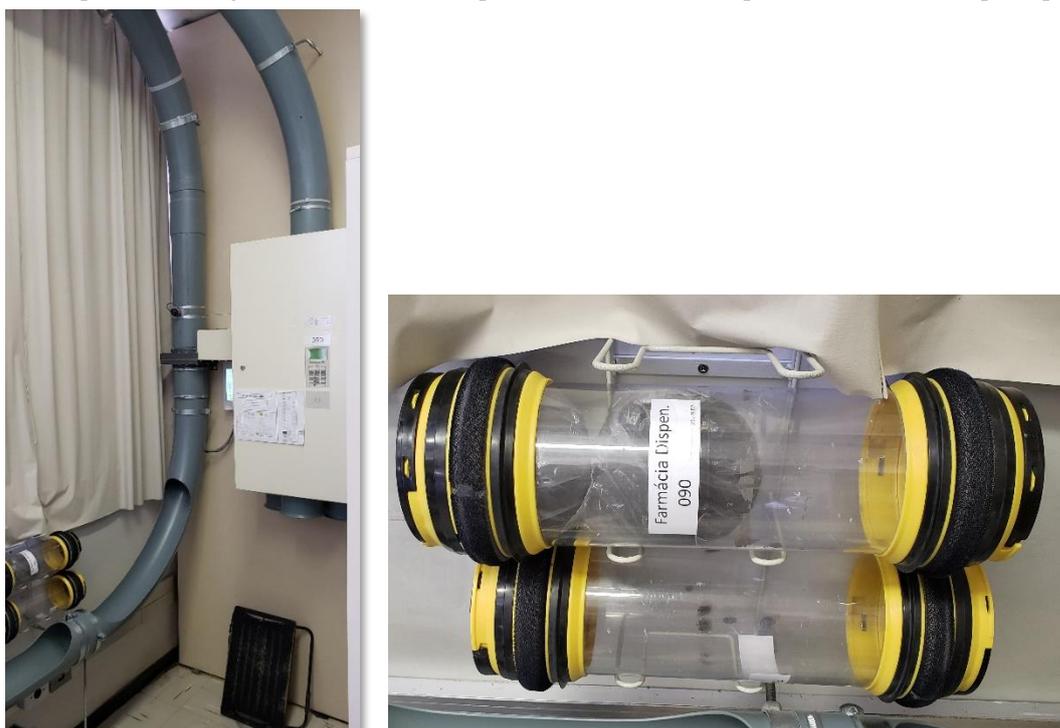


Figura 14 – Sacolas de transporte de medicamentos da Farmácia Central

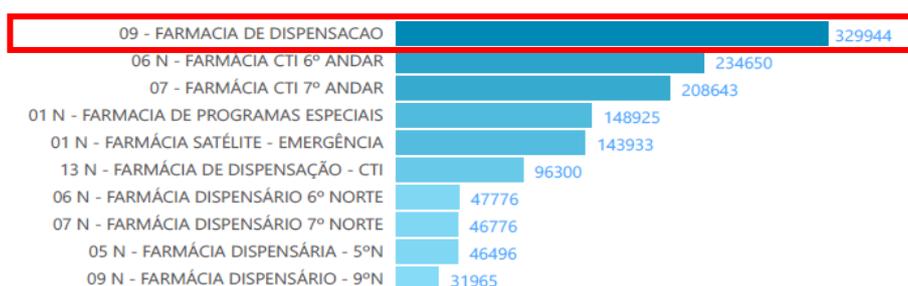


4.3.1.2. Seleção do ente preponderante de análise

A FC possui grande importância no fluxo logístico geral do hospital, uma vez que cerca de 500 itens diferentes estão armazenados no setor. Em termos de medicamentos, ela é o setor que mais dispensa esses itens dentro do hospital, além da CAF (Figura 15). Dentre os medicamentos dispensados, estão comprimidos, cápsulas, frascos, ampolas, injetáveis, soluções e soros. Em 2020, período de início da pandemia da Covid-19, esses números foram substancialmente maiores, ocasionando atrasos nas dispensações, transferências de

funcionários de outros setores para a FC, mesmo com excesso de carga de trabalho, aumento nos índices de absenteísmo de funcionários e falta de medicamentos no hospital. Por isso, optou-se por analisar inicialmente um período de maior estabilidade do hospital em relação ao ano anterior, mesmo que ainda em processo de recuperação do fluxo regular dos medicamentos. Utilizou-se, portanto, o período de abril a junho de 2021 como referência. Nesse período, 329.944 unidades de medicamentos foram dispensadas pela FC, correspondendo a cerca de 25% do total dos dez almoxarifados que mais dispensam medicamentos.

Figura 15 – Os 10 almoxarifados que mais dispensam medicamentos no hospital entre abril e junho de 2021



Dos dez medicamentos mais dispensados pela FC no período, cinco são relacionados aos comprimidos, três aos injetáveis e dois às soluções (Figura 18). Os comprimidos responderam a uma quantidade de 31.723 unidades (cerca de 43% do volume total dos 10 medicamentos). Portanto, escolheu-se os comprimidos como ente preponderante de análise do *framework*. Além disso, foi relatado pela liderança que a curva ABC é constantemente modificada de acordo com os preços dos medicamentos que são repassados pelo governo através dos fluxos licitatórios. Portanto, a pedido da liderança da FC, a curva ABC não foi utilizada como critério de seleção do ente preponderante de análise.

Devido à já mencionada grande quantidade de setores com os quais a FC mantém relações (Figura 9), foi necessário mais um recorte do fluxo de análise do ente preponderante. Dentre eles, as unidades de internação são as que mais demandam medicamentos da FC e estão diretamente ligada aos cuidados do paciente no ambiente interno hospitalar. Atualmente, o hospital conta com 22 unidades de internação, o que demandaria mais tempo para a implementação do *framework*. A Figura 16 mostra a unidade de internação do 7º andar ala sul, internação cirúrgica, selecionada para análise por ser a que mais demanda medicamentos da FC. Essa delimitação foi necessária a fim de conhecer os processos que são únicos às unidades de internação, bem como pela disponibilidade dos funcionários para acompanhamento das atividades, questionamentos e coleta de informações e documentos.

Figura 16 – As 10 unidades de internação que mais demandam medicamentos da FC



O resultado do recorte do fluxo pode ser observado pela Figura 17. O fluxo selecionado compreende as etapas de solicitação de medicamentos para a CAF, via sistema informatizado, coleta, transporte e abastecimento na FC, triagem dos medicamentos após a prescrição médica via sistema, separação e dispensação de medicamentos (tanto das prescrições próximas quanto as vigentes), entrega dos medicamentos via balcão e tubo pneumático, e estornos.

Figura 17 – Fluxo selecionado a partir do ente preponderante (comprimidos)

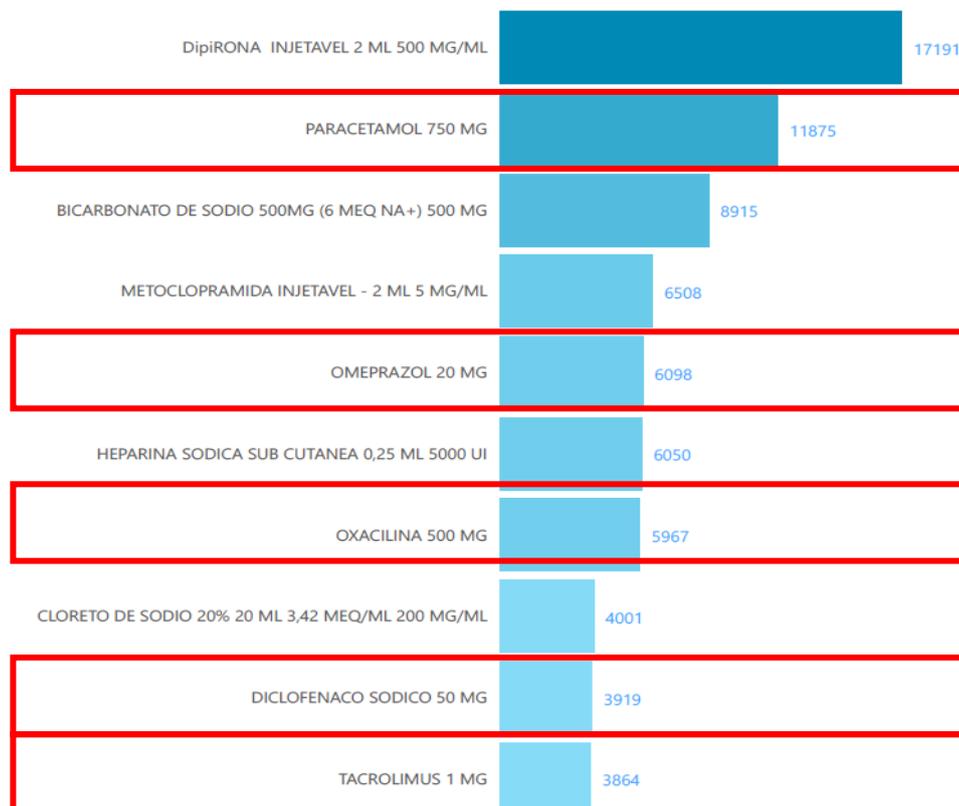


4.3.2. Módulo 2: Análise dos 5Rs em profundidade

4.3.2.1. Análise do ritmo do ente preponderante

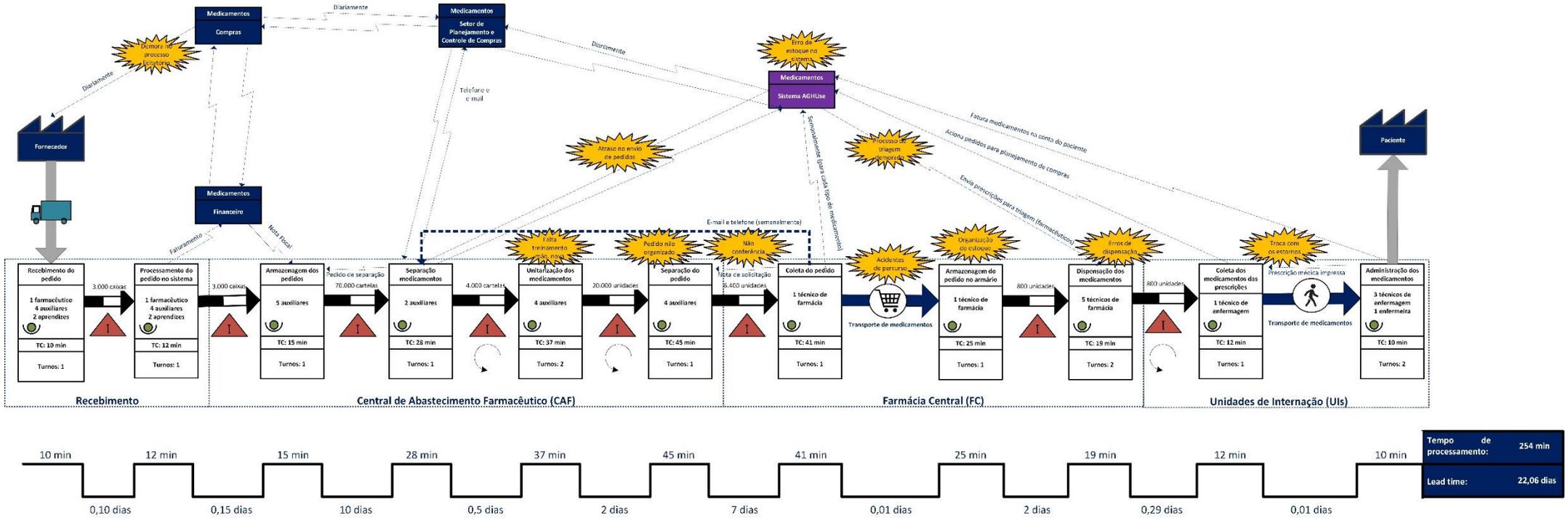
O “R” referente ao ritmo, ou *Takt Time*, é sensível à demanda que, por conseguinte, é sensível a fatores externos ao ambiente hospitalar, tais como aqueles ligados diretamente à saúde do paciente. Dos dez medicamentos mais dispensados pela FC no período analisado, cinco são relacionados aos comprimidos, três aos injetáveis e dois às soluções (Figura 18). Os comprimidos corresponderam a uma quantidade de 31.723 unidades, correspondendo a cerca de 43% do volume total dos 10 principais medicamentos.

Figura 18 – Os dez medicamentos mais dispensados pela FC entre abril e junho de 2021



Após isso, procedeu-se à elaboração do (MFV do fluxo dos comprimidos, cápsulas e ampolas desde o setor de recebimento, passando pela CAF, FC e finalizando nas UIs (Figura 19). O MFV permitiu identificar problemas macro relacionados ao fluxo geral, englobando também as relações entre os setores. As atividades correspondentes à coleta, transporte e abastecimento dos estoques da CAF até a FC são desempenhados por um único técnico do começo ao fim. Porém, na etapa de dispensação de medicamentos na FC, há 5 técnicos de farmácia dividindo as tarefas, devido ao grande volume de medicamentos a serem dispensados em um curto tempo disponível.

Figura 19 – MFV porta-a-porta do fluxo de medicamentos (comprimidos, ampolas e injetáveis)



Como pode ser observado na Figura 19, diversas oportunidades de melhorias foram identificadas ao longo da construção do mapa. São exemplos dessas oportunidades: indisponibilidade dos mecanismos de transporte, sua integridade e adaptabilidade ao espaço físico do hospital; falta de treinamento para técnicos e farmacêuticos, deixando perceptível a dependência de uma única pessoa para o processo de coleta, transporte e abastecimento do estoque da FC; erros de dispensação causados por excessiva carga de trabalho; processo de estorno não padronizado, agregando excesso de trabalho aos funcionários e falhas de comunicação entre os setores.

Durante as observações foi possível destacar alguns desvios principais nas funções de dispensação que interferia no tempo de cada técnico, quais sejam: busca no estoque central por medicamento faltante no *box* do técnico; falta de medicamento na FC; busca por etiquetas para alimentar a máquina de etiquetagem dos medicamentos; travamento do sistema informatizado de dispensação; paradas para atender prioridades (CMIV, entre outros setores); pausa para atender o tubo pneumático e o balcão. Durante uma semana de observação desse processo, foram anotadas 21 ocorrências dessas naturezas, na sua grande maioria entre os técnicos T1 e T3, com horários de início de trabalho após os demais.

As atividades dos técnicos são divididas com outras atividades intermitentes, como o processo de contagem, estorno, entre outras. Assim, se a equipe está dispensando muito lentamente, o impacto será significativo para o paciente, culminando em atrasos de atendimento às prescrições e, conseqüentemente, administração do medicamento ao paciente internado. Outra observação pertinente se deve ao fato de que os medicamentos ao passarem pelo processo de unitarização, o medicamento perde, por lei, 75% do seu tempo de vida útil, reduzindo consideravelmente a capacidade de se manter por um longo período em estoque. Existem, atualmente, máquinas que permitem que esse processo seja feito totalmente automatizado, o que retira a exigência da lei em redução do tempo útil dos medicamentos unitarizados de forma convencional.

Assim, o estudo da variação do *Takt Time*, tempos de ciclos e demandas em geral permitem aos gestores e colaboradores monitorar o processo visando o atendimento da demanda e o balanceamento da carga de trabalho, evitando desgaste físico e mental dos funcionários (*burnout*). Vale ressaltar que a FC não havia feito tal mapeamento antes.

O pico de demanda foi observado no mês de abril de 2021, contando com 16.080 prescrições no mês, com uma média de 536 prescrições por dia, nas UIs que demandam medicamentos da FC. A depender do tipo de turno, os técnicos trabalham, em geral, por 8 horas diárias, dentre elas 1h de almoço e 15 min de pausa para descanso. Com isso, foi

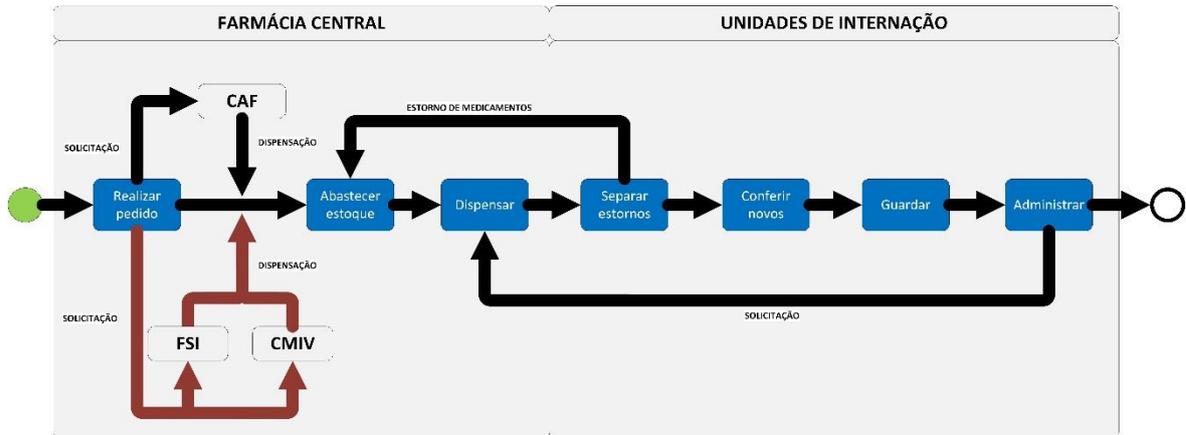
calculado o *Takt Time*, obtendo-se um resultado de 45,33 segundos por prescrição. Generalizando para uma UI, com média de 25 prescrições diárias, obteve-se um *Takt Time* de 18,89 minutos por UIs dispensada. Durante a pandemia de Covid-19, esse número chegou a cerca de 40 prescrições diárias, o que impactou significativamente no processo de dispensação de medicamentos e provocou uma série de riscos ao longo dos fluxos internos. O tempo de ciclo do processo de dispensação foi de 19 minutos por UI, o que demonstra atrasos no atendimento da demanda do paciente por medicamentos. Outro ponto importante a ser relatado se deve aos fatores que influenciam os tempos de ciclo, provocando a indisponibilidade em seguir o *Takt time*. Segundo as observações realizadas, fatores como as paradas para ressuprimento dos *bins*, atendimentos de balcão e tudo pneumático, falta de informações sobre autorizações e dosagens, bem como motivação impactaram nos tempos de ciclo, o que ocasionou atrasos no processo.

4.3.2.2. Análise da Rotina

4.3.2.2.1. Mapeamento macro do fluxo segundo o ente preponderante de análise

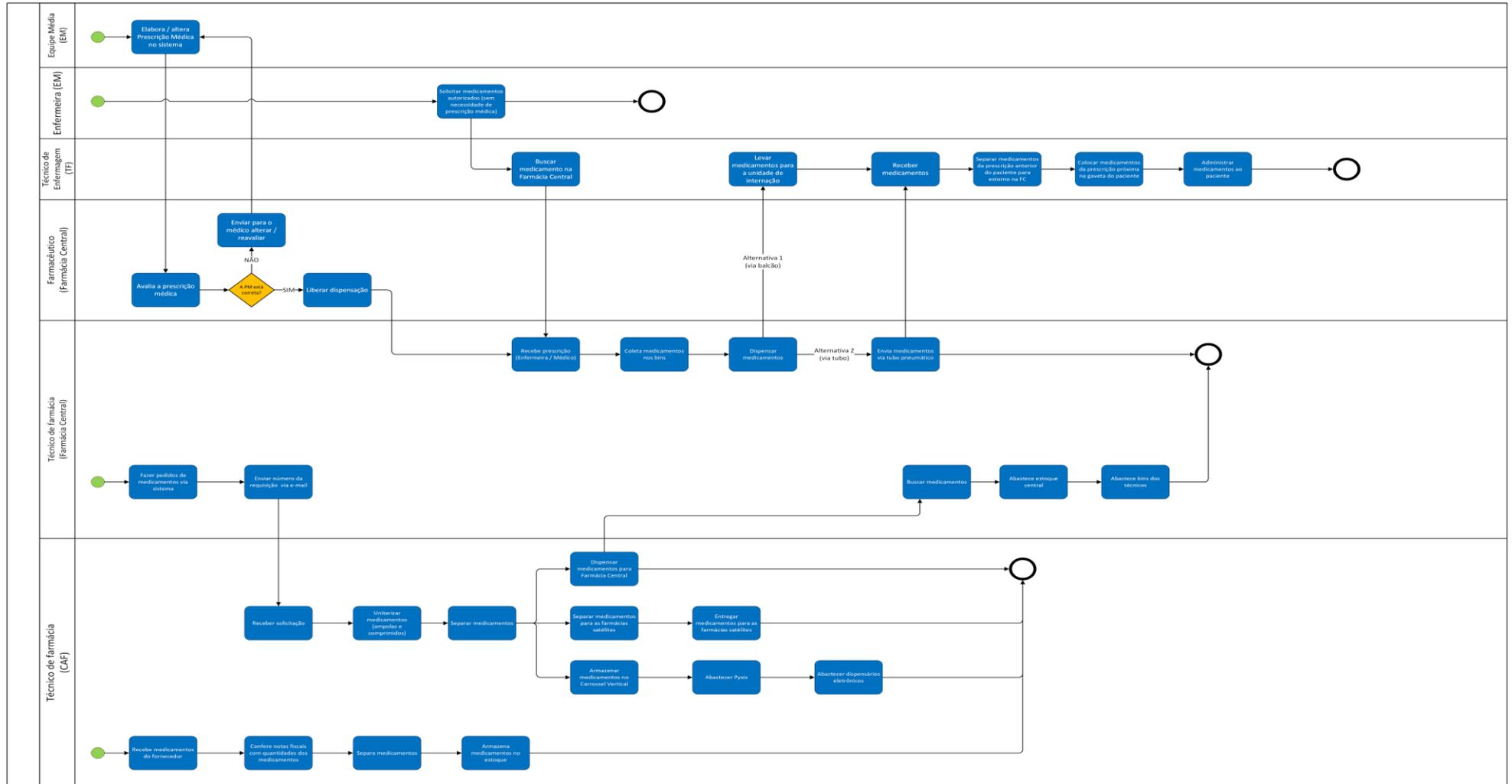
Nessa etapa, foi realizado o mapeamento macro do fluxo do medicamento utilizando um fluxograma e um mapa de raias contendo as interações entre os setores que mantinham relação com o ente preponderante (Figuras 20 e Figura 21). Fluxos inversos podem ser observados, demonstrando o estorno de medicamentos de medicamentos para a FC, por exemplo. Na Figura 12, a cor preta representa de forma simplificada o fluxo de materiais e informação analisados neste estudo, enquanto o vermelho representa outros fluxos internos relacionados aos medicamentos. Já os fluxos em vermelho são representados por trocas de informação ou aqueles não contemplados na pesquisa, como por exemplo o fluxo de medicamentos da Farmácia Semi-Industrial (FSI) e da Central de Misturas Intravenosas (CMIV). A relação de maior intensidade em termos de volume de medicamentos ocorre entre a CAF e a FC, assim como entre a FC e as UIs.

Figura 20 – Fluxos internos de medicamentos



Já a Figura 21 representa um fluxo detalhado de informação, no qual pode-se observar a interação entre os diferentes atores e setores do fluxo selecionado. Por exemplo, nesse fluxo tem-se três setores principais: CAF, FC, UI. Entre eles, técnicos de farmácia da CAF, técnicos de farmácia da FC, farmacêuticos da FC, enfermeiras, técnicos de enfermagem e equipe médica. Isso é importante, uma vez que grande parte dos riscos encontrados impactam nos outros setores e vice-versa. Além disso, os atores relatados na Figura 23, são os principais agentes de mudança em relação à execução das atividades.

Figura 21 – Fluxo geral simplificado contendo os atores e setores envolvidos no fluxo de medicamentos²



² Os círculos verdes referem-se ao início do processo em cada setor, assim como os círculos pretos correspondem ao final do fluxo; já os triângulos são processos decisórios necessários para o fluxo.

As prescrições médicas para os pacientes ocorrem em grande volume ao longo do dia de duas formas: prescrições vigentes, que são aquelas que são prescritas ao longo do dia, seja pela entrada do paciente, seja por mudanças na profilaxia ou por tomada de ação reativa; e as prescrições próximas, que são aquelas válidas por 24h, iniciando às 19h de um dia e finalizando às 19h do outro. Por exemplo, no dia 15 de julho de 2020, havia 806 prescrições para serem atendidas em todo o hospital. Dentre elas, 542 foram dispensadas pela FC, representando um pico de demanda significativo no período, correspondendo a 67%. Além das prescrições eletrônicas, a FC atende os ambulatórios com as prescrições manuais, via formulário impresso.

As prescrições são realizadas a qualquer momento do dia, dependendo da entrada do paciente no hospital e necessidade. Nas áreas cirúrgicas, por exemplo, os médicos verificam os pacientes que estão internados, fazem as prescrições cuja vigência inicia às 19h. A FC solicita aos médicos que as prescrições sejam realizadas até as 17h para que as dispensações possam ser realizadas sem atraso para o paciente.

A partir disso, as prescrições são enviadas aos farmacêuticos na FC, que entram no sistema e verificam as prescrições que devem ser avaliadas. No sistema, existe uma codificação em cores para classificar o status em que se encontram as prescrições, conforme observado na Tabela 14. Cabe salientar que existe no hospital um protocolo de prescrição verbal para as áreas como a CTI e serviço de emergência. Esse protocolo consiste no pedido verbal da pessoa autorizada no balcão da FC, que permite dispensar o medicamento imediatamente.

Tabela 14 – Código de cores no sistema de dispensação de medicamentos

Classificação da prescrição no sistema (em cores)	Descrição
Cinza	A prescrição entrou no sistema e está aguardando avaliação do farmacêutico da FC.
Roxa	A prescrição foi avaliada pelo farmacêutico e liberada para dispensação.
Amarela	Prescrições que houve alterações (por exemplo, aumento na medicação ou retificação de dosagem) e necessita de nova aprovação do farmacêutico.
Vermelha	Prescrições que houve exclusão de medicamento.
Verde	Prescrições que tiveram inclusão de medicamentos e devem ser reavaliadas pelo farmacêutico da FC.

Após a avaliação da prescrição médica pelos farmacêuticos, elas podem ser aprovadas e encaminhadas para a dispensação ou serem recusada. Quando recusada, elas retornam para o médico que devem corrigir a prescrição, que será novamente submetida à

aprovação do farmacêutico na FC. As avaliações pelos farmacêuticos iniciam às 9h30 diariamente e duram em média 3h. As prescrições são lançadas no sistema e organizadas em sacolas pelos técnicos (Figura 22). As sacolas com os medicamentos são retiradas pelos técnicos de enfermagem de suas respectivas UIs entre 17h e 17h30. Como particularidade decorrente da natureza de hospital-escola, os médicos residentes trocam de equipes com periodicidade mensal. Em tais períodos, é comum que ocorram atrasos nas entregas das prescrições, visto que os residentes ainda não estão familiarizados com os pacientes.

Figura 22 – Código de cores no sistema de dispensação de medicamentos



Outros dois processos que ocorrem na dispensação dos medicamentos envolvem os medicamentos controlados e medicamentos de geladeira. Esses tipos de medicamentos necessitam de um formulário de dispensação específico, diferente das prescrições comuns. Além disso, como são itens de geladeiras e controlados, eles ficam guardados em local próprio e são retirados no momento que o técnico de enfermagem chega na FC para coleta.

Nas prescrições manuais, nos setores que não há acesso ao sistema informatizado, os técnicos fazem uma transcrição para o sistema na FC contendo todos os respectivos dados. Essa digitalização deve ocorrer por questões financeiras, alocando as dispensações para os respectivos centros de custos. Já nas prescrições via sistema, os medicamentos são faturados e diretamente atribuídos aos respectivos pacientes da unidade de internação. O pico de demanda acontece entre 17h e 19h, quando todas as unidades de internação vão coletar as

suas respectivas sacolas de medicamentos. Neste horário, os funcionários são concentrados em auxiliar as entregas dos medicamentos.

Nas UIs, os técnicos de enfermagem devem coletar os medicamentos que eram da prescrição anterior, agrupá-los numa sacola e guardar numa gaveta até o momento de retorná-los para a FC (processo de estorno de medicamentos). Os medicamentos controlados são armazenados numa gaveta com chave que é supervisionado pela enfermeira-chefe (Figura 23). Os medicamentos novos (prescrição vigente) são, então, colocados na gaveta do paciente (Figura 24).

Figura 23 – Medicamentos de estorno
à esquerda, armário para guardar os medicamentos de estorno;
à direita, gaveta de medicamentos controlados para estorno para a FC



Figura 24 – Gavetas de medicamentos dos pacientes nas UIs



Processos como atendimento do balcão, contagem dos estoques e dispensação da prescrição próxima ocorrem de forma simultânea. O processo de contagem consiste na retirada dos medicamentos do estoque físico, realizar sua contagem um a um e contrastar com o estoque no sistema, verificando se está correto. Se está incorreto, deve-se investigar as causas ou realizar o ajuste no estoque. Nesse processo, uma planilha é impressa contendo o código do medicamento e os técnicos contam manualmente e anotam na lista. Caso haja divergência, outro técnico realiza a contagem novamente para verificar se o erro foi do técnico anterior. Após isso, as contagens manuais são digitadas numa planilha e, então, calculado o índice de acuracidade do estoque, que consiste em confrontar as quantidades físicas com os estoques do sistema. Isso é necessário devido ao fato de que, muitas vezes, os estoques virtuais acusam determinada quantidade e no estoque físico essa quantidade é consideravelmente menor. Como a quantidade no estoque virtual é maior, não é feito o pedido de medicamentos à CAF e pode gerar faltas durante as dispensações.

Os pedidos de reposição de estoque são feitos pela FC via sistema, semanalmente. O técnico da FC faz uma contagem do estoque com o auxílio de um ajudante, utilizando uma folha impressa com a listagem dos medicamentos e as quantidades no estoque virtual. Após isso, as quantidades são contrastadas e o técnico de abastecimento analisa e decide se deve ou não fazer a solicitação de medicamentos à CAF e quantidade necessária para suprir o estoque semanal da FC. Para cada dia há um cronograma de pedidos e retiradas de medicamentos pelo técnico de abastecimento (Figura 25). Todos os medicamentos têm reposição semanal. Na CAF eles chegam pelo setor de recebimento e devem ser retirados das embalagens principais, inseridos no sistema, serem unitarizados e colocados códigos de barras, processando cerca de 400.000 itens por mês. Assim, para fins de organização o processamento e abastecimento é escalonado por tipo e por semana.

Figura 25 – Cronograma de pedidos de medicamentos da FC para a CAF

Pedidos/Retiradas/Recebimentos					
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
PEDIDO	CONTROLADOS - EV (AUTOMÁTICA)	SUB-7 (AUTOMÁTICA)			MMH + ALMOX 13 (AUTOMÁTICA)
	CONTROLADOS VO (AUTOMÁTICA)	COMPRIMIDOS			
	CONTROLADOS FRASCOS (AUTOMÁTICA)	INJETÁVEIS			
		FRASCOS - GOTAS - POMADAS			
RETIRADA/RECEBIMENTO	COMPRIMIDOS	CONTROLADOS - EV (AUTOMÁTICA)	SUB-7 (AUTOMÁTICA)	FRASCOS - GOTAS - POMADAS	INJETÁVEIS
		CONTROLADOS VO (AUTOMÁTICA)			MMH + ALMOX 13
		CONTROLADOS FRASCOS (AUTOMÁTICA)			

Além de solicitar via sistema, o técnico envia à CAF por e-mail o número do pedido, avisando-a, em seguida, por ligação telefônica. No dia da coleta, o técnico prepara o carrinho e as caixas de transporte, se dirige até a CAF, coleta os medicamentos em área interna responsável e acomoda os medicamentos nas caixas. Dois diferentes tipos de carrinhos são usados de acordo com a quantidade de medicamentos a serem transportados. Ao chegar na

FC, o carrinho é esvaziado e os medicamentos guardados no estoque para ressuprimento das estações de dispensação de cada técnico, acomodados dentro de recipientes.

4.3.2.2.2. Mapeamento das atividades dos agentes de fluxo

Há dois anos o serviço de farmácia da FC começou efetivamente seu processo de digitalização dos estoques. Isso permitiu que o gerenciamento de dispensação de medicamentos ocorresse de forma mais ágil e confiável, com a rastreabilidade dos medicamentos ao longo dos processos. No período desse estudo, esse processo de digitalização dos estoques de medicamentos virtual estava em processo de implantação, com a maioria dos medicamentos já inseridos. Os mapeamentos das sequências de tarefas, portanto, sofreram alterações significativas pela abordagem que deveria ser realizada entre os medicamentos que não estavam no estoque virtual, denominados no mapeamento de “itens não SUB”, e os medicamentos que se encontravam em estoque virtual, denominados de “itens de SUB”.

Essa etapa prosseguiu com o detalhamento de cada atividade dos processos no fluxo logístico de realização de pedidos, coleta, abastecimento, ressuprimento, dispensação pelo balcão, dispensação pelo tubo pneumático, dispensação das prescrições próximas nos boxes dos técnicos e a contagem dos medicamentos para verificação do índice de acuracidade dos estoques virtuais.

É importante ressaltar que o processo de contagem dos estoques ocorre regularmente toda semana, divididos em tipos de medicamentos e em dias específicos. Esse processo é custoso para o hospital, uma vez que a FC aloca de dois a três técnicos para executar essas atividades, que duram cerca de três horas por semana. Outro processo oneroso são os pedidos extras, que ocorrem devido à falta de medicamentos nos estoques físicos da FC. Esse processo consiste na realização dos pedidos via sistema e envolvem novas coletas, transportes e ressuprimento dos estoques, em dias diferentes dos abastecimentos regulares.

Nesse processo, outra contagem é feita para que se faça o cálculo e ajuste da quantidade de medicamentos que será solicitada para suprir os dias sem estoque. A análise da quantidade é feita contrastando a quantidade observada com a quantidade que foi dispensada na semana anterior, acrescida de uma quantidade que cubra o risco de novos dias de atraso de disponibilidade pela CAF (Apêndice C, fluxo de pedidos extras, caixas de cor preta e vermelha). Vale ressaltar que esse processo de pedidos extras é realizado pelo mesmo técnico responsável pela coleta, transporte e abastecimento dos estoques da FC. Superprocessamentos podem ser observados nesse fluxo ao contatar a CAF via e-mail e

telefone da necessidade de unitarização desses medicamentos, além do envio via sistema dos pedidos. Caso a CAF esteja em falta do medicamento ou não conseguirá atender a tempo a solicitação, as farmácias emprestam os medicamentos umas para as outras. Por exemplo, uma farmácia satélite que contém aquele medicamento empresta uma certa quantidade para a FC, que dispensará para a UI respectiva.

Em relação ao processo de abastecimento, a fim de otimizar o tempo de transporte, o técnico liga para a CAF para verificar se os pedidos regulares estão prontos para coleta. Caso estejam prontos, o técnico prepara o carrinho e a maleta térmica (Figura 26) para transporte dos medicamentos.

Figura 26 – Dispositivos usados para o transporte de medicamentos

À esquerda: base com rodinhas, usado para pouca quantidade de caixas transportadas;
à direita, carrinho de supermercado, usado para grandes quantidades de caixas transportadas



Por apresentar constantes atrasos, a CAF muitas das vezes não consegue separar todos os materiais a tempo e acomodar nas caixas para transporte. Tal tarefa torna-se responsabilidade do técnico da FC que é encarregado da coleta, do transporte e do abastecimento na FC, aumentando o tempo de ciclo de 12 minutos para 45 minutos. Ao chegar na CAF o técnico coleta cada tipo de medicamento numa área diferente, separados em sacolas plásticas transparentes ou em caixas. Após isso, as sacolas e caixas são acomodadas nas caixas pretas, que por sua vez, são acomodadas no carrinho. O processo ainda deve ser conferido, ou seja, as quantidades físicas devem estar de acordo com as que

foram solicitadas via sistema. Porém, o técnico não realiza esse processo de conferência, alegando que tomará muito tempo e que precisa abastecer os estoques para não faltar medicamentos para a dispensação (Apêndice C, processo de abastecimento, caixas roxas. Ao fazer isso, assume-se o risco de que os medicamentos estão em quantidade corretas, o que pode impactar em divergências entre estoque físico e estoque virtual dos medicamentos. Ao retornar à FC, o técnico verifica os boxes de dispensação e abastece os bins com os medicamentos faltantes (Figura 27), guardando o restante no estoque central (Figura 28).

Figura 27 – Estoque de medicamentos em um dos boxes dos técnicos

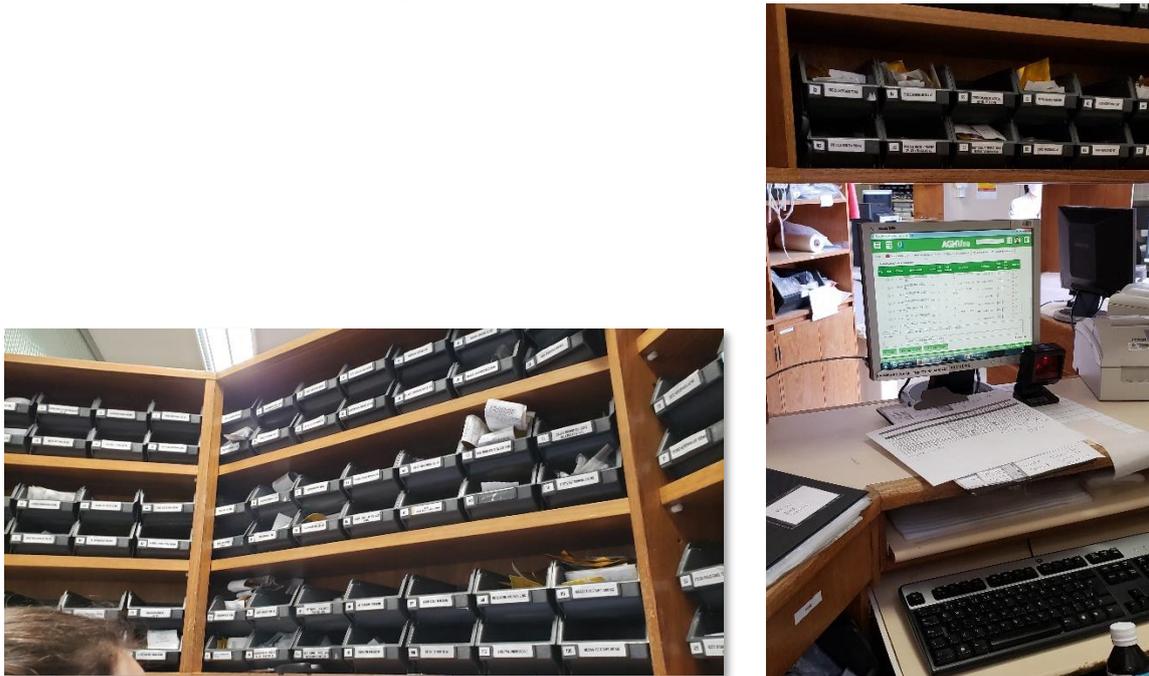


Figura 28 – Estoque de medicamentos situado na parte final da FC



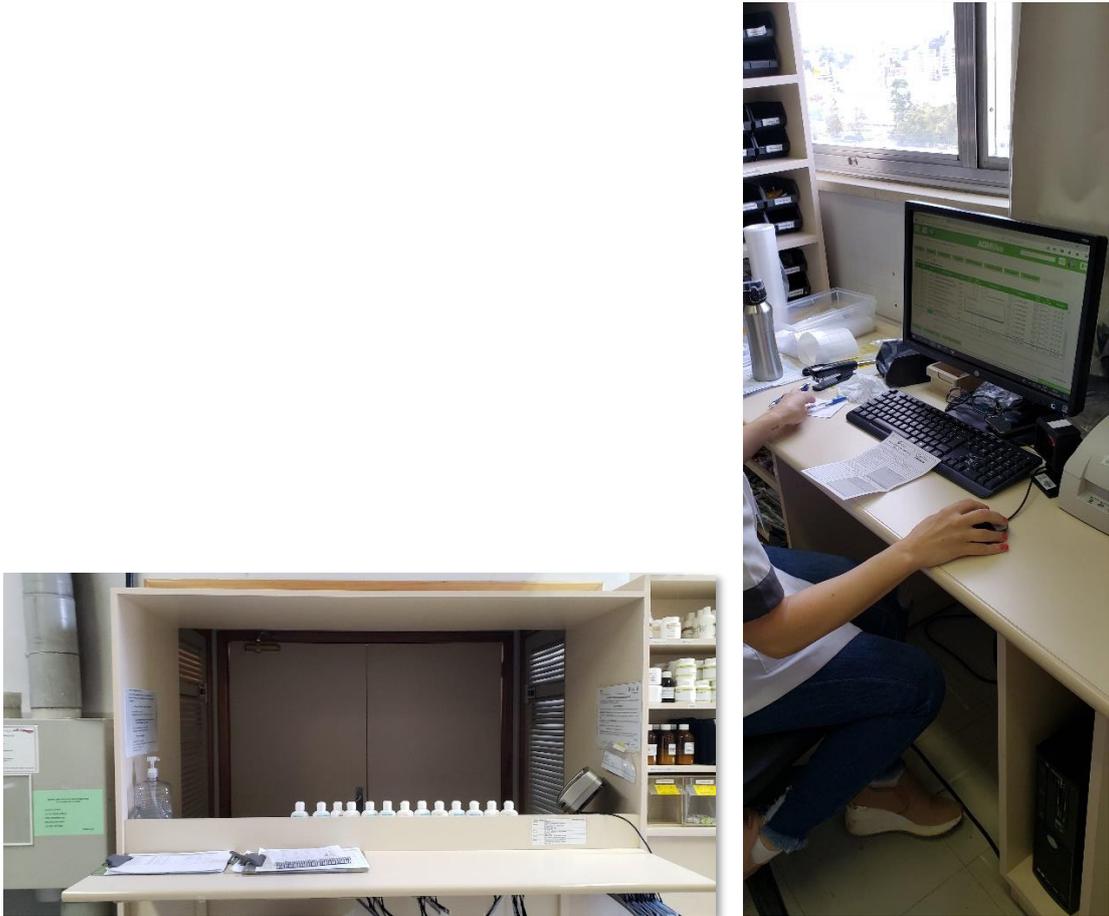
Já em relação à dispensação pelo balcão (Apêndice D e Figura 29), grande parte da demora nesse processo se dá pela conferência da documentação para a entrega dos medicamentos. Por exemplo, para redispensação de medicamentos, é necessário estar de posse da Comunicação Interna (CI), uma justificativa por escrito do motivo da redispensação e de dados como o nome do paciente, prontuário e nome do medicamento. Já para alterações de prescrições vigentes, como inclusões e exclusões de medicamentos, é necessário o nome e prontuário do paciente e os dados dos medicamentos. Caso, não os tenha, os técnicos dispensam e deixam como pendência para as UIs esses dados, para não haver atrasos na administração dos medicamentos aos pacientes. Porém, muitas das vezes os dados não são reportados de volta para a FC, que necessita retrabalhar nesse processo para documentar as dispensações.

É importante observar que, por haver dois processos diferentes em relação a itens que estão no estoque virtual e itens que não estão no estoque virtual, o mapeamento segundo o Apêndice D obteve mais uma ramificação. Outro processo que ocorre nesse fluxo é em relação aos empréstimos entre as farmácias. Na falta ou iminência de falta de medicamentos, e na impossibilidade de ressuprimento rápido pela CAF, os técnicos necessitam entrar no sistema, verificar os estoques de cada farmácia satélite, analisar o consumo nessas UIs e ligar solicitando o empréstimo.

Com isso, outro fluxo é criado para que o processo de transferência de medicamentos ocorra entre os setores. Ela análise e contato muitas das vezes consome um tempo bastante significativo para os técnicos e interfere no atendimento ao paciente. Uma forma de fazer esse processo ser um pouco menos demorado é enviar os medicamentos pelo tubo pneumático ao invés de coletar diretamente no balcão. Porém, duplicidades podem ser observadas nesse sentido. Em outras palavras, observou-se que além de solicitarem os medicamentos pelo tubo pneumático, os técnicos de enfermagem das UIs vão também no balcão solicitá-los, o que resulta em perda por movimentação, por reprocessamentos por parte da FC, entre outras.

Figura 29 –Dispensação pelo balcão

À esquerda: entrada de funcionários para coleta das sacolas de medicamentos para as UIs;
à direita: estação de trabalho do técnico no balcão



Já o processo de dispensação pelo tubo pneumático foi adotado pelo hospital como meio de agilizar os processos de dispensação e garantir menos contrafluxo. Porém, ao agregar um novo processo aos já existentes, novas variáveis acabam fazendo surgir novos comportamentos no sistema e, conseqüentemente, novos erros são descobertos. Conforme relatado por alguns técnicos da FC, o sinal sonoro de chegada dos tubos é bastante alto e estridente, o que tem incomodado bastante a execução de suas respectivas tarefas. Assim, foi solicitado o desligamento do sinal sonoro ao setor de manutenção responsável pelo tubo pneumático. Isso gerou outro problema, uma vez que ao chegar o tubo os técnicos podem não escutar e resultar em atraso na dispensação do medicamento e em constantes ligações das UIs para a FC para verificar se já foi enviado pelo tubo determinado medicamento. Outro problema que foi observado está relacionado às constantes paradas do sistema, que acabam resultando no atraso das dispensações. Para contornar isso, os técnicos vão até as estações de dispensação das prescrições próximas, nos boxes dos técnicos, e realizam a dispensação

por lá. Outro problema relatado se deve ao preenchimento das solicitações de medicamentos, que muitas vezes possuem erros (Tabela 15).

Tabela 15 – Principais erros das UIs que impactam na dispensação dos medicamentos pelo balcão

Erros que são recebidos na dispensação de medicamentos pelo tubo e balcão
1. Solicitação sem carimbo e/ou assinatura da enfermeira-chefe;
2. Não está marcado o motivo da dispensação na solicitação;
3. A solicitação é referente a um medicamento que não pode ser enviado pelo tubo pneumático;
4. Falta informação da unidade solicitante;
5. Falta etiqueta do paciente;
6. Falta o formulário da solicitação propriamente dito (muitas das vezes são enviadas as informações em pedaços de rascunho com a etiqueta do paciente colada);
7. O medicamento não foi especificado de forma correta (dispensação x redispensação).

Cada UI possui sua própria cápsula, contendo um chip com o código da unidade, reconhecido pelo sistema informatizado (Figura 30). Além disso, existe outra cápsula para envio de medicamentos controlados (Figura 31), que devem ser enviados pelas enfermeiras-chefe de cada UI. Nesse caso, a enfermeira-chefe aproxima o cartão da estação do tubo pneumático (Figura 32), que libera o tubo para coleta pelas UIs.

Figura 30 – Cápsula pertencente à FC (Farmácia Dispensação 09)³



³ Nota: o número “09” refere-se ao andar em que o setor está.

Figura 31 – Medicamentos controlados

À esquerda: cápsula pertencente às UIs, especificamente para transporte de medicamentos controlados;
à direita: cartão de liberação do tubo para envio



Figura 32 – Estação do tubo pneumático



O fluxo de dispensação das prescrições próximas (Apêndice F) segue o mesmo padrão das dispensações vigentes, com exceção do local onde os medicamentos são acondicionados até que os técnicos das UIs colem as sacolas próprias (Figura 33).

Figura 33 – Estoque de medicamentos dispensados aguardando a coleta pelas UIs



A dispensação ainda possui uma particularidade relacionada aos medicamentos psicotrópicos, refrigerados e soluções prontas para o uso. Para Medicamentos de Alta Vigilância (MAVs) há a necessidade de acomodar em sacolas específicas para seu uso, etiquetadas e identificadas de acordo com sua classificação, utilizando uma etiqueta amarela (Figura 34).

Figura 34 – Etiqueta específica para MAVs



Já o processo de contagem dos medicamentos para verificação do índice de acuracidade do sistema (Apêndice G) ocorre por meio de emissão de relatório, contagem e anotação dos números na folha e transferência dos dados para uma planilha de controle. Um dos problemas nesse processo, além do tempo e força de trabalho despendida nas atividades, se dá pelos erros de contagem.

O processo de estorno de medicamentos das UIs para a FC (Apêndice H) é um processo custoso para o hospital: requer funcionário para a coleta, funcionário para separar e reprocessar no sistema na FC, guardar nos bins dos estornos e ressuprir os bins das células dos técnicos. Muitas vezes ao chegar nas UIs o técnico da FC depara-se com indisponibilidade da equipe de enfermagem para coletar os medicamentos, fazendo-o retornar em outro horário ou deixar para buscar no dia seguinte, gerando ainda mais erros de retorno de medicamentos. O principal motivo relatado foi a troca de plantão da equipe médica, que gera indisponibilidade da equipe de enfermagem (Figura 35).

Figura 35 – Folha de controle de coleta de estornos

FARMACIA	ESTORNO	MOTIVO	SEGREGADOS AMPICIMAS	ESTORNO PSICOTROPICOS	MOTIVO
01	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
02	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
03	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
04	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
05	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
06	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
07	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
08	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
09	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
10	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
11	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
12	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
13	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
14	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
15	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
16	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
17	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
18	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
19	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
20	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
21	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
22	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
23	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
24	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
25	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
26	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
27	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
28	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
29	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
30	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
31	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
32	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
33	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
34	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
35	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
36	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
37	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
38	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
39	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
40	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
41	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
42	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
43	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
44	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
45	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
46	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
47	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
48	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
49	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
50	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
51	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
52	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
53	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
54	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE
55	SEM	NAO	SEM	NAO	NAO POSSUI ENF AUSENTE

8N	Cytar	(SEM) NAO	Parado
7S	tec	(SEM) NAO	Parado
7N	Boa	(SEM) NAO	Parado
6S	Neve	(SEM) NAO	"
6N	Laturp	(SEM) NAO	Parado
5S	Amoxicilina	(SEM) NAO	"

Ainda em relação ao processo de estorno, os medicamentos são acumulados em sacolas plásticas e aguardam disponibilidade ao longo da semana para que sejam bipados no sistema, não existindo padrão de dias e horários para que ocorra. Assim, um grande volume de medicamentos aguarda disponibilidade para ser estornado, necessitando cada vez mais de tempo para processamento e, em casos mais graves, perda do medicamento por prazo de validade. Os estornos são coletados diariamente entre 19h e 20h. Ao receber os medicamentos da prescrição próxima que se inicia as 19h, os técnicos de enfermagem devem retirar os da prescrição anterior e guardar no armário de estornos.

No entanto, os medicamentos controlados (psicotrópicos) devem ser separados dos demais e colocados numa gaveta (Figura 36) específica para os estornos e trancadas a chave pela enfermeira-chefe. Somente ela pode liberar os medicamentos para o processo de estorno. Ainda nesse sentido, muitas equipes de enfermagem nas UIs utilizam na prescrição próxima os medicamentos da prescrição anterior, quando esses são iguais. Para o sistema, esses medicamentos são atribuídos ao paciente no dia em que foram dispensados, dada a vigência das prescrições e os códigos de barra dos medicamentos quando são bipados nas UIs ao serem administrados. Com isso, gera erros de centro de custos, atribuição a dias diferentes no prontuário do paciente e, conseqüentemente, atrasos nas próximas prescrições.

Concomitante a isso, os medicamentos de estorno devem ser separados em sacos plásticos específicos por tipo de medicamento: controlados (psicotrópicos); comprimidos e cápsulas; ampolas; e soluções (Figura 37). Porém, o que realmente ocorre é diferente (Figura 38): as sacolas saem das UIs com medicamentos misturados de todos os tipos e desorganizados.

Figura 36 – Gaveta dos estornos de medicamentos controlados dentro das UIs



Figura 37 – Modo correto de separação dos medicamentos pelas equipes de enfermagem nas UIs



Figura 38 – Estornos separados de forma incorreta nas sacolas plásticas



4.3.2.2.3. *Análise da rotina de manuseio do ente preponderante pelos agentes de fluxo*

A análise da rotina iniciou com a comparação entre o trabalho prescrito pelos POPs com o que realmente foi executado, utilizando para tanto as observações diretas e questionamentos com os funcionários. Constatou-se que o acesso aos POPs para os técnicos é bastante dificultado. Alguns dos técnicos não sabiam informar o caminho na intranet para acesso aos documentos. Além disso, não existem cópias impressas às quais os funcionários possam recorrer em caso de dúvidas. Ao serem questionados, todos os técnicos foram a favor de terem acesso mais rápido e fácil aos documentos, afirmando que diminuiriam os questionamentos ao líder, por exemplo, se tivessem um quadro ou um local que pudessem acessá-los. Outro fator relatado se deve à disponibilidade do líder para auxiliar os funcionários, uma vez que em vários períodos do dia ele está em reuniões ou ocupado auxiliando outros processos.

Com isso, buscou-se consultar os POPs, constatando que a versão disponível estava vencida e não tinha sido ainda atualizada. Outros fatores foram percebidos, quais sejam: falta de padrões visuais, como por exemplo as telas as quais devem ser acessadas, os atalhos e caminhos; se há algum equipamento de segurança necessário para manipular determinados medicamentos; se deve haver alguma separação entre cada medicamento dispensado para o envio e como devem ser acomodados nas sacolas; inexistência de fluxograma do processo, que facilite o entendimento do fluxo pelo funcionário; fotos de padrões de dispensação, como correto preenchimento das prescrições, itens necessários e procedimentos caso recebam informações faltantes; subespecificação dos itens ou informações que não são relevantes estarem nos POPs; falta de exemplos do que aceitar ou não no processo de dispensação; e exceções ou autorizações de dispensações. Por exemplo, o POP do tubo

pneumático consta uma única folha sem informações relevantes para a execução correta de envio e recebimento, apresentando um breve resumo de forma geral das atividades.

É importante ressaltar que a pandemia da Covid-19 provocou sobrecarga de trabalho nos técnicos, que influenciou nas execuções das atividades ao longo do fluxo. Por exemplo, houve um alto índice de absenteísmos devido às infecções pela Covid-19, demissões voluntárias e até mesmo falecimento de funcionários, o que prejudicou os fluxos consideravelmente na execução correta das atividades.

Além disso, com a criação de novas alas de atendimento, novas farmácias precisaram ser configuradas, o que demandou a contratação de novos funcionários através de contratos temporários. Diante da necessidade de treinamento, essas equipes precisaram ser intercaladas com funcionários já experientes nas rotinas de farmácia do hospital. Isso resultou num movimento de funcionários entre setores, o que colocou a FC em um estado mais sensível com 2 dos 11 funcionários movidos para outras áreas. Trocas de turnos e plantões extras tiveram que ser realizados para dar conta da demanda de medicamentos que aumentou significativamente. Duas farmácias satélites foram configuradas de forma rápida, algumas seções de CTIs precisaram ser montadas e equipes treinadas para lidar com as demandas por pacientes e medicamentos, que aumentaram substancialmente. Mesmo assim, no momento de contratação muitas pessoas não eram especializadas para desempenhar as atividades do processo e não estavam habituadas com a cultura de segurança do hospital, o que exigiu novas formas de capacitação dos funcionários. As triagens de prescrições, por exemplo, tiveram exceções de protocolos de aprovação. Com isso, medicamentos de maior demanda durante a pandemia do Covid-19 como o Atracúrio, o Midazolam, o Fentanil e o Rocurônio, responsáveis por bloqueio musculares e sedações, tiveram que ser liberados de forma rápida. Esses medicamentos no bloco B, destinado a pacientes Covid-19, estavam sendo consumidos mais de 8.000 unidades por semana, resultando num ponto em que não se conseguiam mais produzir na CAF esse número de individualizações. O medicamento Atracúrio, por exemplo, era produzido em torno de 20.000 unidades por ano pela CAF e chegou a ser consumido em um determinado mês 26.000 unidades.

Com relação aos fluxos de informação acerca das dispensações pelo sistema, bem como dos cálculos dos estoques e pontos de pedido, existem demandas de melhorias por parte de todos os departamentos. Por exemplo, um psicotrópico que é dispensado através de relatório geral seja dispensado classificando por paciente. Porém, a burocracia é algo que atrapalha o processo de melhorias no hospital. Existe uma fila de demandas em serviços de TI em relação ao sistema e de processos em geral, no hospital todo. Com isso, o setor de TI

buscou realizar uma seleção de prioridades para serem atendidas, o que deixou os cuidados direto com o paciente na hora do atendimento em primeiro lugar, comprometendo por exemplo, melhorias no sistema para a dispensação de medicamentos. Apesar da CAF ter 28 dias de estoque para o hospital todo, a FC é abastecida uma vez por semana por ela, que é a única fornecedora de medicamentos para ressurgimento. Por isso, os estoques devem ser planejados para dar conta da demanda bem como das suas flutuações, evitando falta de medicamentos no setor. Muitas das vezes os pontos de pedido, mal calculados provocam erros de fluxo de informação e, conseqüentemente, maiores ou menores estoques na FC, que pode prejudicar todos os demais setores do hospital. Esses erros no fluxo de informação por parte do sistema foram relatados para o setor de TI e a FC aguarda correções. Ainda em relação a informação, a falta ou autonomia de acesso a novas tecnologias interferem no desempenho resiliente da logística interna hospitalar. No caso do hospital desse estudo, existe um sistema próprio que dificulta interfaces com demais sistemas internos. Por exemplo, sistemas de ERP hospitalares, como por exemplo a MV, Tasy e Benner, operados por empresas privadas. Assim, a falta de autonomia para aquisição de novas tecnologias interfere no desempenho da logística interna hospitalar.

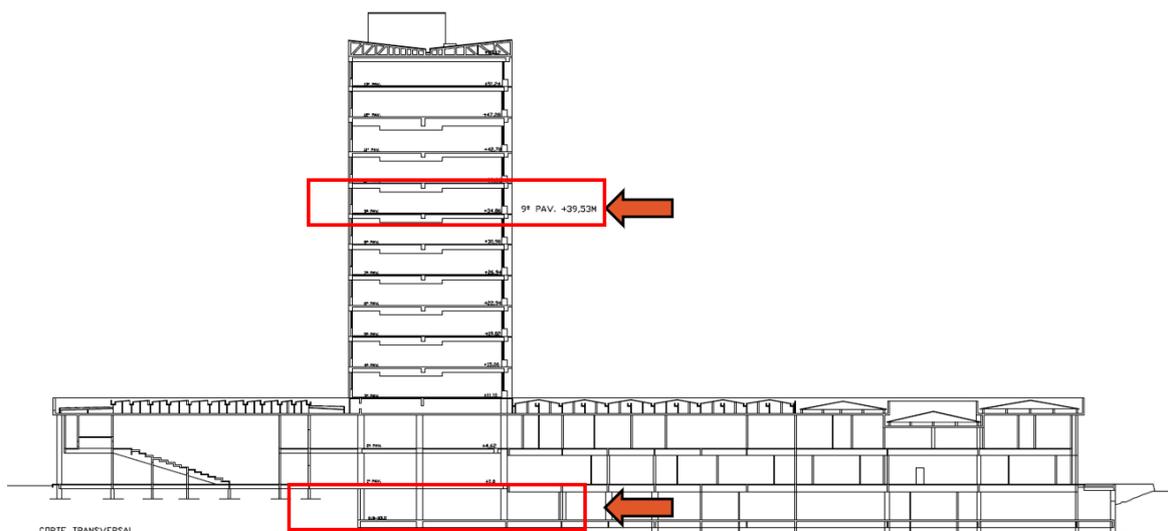
Foi percebido também que a falta de gestão visual é bastante significativa para os funcionários. A falta de padrão de quantidade dos estoques, por exemplo, dificulta o processo de contagem e, conseqüentemente, aumenta o tempo de ressurgimento, contribuindo negativamente para o tempo disponível para as demais atividades. Foi relatado pelos técnicos que a falta de gerenciamento diário, por exemplo utilizando um quadro de gerenciamento visual, dificulta a concentração de informações e avisos entre funcionários do mesmo turno, dos turnos diferentes e entre liderança e funcionários.

4.3.2.3. Análise da Rota

4.3.2.3.1 Análise das rotas dos agentes de fluxo e dos mecanismos de transporte e movimentação

No estudo de caso, notou-se que as rotas de coleta, transporte e manuseio dos medicamentos não são padronizadas. Não se define com rigor por onde devem fluir os medicamentos, por onde os agentes de fluxo devem transitar e não há controle dos desvios das rotas. Por exemplo, para a coleta de medicamentos na CAF, o técnico responsável coleta o carrinho, as caixas pretas e, às vezes, a maleta térmica e se dirige para os elevadores. A FC está situada no 9º andar e a CAF no subsolo do mesmo prédio do hospital (Figura 39).

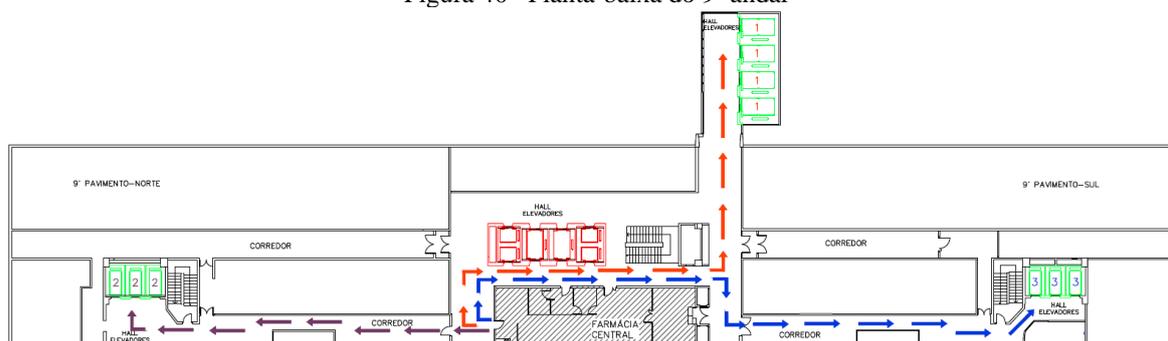
Figura 39 –Planta-baixa dos andares do hospital



Nota: Destacados o 9º andar, referente à FC, e o subsolo, referente a CAF.

O acesso se dá unicamente por meio de elevadores, levando em consideração as limitações das escadas para os carrinhos. Existem 4 acessos a elevadores no prédio (Figura 40).

Figura 40 –Planta-baixa do 9º andar



Nota: Em cores diferentes estão traçadas as rotas percorridas durante as observações.

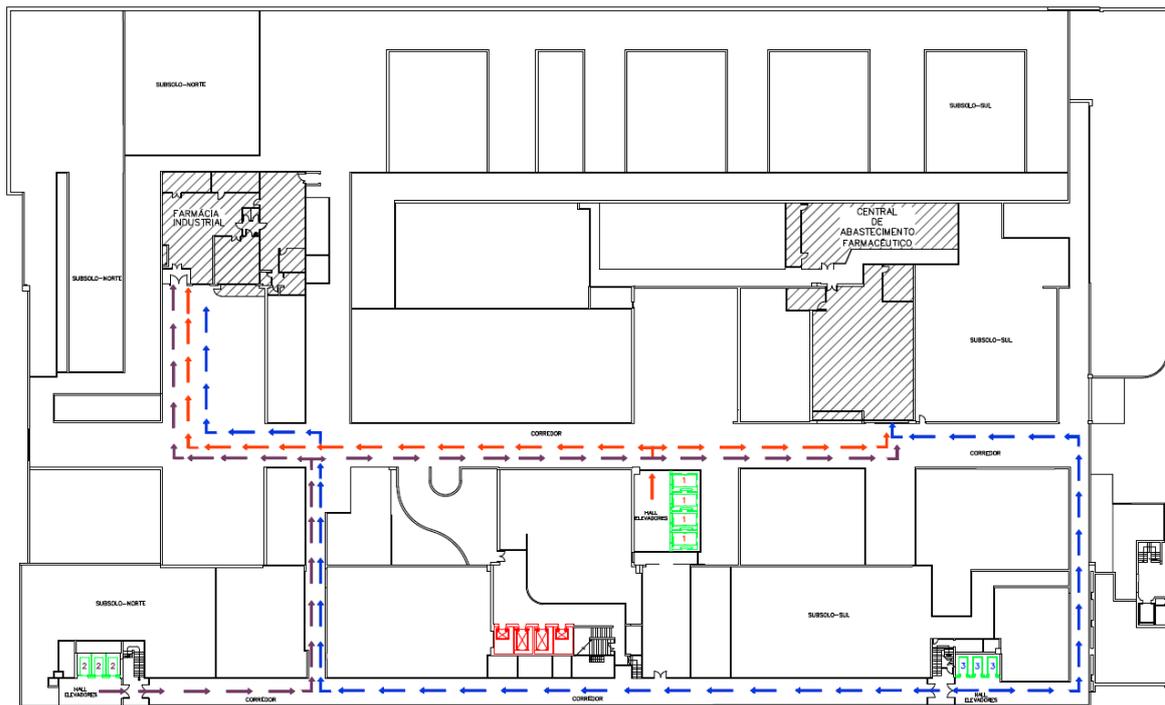
O elevador principal, assinalado na Figura 40 em vermelho e mais próximo da FC, corresponde ao elevador por onde pacientes, acompanhantes e funcionários do hospital transitam. Para manter o controle de tráfego, os transportes de materiais, alimentos, máquinas, equipamentos e medicamentos não pode ser feito por meio desses elevadores. Assim, três outros elevadores estão disponíveis para serem usados no transporte dos medicamentos. Os elevadores e suas limitações estão descritos na Tabela 16.

Tabela 16 – Elevadores do hospital e suas limitações

Elevador	Observação
Elevador Central	Reservado para trânsito exclusivo de pacientes, acompanhantes e funcionários, sem uso de cargas. Ele conta com 4 elevadores e cobre desde o 1º andar até o 13º andar. Apesar dos 4 elevadores serem divididos em público x funcionários, não se tem controle dos que os utilizam.
Elevador 1	Situado também na área central, é o conjunto de elevadores mais modernos do hospital (Figura 48). Contendo um sistema dotado de inteligência artificial, que seleciona o elevador mais disponível para otimizar os tempos de transporte. Por serem mais modernos e de grande porte, são utilizados ainda para transportes de macas, camas com pacientes, equipamentos de ventilação, e máquinas das UTIs, CTIs, Centros Cirúrgicos, entre outros, resultando em grande movimentação.
Elevador 2	Situado no final do corredor da zona norte do hospital, é usado unicamente por técnicos e demais funcionários, por serem mais distantes dos setores.
Elevador 3	Situado no final do corredor da zona sul do hospital, é usado unicamente por técnicos e demais funcionários, por serem mais distantes dos setores. Esse elevador ainda é usado para transporte de alimentação e máquinas e equipamentos de limpeza em geral.

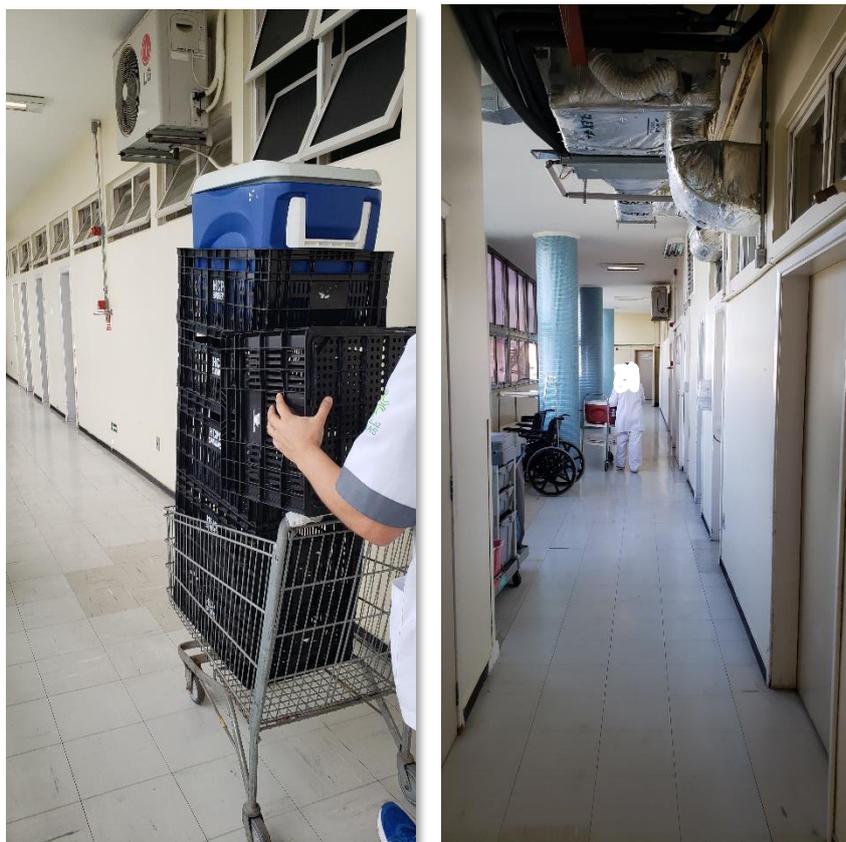
Os outros elevadores centrais são dotados de um moderno sistema baseado em inteligência artificial que busca, dentre os 4 elevadores do conjunto, o que vai otimizar melhor o tempo de espera. Entretanto, esse sistema não leva em consideração a lotação do elevador. Por exemplo, o elevador mais moderno, maior e mais próximo da FC pode acomodar uma cama de UTI com paciente, ou uma quantidade maior de pessoas e equipamentos em relação aos demais. Por ter uma alta demanda de utilização, é recorrente que o elevador chegue lotado e o técnico tenha que solicitar novamente e aguardá-lo. Por serem elevadores maiores que os demais, são os únicos que comportam grandes máquinas, camas e pessoal juntos. Com isso, o tempo disponível desses elevadores é reduzido consideravelmente e, mesmo quando chegam ao andar, esses estão em grande parte do tempo lotados. A Figura 41 mostra as rotas do técnico observadas em diferentes momentos, dos elevadores do subsolo em direção à CAF.

Figura 41 – Planta-baixa do subsolo



Os corredores do 9º andar são estreitos e dificultam o trânsito de mais de um dispositivo de transporte ao mesmo tempo, por exemplo, quando cruzam carrinhos de medicamentos e carrinhos de alimentação para os pacientes (Figura 42). Porém, como são corredores pouco usados por pacientes e equipes técnicas, ficam condicionados à tráfegos de equipe de manutenção, carrinhos de alimentação e carrinhos de limpeza. Os carrinhos de alimentação, por exemplo circulam entre 11h e 12h no corredor e a limpeza ocorre ao longo do dia em períodos mais cedo, entre 8h e 9h e entre 16h e 17h, o que pode ser facilmente evitado pelo técnico da FC.

Figura 42 – Corredores de acesso aos elevadores
À esquerda: corredor de acesso ao elevador 2;
à direita: corredor de acesso ao elevador 3



Outra limitação nas rotas se dá pelo espaço físico em si e a disposição das caixas nos carrinhos. Foi observado que o técnico tenta fazer uma única viagem com o objetivo de evitar retorno à CAF. Assim, ele busca acomodar todos os pedidos em uma única carga para transporte. Dependendo do tipo de dispositivo de transporte, a carga de medicamentos pode ser gravemente comprometida, por exemplo, utilizando a base com rodinha apenas.

É importante ressaltar que outros fatores do espaço físico interferem no desempenho da logística interna de medicamentos pelos processos de transporte. Por exemplo, algumas vezes notou-se as caixas sendo batidas na parte superior da entrada do elevador (Figura 43). Com isso, alguns riscos à segurança dos medicamentos puderam ser observados: risco de quebra de ampolas e frascos e risco de degelo dos medicamentos refrigerados, por exemplo.

Figura 43 – Transporte dos medicamentos ⁴

À esquerda: caixas de medicamentos aguardando entrada no elevador;
à direita: caixa de medicamentos refrigerados aberta para acomodar a quantidade necessária para evitar retornos



Outro fator se dá pela integridade do espaço físico, que pode promover riscos aos medicamentos. Por exemplo, a Figura 44 mostra as dificuldades da entrada dos carrinhos com carga dentro dos elevadores, passando pelos vãos. Foi observado, inclusive, que parte da carga de comprimidos, em um momento específico, havia caído no chão.

Figura 44 – Rodas dos carrinhos com dificuldade de entrar nos elevadores



⁴ Nota: O técnico teve que retirar a tampa da maleta de medicamentos refrigerados para poder passar na altura do elevador

Ainda nesse sentido, apesar dos pisos serem mais regulares nos andares superiores do hospital, por exemplo no 9º andar, o piso do subsolo é bastante irregular e suscetível a impactos significativos (Figura 45). Além disso, o grande fluxo de pessoas, máquinas e recebimentos de pedidos através dos caminhões dos fornecedores, prejudicam significativamente a qualidade do andar.

Figura 45 – Rotas dos técnicos pelo subsolo em direção à CAF
 À esquerda: entrada do setor de recebimentos na CAF;
 à direita: corredor de acesso à CAF, próximo ao setor de recebimento



Além da disponibilidade dos elevadores e das variáveis de acesso a eles, que interferem na limitação das cargas, as distâncias também desempenham papel essencial no ritmo de transporte dos medicamentos. A Tabela 17 mostra as distâncias, em metros, entre a CAF e os elevadores disponíveis, assim como entre os elevadores e a FC, e vice-versa.

Tabela 17 – Distâncias, em metros, entre elevadores, CAF e FC

	FC	Elevador 1	Elevador 2	Elevador 3	CAF
FC	-	49	51,5	82,15	-
Elevador 1	49	-	98	72,35	49,5
Elevador 2	51,5	98	-	130,3	146,5
Elevador 3	82,15	72,35	130,3	-	72,9
CAF	-	49,5	146,5	72,9	-

Com isso, obteve-se o somatório dos caminhos possíveis, reiterando a retirada do acesso às escadas como opção de rota (Tabela 18).

Tabela 18 – Somatório das distâncias segundo cada caminho⁵

Caminho	Somatório das distâncias de ida e volta (em metros)
FC – E1 – CAF – E1 – FC	197,0
FC – E1 – CAF – E2 – FC	296,5
FC – E1 – CAF – E3 – FC	253,5
FC – E2 – CAF – E1 – FC	296,5
FC – E2 – CAF – E2 – FC	396,0
FC – E2 – CAF – E3 – FC	353,0
FC – E3 – CAF – E1 – FC	253,5
FC – E3 – CAF – E2 – FC	353,0
FC – E3 – CAF – E3 – FC	310,0

Apesar do caminho **FC – E1 – CAF – E1 – FC** ser o mais otimizado, ele pode ser influenciado significativamente pelas variáveis descritas anteriormente, uma vez que tanto na ida quanto na volta os elevadores 1 podem resultar em atrasos. Assim, a melhor rota se dá pelos caminhos **FC – E1 – CAF – E3 – FC** ou **FC – E3 – CAF – E1 – FC**, que visam evitar contrafluxos, assim como a alta demanda pelos elevadores, se programadas as coletas e transporte de medicamentos em horários específicos.

Em termos de tempo, durante uma semana de observação em períodos diferentes do dia, foi percebida uma média de 11 minutos de espera por um elevador disponível, sendo que desse tempo notou-se uma média de 2 a 3 vezes o pedido pelo elevador através do painel digital. Já nos elevadores 2 e 3, percebeu-se uma espera em média de 2 a 3 minutos, com algumas observações de disponibilidade imediata no período da manhã, por volta de 10h, e no período da tarde, entre 14h e 16h. Assim, apesar dos caminhos **FC – E2 – CAF – E3 – FC** e **FC – E3 – CAF – E2 – FC** serem mais distantes, as limitações de acesso e disponibilidade podem reduzir significativamente o ritmo de transporte, impactando no tempo de ressuprimento dos estoques da FC.

A eficiência das rotas está diretamente relacionada aos mecanismos de transporte, conforme explicitado anteriormente. Assim, fatores como o tipo de dispositivo de transporte e sua qualidade, integridade e adaptabilidade às atividades e ao espaço construído interferem significativamente no desempenho da logística interna de medicamentos. O uso de AGVs em alguns hospitais, por exemplo, otimizam os fluxos logísticos reduzindo a necessidade de mão de obra para manuseio dos medicamentos e transporte, além de redução no tempo despendido nesse processo. Portanto, os funcionários poderiam ser alocados em atividades

⁵ Nota: Em verde, o caminho mais otimizado; em amarelo, o segundo melhor caminho da rota.

mais estratégias do fluxo de medicamentos como as dispensações e os estornos. Além do transporte de medicamentos ocorrer através dos carrinhos, ainda existe o tubo pneumático. Muitos são os itens que podem ser transportados pelo sistema de correio pneumático: medicamentos, insumos laboratoriais, plasma, seringas e instrumentos.

Todos os setores hospitalares podem ser interligados pelo sistema de correio pneumático, como é comumente chamado: prontos atendimentos, laboratórios, bancos de sangue, farmácia, centros cirúrgicos, UTIs, postos de enfermagem e demais áreas de suporte. Materiais que eram transportados manualmente passam a atingir seu destino automaticamente com velocidades de até 8m/s. Assim, a logística do hospital se torna bastante simplificada e a equipe clínica pode manter o foco na sua atividade. O sistema do tubo pneumático ainda está em fase de implantação no hospital e, portanto, é um sistema recente e em período de garantia.

Em outras palavras, não há uma forma de manutenção preventiva por parte da área responsável no hospital. Em casos raros como em trocas de tubulação, extrapolando os requisitos de garantia do sistema, é feita uma comunicação à empresa prestadora do serviço, que autoriza e orienta a execução da manutenção. Assim, para manipulação do sistema e das cápsulas do tubo pneumático, é necessário, por contrato, que se tenha autorização da empresa contratada. Não existe procedimento padrão para manuseio ou manutenção das cápsulas ou do sistema de tubos. São recorrentes as reuniões de alinhamento da equipe de manutenção para lidar com falhas pontuais, sendo caracterizada majoritariamente por serem reativas e de contenção. As ações de melhorias em manutenção são executadas de forma conjunta e as decisões tomadas em grupo.

As cápsulas utilizadas no tubo pneumático têm uma vida útil assegurada por garantia de 800 metros, segundo o qual deve seguir para manutenção preventiva, na empresa contratante (Figura 46). Nota: Limite suave corresponde ao aviso ponto de aviso segundo o qual a cápsula deve ser enviada para manutenção para a empresa contratada; Limite duro, consiste no envio da cápsula para a área de manutenção mecânica do hospital.

Figura 46 – Estatísticas das cápsulas no sistema de gestão informatizada do tubo pneumático

Distância /m limite (suave)	800.000
Distância /m limite (duro)	900.000
Automatic carriers: soft limit [m]	1.500.000
Automatic carriers: hard limit [m]	1.600.000

A única forma de mostrar os erros que acontecem ao longo das rotas fixas das cápsulas através das tubulações acontece por pesquisa nas bases do sistema na área de indicadores do sistema (Figura 47). Os erros de sistema possuem rotina de reparo automático, executando reinício da estação, da linha afeta ou fazendo varreduras no sistema. Essas varreduras duram cerca de 1 minuto, dependendo da quantidade de derivações do sistema e estações das linhas que serão utilizadas para análise. A frenagem pneumática controlada pela unidade central de comando diminui a velocidade da cápsula automaticamente no momento de chegada à estação. Esta característica aumenta a segurança no transporte de itens frágeis.

Figura 47 – Estatísticas dos envios das cápsulas do tubo pneumático entre os meses de Janeiro a Outubro de 2021

Envios totais:	421918	Período máximo de espera:	03:05:03
Média de envios por dia:	1387,89	Período médio de espera:	00:00:32
		Período Mínimo de espera:	00:00:00
		Período máximo:	03:27:51
		Período médio:	00:02:32
		Período Mínimo:	00:00:21
		Maximum Total Period:	03:41:39
		Average Total Period:	00:03:04
		Minimum Total Period:	00:00:21

Pode-se observar que, durante o período de janeiro a outubro de 2021, foram enviadas 421.918 vezes as cápsulas de forma geral. Desses uma média de 138 envios por dia, o que torna o tubo pneumático um sistema bastante demandado pelos setores e que agrega valor

ao processo de transporte interno. Porém, a grande demanda resulta em indisponibilidade ou demora do sistema para atender de forma ágil todos os setores.

O sistema ainda permite que sejam consultadas as rotas fixas por onde transitam as cápsulas (Figura 48), o código, quem enviou, quem recebeu e o seu estado físico de integridade. Isso facilita sua localização em caso de ocorrência de eventos adversos.

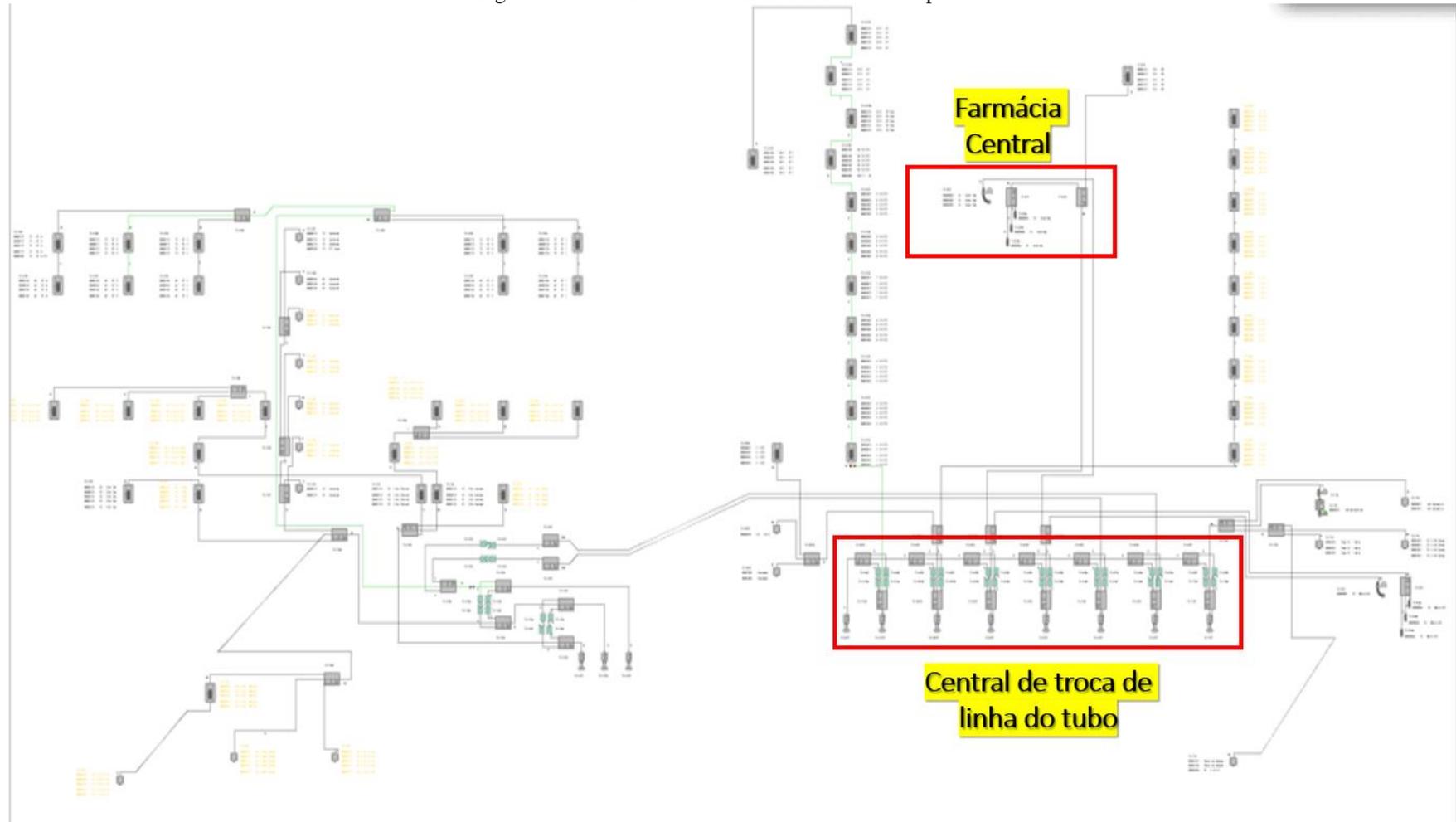
Figura 48 – Rotas percorridas pelas cápsulas

Emissor	Receptor	Carregado	Capsula
6B - Farmacia (264)	13N - CTI (131)	10:12:25	?

Emissor	Receptor	Enviado	Período	Caminho de envio	Capsula	Estado
6B - Farmacia (264)	6B - UTI A (261)	10:10:28	00:01:50	2 - 3	261	S2G
Lab. Automatica (3021)	7 NORTE (3071)	10:11:34	00:00:50	7 - 6 - 11	3071	S2G
1B - Obs. Ped. (3211)	Lab. Automatica (3021)	09:58:28	00:13:54	2 - 3 - 4 - 6 - 7	3211	Requ
6B - UTI D (3265)	Lab. Automatica (3021)	10:09:32	00:02:41	3 - 4 - 6 - 7	3265	S2G
9C - Farm.Disp (bb)	9 SUL (92)	10:10:56	00:01:30	8 - 6 - 10	92	S2G

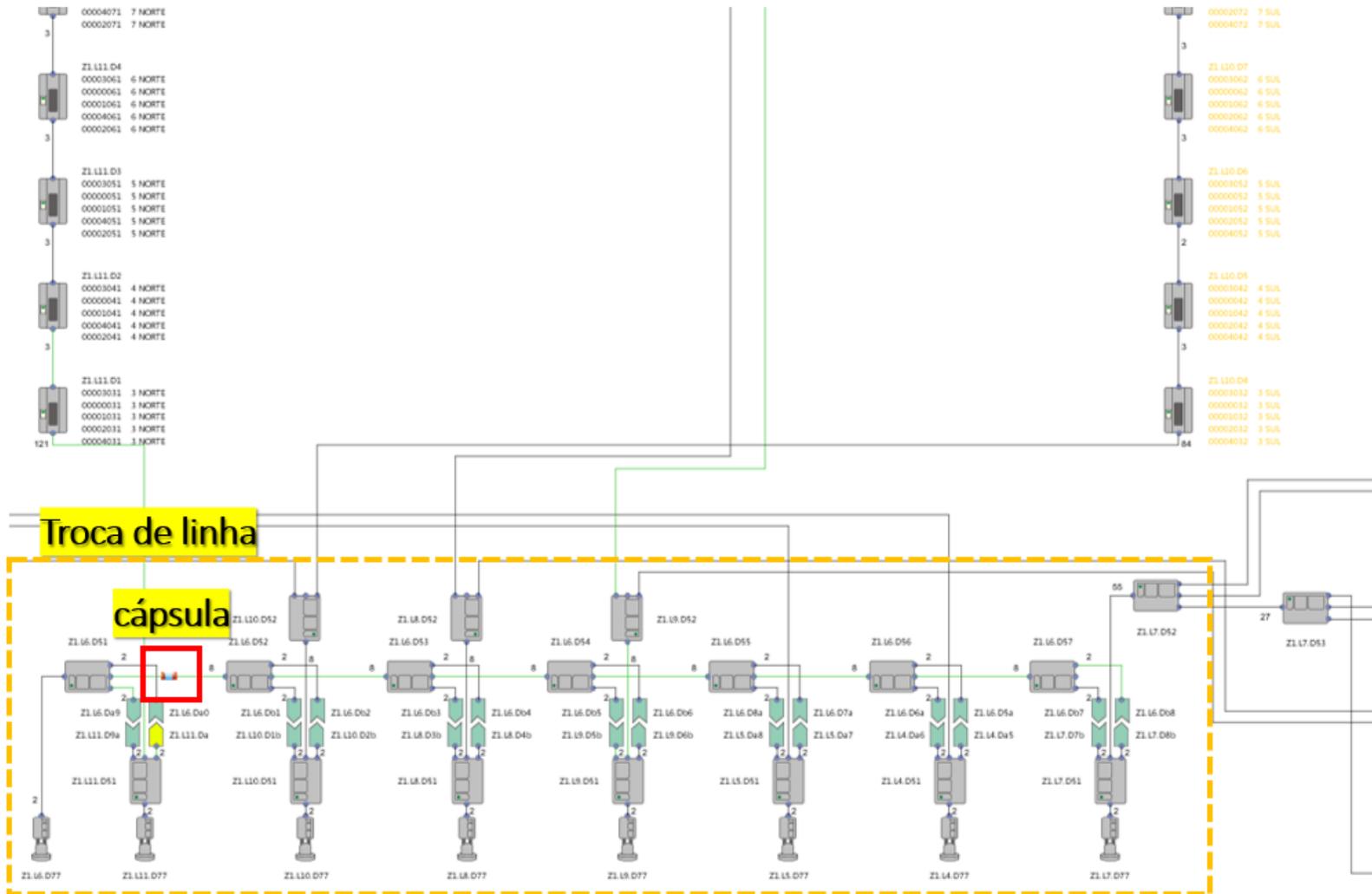
Além disso, o sistema ainda permite visualizar o fluxo de cápsulas, o qual envolve a saída do setor de origem, sua chegada na central por onde há uma troca de linhas, permitindo que a cápsula seja transferida para o caminho até que chegue ao setor de destino. A Figura 49 mostra o mapa de fluxo contendo a FC e a estação de troca de linha, que é acessada obrigatoriamente por todas as cápsulas enviadas pelo tubo pneumático. Já a Figura 50 mostra a movimentação das cápsulas ao longo do caminho em tempo real, permitindo o acompanhamento e a identificação de possíveis problemas no envio e recebimento de materiais e medicamentos.

Figura 49 – Sistema informatizado das rotas das cápsulas⁶



⁶ Nota: Em vermelho, as localizações da FC e da central de troca de linha dos tubos.

Figura 50 – Sistema informatizado das rotas das cápsulas, mostrando o sistema de troca de linha e a posição da cápsula no sistema



A central de troca de linha é acessada por todos os setores pelos quais o hospital mantém instalado o tubo pneumático. Ela conta com 7 estações que são escolhidas por disponibilidade com a chegada das cápsulas. Assim, ao chegar na estação, a velocidade da cápsula é reduzida ao diminuir o vácuo dentro da tubulação. Um mecanismo automático fecha o fluxo e troca a cápsula de bocal, acessando outra linha. Assim, a cápsula troca de percursos para atingir o setor-destino (Figura 51).

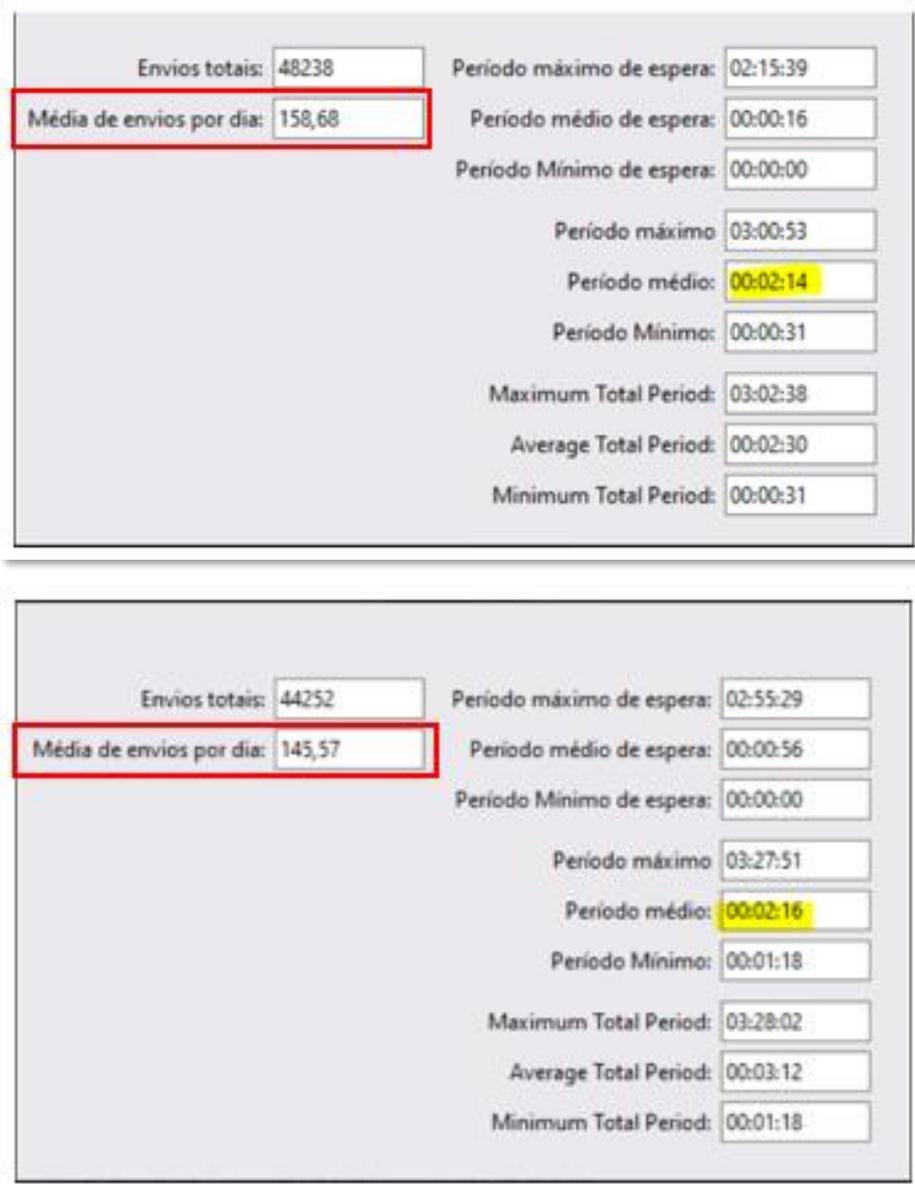
Figura 51 – Central de manutenção e troca de linha do tubo pneumático



Os erros mais comuns ao longo das linhas do tubo pneumático se dão pelo uso de materiais anti-impacto não autorizados, o que resulta em parada da estação do tubo por algum tempo. Além disso, as UIs e demais setores acomodam uma grande quantidade de medicamentos e materiais no tubo, o que pode comprometer o fluxo ao tornar as cápsulas mais pesadas e suscetíveis a paradas. Outro problema de operação bastante frequente se dá por erros humanos. Por exemplo, muitas vezes os usuários das UIs retornam para o seu setor com a cápsula em mãos ao buscar um medicamento na FC, o que provoca divergências no sistema e, conseqüentemente, impactam nos indicadores de desempenho do tubo pneumático (Figura 52).

Figura 52 – Estatísticas de envio

Acima: Cápsulas de fármacos regulares enviados pela FC; Abaixo: Cápsulas de fármacos regulares recebidos pela FC.



Além disso, as equipes de enfermagem não seguem as recomendações propostas pelo setor de manutenção. Foram observadas falta das espumas que controlam o impacto dentro das cápsulas e sacos plásticos contendo medicamentos não amarrados corretamente. A Figura 53 mostra, por exemplo, a ocorrência de parada do fluxo no tubo pneumático pela saída do saco plástico que deve envolver os medicamentos e deve ser fechado com um nó.

Figura 53 – Problema de parada do tubo pneumático

À esquerda: saco plástico obstruindo a tubulação; à direita, acima: saco plástico retirado sob pressão de dentro da tubulação; à direita, abaixo: pedaço do tubo que teve que ser retirado para manutenção após danificar a estrutura física da tubulação.



A Figura 54 mostra outra ocorrência, porém contendo a quebra de ampola de insulina. Devido a esse erro da equipe de enfermagem, o sistema do tubo ficou comprometido, além de exalar um odor bastante forte, impossibilitando o uso da cápsula até sua limpeza e verificação.

Figura 54 – Cápsula com ampolas de insulina quebradas ao longo do percurso do tubo⁷



⁷ Nota: Duas causas foram levantadas; a primeira devido ao não fechamento do saco plástico que envolve as ampolas; segundo, a acomodação errada das espumas dentro das cápsulas.

4.3.2.4. Análise de resiliência

4.3.2.4.1. Análise das formas de manifestação da resiliência

As manifestações de resiliência observadas foram principalmente de natureza reativa, visando a contenção de anormalidades. Além disso, essas ações costumavam ser baseadas na experiência dos funcionários e da liderança. Por exemplo, o técnico da FC, ao deparar-se com a demora dos elevadores durante sua rota de coleta e abastecimento de medicamentos, se dirigia àquele menos movimentado. Outro exemplo se refere aos ajustes nos pontos de pedido no sistema. Ao perceberem alta na demanda por um determinado medicamento, o técnico responsável, juntamente com o líder, modificava os pontos de pedido no sistema, de forma a permitir uma certa folga para lidar com eventualidades. Tais folgas eram determinadas de acordo com a experiência dos funcionários e não seguia um cálculo padrão.

Em relação aos quatro potenciais da resiliência propostos por Hollnagel (2006), nove das trezes manifestações observadas estão relacionadas à habilidade de responder, caracterizando o seu perfil reativo (Tabela 19). Já a habilidade de monitorar foi relacionada a duas manifestações de resiliência: uma relacionada à segurança do paciente durante a triagem dos medicamentos na FC e outra relacionada aos aumentos significativos de demanda. As habilidades de antecipar e de aprender foram relacionadas a apenas uma manifestação de resiliência cada.

Tabela 19 – Manifestações da resiliência e impactos positivos e negativos das ações

Processo	Problema	Manifestação da Resiliência	Potencial de resiliência mais afetado	Impacto positivo da resiliência	Impacto negativo da resiliência
Contagem	Divergência entre a contagem do estoque físico e o estoque virtual	Ocorre recontagem por outro técnico, utilizando novo formulário de contagem.	Responder	Caso, as contagens de ambos os técnicos converjam para o mesmo valor, pode-se obter maior fidedignidade do processo de contagem e, conseqüentemente, eliminar possíveis causas de divergências.	As duas contagens podem estar erradas, impactando na acuraria dos estoques, ocasionando erros de acuraria dos estoques e reprocessamentos de contagem.
Solicitação de medicamentos	Falta de medicamentos na FC pela alta demanda	O técnico realiza um pedido extra, enviando separadamente para a CAF. Em caso negativo, pedem emprestado para as farmácias satélites.	Responder	Atendimento das demandas dos pacientes, seja por atuação da equipe médica internamente, seja por alta autorizada com entrega de medicamentos.	Tempo de espera continua sendo longo e pode ser impactado pela disponibilidade da CAF em unitarizar os medicamentos.
Transporte de medicamentos	Espaço físico impede locomoção dos carrinhos de transporte.	O técnico busca outra rota, auxiliado pela sua experiência, que possa otimizar o processo.	Responder	Caso a outra rota esteja disponível, evita-se acidentes de percurso relacionados à integridade do ambiente físico, como por exemplo, os pisos rachados e com diferentes nivelamentos.	O técnico pode encontrar outros tipos de barreiras ao longo das demais rotas, como caminhões, outros carrinhos impedindo a passagem, trânsito de cargas de pessoas.
Transporte de medicamentos	Indisponibilidade do elevador por um longo período.	Após determinado período de espera, o técnico se dirige a outro elevador que julga ser o mais próximo e menos movimentado.	Responder	O técnico conseguirá chegar à CAF ou à FC em menor tempo se comparado ao elevador anteriormente solicitado.	Mesmo que se dirija para outro elevador, o tempo será mais elevado, visto que houve perda de tempo por transporte e movimentação.
Abastecimento	Há divergência entre a quantidade fornecida pela CAF e a quantidade solicitada pela FC.	O técnico solicita à CAF que corrija os pedidos. Os pedidos são analisados pelos funcionários da CAF que, estando de acordo, liberam as quantidades faltantes.	Responder	Os estoques físicos e virtual não apresentarão divergências significativas devido à erros de pedido.	A CAF deverá abrir uma análise que demandará tempo e força de trabalho que seria empregada nas atividades de unitarização, por exemplo.
Triagem de medicamentos	Algumas vezes os médicos enviam prescrições com solicitações de medicamentos fora dos padrões de dosagem.	Os farmacêuticos analisam e enviam de volta para os médicos reavaliarem a medicação prescrita para os pacientes.	Monitorar	Evita com que medicamentos sejam enviados em doses excessivas para os pacientes e em dosagens diferentes das necessárias.	O tempo de dispensação é prejudicado por haver reprocessamento das prescrições médicas.
Dispensação de medicamentos	A pandemia da Covid-19 e a crise na logística de entrega dos caminhoneiros provocou escassez de medicamentos	O setor tem algumas folgas de medicamentos, porém sem controle significativo de nível de folga e priorizações. Utilização de quebra de protocolos para prescrição de medicamentos similares, por exemplo, sedativos e relaxantes musculares para intubação	Antecipar Responder	O paciente não teve impactos significativos na qualidade dos serviços prestados e foram utilizados medicamentos pertinentes a cada caso.	A falta de folgas no sistema pode provocar queda na qualidade da prestação dos serviços aos pacientes, bem como nas modificações necessárias para mudanças de prescrições de medicamentos similares, requerendo aprovações de comitê de ética, liderança média e farmacêutica, entre outras aprovações pertinentes.

Dispensação via balcão ou box do técnico	Dúvidas quanto a procedimentos de dispensação, dosagens e autorizações.	O técnico sai do seu posto de trabalho e solicita auxílio para o líder e, na sua falta, para colegas próximos que estiverem presentes.	Aprender	A dispensação ocorre sem maiores transtornos e os medicamentos chegam a tempo para o paciente.	Na falta de informações, o técnico tem duas ações: solicita que o setor aguarde para verificar, o que provoca demora no processo de atendimento da demanda; ou dispensa os medicamentos para o setor, que resulta em erros no sistema e falta de documentações ou informações acerca dos pedidos.
Dispensação pelo balcão	Com a pandemia da Covid-19, a FC passou a dispensar máscaras e álcool em gel, além das atividades rotineiras de dispensação dos medicamentos, ocasionando filas e demoras no atendimento aos pacientes.	Em picos de demanda, como por exemplo, horários de troca de turnos ou entrega das prescrições próximas, o líder aloca mais um técnico para suprir a necessidade de dispensação, impactando no cuidado ao paciente. Além disso, estabeleceu-se prioridade para as dispensações em relação aos pedidos de máscaras e álcool em gel.	Responder	O tempo de espera por dispensação é reduzido consideravelmente, impactando diretamente no cuidado ao paciente.	A alocação de funcionário extra para lidar com a demanda provoca deslocamento para outras atividades, o que resulta em atraso nos outros processos. A priorização das filas pelas dispensações não reduz o tempo de espera para os que buscam álcool em gel ou máscaras. Além disso, podem existir priorizações também para esses usos, como por exemplo, médicos que precisam de máscaras para cirurgias.
Solicitação de pedidos no sistema	O ponto de pedido não reflete a necessidade do hospital quando as solicitações de medicamentos à CAF ocorrem, resultando em modificações manuais no sistema	O líder da FC entra no sistema e ajusta os pontos de pedido dos medicamentos, assim como suas respectivas quantidades.	Monitorar	Os pontos de pedido e as quantidades passam a refletir o momento atual das demandas internas no hospital, evitando a falta de medicamentos.	Os pontos de pedido refletem o momento atual, que podem ser modificados constantemente frente ao comportamento da demanda, dificultando o processo de pedido e ocasionando frequentes reprocessos no sistema.
Dispensação via sistema	Algumas vezes os medicamentos são bipados, porém o sistema não contabiliza o seu consumo, causando divergências entre estoque virtual e estoque físico.	O líder da FC solicita correção para o setor de TI.	Responder	A divergência entre estoques físico e virtual são reduzidas, através da correção de uma das suas causas (erro de sistema).	A divergência entre estoque virtual e físico pode impossibilitar a solicitação automática ou dar a impressão de falso sentimento de estoque abastecido. Esses fatos são percebidos somente após a contagem dos medicamentos.
Estornos de medicamentos	O técnico que coleta medicamentos nas UIs necessita da presença das enfermeiras-chefes que, frequentemente, estão indisponíveis para entregar os medicamentos, acumulando para o dia seguinte.	O técnico deixa para coletar os medicamentos dos estornos no dia seguinte.	Responder	Os estornos são coletados frequentemente e não há perda por excesso de transporte e movimentação no retorno às UIs por indisponibilidade da equipe de enfermagem.	Apesar de não haver impacto significativo no tempo de validade dos medicamentos nesse caso, há o acúmulo de quantidades de um dia para o outro, o que compromete o tempo de trabalho despendido para separação, bipagem e armazenamento dos medicamentos.

As manifestações de resiliência podem provocar efeitos colaterais indesejados, conforme indicado na Tabela 16. Um exemplo de impacto negativo ocorre na dispensação de medicamentos. Ao surgir dúvidas quanto à dispensação de determinados medicamentos (por exemplo, dosagens corretas, necessidade de autorizações ou falta de dados), os técnicos normalmente se dirigem ao líder da FC, questionando-o. Duas implicações negativas podem ocorrer: informação errônea repassada pelos colegas e autorizações dadas pelos farmacêuticos de plantão no processo de triagem, sem conhecimento da situação. Outro exemplo de impacto negativo está relacionado ao processo de estorno. Quando os técnicos se deslocam até as UIs para coletar os medicamentos estornados, esses se deparam com a indisponibilidade das enfermeiras e técnicos para a coleta. Com isso, os medicamentos são deixados para serem coletados no dia seguinte. Em consequência, há o acúmulo de medicamentos (Figura 55) e na carga de trabalho dos técnicos da FC para o dia seguinte.

Figura 55 – Acúmulo de medicamentos a serem estornados de um dia para o outro, nas UIs do hospital



Já um exemplo positivo da manifestação da resiliência ocorreu durante a pandemia de Covid-19. Nesse período, diversos hospitais presenciaram faltas significativas de medicamentos sedativos e bloqueadores musculares para intubação de pacientes, assim como medicamentos destinados a dores e antibióticos. No hospital em questão, havia protocolos de substituições de medicamentos, principalmente os controlados. Com a

pandemia, alguns protocolos foram flexibilizados de forma a encurtar o processo de substituição para medicamentos similares.

4.3.2.5. Análise de riscos

4.3.2.5.1. Identificação, análise e priorização dos riscos

A identificação dos riscos ocorreu em paralelo às análises dos Rs anteriores. Foram identificados 45 riscos, avaliados conforme as dimensões de análise propostas. Primeiramente, foi avaliada a capacidade de um risco afetar outro risco (Tabela 20), resultando em um escore correspondente para cada risco, denominado CAR. Em seguida, os riscos foram avaliados com relação às dimensões de análise propostas, incluindo o escore CAR (Tabela 21).

Tabela 20 – Relacionamento entre os riscos

Risco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	Σ	
1 Atraso no abastecimento por causa da centralização dos pedidos num único técnico.	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
2 Falta do medicamento na Farmácia Central por causa dos empréstimos frequentes entre farmácias satélites.	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	8	
3 Atraso nas entregas de medicamentos pela CAF para a FC.	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	9	
4 Falta de medicamentos por demanda de farmacêutico, por exemplo quando ocorre alta autorizada com entrega de medicamentos ao paciente.	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	10		
5 Falta de medicamentos por alta demanda inesperada, no qual o ponto de pedido com base no consumo não consegue ajustar-se a tempo.	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	10	
6 Divergências no processo de contagem de medicamentos.	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	12		
7 Falta de medicamentos por divergência entre estoque físico e virtual.	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
8 Dispensação de medicamentos vencidos ocasionados pela mistura dos diferentes lotes, não atendendo ao FEFO.	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	9
9 Atraso na coleta de medicamentos na CAF gerando ligações excessivas dos técnicos da Farmácia Central para verificar o status do pedido.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10 Atraso nas dispensações ocasionados pelos excessos de recebimento de ligações telefônicas dos setores.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
11 Atraso na prescrição médica ou ausência de prescrição na troca de vigência.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12 Erros de triagem de medicamentos, afetando o tempo de execução das atividades de dispensação.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
13 Atraso na dispensação de medicamentos causado pelo tempo desprezado no sistema com muitos comandos diferentes (vários atalhos e sem manual que possa auxiliar na pesquisa).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
14 Divergências de nível de exigência de cada técnico da Farmácia Central, o que resulta em aceite de erros e, conseqüentemente, reclamação dos setores.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
15 Erros de dispensação causados por impaciência da equipe de enfermagem na busca rápida por medicamentos gerando pressão nos funcionários.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
16 Extravios de medicamentos, de sacola térmica, de maleta da quimioterapia por causa da falta de padronização do atendimento pelo balcão.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
17 Recusa/ demora na análise de dispensação pela falta de justificativa da equipe de enfermagem em relação aos motivos dos extravios.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
18 Atraso na entrega de medicamentos por causa de travamentos constantes no sistema de dispensação.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	
19 Indisponibilidade do tubo em transportar todos os tipos de materiais dispensados, o que acaba fazendo com que as unidades vão até o balcão buscá-los.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	
20 Atraso no atendimento para as unidades devido ao acúmulo de cápsulas no tubo.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	

Tabela 21 – Priorização dos riscos⁸

	Risco	Classificação				S				O	D	EF
		Ritmo	Rotina	Rota	Resiliência	PD	CF	AR	CAR	FA	DD	$(PD+CF+AR+CAR) \times FA \times DD$
	Riscos identificado / Avaliação das dimensões:											
45	Ineficiência do processo de estorno, resultando em acúmulo de carga de trabalho e falta de medicamentos para dispensação ágil.	X	X			6	8	8	18	10	3	1200
12	Erros de triagem de medicamentos, afetando o tempo de execução das atividades de dispensação.	X	X		X	7	5	5	3	10	5	1000
43	Divergência entre estoque físico e estoque virtual, impossibilitando a solicitação automática ou até mesmo dar falsa impressão de que existe medicamento no estoque físico e que não precisa ser solicitado.		X		X	8	3	4	6	5	7	735
34	Erros de dispensação pela falta de treinamento e padronização das atividades.		X			5	4	5	7	5	6	630
30	Erros de dispensação e troca de informações erradas entre técnicos por causa da falta de integração da equipe.		X		X	7	4	5	5	5	6	630
26	Erros de acuracidade do estoque no processo de contagem.		X			5	3	5	7	5	6	600
31	Atritos com outros setores e erros na dispensação por causa da grande variabilidade na execução das tarefas de dispensação tais como níveis de exigência e formas de dispensação.		X			5	3	4	10	4	6	528
6	Divergências no processo de contagem de medicamentos.		X			8	5	5	8	3	6	468
16	Extravios de medicamentos, de sacola térmica, de maleta da quimioterapia por causa da falta de padronização do atendimento pelo balcão.		X			2	2	3	11	5	5	450
17	Recusa / demora na análise de dispensação pela falta de justificativa da equipe de enfermagem em relação aos motivos dos extravios.		X			2	4	4	8	5	5	450
38	Queda na qualidade do atendimento por conta do aumento de trabalho / rotinas novas com o mesmo número de funcionários, ocasionando erros de dispensação.		X		X	5	3	3	7	5	5	450
32	Atraso em alguns processos por causa da concentração de informação em um único farmacêutico.		X			5	3	3	9	3	6	360
2	Falta do medicamento na Farmácia Central por causa dos empréstimos frequentes entre farmácias satélites.	X			X	5	1	2	7	4	6	360
14	Divergências de nível de exigência de cada técnico da Farmácia Central, o que resulta em aceite de erros e, conseqüentemente, reclamação dos setores.		X			4	5	5	3	5	4	340
22	Ausência de rastreabilidade para identificar quem levou o medicamento.			X	X	3	3	3	10	3	5	285
25	Erros de abastecimento dos estoques (medicamentos armazenados em locais errados).		X			3	3	1	8	3	6	270
42	Falta de medicamento nos boxes dos técnicos, provocando interrupção da atividade de dispensação.	X	X			2	1	1	5	4	6	216
4	Falta de medicamentos por demanda de farmacêutico, por exemplo quando ocorre alta autorizada com entrega de medicamentos ao paciente.	X				5	1	1	9	2	6	192

⁸ Em amarelo: processo de estornos ocupando a posição prioritária de análise de riscos.

Legenda: PD: potencial de dano ao processo ou ao cliente; CF: custo financeiro do impacto; AR: consumo ou alocação de recursos; CAR: capacidade de um risco afetar outro; FA: Frequência de acontecimentos; DD: grau de dificuldade de detecção do risco; EF: escore final.

3	Atraso nas entregas de medicamentos pela CAF para a FC.	X				5	1	2	2	3	6	180
5	Falta de medicamentos por alta demanda inesperada, no qual o ponto de pedido com base no consumo não consegue ajustar-se a tempo.	X	X		X	7	2	1	1	2	8	176
20	Atraso no atendimento para as unidades devido ao acúmulo de cápsulas no tubo.	X			X	4	2	4	16	6	1	156
8	Dispensação de medicamentos vencidos ocasionados pela mistura dos diferentes lotes, não atendendo ao FEFO.		X		X	4	3	2	3	2	6	144
37	Discordâncias entre os técnicos sobre o preenchimento da escala de atividades.		X			1	1	1	9	2	5	120
21	Erros de dispensação ou demora na dispensação por causa do ambiente tumultuado, com grande fluxo de pessoas constantemente.		X	X		4	2	4	12	5	1	110
15	Erros de dispensação causados por impaciência da equipe de enfermagem na busca rápida por medicamentos gerando pressão nos funcionários.	X			X	4	2	1	6	3	2	78
36	Indisponibilidade do farmacêutico sanar dúvidas dos técnicos por causa de falta de um local privativo.		X		X	4	3	3	0	7	1	70
23	Atraso nas dispensações de prescrições de pacientes internados em unidade com Pyxis que vão para Hemodiálise por causa dos diversos caminhos no sistema para adição de medicamentos.		X			1	1	2	10	5	1	70
41	Atraso no abastecimento e ressurgimento pela falta de padronização das rotas.			X		2	1	1	0	2	8	64
24	Atraso na procura de medicamentos no estoque por causa dos diversos locais de estoque.		X			3	3	4	2	5	1	60
9	Atraso na coleta de medicamentos na CAF gerando ligações excessivas dos técnicos da Farmácia Central para verificar o status do pedido.	X	X			2	1	1	9	2	2	52
39	Atraso no transporte das caixas de medicamentos pela falta de organização das caixas na CAF.		X		X	3	2	1	10	3	1	48
1	Atraso no abastecimento por causa da centralização dos pedidos num único técnico.	X	X			7	2	4	9	2	1	44
40	Erros de dispensação da quantidade de medicamentos pela CAF.	X	X			3	3	3	1	2	2	40
19	Indisponibilidade do tubo em transportar todos os tipos de materiais dispensados, o que acaba fazendo com que as unidades vão até o balcão buscá-los.	X			X	1	2	1	1	7	1	35
44	Quebra ou inutilização das cápsulas do tubo pneumático e, conseqüentemente, perda de medicamentos frágeis como ampolas e frascos.	X	X			3	1	1	3	4	1	32
27	Problemas ergonômicos nos técnicos devido ao layout dos boxes (altura das cadeiras, altura do computador, conforto e alcance dos bins).	X	X			1	1	1	10	2	1	26
10	Atraso no processo de dispensação por causa da utilização excessiva de celulares pelos técnicos.		X			1	1	1	3	2	2	24
13	Atraso na dispensação de medicamentos causado pelo tempo despendido no sistema com muitos comandos diferentes (vários atalhos e sem manual que possa auxiliar na pesquisa).	X	X			1	2	2	3	3	1	24
33	Desmotivação da equipe, principalmente nos novos colaboradores, por excesso de reclamações dos técnicos antigos, o que gera atrasos na execução das tarefas.		X			1	1	1	4	3	1	21
29	Falta de caixas de urgência a pronta entrega, resultando no atraso da dispensação de medicamentos e nos demais processos.		X		X	1	2	1	1	2	2	20
35	Atraso nas dispensações ocasionados pelo excesso de recebimento de ligações telefônicas dos setores.		X		X	2	1	1	1	4	1	20
18	Atraso na entrega de medicamentos por causa de travamentos constantes no sistema de dispensação.				X	1	2	2	5	2	1	20
7	Falta de medicamentos por divergência entre estoque físico e virtual.	X				3	2	2	1	1	2	16
11	Atraso na prescrição médica ou ausência de prescrição na troca de vigência.	X	X		X	1	1	1	9	1	1	12
28	Queda ao utilizar a escadinha para alcançar os medicamentos mais altos.		X			1	1	1	0	1	1	03

Dentre os 45 riscos identificados, 35 (77,8%) estavam relacionados à rotina, o que reflete a grande variabilidade nas atividades. Tais variabilidades estão relacionadas à falta de treinamento, falta de padronização de tarefas, dificuldades de acesso à informação e alta carga de trabalho. Por exemplo, o processo de estorno de medicamentos carece de padronização, o que contribui para perdas por expiração do prazo de validade, uso ineficiente de tempo e pessoal, bem como atrasos no ressurgimento dos *bins*.

Os Rs relacionados ao ritmo e a resiliência estão associados a 18 (40%) e 17 (37,8%) riscos, respectivamente. Quanto ao ritmo, os principais riscos estão ligados a flutuações de demandas, atrasos nos processos de dispensação e indisponibilidade de atendimento da CAF. Em relação à resiliência, o processo de triagem busca evitar que erros na prescrição médica interfiram na qualidade do serviço prestado ao paciente. Contudo, o processo de triagem em si pode ser comprometido, visto que os padrões associados ao mesmo estão dispersos e não são de fácil acesso, sendo disponibilizados somente em ambiente virtual. Além disso, a alta rotatividade de farmacêuticos na FC prejudica a concentração e padronização de informações, podendo aumentar a variabilidade da triagem. Essa rotatividade ocorre pois os 35 farmacêuticos executam regime de plantão por 3 horas semanais na FC como parte de suas atribuições contratuais.

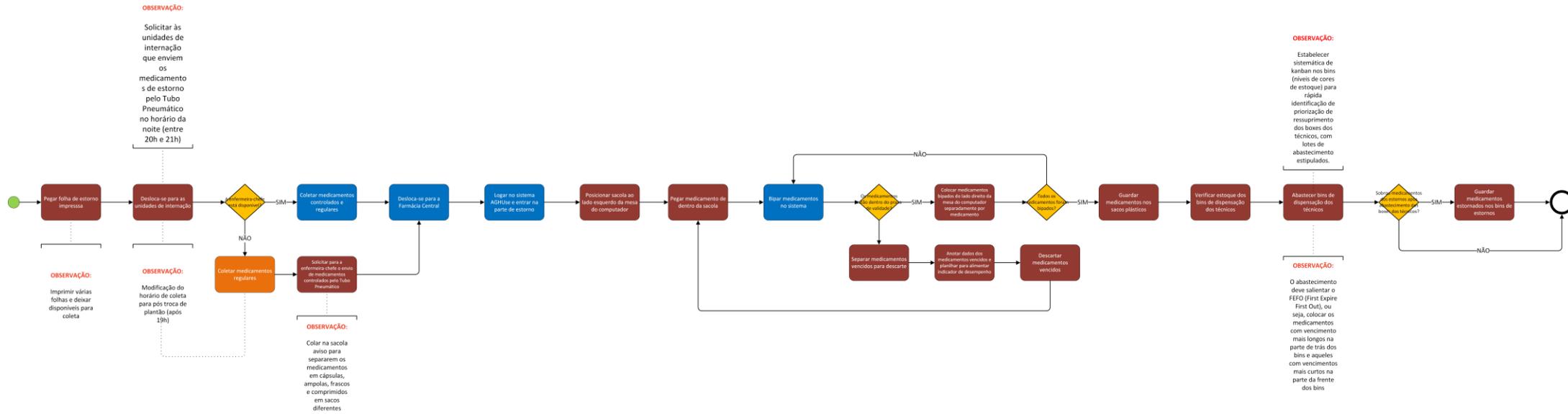
Já em relação à rota, três riscos (6,7%) foram identificados, ligados à rastreabilidade dos medicamentos nos fluxos internos, movimentação interna de pessoal em ambiente tumultuado e procura por rotas alternativas frente às limitações dos dispositivos de transporte. Por exemplo, há ausência de rastreabilidade na identificação das pessoas que coletam os medicamentos, interferindo na verificação de erros e dispensações posteriores.

4.3.3. Módulo 3: Verificação, monitoramento e controle das ações de melhoria

4.3.3.1. Proposição de melhorias e monitoramento das ações

Com base nos resultados das etapas anteriores, foram identificadas 59 ações de melhoria para combater os 45 riscos. Cinco dessas melhorias estão em fase de implementação e testes. Nessa seção, são apresentadas as ações de melhoria relacionadas à ineficiência do processo de estorno, visto que este obteve o escore de priorização mais alto, conforme a Tabela 21. Em relação à padronização das atividades de estorno realizada pelo técnico da FC, foi criado, testado e validado um novo procedimento (Figura 56).

Figura 56 – Fluxograma de processos do estono pós melhorias implementadas⁹

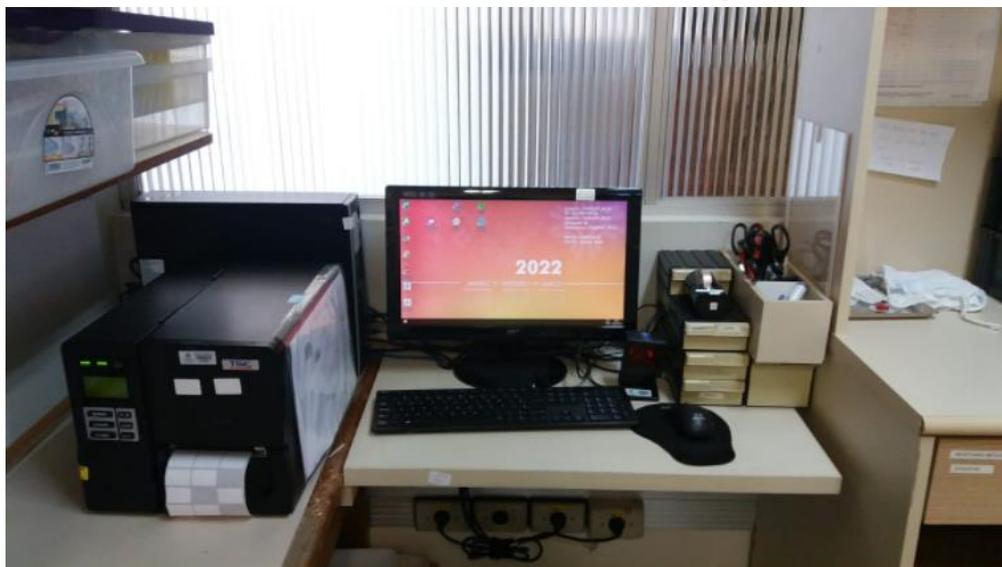


⁹ Legenda: em azul, as atividades que já eram executadas nos estornos antes da padronização; em marrom, as atividades foram revistas e padronizadas; em laranja: atividade sendo analisada para inclusão no fluxo; losangos laranjas, processos decisórios.

A padronização das atividades do processo de estorno contribuiu para a redução das variabilidades observadas, uma vez que cada técnico possuía um modo de executá-las. Além disso, o reprojeto das atividades mostrou ganhos em relação ao ritmo, visando melhorias no ressurgimento dos *bins* no momento da bipagem dos medicamentos. As folhas de coleta de estornos foram impressas em maior quantidade, evitando ter que imprimir no momento da coleta, resultando em ganhos de tempo na movimentação do técnico. Esse ganho de tempo contribuiu para as atividades de dispensação, que puderam ser realizadas com mais atenção, contribuindo para o ritmo de atendimento da demanda do paciente. Além disso, foi solicitado às UIs que enviem os medicamentos dos estornos pelo tubo pneumático entre 21h e 22h, caso o técnico não consiga coletá-los. Essa melhoria fez com que os estornos pudessem ser coletados no mesmo dia, e os dados de monitoramento pudessem ser confiáveis, resultando em benefícios ao evitar fluxos cruzados durante as rotas. Com isso, a capacidade de monitorar os estornos pôde ser aumentada, contribuindo para a resiliência. As coletas, que ocorriam durante as trocas de plantão das equipes médicas e de enfermagem, entre 19h e 20h, passaram a ocorrer após 20h, contribuindo para evitar desperdícios de movimentação com idas e vindas ao executar as rotas de coleta. As sacolas para transporte de medicamentos receberam adesivos com aviso para que as separações ocorram, assim como para orientar as equipes de enfermagem na correta separação. Assim, a gestão visual contribuiu para que desvios pudessem ser visualizados com maior clareza, contribuindo para a habilidade de aprender. Outras alterações estão relacionadas a mudanças de *layout* da estação de trabalho do técnico na área de estorno, que pode ser observado na Figura 55. Essas alterações contribuíram para que as atividades de estorno pudesse ser executada sem barreiras que prejudicassem a sua sequência, evitando desvios na sua execução.

Figura 57 – Reprojeto da estação de trabalho do processo de estorno

Acima: foi colocada a máquina de etiquetas ao lado do computador e liberada a bancada do lado esquerdo para separação pós bipagem. Antes a máquina de etiqueta ficava perto dos *bins* dos técnicos e a bancada ocupada por *kits* e materiais diversos; Abaixo: *bins* com estornos de medicamentos especiais, com problemas ou vencidos. Antes estavam localizados diversos *bins* de estoques de medicamentos de estornos.



A resiliência também se beneficiou da criação de um indicador para a taxa de estornos, calculados para cada UI (Figura 58). Esse índice permite verificar a taxa de estorno por medicamento por UI e, assim, traçar o perfil de medicamentos mais estornados em cada uma delas.

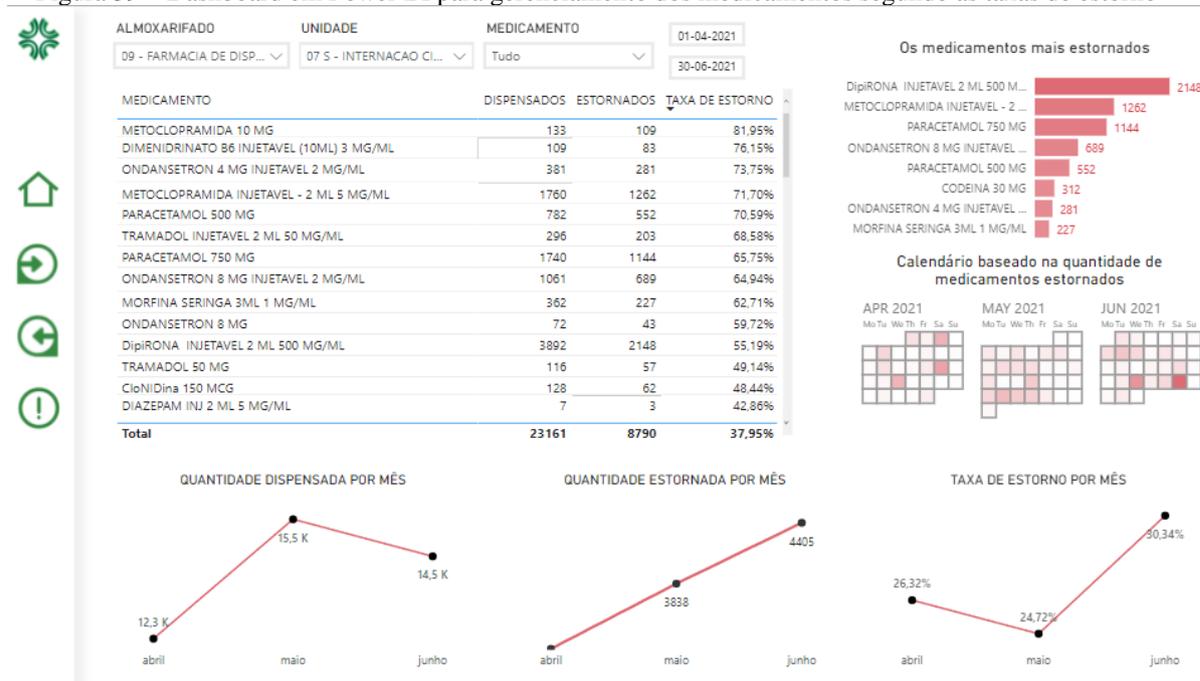
Figura 58 – Fórmula da taxa de estorno por UIs

$$\text{Taxa de estorno} = \left(\frac{\text{quantidade de medicamentos estornados por unidade de internação}}{\text{quantidade de medicamentos dispensados por unidade de internação}} \right) \times 100$$

Além disso, para um melhor gerenciamento dos índices e visualização das demandas e dos estornos, foi criada uma interface em Power BI para gestão dos dados de dispensação, estornos e taxas de estorno (Figura 59), contribuindo para a habilidade da FC de monitorar. Também é possível verificar as taxas de estornos por medicamento além da

filtragem por data. Um exemplo da unidade do 7º andar ala sul pode ser observado na Figura 59.

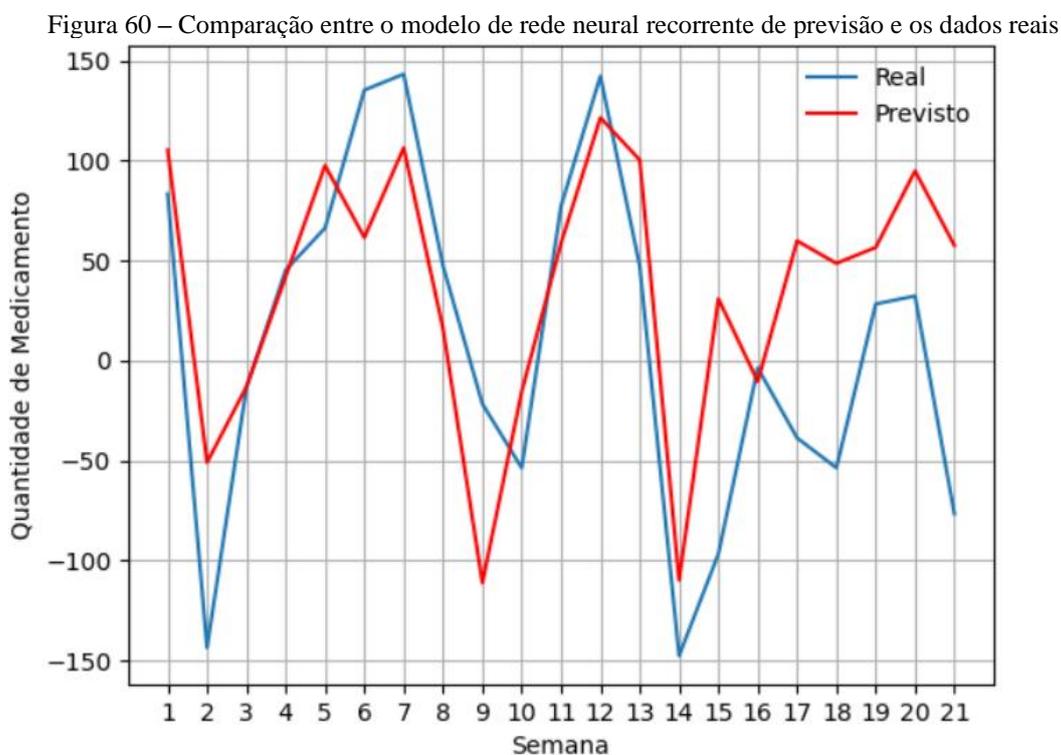
Figura 59 – Dashboard em Power BI para gerenciamento dos medicamentos segundo as taxas de estorno



É possível verificar, por exemplo, que no período de 01//04/2021 a 30/06/2021, a taxa de estorno do medicamento Metoclopramida 10mg foi de 81,95%. Assim, somente 24 unidades foram consumidas das 133 dispensadas. Com base nesses dados, estabeleceu-se um gatilho para que, inicialmente, os medicamentos com taxas de estornos mensais acima de 80% fossem transferidos para os dispensários eletrônicos nas UIs. Isso possibilitou a FC poder antecipar desvios e responder antes que algum evento adverso nos estornos ocorresse. Assim, com essas transferências, os medicamentos serão retirados dos dispensários no momento da sua administração, evitando reprocessamento na FC. Além disso, os estoques na FC não mais dispensarão esse tipo de medicamento.

Problemas ocultos foram descobertos com as análises dos indicadores, possibilitando a FC visualizar os problemas ocultos que estavam ocorrendo e, assim, aprender como lidar com eles. Por exemplo, na UI do 4º andar ala norte, o medicamento Bisacodil 5mg obteve uma taxa de estorno de 300% em abril, 200% em Maio e 300% em Junho. Como possível causa imediata dessas taxas maiores que 100% alguns medicamentos podem ter sido retirados dos dispensários eletrônicos e devolvidos para a FC. Além disso, é possível que medicamentos tenham sido emprestados de outras farmácias e posteriormente estornados para a FC. Em consequência desses problemas pode haver divergências entre o estoque físico e o virtual, bem como maior carga de trabalho para o técnico responsável pelo estorno. Outro

impacto dos estornos reside nos estoques. Devido às falhas apresentadas anteriormente, prejudicou-se significativamente a precisão do nível de ressuprimento e pontos de pedido dos medicamentos. O cálculo feito via sistema é bastante falho e constantemente modificado. Assim, contribuindo com a habilidade de antecipar, foi proposto um cálculo de previsão de demanda para as semanas seguintes, considerando os estornos. Obteve-se, portanto, um modelo que se ajustasse automaticamente ao consumo de medicamentos, através do uso de redes neurais recorrentes (RNR). O modelo foi executado para cada medicamento, levando em consideração as demandas no período analisado, retirados os estornos. Os resultados para o medicamento Dipirona 2ml 500mg/ml podem ser observados na Figura 60.



Para o monitoramento das ações e dos indicadores, bem como gerenciamento das informações, foi proposto um quadro de gestão à vista (Figura 61). Esse quadro será agregado às reuniões diárias para gerenciamento dos problemas e compartilhamento de informações. Essas reuniões serão curtas, de até 10 minutos, nas trocas de turnos entre os técnicos e líderes. O quadro contém os principais indicadores, utilizando gráficos, um formulário de controle das ações de melhorias, que serão delegadas à equipe de trabalho, bem como avisos importantes e planos de contingência para concentrar informações importantes ao longo do dia. Essa melhoria contribui para o monitoramento da rotina de atividades, os desvios que podem surgir ao longo das rotas e melhorar o tempo de resposta caso um evento adverso ocorra.

Figura 61 – Quadro de gestão à vista apoiando as reuniões diárias



Além disso, um quadro foi proposto para fornecer alertas sobre os erros mais comuns nas tarefas dos técnicos na FC (Figura 62). O quadro deve ser atualizado constantemente com a inclusão de adesivos em forma de etiquetas e fotos impressas, de forma a mostrar nas reuniões diárias as formas corretas a serem seguidas, contribuindo para a habilidade de aprender e evitando desvios na rotina de atividades por erro humano.

Figura 62 – Quadro Pode – Não Pode para alertar os erros

QUADRO PODE - NÃO PODE				
ITEM	PODE	EXEMPLO - PODE	NÃO PODE	EXEMPLO - NÃO PODE
Medicamentos de estorno	Estação dos estornos organizada e sem medicamentos em cima da bancada.		Estação de estornos desorganizada, com medicamentos deixados em cima das bancadas e dentro dos bins sem especificação.	
Transporte de medicamentos	Maleta térmica com medicamentos de geladeira corretamente fechada, conservando a temperatura dos medicamentos.		Maleta térmica aberta para acomodar maior quantidade de medicamentos, prejudicando a sua conservação.	
Cápsula do tubo pneumático	Acomodar os medicamentos, utilizando uma espuma em baixo e uma espuma em cima, como um sanduíche; Separar ampolas em sacos plásticos diferentes dos comprimidos e cápsulas; Fechar os sacos plásticos com um nó.		Colocar as duas espumas em baixo dos medicamentos; Não fechar os sacos plásticos corretamente; Deixar todos os medicamentos juntos no mesmo saco plástico.	

4.3.3.2. *Replicação das análises para demais fluxos*

A seleção do próximo fluxo ocorreu juntamente com a liderança da FC, resultando na escolha do fluxo da Farmácia Semi-Industrial (FSI) para a FC (Figura 20, fluxo vermelho). A FSI é responsável pela preparação das derivações farmacêuticas para pacientes pediátricos que tomam doses fracionadas dos comprimidos, diluídos em água; as soluções padrões consumidas no hospital; e dos saneantes como álcool em gel, álcool 70% e desinfetantes usados em todo o hospital; e cremes. Dois motivos foram elencados para seleção desse fluxo: os medicamentos provenientes desse setor tem um tempo de validade bastante reduzido, pois são ainda enviados para testes físico-químicos antes de serem enviados à FC; e cerca de 10% dos medicamentos dispensados pela FC são provenientes da FSI, sendo o segundo setor-fornecedor mais importante para a FC. Além disso, a pandemia da Covid-19 afetou a produção de sanitizantes, como os álcoois, sofrendo uma forte alta na demanda. Apesar de não ter provocado atrasos significativos de entrega de medicamentos para a FC, o setor foi fortemente influenciado pela demanda de sanitizantes, aumentando a carga de trabalho dos funcionários.

4.4. FASE 3: AVALIAÇÃO FINAL DA *FRAMEWORK*

A última fase tratou da avaliação do *framework* com os critérios de utilidade e usabilidade. A Tabela 22 mostra o resultado da avaliação sob o ponto de vista do líder da FC.

Tabela 22 – Resultados da avaliação final do *framework*

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	QUESTÕES NORTEADORAS PARA A AVALIAÇÃO	FONTES DE EVIDÊNCIA	RESULTADO DA AVALIAÇÃO
Utilidade	A <i>framework</i> contribui para a identificação de problemas/riscos na logística interna de materiais?	Nº de problemas / riscos identificados pelos aplicadores.	45 riscos.
	A <i>framework</i> possibilita a identificação de oportunidades de melhoria e formas de controle dos 5Rs (Rota, Ritmo, Rotina, Riscos e Resiliência)?	Nº de oportunidades de melhoria identificadas pelos aplicadores e formas de controle das ações frente a eventos adversos de ruptura no sistema-alvo.	Estudo de caso na área hospitalar: 49 oportunidades de melhorias ligadas aos 5Rs, sendo 5 em processo avançado de implementação. Dentre elas, 2 relacionada à rotina, impactando diretamente no ritmo; 1 relacionada à rota e 2 relacionadas à resiliência. Além disso, 2 ações em fase de estudo relacionadas à rotina e à resiliência.
Usabilidade	Em termos de tempo, a duração da aplicação do <i>framework</i> ocupou um tempo de aceitável/razoável? Houve fatores que influenciaram nesta dimensão? Quais, por que e quais as consequências para a execução do <i>framework</i> ?	Percepção dos aplicadores em relação ao tempo despendido e os fatores que influenciaram na execução do <i>framework</i>	O tempo foi razoável, levando em consideração as limitações devido à pandemia da Covid-19 e da quantidade de informações coletadas.
	Qual o nível de do aplicador do <i>framework</i> em relação ao tema (logística interna de materiais, lean, rota, ritmo, rotina, riscos e resiliência)?	O grau de conhecimento de <i>lean</i> , de riscos e resiliência do aplicador, deve ser o suficiente para que possa mapear o fluxo, bem como compreender todas as subetapas, resultando na identificação de oportunidades de melhoria e formas de controle	O grau de conhecimento em lean interferiu no processo de execução do <i>framework</i>, pressupondo um mínimo de conhecimento necessário para implantação, o que afetou o tempo de aplicação. A participação do pesquisador foi fundamental, combinada com a experiência das equipes da FC. Isso possibilitou o equilíbrio entre conhecimentos práticos e teóricos.
	Há a possibilidade de representantes das organizações de utilizar o método após a saída do pesquisador?	Opinião dos potenciais usuários/aplicadores a respeito da possibilidade de utilização do instrumento de auditoria	O líder relatou que a explicação das etapas no <i>framework</i> facilita a execução das análises, porém, exigindo um nível mínimo de conhecimento das ferramentas. Ainda foi relatado, que o método pode agregar valor não só para a FC como para os demais fluxos, otimizando os processos.

Foram identificados 45 riscos e, dentre eles, 49 oportunidades de melhorias baseadas nos 5Rs. Já em relação ao tempo de aplicação, esse foi significativamente afetado pela pandemia da Covid-19, resultando em: aumento da demanda por medicamentos e empréstimos entre farmácias; as mudanças nas rotas internas; as faltas de funcionários por doença, falecimento ou desligamento; os empréstimos de funcionários entre setores de emergência criados para conter a pandemia; e o aumento da carga de trabalho dos funcionários. Isso demandou esforço tanto dos funcionários como da gestão da FC, que culminou na indisponibilidade de execução do *framework* em diversos momentos, contribuindo para o aumento no tempo de aplicação.

Por fim, a opinião do líder da FC sobre a utilidade da aplicação do *framework* foi de que a *framework* possibilitou descobrir variabilidades nos processos e melhorar o fluxo de medicamentos no hospital, principalmente entre a FC e as UIs, apesar da dificuldade de coletar informações de diversos atores do processo e diversos setores e da falta de conhecimento básico em *Lean* para entendimento do método. O líder ainda relatou que nos cursos de Farmácia das universidades dificilmente são encontrados disciplinas voltadas para a gestão de fluxos e de processos, principalmente as fundamentadas sob a perspectiva do *Lean Healthcare*.

5. DISCUSSÕES

5.1. IMPLICAÇÕES DOS 5RS PARA O COMBATE ÀS PERDAS

A análise dos 5Rs pressupõe a distinção entre os fluxos principais, que agregam valor do ponto de vista do cliente e os fluxos secundários, que não agregam valor. Nesse sentido, seis das sete perdas propostas por Ohno (1998) estão relacionadas diretamente ao fluxo principal, quais sejam: a superprodução, o transporte, o superprocessamento, os estoques, os defeitos e espera (GHINATO, 2018). Como exemplo de perda por estoques, ligada ao fluxo principal no estudo empírico, podem ser citados os estoques mal dimensionados. A falta de padronização dos pontos de pedido era reflexo do sub e superdimensionamento dos estoques, contribuindo para a falta de medicamentos na FC, bem como nos pedidos de empréstimos de outros setores que possuíam os mesmos medicamentos. Já em relação à perda por defeito, no estudo empírico, observou-se que o uso de grampeadores para unir uma determinada quantidade de comprimidos provocava o rompimento das embalagens, o que resultava em inutilização de diversos medicamentos. Outro exemplo foi observado pela perda por superprocessamento ao executar novamente as bipagens para que os medicamentos sejam estornados, retornando para o estoque virtual da FC e, somente após isso, poder ressuprir os *bins* para dispensação dos medicamentos.

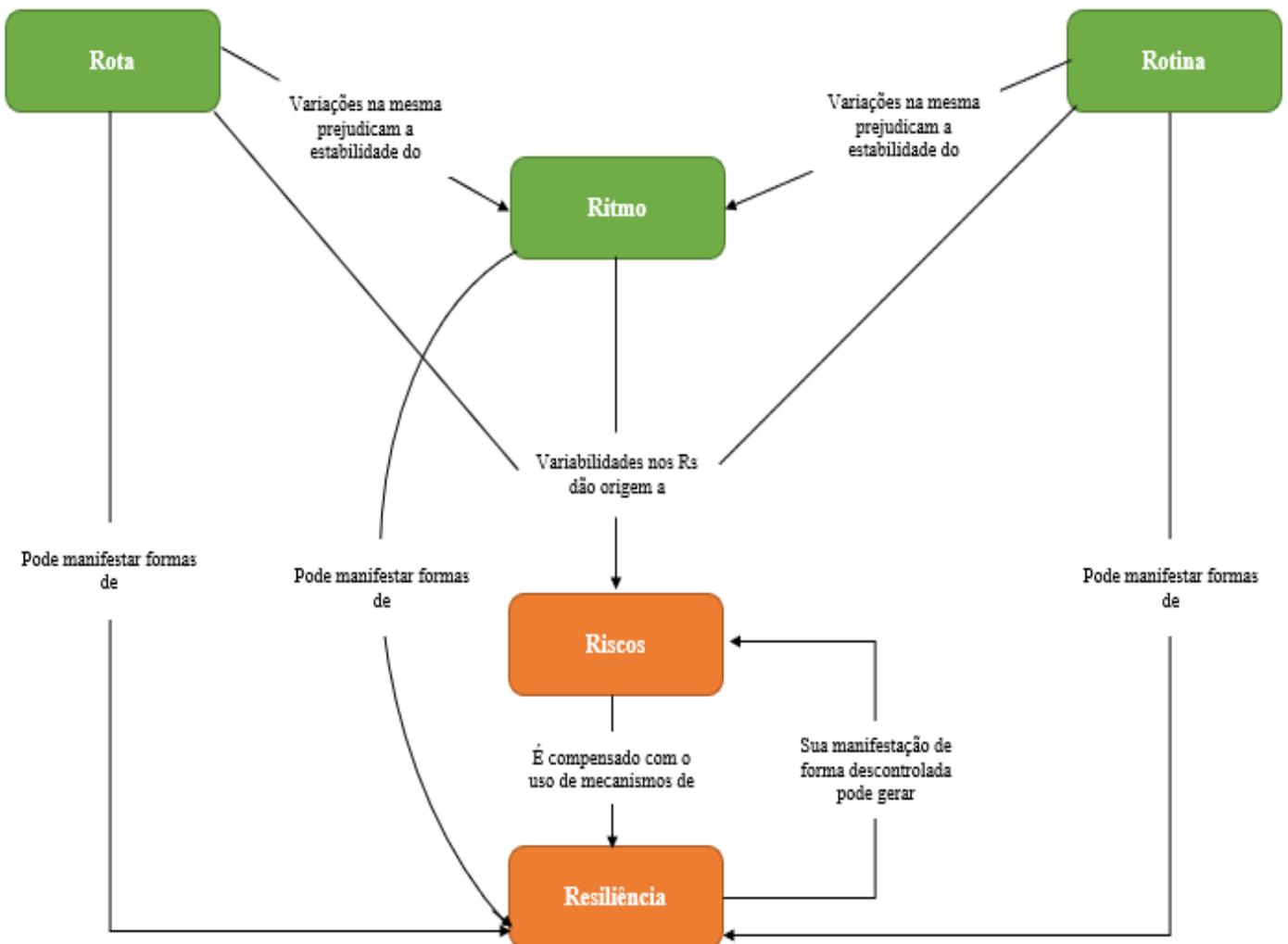
Apenas duas das perdas propostas por Ohno (1998), espera e movimentação, além da perda por talento, mencionada por Mahadewi *et al.* (2021) e Bruno (2017) se manifestam nos processos (GHINATO, 2018). Por exemplo, o estudo empírico apontou a movimentação excessiva do técnico para as coletas de medicamentos na CAF, seguindo rotas não padronizadas, assim como movimentações desnecessárias dentro do setor, prejudicando o ritmo de dispensação. Além desses exemplos, a grande quantidade de riscos (45) identificados no estudo empírico aponta o grande impacto dos 5Rs nas perdas. Também vale observar que, assim como os 5Rs estão relacionados entre si (ver seção seguinte), as perdas associadas aos mesmos também estão. De fato, alguns estudos (AKRAMI *et al.*, 2021; LEÓN; FARRIS, 2011) apontam que as perdas propostas por Ohno (1998) são fortemente interrelacionadas, sendo que a superprodução costuma ser considerada a desencadeadora das demais perdas. Evidências dessas relações entre as perdas foram obtidas na aplicação do *framework*, a partir da análise das associações entre os riscos, conforme Tabela 18, seção 2.4.2. Por exemplo, o técnico ao solicitar mais medicamentos da CAF do que o necessário na intenção de ter folgas nos estoques, provoca atrasos nas entregas dos demais medicamentos da CAF para a FC e para os demais setores, uma vez que demanda tempo

para produção de medicamentos desnecessariamente. Essa cadeia de perdas inicia com a falta de padronização dos pontos de pedido, que gera uma perda de superprodução por antecipação. Por sua vez, essa superprodução resulta e, em última instância, perda por validade do medicamento.

5.2. RELACIONAMENTOS ENTRE OS 5RS

A Figura 63 apresenta as relações mais salientes entre os 5Rs, conforme evidências obtidas no estudo empírico e apoiadas pela literatura.

Figura 63 – As relações entre os 5Rs na logística interna dos SSC



Os três Rs originalmente propostos por Gayer *et al.*, (2020), destacados em verde, na Figura 63, são provenientes principalmente da perspectiva *Lean*, enquanto a resiliência e os riscos, em laranja, advém da perspectiva da complexidade e da ER. Por exemplo, as rotas têm sido alvo de estudos fundamentados no *Lean*, por exemplo, no uso de *milk-run* (KILIC *et al.*, 2012). O *Lean* também é aplicado na padronização das rotinas. Por exemplo, Boettcher

et al., (2019) ao utilizaram a padronização das atividades para melhorar o desempenho da equipe de enfermagem de um hospital. Contudo, visto que todos os Rs estão interrelacionados, aqueles advindos do *Lean* possuem relevância sob a visão da complexidade/resiliência e vice-versa. Por exemplo, conforme apontado na Figura 63, as manifestações de resiliência ocorrem no Ritmo, Rotina e Rota. Um exemplo ligado às rotas, observado no estudo empírico, diz respeito ao uso de rotas alternativas usadas pelos movimentadores de materiais, quando os elevadores normalmente usados estão indisponíveis. Essas rotas alternativas são escolhidas pelos movimentadores conforme as circunstâncias do momento, sem obedecer a um plano de contingência pré-definido.

A Figura 63 também destaca o Ritmo como um R vulnerável às variabilidades na Rota e na Rotina. O ritmo ditado pela demanda do cliente é ressaltado em diversos estudos ao utilizar o *Takt Time* para monitorar o atendimento à demanda do cliente (IMPROTA *et al.*, 2018; ABDELHADI; SHAKOOR, 2014; ANDERSON *et al.*, 2014). O *Takt* é sensível a variabilidades diversas (TOMMELEIN *et al.*, 1999), inclusive aquelas ligadas aos processos logísticos. Nesse sentido, uma vez que as rotinas sejam padronizadas e controladas, as variabilidades correspondentes são reduzidas, impactando positivamente no ritmo de produção (LU; YANG, 2015). Um exemplo claro da redução da variabilidade no estudo de caso se deu com a padronização dos dias e horários do processo de estorno, bem como da padronização das atividades desse processo. Isso provocou uma diminuição no tempo diário necessário para executar as atividades de dispensação, aumentando o tempo líquido operacional para as mesmas e, conseqüentemente, contribuindo para o atendimento do ritmo demandado pelo cliente. A otimização das rotas através do estabelecimento de menores distâncias, menos cruzamentos e contrafluxos, assim como melhor dimensionamento dos corredores e *layout* interno, também contribuiu para o atendimento do ritmo demandado pelo cliente (QIAOYI, 2018; KARVONEN *et al.*, 2017; OHLMANN *et al.*, 2008). Entretanto, no empírico, observou-se que o fluxo de coleta, transporte e abastecimento da FC pelo técnico não seguia uma rota padronizada, fazendo-o mudar constantemente o percurso face a indisponibilidade ou demora dos elevadores. Por sua vez, isso aumentava o lead time de ressurgimento e, conseqüentemente, o atendimento ao ritmo demandado. Segundo Damián *et al.*, (2019), a falta de estabelecimento de rotas otimizadas por onde os materiais devem fluir corresponde a um erro de flexibilização do sistema logístico interno significativo.

Além disso, variabilidades no ritmo de atendimento da demanda provocam riscos substanciais. Por exemplo, a pandemia da Covid-19 aumentou a demanda por sedativos e

bloqueadores neuromusculares, o que impactou significativamente no *Takt Time*. Com isso, aumentou o risco de falta de medicamentos, que impactou em diversos outros riscos, como por exemplo os atrasos nas entregas de medicamentos da CAF para a FC, os empréstimos frequentes de outros setores para a FC, o atraso nas coletas de medicamentos, dentre outros. No estudo empírico, a análise de riscos possibilitou estudar as causas dos riscos, bem como priorizá-los e criar ações de melhorias.

Contudo, é importante que os Rs ligados aos riscos e à resiliência refletem o fato de que a variabilidade não pode ser completamente eliminada de sistemas sociotécnicos complexos. A resiliência, conforme Hollnagel (2017) se manifesta na antecipação, monitoramento, resposta e aprendizagem a partir das variabilidades ou riscos na Figura 63, essas quatro implicações são condensadas sob a expressão compensação. Por exemplo, no estudo empírico, ações de melhorias no estudo dos estornos, tais como o uso de gestão visual em *dashboards* e métodos de previsão de demanda baseados em RNRs permitiram aumentar a capacidade de monitorar do sistema. Essas melhorias contribuíram para o estabelecimento de gatilhos de transferência de medicamentos dos estoques da FC para os dispensários eletrônicos, aumentando a capacidade de antecipar e responder os riscos. Entretanto, a resiliência em si também pode ser uma fonte de riscos, especialmente quando ela decorre de ações de sem planejamento prévio e que podem resolver problemas no curto prazo, embora criem perigos latentes que podem provocar resultados indesejados no longo prazo ou aleatoriamente. Em outras palavras, as manifestações informais de resiliência, especialmente, possuem uma natureza ambígua, resolvendo problemas e criando outros. Isso ocorre, por exemplo, quando o técnico, utilizando de sua experiência, modifica os pontos de pedido de medicamentos à CAF, levando a semana anterior como referência a sua experiência de 20 anos no setor. As eventuais imprecisões das estimativas do técnico costumavam ser compensadas por pedidos de empréstimos de medicamentos dos setores à FC. No entanto, isso pode ocasionar falta de medicamentos em outros setores, que por sua vez podem implicar em pedidos de empréstimos à FC, caracterizando um círculo vicioso.

6. CONCLUSÕES

A fim de preencher a lacuna de pesquisa apresentada no capítulo de Introdução, foi estabelecido o seguinte objetivo principal: como analisar a logística interna de hospitais, sob as perspectivas da PE e da complexidade? Como resultado, foi proposta um *framework* de análise, que enfatiza cinco Rs (Ritmo, Rotina, Rota, Resiliência e Riscos). Esse é o primeiro trabalho, no conhecimento dos autores, que aborda simultaneamente esses 5Rs, bem como explicitamente caracteriza e analisa a logística interna hospitalar como um sistema complexo. O *framework* foi concebida por meio de uma revisão sistemática da literatura e entrevistas com especialistas *Lean*, resultando em três módulos principais, quais sejam: (i) a delimitação de escopo; (ii) a análise dos 5Rs em profundidade; e (iii) proposição de melhorias, monitoramento e replicação das análises. O objetivo específico (a), que trata das relações entre os 5Rs na logística interna, foi atingido com o estudo de caso, bem como a criação de um modelo conceitual. Esse modelo destaca o Ritmo como vulnerável às variabilidades de Rotina e Rota, além das manifestações de resiliência ligadas a esses três Rs. Já o objetivo específico (b), que trata da proposta de um indicador para priorização de riscos na logística interna, foi atingido com a criação de uma fórmula modificada do FMEA original, consistindo de subdivisões da dimensão de severidade, quais sejam: o potencial de dano ao processo ou cliente, o custo financeiro do impacto, o consumo ou alocação de recursos e os impactos que um risco pode provocar em outro. Esse último item foi introduzido objetivando considerar o efeito de ressonância relatado por Hollnagel (2006). As dimensões de frequência e grau de dificuldade de detecção do risco foram mantidas tais como os originais da ferramenta.

Embora a aplicação do *framework* tenha sido realizada somente no fluxo de medicamentos de uma instituição hospitalar, os módulos do método podem, em princípio, ser aplicados em outros setores, tais como manufatura, serviços e construção civil. De fato, a aplicação do *framework* em outros tipos de organizações parece factível, uma vez que os 5Rs são relevantes para sistemas produtivos em geral. Contudo, mesmo que a lógica do método seja aplicável a outros segmentos, podem ser necessárias adaptações que reflitam a realidade de cada SSC. Por exemplo, pode ser útil a análise dos Planos de Produção para Cada Peça (PPCPs) que são usados nas indústrias de manufatura e não são comuns em instituições hospitalares. Outra adaptação provável decorre do conhecimento em *Lean* dos aplicadores. Em instituições hospitalares, são bastante escassos funcionários que tenham

domínio de ferramentas *Lean* para melhoria de processos, o que pode aumentar o tempo de aplicação do método, exigindo treinamentos.

Dentre as limitações dessa pesquisa, que se tornaram visíveis após o estudo empírico, pode ser citado que a *framework* em sua versão atual não permite explorar as relações entre fluxos principais (por exemplo, os impactos do fluxo de medicamentos na interação com o fluxo do paciente). Além disso, o R relativo a resiliência não foi explorado em profundidade utilizando métodos específicos da ER, tais como análise da atividade dos trabalhadores, verificando as variabilidades e os fatores contextuais envolvidos.

Por fim, com base nesse estudo, foram identificadas algumas oportunidades para estudos futuros, quais sejam:

- a) Realizar o estudo em outros SSC como indústrias de manufatura e construção civil, a fim de verificar o comportamento dos 5Rs e como suas relações podem variar de acordo com o sistema de análise selecionado;
- b) Desenvolvimento de um método que estude os impactos financeiros dos 5Rs nos sistemas, incluindo no *framework* um 6º R, responsável pela Rentabilidade, buscando analisar as perdas e ganhos dos 5Rs;
- c) Validar a *framework* em outros fluxos hospitalares, identificando lacunas e similaridades no estudo de caso proposto nessa dissertação;
- d) Investigar quais os níveis e pontos de equilíbrio das folgas na logística interna, tanto em termos de cognição, recursos, tempo, pessoal e tecnologias;
- e) Investigar as interações entre diferentes fluxos, analisando os impactos dessas interações na eficiência geral da logística interna;
- f) Investigar como as tecnologias da indústria 4.0 podem influenciar na eficiência dos fluxos logísticos, impactando nos 5Rs (por exemplo, o uso de AGVs, de ferramentas avançadas de *Big Data*, *E-Kanban*, entre outras).

REFERÊNCIAS

ABDELHADI, A. Investigating emergency room service quality using lean manufacturing. **International journal of health care quality assurance**, 2015.

ABHILASH, B. T. et al. Reliability assessment of induction motor drive using failure mode effects analysis. **IOSR J. Electr. Electron. Eng. (IOSR-IEEE)**, v. 6, n. 6, p. 32-36, 2013.

ACHANGA, P. et al. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of manufacturing technology management**, 2006.

ADAMI, C. O que é complexidade?. **BioEssays**, v. 24, n. 12, pág. 1085-1094, 2002.

ADEBANJO, D. et al. Key enablers of industry 4.0 development at firm level: Findings from an emerging economy. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2021.

AGIGI, A.; NIEMANN, W.; KOTZE, T. Supply chain design approaches for supply chain resilience: A qualitative study of South African fast-moving consumer goods grocery manufacturers. **Journal of Transport and Supply Chain Management**, 1–15, 2016.

AGUIAR, D. C.; SALAMON, V. A. P.; MELLO, C. H. P. An ISO 9001-based approach to process FMEA implementation in the Brazilian automotive industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 32(6), 589-602, 2014.

AL OWAD, A.; KARIM, M. A.; MA, L. Integrated Lean Six Sigma approach for patient flow improvement in hospital emergency department. In: **Advanced Materials Research. Trans Tech Publications Ltd**, 2014. p. 1893-1902.

ALDRIDGE, J., R., TAYLOR, J., DALE, B., G. The Application of Failure Mode and Effects Analysis of an Automotive Components Manufacturer, In: **International Journal Quality Reliability Management**, v. pp8, 1991, 44-56, 1991.

ALTAY, N.; RAMIREZ, A. Impact of disasters on firms in different sectors: Implications for supply chains. **Journal of Supply Chain Management**, 46 (4), 59–80. 2010.

ANTONIUK, I. et al. Methodology of design and optimization of internal logistics in the concept of Industry 4.0. **Transportation Research Procedia**, v. 55, p. 503-509, 2021.

ARUNAGIRI, P.; GNANAVEL BABU, A. Implementation of lean manufacturing system in bogie assembly in railway coach factory. **Applied Mechanics and Materials**, Vol. 248, pp. 511-515, 2013.

AVLONITIS, G. J. “Project dropstrat: what factors managers consider in deciding whether to drop a product?”. **European Journal of Marketing**, v. 27, pp4, 35-57, 1993.

AYERS, J. B. Handbook of supply chain management. **CRC Press**, 2000.

BAGHERY, M.; YOUSEFI, S.; REZAEE, J. M. Risk measurement and prioritization of auto parts manufacturing processes based on process failure analysis, envelope range data analysis and gray relational analysis. In: **Springer Science Business Media New York**, 2016. Disponível em: <DOI 10.1007/s 10845-016-1214-1>. Acessado em: 18 de novembro de 2020.

- BAYRAKTAR, E.; DEMIRBAG, M.; KOH, S. L.; TATOGLU, E.; ZAIM, H. A causal analysis of the impact of information systems and supply chain management practices on operational performance: evidence from manufacturing SMEs in Turkey. **Int J Prod Econ**, 122(1):133–149, 2009.
- BERGQVIST, R.; MONIOS, J. The last mile, inbound logistics and intermodal high-capacity transport-the case of Jula in Sweden. **World Review of Intermodal Transportation Research**, v. 6, n. 1, p. 74-92, 2016.
- BODDY, C. R. Sample size for qualitative research. **Qualitative Market Research**, 19(4), 426-432, 2016.
- BOZARTH, C. C.; DE GUERRA, D. P.; FLYNN, B. B.; FLYNN, E. J. The impact of supply chain complexity on factory performance. **J Oper Manag**, 2009; 27:78–93. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2008.07.003>>. Acesso em: 5 de maio de 2021.
- BRAITHWAITE, J., CLAY-WILLIAMS, R., NUGUS, P., PLUMB, J. Health care as a complex adaptive system. In: Hollnagel, E., Braithwaite, J., Wears, R.L. (Eds.), **Resilient Health Care**. Ashgate Publishing, Ltd., Farnham, Surrey, UK, 2013.
- BRAITHWAITE, J. et al. Complexity science in healthcare. **Sydney: Australian Institute of Health Innovation, Macquarie University**, 2017.
- BRAUN, R. et al. Proposal for requirements driven design science research. In: **International Conference on Design Science Research in Information Systems**. Springer, Cham, 2015. p. 135-151.
- BRAUN, V.; CLARKE, V. (Mis) Conceptualising themes, thematic analysis, and other problems with Fugard and Potts’ (2015) sample-size tool for thematic analysis. **International Journal of Social Research Methodology**, 19(6), 739-743, 2016.
- BRITTON, C. R. et al. COVID-19 preparedness and response at a large UK major trauma operating theatres department. **Journal of Perioperative Practice**, v. 30, n. 7-8, p. 210-220, 2020.
- BURGANOVA, N. et al. Optimisation of Internal Logistics Transport Time Through Warehouse Management: Case Study. **Transportation Research Procedia**, v. 55, p. 553-560, 2021.
- CARVALHO, C. P.; CARVALHO, D.S.; SILVA, M. B. Value stream mapping as a lean manufacturing tool: a new account approach for cost saving in a textile company. **Int. J. Oper. Prod. Manage.** 7(1), 1, 2018.
- CASTELLS, M. Materials for an exploratory theory of the network society. **British Journal of Sociology**, v. 51, n. 1, p. 5–24, 2000.
- CAPRA, F. Complexity and life. **Emergence**, v. 4, n. 1-2, p. 15-33, 2002.
- CEDERGREN, A. A Case Study of Challenges Facing the Design of Resilient Socio-technical Systems. In: **Resilience Engineering in Practice, Volume 2**. CRC Press, 2016. p. 141-154.

CHAKRABORTY, S.; GONZALEZ, J. A. An integrated lean supply chain framework for US Hospitals. **Operations and Supply Chain Management: An International Journal**, 2018.

CHAKRABARTI, A. A course for teaching design research methodology. **AIEDAM (Artif. Intell. Eng. Des. Anal. Manuf.)**, 24 (1), 317–334. 2010.

CHANGSEN, Z. Study on the Layout Planning of Logistics Park Using SLP. In: **2010 3rd International Conference on Information Management**, Innovation Management and Industrial Engineering. IEEE, 2010. p. 352-354.

CHEN, Y.; HUO, J. Integrated Optimization and Cost Allocation of Lean Inbound Logistics for the Auto Manufacturer. **Journal of Industrial Engineering and Engineering Management**, p. 03, 2012.

CHÍAS, P.; ABAD, T. Green hospitals, green healthcare. **International Journal of Energy Production and Management**, v. 2, n. 2, p. 196-205, 2017.

CHRISTOPHER, M. Logistics and Supply Chain Management. **2nd edn (London, UK, Financial Times, Prentice Hall)**. 1998.

CHRISTOPHER, M. Logistics and Supply Chain Management - Creating Added Value. Redes, 3ª edição. **Pearson Education Limited**, Harlow, Reino Unido, 2005.

CHRISTOPHER, M.; LEE, H. Mitigate supply chain risk through greater trust. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 34, No. 5, pp. 388-396, 2004.

CHUANG, S.; OU, J. C.; MA, H. P. Measurement of resilience potentials in emergency departments: Applications of a tailored resilience assessment grid. **Safety Science**, v. 121, p. 385–393, 2020.

CHRISTOFFERSEN, K.; WOODS, D. D. Como os sistemas humanos-máquina complexos falham: colocando o “erro humano” no contexto. In: **Manual de Ergonomia Ocupacional**, 1999.

CILLIERS, P. Knowing complex systems. **Managing Organisational Complexity: Philosophy, Theory, Application, IAP, Connecticut**, p. 7-19, 2005.

CILLIERS, P. Complexity and postmodernism: Understanding complex systems. **Routledge**, Londres, 2002.

CILLIERS, P. Complexity and Postmodernism: Understanding Complex Systems. **Routledge**, Londres, 1998.

CIMELLARO, G. P.; MALAVISI, M.; MAHIN, S. Factor analysis to evaluate hospital resilience. **ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems**, Part A: Civil Engineering, v. 4, n. 1, p. 04018002, 2018.

CONSELHO DOS PROFISSIONAIS DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS (CSCMP). Supply Chain Management. **Definitions and Glossary**, 2021. Disponível em

<<https://cscmp.org/supply-chain-management-definitions>>. Acesso em: 3 de dezembro de 2021.

COSTA, F. H. O. et al. Achieving organisational resilience through inbound logistics effort. **British Food Journal**, 2019.

COSTELLA, M. F. Método de avaliação de sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho (MASST) com enfoque na engenharia de resiliência. [s.l.] **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2008.

CRAIGHEAD, C. W.; J. BLACKHURST, M. J.; RUNGTUSANATHAM, R. B. Handfield. 2007. The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities. **Decision Sciences**, 38: 131–156, 2007.

DALY, A. et al. The Use of Lean Six Sigma for Improving Availability of and Access to Emergency Department Data to Facilitate Patient Flow. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 21, p. 11030, 2021.

DALY, A. et al. Using a Combined Lean and Person-Centred Approach to Support the Resumption of Routine Hospital Activity following the First Wave of COVID-19. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 5, p. 2754, 2022.

DAMIÁN SANZ, M.; YAGÜE-FABRA, J. A.; GRACIA, R. M. Use of Lean techniques in health care in Spain to improve involvement and satisfaction of workers. **The International Journal of Health Planning and Management**, v. 34, n. 1, p. e274-e290, 2019.

DE CICCIO, F.; FANTAZZINI, M. L. Tecnologias consagradas de gestão de riscos: riscos e probabilidades. São Paulo: **Risk Tecnologia**, 2003.

DEHNING, B.; RICHARDSON, V. J.; ZMUD, R. W. The financial performance effects of IT-based supply chain management systems on manufacturing companies. **Journal of Operations Management**, vol. 25 No. 4, pp. 806-824, 2007.

DENYER, D.; TRANFIELD, D.; VAN AKEN, J. E. Developing design propositions through research synthesis. **Organization Studies**, 29, 393– 413. 2008.

DE OLIVEIRA, A. V. et al. Improvement of the Logistics Flows in the Receiving Process of a Warehouse. **Logistics**, v. 6, n. 1, p. 22, 2022.

DE SOUZA, R. V. B.; CARPINETTI, L. C. R. An FMEA-based approach to prioritizing waste reduction in lean implementation. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 1(4), 346-366, 2014.

DEVADASAN, S. R.; MUTHU, S.; SANSÃO, R. N.; SANKARAN, R. A. Total failure mode design and effects analysis programmer. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 20(5), 551-568, 2003.

DISCONZI, C. M. D. G.; SAURIN, T. A. Design for resilient performance: Concept and principles. **Applied Ergonomics**, v. 101, p. 103707, 2022.

- DOBSON, G.; SEIDMAN, A.; TILSON, V.; FROIX, A. Configuring surgical instrument trays to reduce costs. **IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering**, 5(4), 225–237. 2015.
- DOMINGO, R. et al. Materials flow improvement in a lean assembly line: a case study. **Assembly automation**, 2007.
- DURBIN, J. E. et al. Continuous improvement of patient flow efficiency through lean implementation: Technology and a case study. **The Journal of Medical Practice Management: MPM**, v. 34, n. 1, p. 48-51, 2018.
- DUTTA, R.; CHOWDHURY, S.; SINGH, K. K. IoT-based healthcare delivery services to promote transparency and patient satisfaction in a corporate hospital. In: **Machine Learning and the Internet of Medical Things in Healthcare**. Academic Press, 2021. p. 135-151.
- EL-JARDALI, F. et al. Patient safety culture in a large teaching hospital in Riyadh: baseline assessment, comparative analysis and opportunities for improvement. **BMC health services research**, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2014.
- ELMARAGHY, H.; ALGEDDAWY, T.; SAMY, S. N.; ESPINOZA, V. A model to assess the structural complexity of the layout of manufacturing systems. **J Manuf Syst** 2014, 33:51–64. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.05.012>>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.
- ELMARAGHY, H. et al. Product variety management. **Cirp Annals**, v. 62, n. 2, p. 629-652, 2013.
- EMDE, S.; BOYSEN, N. Optimally locating in-house logistics areas to facilitate JIT-supply of mixed-model assembly lines. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 1, p. 393-402, 2012.
- FAIRBANKS, R. J et al. Resilience and resilience engineering in health care. **Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety**, v. 40, n. 8, p. 376–383, 2014.
- FAIZAL, U. M. et al. Optimization of inbound vehicle routes in the collection of bio-medical wastes. **Materials Today: Proceedings**, v. 45, p. 692-699, 2021.
- FEIBERT, D. C.; ANDERSEN, B.; JACOBSEN, P. Benchmarking healthcare logistics processes—a comparative case study of Danish and US hospitals. **Total Quality Management & Business Excellence**, 30(1–2), 108-134, 2019.
- FISCHER, G. J. Beyond "couch potatoes": From consumers to designers. In **Computer Human Interaction**, 1998. Proceedings. 3rd Asia Pacific (pp. 2-9). IEEE. 1998.
- FLORICEL, S.; MICHELA J. L.; PIPERCA, S. Complexity, uncertainty reduction strategies and project performance. **Int J Proj Manag** 2016; 34:1360–83. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.11.007>>. Acesso em: 27 de maio de 2020.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. Confiabilidade e manutenção industrial. **Rio de Janeiro: Campus**, 2009.

FRAGAPANE, G. I. et al. An agent-based simulation approach to model hospital logistics. **Int J Simul Model**, v. 18, n. 4, p. 654-665, 2019.

FUGARD, A.; POTT, H. Supporting thinking on sample sizes for thematic analyses: a quantitative tool. **International Journal of Social Research Methodology**, 18(6), 669-684, 2015.

FYLAN, B. et al. Gaps, traps, bridges and props: a mixed-methods study of resilience in the medicines management system for patients with heart failure at hospital discharge. **BMJ open**, v. 9, n. 2, p. e023440, 2019.

GACENGA, F. et al. A proposal and evaluation of a design method in design science research. **Electronic Journal of Business Research Methods**, v. 10, n. 2, p. pp89-100-pp89-100, 2012.

GAGLIANO, A. et al. COVID-19 epidemic in the middle province of Northern Italy: impact, logistics, and strategy in the first line hospital. **Disaster medicine and public health preparedness**, v. 14, n. 3, p. 372-376, 2020.

GAO, T.; GURD, B. Organizational issues for the lean success in China: exploring a change strategy for lean success. **BMC Health Services Research**, 19(66), 1-11, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s12913-019-3907-6> PMid:30678663>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

GASPAR, F.; LEAL, F. A methodology for applying the shop floor management method for sustaining lean manufacturing tools and philosophies: a study of an automotive company in Brazil. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2020.

GAYER, B. D. et al. Analysis of hospital flow management: the 3 R's approach. **Production**, v. 30, 2020.

GHINATO, P. Tópicos Especiais em Engenharia de Produção – Sistemas Lean Porto Alegre, RS: UFRGS. **Apostila da Disciplina de Tópicos Especiais**, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, UFRGS. 2016.

GHINATO, P. Gestão de fluxo: a essência da gestão de operações Lean. In **VIII Congresso de Sistemas Lean – Em Busca da Excelência do Fluxo de Valor**, Florianópolis: UFSC. 2018.

GIUNIPERO, L. C.; BRAND, R. R. Purchasing's role in supply chain management, **International Journal of Logistics Management**, 7, (1), pp. 29–38, 1996.

GOODRIDGE, D.; WESTHORP, G.; ROTTER, T.; DOBSON, R.; BATH, B. Lean and leadership practices: development of an initial realist program theory. **BMC Health Services Research**, 15(1), 1-1, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s12913-015-1030-x> PMid:26345184>. Acesso em: 15 de junho de 2020.

GOH, M.; LIM, J. Y. S.; MENG, F. A stochastic model for risk management in global supply chain networks. **European Journal of Operational Research**, 182 (2007), 164–173.

GREDAL, P.; PANYI, Z.; KINRA, A.; KOTZAB, H. What hinders the implementation of the supply chain risk management process into practice organizations? In M. Freitag, H.

- Kotzab, & J. Pannek (Eds.), Dynamics in Logistics. Lecture Notes in Logistics (pp. 151-161). Cham: **Springer International Publishing**, 2017.
- GUDEHUS, T.; KOTZAB, H. Comprehensive logistics. **Berlin Heidelberg: Springer**. 2012.
- GUEST, G.; BUNCE, A.; JOHNSON, L. How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. **Field Methods**, 18(1), 59-82, 2006.
- GUPTA, T.; DUTTA, S. Analysing Materials Handling Needs in Simultaneous Engineering. **International Journal of Operations & Production Management**, vol. 14 No. 9, pp. 68-82, 1994.
- HADDAD, M. G. et al. Case study of lean in hospital admissions to inspire culture change. **Engineering Management Journal**, v. 28, n. 4, p. 209-223, 2016.
- HALLIKAS, J.; KARVONEN, I.; PULKKINEN, U.; VIROLAINEN, V. M.; TUOMINEN, M. Risk Management Processes in Supplier Networks. **International Journal of Production Economics**, 90: 47–58, 2004.
- HALLIKAS, J.; VIROLAINEN, V. M.; TUOMINEN, M. Analysis and risk assessment in network environments: a dyadic case study. **International Journal of Production Economics**, Vol. 78 No. 1, pp. 45-55, 2002.
- HAKEN, H. Information and Self-Organization: a macroscopic approach to complex systems. **Springer: Berlin**, 2006.
- HAKES, C. Total quality management: the key to business improvement. **Springer Science & Business Media**, 1991.
- HARNESS, D. R.; MACKAY, S. Product delete: a financial services perspective. **International Journal of Bank Marketing**, Vol. No15. pp1, 4-12, 1997.
- HARNESS, D. R.; MARR, N. E.; GOY, T. The identification of weak products revisited. **The Journal of Product and Brand Management**, Vol. No7. pp4, 319-335, 1998.
- HARRIS, A.; HARRIS, M.; CHRIS, M. Methods for Improving Materials Management. **Physician Leadership Journal**, v. 6, n. 4, 2019.
- HE, J. et al. Demand for hospital emergency departments: a conceptual understanding. **World journal of emergency medicine**, v. 2, n. 4, p. 253, 2011.
- HENDRICK, H. W.; KLEINER, B. M. Macroergonomics: Theory, Methods, and Applications. **London**, 2002.
- HENDRICKS, K. B.; SINGHAL, V. R. An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm. **Production and Operations Management**, 14 (1), 35–52. 2005.
- HERRMANN, T et al. Designing health care that works—Socio-technical conclusions. In: **Designing Healthcare That Works**. Academic Press, 2018. p. 187-203.

- HEVNER, A.; CHATTERJEE, S. Design science research in information systems. In: **Design research in information systems**. Springer, Boston, MA, 2010. p. 9-22.
- HEVNER, A. A three-cycle view of design science research. *Scand. J. Info. Syst.* 19 (1), 87–92. 2007.
- HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design Science In Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28, 75–105. 2004.
- HOLLNAGEL, E. Coping with complexity: Past, present and future. *Cognition, Technology and Work*, v. 14, n. 3, p. 199–205, 2012.
- HOLLNAGEL, E. Epilogue: RAG—the resilience analysis grid. In: **Resilience engineering in practice**. CRC Press, 2017. p. 275-296.
- HOLLNAGEL, E. Epilogue: RAG – the resilience analysis grid. In: Hollnagel, E., Paries, J., Woods, D.D. (Eds.) **Resilience Engineering in Practice**. Surrey: Ashgate. Epilogue, 2011b.
- HOLLNAGEL, E. How resilient is your organisation? An introduction to the Resilience Analysis Grid (RAG). *Sustainable Transformation: Building a Resilient Organization*, p. 1–6, 2010.
- HOLLNAGEL, E. RAG-The Resilience Analysis Grid. *Resilience Engineering in Practice: A Guidebook*. **Ashgate Publishing Limited**, Farnham, Surrey, pp. 275–296, 2011.
- HOLLNAGEL, E. *Resilience engineering in practice: A guidebook*. **Ashgate Publishing, Ltd.**, 2013.
- HOLLNAGEL, E. *Safety-II in practice: developing the resilience potentials*. **Routledge**, 2017.
- HOLLNAGEL, E. *Safety-I and Safety-II The Past and Future of Safety Management*. **London**. 2014.
- HOLLNAGEL, E. The scope of resilience engineering. In: Hollnagel, E., Paries, J. and Woods, D.D. (Eds.) **Resilience Engineering in Practice**. Surrey: Ashgate. Prologue, 2011a.
- HOLLNAGEL, E. Why is work-as-imagined different from work-as-done?. In: **Resilient health care**, Volume 2. CRC Press, 2017. p. 279-294.
- HOLLNAGEL, E.; BRAITHWAITE, J.; WEARS, R. L. (Eds.). **Resilient Health Care**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2013.
- HOLLNAGEL, E.; GOTEMAN, O. The functional resonance accident model. **Proceedings of cognitive system engineering in process plant**, v. 2004, p. 155-161, 2004.
- HOLLNAGEL, E; WOODS, D. D. *Joint cognitive systems: Foundations of cognitive systems engineering*. **CRC press**, 2005.
- HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D. *Joint Cognitive Systems: Fundamentals of Cognitive Systems Engineering*. **Taylor & Francis/CRC**, Boca Raton, 2005.

- HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D.; LEVESON, Nancy (Ed.). Resilience engineering: Concepts and precepts. **Ashgate Publishing**, Ltd., 2006.
- HOLMSTRÖM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A. Bridging practice and theory: A design science approach. **Decision Sciences**, 40, 65– 87. 2009.
- HUANG, L. et al. Regional logistics demand forecasting: a BP neural network approach. **Complex & Intelligent Systems**, p. 1-16, 2021.
- IVANOV, D.; SOKOLOV, B. Control and system-theoretic identification of the supply chain dynamics domain for planning, analysis, and adaptation of performance under uncertainty. **European Journal of Operational Research**, 224(2), 313-323. 2013.
- IVANOV, D.; SOKOLOV, B.; DOLGUI, A. The Ripple effect in supply chains: trade-off, efficiency-flexibility-resilience. In disruption management. **International Journal of Production Research**, 52(7), 2154-2172. 2014.
- IVANOV, D. Lean resilience: AURA (Active Usage of Resilience Assets) framework for post-COVID-19 supply chain management. **The International Journal of Logistics Management**, 2021.
- IVARI, J. A paradigmatic analysis of information systems as a design science. **Scandinavian J. Inf. Syst.** 19 (5), 1–23. 2007.
- JEYARAMAN, P. et al. Internal Logistics Optimization in the Assembly Line Using Lean Techniques. In: **Recent Advances in Manufacturing**, Automation, Design and Energy Technologies. Springer, Singapore, 2022. p. 731-739.
- JOHNSON, A.; BALVE, P.; NAGARUR, N. An investigation of internal logistics of a lean bus assembly system via simulation: a case study. **International Journal of Industrial Engineering**, v. 19, n. 1, 2012.
- JONSSON, P. Logistics and Supply Chain Management. **McGraw-Hill Education**, Maidenhead, Reino Unido, 2008.
- KANAGANAYAGAM, K.; MUTHUSWAMY, S.; DAMODARAN, P. Lean methodologies to improve assembly line efficiency: An industrial application. **International Journal of Industrial and Systems Engineering**, v. 20, n. 1, p. 104-116, 2015.
- KARABACAK, B. E SOGUKPINAR, I. ISRAM: método de análise de risco de segurança da informação. **Computadores e Segurança**, Vol. 24 No. 2, pp. 147-159, 2005.
- KARANDE, P., CHAKRABORTY, S. Material handling equipment selection using weighted utility additive theory. **J. Ind. Eng.** 2013 (1), 1–10. 2013.
- KARTNIG, G.; GRÖSEL, B.; ZRNIC, N. Past, state of the art and future of intralogistics in relation to megatrends. **FME Transactions**, Vol. 40 No. 4, pp. 193-200, 2012.
- KARVONEN, S.; LEHTO, M.; ELO, J. Patient flow analysis: planning a new surgery unit. **British Journal of Healthcare Management**, v. 18, n. 2, p. 96-102, 2012.

KARVONEN, S. et al. The elimination of transfer distances is an important part of hospital design. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, v. 10, n. 3, p. 142-151, 2017.

KEKKONEN, P. et al. Rational and participative task allocation between the nursing staff and the logistics support service provider in healthcare. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, v. 28, n. 3, p. 117-129, 2018.

KERN, D.; MOSER, R.; HARTMANN, E.; MODER, M. Supply Risk Management: Model Development and Empirical Analysis. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 42: 60–82, 2012.

KHLIE, K.; SERROU, D.; ABOUABDELLAH, A. The impact of Lean-logistics and the information system on the information flow management within the healthcare supply chain. In: **2016 11th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA)**. IEEE, 2016. p. 1-5.

KLEINDORFER, P. R.; SAAD, G. H. Managing disruption risks in supply chains. **Production and Operations Management**, 14 (1), 53–68, 2005.

KHORASANI, S. T.; CROSS, J.; MAGHAZEI, O. Lean supply chain management in healthcare: a systematic review and meta-study. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2020.

KHORRAM-MANESH, A. et al. Current perspectives and concerns facing hospital evacuation: The results of a pilot study and literature review. **Disaster medicine and public health preparedness**, p. 1-9, 2021.

KREJCI, L.; SCHINDLEROVA, V.; BUCKO, M.; HLAVATY, I.; MIČIAN, M. (2019). The Application of PFMEA for Roller Bearings Production. **Manufacturing Technology**, 19. 439-445, 2019.

KREJCI, L.; SCHINDLEROVA, V.; BUCKO, M.; HLAVATY, I. (2018). Application of an FMEA Process for Welding. In: Metal 2018. Conference proceedings: versão revisada: **27th International Conference on Metallurgy and Materials**: 23-25 de maio de 2018. Ostrava: Tanager, 2018, pp. 1145-1150. ISBN 978- 808729484-0.

KRITCHANCHAI, D.; SUWANDECHOCHAI, R. Supply chain management in health sector in Thailand: a case study. **International Journal of Services, Economics and Management**, v. 2, n. 2, p. 211-224, 2010.

KOHN, L. T. et al. Errors in health care: a leading cause of death and injury. In: **To err is human: Building a safer health system**. National Academies Press (US), 2000.

KROES, P. Experiments on socio-technical systems: The problem of control. **Science and engineering ethics**, v. 22, n. 3, p. 633-645, 2016.

KUMAR, D.; SINGH, S. K.; SHARMA, K. Implementation of lean in continuous industry: a case study (steel industry). **Journal of Engineering Research and Applications**, v. 4, p. 05-12, 2014.

- LAMBERT, D. M. The Eight Essential Supply Chain Management Processes. **Supply Chain Management Review**, Vol. 8, No. 6, pp. 18-27. 2004.
- LAMBERT, D.; MARTHA, M.; Cooper, C.; JANUS, D. Pagh. Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. **International Journal of Logistics Management**, Vol. 9, No. 2, pp. 1-20. 1998.
- LAWSON, B.; PHIRI, M. Hospital design. Room for improvement. **The health service journal**, v. 110, n. 5688, p. 24-26, 2000.
- LEE, E. K. et al. Transforming hospital emergency department workflow and patient care. **Interfaces**, v. 45, n. 1, p. 58-82, 2015.
- LEE, L. S.; FIEDLER, K. D.; SMITH, J. S. Radio frequency identification (RFID) implementation in the service sector: A customer-facing diffusion model. **International Journal of Production Economics**, v. 112, n. 2, p. 587-600, 2008.
- LI, Y.; ZOBEL, C. W. Exploring supply chain network resilience in the presence of the ripple effect. **International Journal of Production Economics**, v. 228, p. 107693, 2020.
- LIJESH, K. P.; MUZAKKIR, S. M.; HIRANI, H. Failure Mode and Effect Analysis of Passive Magnetic Bering. In: Análise de falha de engenharia, Vol. Pp 62,2016, 1- 20, 2016. ISSN 13506307.
- LINKOV, I. et al. Changing the resilience paradigm. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 6, p. 407-409, 2014.
- LIPSITZ, L. A. Understanding health care as a complex system: The foundation for unintended consequences. **JAMA**. 2012; 308(3):243-244.
- LJUNGBERG; D.; LUNDH, V. Resilience Engineering within ATM - Development, adaption, and application of the Resilience Analysis Grid (RAG). Tese de doutorado. **Department of Science and Technology Linköping University**, Sweden. Disponível em: < <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:694400/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em: 19 de junho de 2020.
- LOLLI, F.; GAMBERINI, R.; RIMINI, B.; PULGA, F. A revised FMEA applied to a blow molding process. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 33(7), 900-919, 2016.
- LOWREY, S. J. When hospitals merge: Are you up to it?. **Nursing Management**, v. 38, n. 8, p. 49-51, 2007.
- LU, J.; YANG, T. Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 8, p. 2285-2305, 2015.
- LUMMUS, R. R.; KRUMWIEDE, D. W.; VOKURKA, R. J. The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition. **Industrial management & data systems**, 2001.

MAIJALA, R.; ELORANTA, S.; REUNANEN, T.; IKONEN, T. S. Successful implementation of lean as a managerial principle in health care: a conceptual analysis from systematic literature review. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, 34(2), 134-146, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S0266462318000193> PMid:29642955>. Acesso em: 19 de junho de 2020.

MANN, S. N. et al. A Prescription for Resilience: Evaluating a Measure of Leader Resilience in Hospital Pharmacy Departments. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 63, n. 8, p. 686-695, 2021.

MAO, Z. et al. Milk-run routing problem with progress-lane in the collection of automobile parts. **Ann. Oper. Res.**, v. 291, n. 1, p. 657-684, 2020.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, 15, 251–266 (1995).

MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J. Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers. Boston: **Lean Enterprise Institute**, 2003.

MARODIN, G. A.; SAURIN, T. A. Classification and relationships between risks that affect lean production implementation: a study in Southern Brazil. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2015.

MARODIN, G. A.; ECKERT, C. P.; SAURIN, T. A. Advancing on the implementation of lean internal logistics: difficulties and results on the case of an automotive manufacturing company. **Journal of Lean Systems**, 2012.

MARQUES, A. et al. Integrated planning of inbound and outbound logistics with a Rich Vehicle Routing Problem with backhauls. **Omega**, v. 92, p. 102172, 2020.

MARRIOTT, B.; GARZA-REYES, J. A.; SORIANO-MEIER, H.; ANTONY, J. An integrated methodology for prioritizing improvement initiatives in low-volume, high-integrity product manufacturing organizations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 24(2), 197-217, 2013.

MANSON, N. Is operations research really research? **Orion**, 22 (2), 155–180, 2006.

MAO, X. et al. A scoping review of resilience scales of adults to develop a prototype disaster resilience tool for healthcare rescuers. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 49, p. 101678, 2020.

MATHAISEL, D. F. X. A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul (MRO) enterprise. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2005.

MATTSSON, S. A.; JONSSON, P. Produktions logistik (em sueco). **Studentlitteratur**, Lund, Suécia, 2003.

MARTICHENKO, R. No Entendimento da Logística Lean. **Transporte Mundial**, 2009. Disponível em: <<http://www.ltdmngmt.com/mag/understandingleanlogistics.htm>>. Acesso em: 7 de julho de 2020.

- MENTZER, J. T.; FLINT, D. J. Validity in Logistics Research. **Journal of Business Logistics**, v. 18, n. 1, p. 199-216, 1997.
- MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J.S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACHARIA, Z. G. What is supply chain management. In Mentzer, J.T. (Ed.), **Supply Chain Management**, Sage, Thousand Oaks, CA, pp. 1-25. 2001.
- MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACHARIA, Z. G. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, 22(2), 1–25. 2002.
- MENTZER, J. T. Uma abordagem de eficiência/eficácia para análise de desempenho logístico. **Jornal de Logística Empresarial**, vol. 12 No. 1, pp. 33-62, 1991.
- MEYER, V. J.; PASCUCCI, L.; MURPHY, J. P. Implementing strategies in complex systems: Lessons from Brazilian hospitals. **Brazilian Administration Review BAR**, 9(Special Issue), 19-37. 2012.
- MORAES, G. Sistemas de gestão de riscos: princípios e diretrizes – ISO 31/2009 comentários e ilustrações. Rio de Janeiro: **Gerenciamento Verde Consultoria – GVC**, 2010.
- MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZIAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis: the PRISMA statement. **PLoS Med**, v. 6, n. 7, p. e1000097. 2009.
- MOONS, K.; WAEYENBERGH, G.; PINTELON, L. Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains—a literature study. **Omega**, v. 82, p. 205-217, 2019.
- MOOSAVI, J.; HOSSEINI, S. Simulation-based assessment of supply chain resilience with consideration of recovery strategies in the COVID-19 pandemic context. **Computers & Industrial Engineering**, v. 160, p. 107593, 2021.
- MOREL, G.; CHAUVIN, C. Towards a new state of resilience for the socio-technical system of the sea fishing industry. In: **Francia: Proceeding del Symposium International of Industrial Resilience**. 2006.
- MORSE, M. J. Data were saturated... **Qual. Health Res**, 25, 587–588, 2015. Disponível em:<doi: 10.1016/1053-4822(91)90011-Z>. Acesso em: 9 de Agosto de 2020.
- MOSADEGHRAD, A. M.; MOJBAFAN, A. Conflict and conflict management in hospitals. **International journal of health care quality assurance**, 2019.
- MOURATO, J. et al. Improving internal logistics of a bus manufacturing using the lean techniques. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2020.
- MUNHALL, P. Revisioning Phenomenology. New York, NY: **National League for Nursing Press of New York**, 1994. Disponível em:<doi: 10.1177/1049732315576699>. Acesso em: 9 de Agosto de 2020.

MURRELL, K. L.; OFFERMAN, S. R.; KAUFFMAN, M. B. Applying lean: implementation of a rapid triage and treatment system. **Western Journal of Emergency Medicine**, v. 12, n. 2, p. 184, 2011.

MYERSON, P. Lean supply chain and logistics management. New York: **McGraw-Hill**, 2012.

NAINAAR, D.; MASSON, J. Uma Investigação sobre Gestão de Tecnologia para Criar Vantagem Competitiva Sustentável na Indústria de Bebidas de Bens de Consumo Rápido (Fmcg). **Revista Europeia de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2018.

NIELSEN, J. Usability engineering. **Elsevier**. 1994.

NORRMAN, A.; JANSSON, U. Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Vol. 34, No. 5, pp. 434-456, 2004.

NOBLE, J. S.; TANCHOCO, J. M. A. Design justification of material handling systems. *Material Flow Systems in Manufacturing*. JMA Tanchoco. Londres, Reino Unido, Chapman & Hall, pp 54-72, 1994.

NUNAMAKER, J. R.; JAY, F.; CHEN, M.; PURDIN, T. D. M. Systems development in information systems research. **Journal of management information systems**, v. 7, n. 3, p. 89-106, 1990.

OHLMANN, J. W.; FRY, M. J.; THOMAS, B. W. Route design for lean production systems. **Transportation Science**, v. 42, n. 3, p. 352-370, 2008.

OHNO, T. Toyota Production System: Beyond large-scale production. **Productivity Press**, Portland, Oregon, 1988.

OHNO T. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Grande Escala. **3º. Ed Barcelona: Gestão 2000**; 1991.

OLAVARRIETA, S. E ELLINGER, A. E. Resource-based theory and strategic logistics research. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, vol. 27 No. 9/10, pp. 559-587, 1997.

OOKALKAR, A. D.; JOSHI, A. G.; OOKALKAR, D. S. A melhoria da qualidade em hemodiálise é um processo utilizando FMEA. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 26(8), 817-830, 2009.

ORLANDO, B. et al. The disruption of the international supply chain: Firm resilience and knowledge preparedness to tackle the COVID-19 outbreak. **Journal of International Management**, p. 100876, 2021.

OTHMAN, S. B.; AJMI, I.; QUILLIOT, A. Collaborative Workflow for Patient Pathway Modeling at Pediatric Emergency Services. In: **Logistics Engineering and Health**. Elsevier, 2016. p. 111-138.

PAPALEXI, M.; BAMFORD, D.; DEHE, B. (2016). A case study of kanban implementation within the pharmaceutical supply chain. **International Journal of Logistics Research and**

Applications, 19(4), 239-255, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/13675567.2015.1075478>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

PASCUCCI, L.; MEYER, V. J. Estratégia em Contextos Complexos e Pluralísticos. **Revista de Administração Contemporânea**, 17(5), 536-555. 2013.

PATRIARCA, R. et al. An analytic framework to assess organizational resilience. **Safety and Health at Work**, v. 9, n. 3, p. 265–276, 2018.

PAULSON, U. Developing a supply chain flow risk model. In: **Proceedings of the NOFOMA 2005 Conference**, Copenhagen, 9–10.

PERROW, C. Normal accidents: living with high-risk technologies. New Jersey: **Princeton University Press**, 1999.

PERROW, C. Normal accidents. **Princeton university press**, 2011.

PERROW, C. The limits of safety: the enhancement of a theory of accidents. **Journal of Contingencies and Crisis**, v. 2, n. 4, p.212-220, 1994.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. (2007). A Design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, 24(3), 45-77. Disponível em: <doi:10.2753/MIS0742-1222240302>. Acesso em: 1 de novembro de 2021.

PINTO, C. F. et al. Access improvement using lean healthcare for radiation treatment in a public hospital. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 46, n. 24, p. 247-253, 2013.

PIRKKALAINEN, H. Dealing with emergent design science research projects in IS. In: **At the Vanguard of Design Science: First Impressions and Early Findings from Ongoing Research**, DESRIST 2015. Dublin, Ireland, 20-22 May. DESRIST 2015, 2015. p. 61-68.

POHJOSENPERÄ, T.; KOMULAINEN, H. Getting closer by increasing distance: the dynamics of value creation spheres in health care logistics. **Journal of Business & Industrial Marketing**, 2020.

PONOMAROV, S. Y.; HOLCOMB, M. C. Understanding the concept of supply chain resilience. **The international journal of logistics management**, 2009.

PRAHARSI, Y. et al. The application of Lean Six Sigma and supply chain resilience in maritime industry during the era of COVID-19. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2021.

Pringle, J. W. S. Sobre o paralelo entre aprendizagem e evolução. **Comportamento** 3, 1951.

PRIES-HEJE, J.; BASKERVILLE, R.; VENABLE, J. Soft design science research: Extending the boundaries of evaluation in design science research. In: **Proceedings from the 2nd International Conference on Design Science Research in IT (DESRIST)**. 2007. p. 18-38.

PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P.; DE LA FUENTE, D. A decision support system to apply Failure Mode and Effects Analysis. **The International Journal of Quality & Reliability Management**; ;19,2002.2.

QUINN, F. Risky business. **Supply Chain Management Review**, 10 (4), 5, 2006.

RAMASESH R. V.; BROWNING, T. R. A conceptual framework for dealing with knowable unknowns in project management. **J Oper Manag** 2014; 32:190–204. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2014.03.003>>. Acesso em: 9 de novembro de 2020.

RAPPORT, F. et al. A mobile methods pilot study of surgical spaces: Fit for purpose? Organisational productivity and workforce wellbeing in workspaces in hospital (FLOURISH). **British Medical Centre Health Services Research**, v. 20, n. 1, p. 1–15, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12913-020-4938-8>>. Acesso em: 14 de novembro de 2021.

RAHANI, A. R.; AL-ASHRAF, M. Production flow analysis through value stream mapping: a lean manufacturing process case study. **Procedia Engineering**, v. 41, p. 1727-1734, 2012.

RAIS, A. et al. Optimization of logistics services in hospitals. **International Transactions in Operational Research**, v. 25, n. 1, p. 111-132, 2018.

RATNANINGTYAS, D. D.; SURENDRO, K. Information quality improvement model on hospital information system using six sigma. **Procedia Technology**, v. 9, p. 1166-1172, 2013.

RATICK, S.; MEACHAM, B.; AOYAMA, Y. Locating backup facilities to enhance supply chain disaster resilience. **Growth and Change**, v. 39, n. 4, p. 642-666, 2008.

REGATTIERI, A. et al. An innovative procedure for introducing the lean concept into the internal drug supply chain of a hospital. **The TQM Journal**, 2018.

REGATTIERI, A.; BARTOLINI, A.; CIMA, M.; FANTI, M. G.; LAURITANO, D. An innovative procedure for introducing the lean concept into the internal drug supply chain of a hospital. **The TQM Journal**, 30(6), 717-731, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/TQM-03-2018-0039>>. Acesso em: 7 de junho de 2020.

REMBOLD, B. F.; TANCHOCO, J. M. A. An integrated framework for the design of material flow systems. **Material Flow Systems in Manufacturing**, JMA Tanchoco. Londres, Reino Unido, Chapman & Hall, pp 3-53, 1994.

RICHTER, A.; LEYER, M.; STEINHÜSER, M. Workers united: Digitally enhancing social connectedness on the shop floor. **International Journal of Information Management**, v. 52, p. 102101, 2020.

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

RIGHI, A. W.; SAURIN, T. A. Complex socio-technical systems: characterization and management guidelines. **Applied ergonomics**, v. 50, p. 19-30, 2015.

- RITCHIE, B.; BRINDLEY, C. Supply chain risk management and performance: A guiding framework for future development. **International Journal of Operations & Production Management**, 2007.
- ROCHA, I. J. A.; DE VASCONCELOS, C. R. Lean healthcare implications in an occupational medicine clinic. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2021.
- RODRÍGUEZ, A. L.; ÁLVAREZ, J. P.; LÓPEZ, I. Discrete event simulation in the design of a jackets nodes robotized welding workshop. In: **Proceedings of the 2020 Summer Simulation Conference**. 2020. p. 1-12.
- ROMERO, A; LEFEBVRE, E. Combining barcodes and RFID in a hybrid solution to improve hospital pharmacy logistics processes. **International Journal of Information Technology and Management**, v. 14, n. 2-3, p. 97-123, 2015.
- ROMME, A. G. L. Making a difference: Organization as Design. **Organization Science**, v. 14, n. 5, p. 558-573, 2003.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. Interaction design: beyond human-computer interaction. **John Wiley & Sons**. 2011.
- RUTNER, S. M.; LANGLEY, C. J. Logistic Value: Definition, Process and Measurement. **The International Journal of Logistics Management** 11 (2000) 2, pp. 73–82.
- SAJA, A. M. A. et al. A critical review of social resilience assessment frameworks in disaster management. **International journal of disaster risk reduction**, v. 35, p. 101096, 2019.
- SALWEI, M. E. et al. Role network measures to assess healthcare team adaptation to complex situations: the case of venous thromboembolism prophylaxis. **Ergonomics**, v. 62, n. 7, p. 864-879, 2019.
- SANTANA, R. et al. The demand for hospital emergency services: trends during the first month of COVID-19 response. **Portuguese Journal of Public Health**, v. 38, n. 1, p. 30-36, 2020.
- SANTOS, D M. C; SANTOS, B. K.; SANTOS, C. G. Implementation of a standard work routine using Lean Manufacturing tools: A case Study. **Gestão & Produção**, v. 28, 2021.
- SANTOS, M. B. The Integration of Six Sigma and Lean Manufacturing. In: **Lean Manufacturing and Six Sigma-Behind the Mask**. IntechOpen, 2019.
- SARAVANAN, V.; NALLUSAMY, S.; BALAJI, K. Lead time reduction through the execution of a lean tool to increase productivity in small industries. **Revista Internacional de Pesquisa de Engenharia na África**. Publicações Trans Tech, p.116-127, 2018.
- SARKER, M. N. I. et al. Disaster resilience through big data: Way to environmental sustainability. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, p. 101769, 2020.
- SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. (2012). Research methods for business students (6th ed.). London: **Pearson Education**.

SAUNDERS, J.; JOBBER, D. Product replacement: strategies for simultaneous product delete and launch. **Journal of Product Innovation Management: An International Publication of The Product Development and Management Association**, Vol. No11. pp5, 433-450, 1994.

SAURIN, T. A. et al. The design of scenario-based training from the resilience engineering perspective: A study with grid electricians. **Accident Analysis & Prevention**, v. 68, p. 30-41, 2014.

SAURIN, T. A.; GONZALEZ, S. S. Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: Case study of a control room in an oil refinery. **Applied ergonomics**, v. 44, n. 5, p. 811-823, 2013.

SAURIN, T. A.; WERLE, N. J. B. A framework for the analysis of slack in socio-technical systems. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 167, n. December 2016, p. 439-451, 2017.

SAWHNEY, R.; SUBBURAMAN, K.; SONNTAG, C.; RAO, P.; RAO, V.; CAPIZZI, C. A modified FMEA approach to increase the reliability of lean systems. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 27(7), 832-855, 2010.

SCHINDLEROVA, V., SAJDLEROVA, I. Wear of the Material Flow Influence Tool. In: **Advances in Science and Technology research Journal**, 2017, ano 11, número 161 - 1,165.

SCHMIDTKE, N. et al. Technical potentials and challenges within internal logistics 4.0. In: **2018 4th International Conference on Logistics Operations Management (GOL)**. IEEE, 2018. p. 1-10.

SCHULTZ, A. L. Integrating lean and visual management in facilities management using design science and action research. **Built Environment Project and Asset Management**, 2017.

SCHVANEVELDT, S. J. Environmental performance of products: benchmarks and tools for measuring improvement. **Benchmarking: An International Journal**, Vol. No10. pp2, 137-152, 2003.

SIEMIENIUCH, C. E.; SINCLAIR, M. A. Integração de sistemas. **Ergonomia Aplicada** 37, 2006.

SEIN, M. K.; HENFRIDSSON, O.; PURAO, S.; ROSSI, M.; LINDGREN, R. Action design research. **MIS quarterly**, (2011), 37-56.

SENNA, P. et al. A systematic literature review on supply chain risk management: is healthcare management a forsaken research eld?. Benchmarking: **International Journal**. 2020.

SIMON, H. A. The sciences of the artificial. **MIT press**, 2019.

SIM, K. L.; ROGERS, J. W. Implementing lean production systems: barriers to change. **Management research news**, 2009.

SINGH, N. P.; SINGH, S. Building supply chain risk resilience: Role of big data analytics in supply chain disruption mitigation. Benchmarking: **An International Journal**, 2019.

SNOOK, S. Friendly Fire: The Accidental Shootdown of U.S. Black Hawks over Northern Iraq. **Princeton University Press**, Princeton (2000).

SNOWDEN, D. J.; BOONE, M. E. A leader's framework for decision making. **Harvard business review**, v. 85, n. 11, p. 68, 2007.

SOLIMAN, M.; SAURIN, T. A. Lean-as-imagined differs from lean-as-done: the influence of complexity. **Production Planning & Control**, p. 1-18, 2020.

SOLIMAN, M.; SAURIN, T. A.; ANZANELLO, M. J. The impacts of lean production on the complexity of socio-technical systems. **International Journal of Production Economics**, v. 197, p. 342-357, 2018.

SON, C. et al. Investigating resilience in emergency management: An integrative review of literature. **Applied ergonomics**, v. 87, p. 103114, 2020.

SPEKMAN, R. E., DAVIS, E.W. Risky business: expanding the discussion on risk and the extended enterprise. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, 34 (5), 414–433, 2004.

SRINIVAS, H., NAKAGAWA, Y. Environmental Implications for Disaster Preparedness: Lessons Learned from the Indian Ocean Tsunami. **Journal of Environmental Management**, 89 (1), 4– 13, 2008.

STAAB, T. et al. Efficiency in in-plant milk-run systems—The influence of routing strategies on system utilization and process stability. **Journal of Simulation**, v. 10, n. 2, p. 137-143, 2016.

STOCK, J. R.; LAMBERT, D. M. Strategic Logistics Management. **4th edn** (Boston, Irwin=McGraw-Hill). 2001.

STURMBERG, J. P.; O'HALLORAN, D. M.; MARTIN, C. M. Understanding health system reform a complex adaptive systems perspective. **J Eval Clin Pract**, 2012;18(1):202–208.

SVENSSON, G. The principle of balance between company stocks and disruptions in logistics flows. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, vol. 33 No. 9, pp. 765-784, 2003.

TAKITA, A. M. V.; LEITE, J. C. Inbound logistics: a case study. **Business Management Dynamics**, v. 6, n. 12, p. 14, 2017.

TANG, L. Q. Research on Enterprise Logistics Management System based on Internet of Things. In: **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications Ltd, 2014. p. 713-718.

TANG, O.; NURMAYA, S. (2011). Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. **International Journal of Production Economics**, 133(1), 25-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.06.013>

- TARPEY, R. J.; MULLARKEY, M. T. Engineering Innovative Clinical Resource Management By Design: A guided Emergent Search Through a Complex Adaptive System of Systems. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2021.
- TAY, H. L. Lean improvement practices: lessons from healthcare service delivery chains. **IFAC-Papers On-Line**, v. 49, n. 12, p. 1158-1163, 2016.
- TAYLOR, A.; TAYLOR, M. Operations management research: contemporary themes, trends and potential future directions. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 12, p. 1316-1340, 2009.
- TAYYAB, M.; SARKAR, B.; ULLAH, M. Sustainable lot size in a multistage lean-green manufacturing process under uncertainty. **Mathematics**, v. 7, n. 1, p. 20, 2019.
- THUN, J.; HOENIG, D. An Empirical Analysis of Supply Chain Risk Management in the German Automotive Industry. **International Journal of Production Economics** 131: 242–249, 2011.
- TIAN, J. et al. FRAMA: A safety assessment approach based on Functional Resonance Analysis Method. **Safety Science**, v. 85, p. 41–52, 2016.
- TORTORELLA, G.; FARJAS, G. M.; LI, W. Reliability of internal logistics distribution in a hospital. **The TQM Journal**, 2020.
- TORTORELLA, G. L. et al. Effects of contingencies on healthcare 4.0 technologies adoption and barriers in emerging economies. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 156, p. 120048, 2020.
- TRKMAN, P.; MCCORMACK, K. Supply Chain Risk in Turbulent Environments – A Conceptual Model for Managing Supply Chain Network Risk. **International Journal of Production Economics** 119: 247–258, 2009.
- TUMMALA, R.; SCHOENHERR, T. Assessing and Managing Risks Using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). **Supply Chain Management: An International Journal** 16: 474–483, 2011.
- TUNCEL, G.; ALPAN, G. Risk Assessment and Management for Supply Chain Networks: A Case Study. **Computers in Industry** 61: 250–259, 2010.
- UPADHYE, N.; DESHMUKH, S. G.; GARG, S. Lean manufacturing in biscuit manufacturing plant: a case. **International Journal of Advanced Operations Management**, v. 2, n. 1-2, p. 108-139, 2010.
- USTA, S. K.; OKSUZ, M. K.; DURMUSOGLU, M. B. Design methodology for a hybrid part feeding system in lean-based assembly lines. **Assembly Automation**, 2017.
- VAISHNAVI, V. K. Design science research methods and patterns: innovating information and communication technology. **Auerbach Publications**, 2007.
- VALMOHAMMADI, C.; DADASHNEJAD, A. Value stream mapping implementation: an operational view. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 32, n. 3, p. 307-326, 2021.

VAN AKEN, J.; CHANDRASEKARAN, A.; HALMAN, J. Conducting and publishing design science research: Inaugural essay of the design science department of the **Journal of Operations Management**. **Journal of Operations Management**, v. 47, p. 1-8, 2016.

VAN AKEN, J.; ROMME, A. A design science approach to evidence-based management. Oxford handbook. **Evidence-Based Management** (pp. 140– 184). Oxford: Oxford University Press. 2012.

VAN AKEN, J. E. Management Research as a Design Science: Articulating the Research Products of Mode 2 Knowledge Production in Management. **British Journal of Management**, v. 16, p. 19-36, 2005.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of Management Studies**, 41, 219– 246. 2004.

VAN ASSEN, M. F. Lean, process improvement and customer-focused performance. The moderating effect of perceived organisational context. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 32, n. 1-2, p. 57-75, 2021.

VAVRIK, V.; GREGOR, M.; GRZNAR, P. Computer simulation as a tool for the optimization of logistics using automated guided vehicles **Procedia Eng.** 192, 923-928, 2017.

VANCROONENBURG, W. et al. Optimizing internal logistic flows in hospitals by dynamic pick-up and delivery models. In: **Proceedings of the 11th international conference on the practice and theory of automated timetabling**. 2016. p. 371-383.

VENABLE, J.; PRIES-HEJE, J.; BASKERVILLE, R. A comprehensive framework for evaluation in design science research. In: **International conference on design science research in information systems**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 423-438.

VENABLE, J. The role of theory and theorising in design science research. In: **Proceedings of the 1st International Conference on Design Science in Information Systems and Technology (DESRIST 2006)**. 2006. p. 1-18.

VESTERBY, V. Measuring complexity: Things that go wrong and how to get it right. **Emergence: Complexity and Organization**, v. 10, n. 2, p. 90-102, 2008.

VIDA, M. A. C. et al. Identification and prioritisation of risks in a hospital pharmacy using healthcare failure mode and effect analysis. **European Journal of Hospital Pharmacy**, v. 26, n. 2, p. 66-72, 2019.

VILLAREAL, B. et al. A lean thinking and simulation-based approach for the improvement of routing operations. **Industrial Management & Data Systems**, v. 116, n. 5, p. 903 – 925, 2016.

VILLAREAL, B. et al. Improving Performance Through Logistics Strategies. **International Business & Economics Research Journal**, v. 8, n. 3, p. 101 – 108, 2009.

- VOLLAND, J.; FÜGENER, A.; SCHOENFELDER, J.; BRUNNER, J. O. Material logistics in hospitals: a literature review. **Omega**, 69, 82-101, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2016.08.004>>. Acesso em: 9 de novembro de 2020.
- WACHS, P.; SAURIN, T. A. Modelling interactions between procedures and resilience skills. **Applied Ergonomics**, v. 68, p. 328–337, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.013>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020.
- WAGNER, S. M.; NESHAT, N. Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory. **International Journal of Production Economics**, v. 126, n. 1, p. 121-129, 2010.
- WAGNER, S. M.; BODE, C. An empirical investigation into supply chain vulnerability”, **Journal of Purchasing and Supply Management**, Vol. 12, No. 6, pp. 301-312, 2006.
- WANG, H. et al. The complexity measurement and evolution analysis of supply chain network under disruption risks. **Chaos, Solitons & Fractals**, v. 116, p. 72-78, 2018.
- WANG, Y.; CHEN, C. H.; ZGHARI-SALES, A. Designing a blockchain enabled supply chain. **International Journal of Production Research**, v. 59, n. 5, p. 1450-1475, 2021.
- WANG, J. et al. A study of inbound logistics mode based on JIT production in cruise ship construction. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1588, 2021.
- WATSON, B. et al. Culture and health care: Intergroup communication and its consequences. In: **The Routledge handbook of language and intercultural communication**. Routledge, 2012. p. 517-529.
- WEICK, K. E. 1995. Sensemaking in Organizations. **Sálvia**, Mil Carvalhos.
- WILLIAMS, T. M. The need for new paradigms for complex projects. **International Journal of Project Management** 17 (5), 1999.
- WILLIAMS, T. M. Materials management and logistics in the emergency department. **Emergency Medicine Clinics of North America**, 22(1), 195–215. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0733-8627\(03\)00095-6](https://doi.org/10.1016/S0733-8627(03)00095-6)>. Acesso em: 9 de novembro de 2020.
- WILLIAMS, T. M. The need for new paradigms for complex projects. **International journal of project management**, v. 17, n. 5, p. 269-273, 1999.
- WOODS, D. D.; HOLLNAGEL, E. Prologue: Resilience engineering concepts. In: **Resilience engineering**. CRC Press, 2017. p. 1-6.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. **Journal of the Operational Research Society**, v. 48, n. 11, p. 1148-1148, 1997.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. **Editores Campus**, 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- WOODS, D. Four concepts for resilience and the implications for the future of resilience engineering. **Reliab. Eng. Syst. Saf.** v.141, p. 5–9. 2015.

WORREN, N.; MOORE, K.; ELLIOTT, R. When Theories become tools: Toward a Framework for Pragmatic **Validity**. **Human Relations**, v. 55, n. 10, p. 1227-1250, 2002.

ZHU, Q.; SHAH, P.; SARKIS, J. Supply chain addition: Integrating product disposal with sustainable supply chain management. **International Journal of Production Economics**, Vol. pp205, 201-214, 2018.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA COM
ESPECIALISTAS *LEAN*

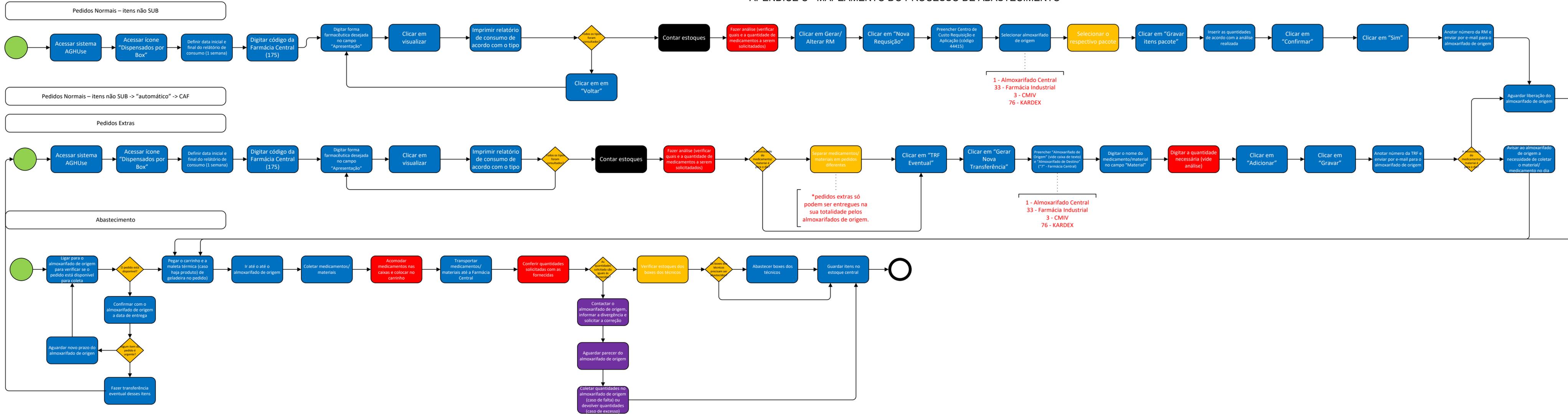
#	CLASSIFICAÇÃO	PERGUNTA	OBSERVAÇÕES
1	Introdução	Você poderia se apresentar e falar um pouco da sua experiência com o Lean?	OBS: formação, área de atuação, tempo de experiência com Lean, se atua diretamente com melhoria contínua / gestão de fluxos / logística interna.
2	Framework (5R's), RSL e checklist	Na sua opinião, quais são os pré-requisitos para implantação de uma gestão eficiente da logística interna?	-
3		Quais as etapas necessárias para a análise e implementação de uma gestão eficiente da logística interna?	Qual a importância da integração da gestão de fluxos na gestão da rotina da equipe (Ex: reuniões gerenciais diárias etc.)? Na sua opinião, qual a importância da implantação e controle de uma gestão de riscos integrada à gestão dos fluxos? De que forma a gestão de riscos pode auxiliar a lidar com a ocorrência de eventos futuros?
4		De acordo com a sua experiência, quais são os facilitadores relacionados à eficiência da gestão da logística interna? Dê exemplos.	Exemplos: indicadores, layout, rotas padronizadas, multifuncionalidade, treinamento, comunicação, gestão de riscos, padronização de processos, gestão visual, automatização de processos, informatização de dados, RFID, AGV, tubos pneumáticos, uso e integração de tecnologias etc.
5		E quais são as barreiras? Dê exemplos.	-
6		Na sua opinião, quais ferramentas são utilizadas para a análise e gestão da logística interna? Dê exemplos.	Exemplos: mapa de raias, MFV, diagrama espaguete, fluxogramas etc.
7		O que é importante levar em consideração para análise/planejamento das rotas, do ritmo e da rotina na logística interna de materiais e suprimentos?	Desmembrar em uma pergunta para cada R (rota, ritmo e rotina). Citar a questão do layout.
8		Na sua opinião, qual a importância e o que é necessário para lidar com eventos futuros que impeçam o correto funcionamento do fluxo da logística interna?	Exemplos: falta de material, absenteísmo, mudança de layout, divergências de informações, falta de padronização etc.)
9		Quais são os riscos mais comuns relacionados à logística interna? Quais são os riscos mais raros que podem levar à rupturas nos fluxos da logística interna? Quais estratégias de resiliência podem ser adotadas para lidar com os riscos na logística interna?	-
10		Na sua opinião, quais itens são essenciais para se conter num checklist para a gestão da logística interna?	-
11		Qual é o papel da liderança na implantação e na sustentação da gestão da logística interna? E quais as habilidades necessárias um gestor deve possuir para geri-la? (Exemplo: comunicação, trabalho em equipe, acessibilidade, flexibilidade etc.). Dê exemplos.	-

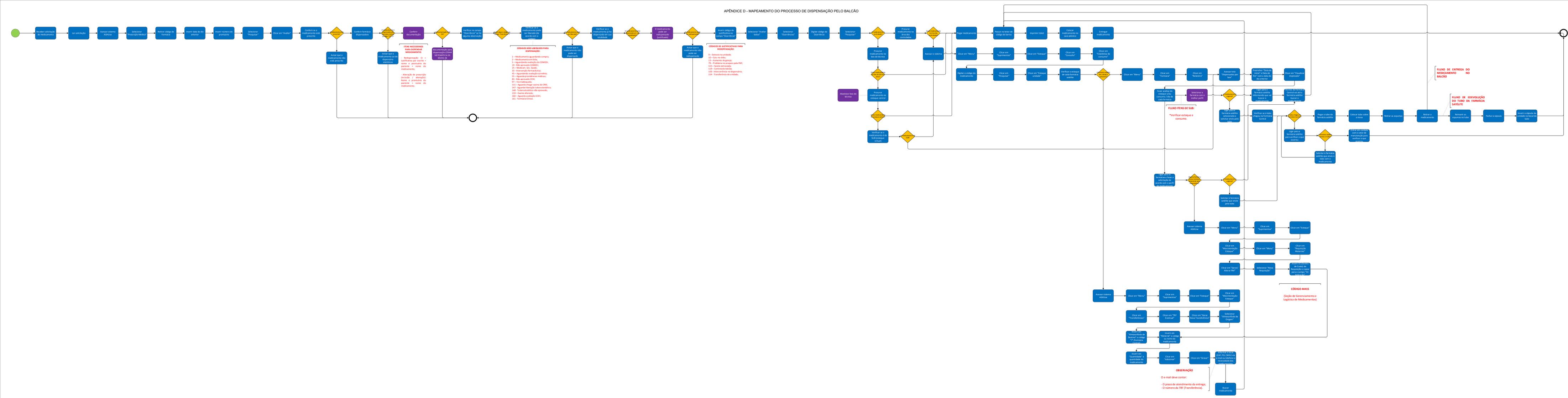
12		<p>Como a Transformação Digital muda a forma de gestão da logística interna? E quais são os elementos da transformação digital que podem auxiliar na eficiência da gestão?</p>	<p>Exemplos: leitura por tag/RFID, AGVs, big data, Internet of Things, automatização de processos etc.</p> <p>OBS: A rotina de trabalho está sendo influenciada por novas tecnologias, que facilitam o trabalho e otimizam o tempo dos profissionais, proporcionando melhora no desempenho, além de otimizar processos por meio da tecnologia.</p>
13		<p>Você acredita que novas habilidades são necessárias aos gestores e analistas de processos diante dessa nova fase? Na sua opinião, os gestores estão preparados para lidar com esse tipo de transformação?</p>	-
14	Conclusão	<p>Para concluir, você teria algo mais a acrescentar a respeito da gestão de fluxos/logística interna?</p>	-

APÊNDICE B - Identificação por autor e ano dos artigos da RSL

ARTIGO	AUTOR(ES)	ARTIGO	AUTOR(ES)
1	Sianesi (1998)	47	Čujan (2016)
2	Rizzi e Zamboni (1999)	48	Krug et al. (2016)
3	Sobotka (1999)	49	Reis e Maruyama (2017)
4	Guhring (2001)	50	Singh et al. (2017)
5	Dekker e Waaijers (2001)	51	Zhou e Peng (2017)
6	Caputo e Pelagagge (2002)	52	Kostanjsek e Gajsek (2017)
7	Miemyczyk e Holweg (2004)	53	Džubáková e Kopták (2017)
8	Schuh (2006)	54	Rybakov (2017)
9	Chan e Chan (2007)	55	Kang et al. (2018)
10	Chan e Tang (2007)	56	Emde e Schneider (2018)
11	Ramkumar e Subramanian (2009)	57	Huka e Gronalt (2018)
12	Montoya-Torres et al. (2009)	58	Vitayasak e Pongcharoen (2018)
13	Curcio e Longo (2009)	59	Kekkonen et al. (2018)
14	Saranen et al. (2009)	60	Kusoncum et al. (2018)
15	Rocha et al. (2010)	61	Longaray et al. (2018)
16	Yao-rong et al. (2010)	62	Khalyun (2019)
17	Grabara et al. (2011)	63	Smith e Srinivas (2019)
18	Liu e Sun (2011)	64	Pitakaso e Sethanan (2019)
19	Boysen e Bock (2011)	65	Fragapane et al. (2019)
20	Liu e Sun (2012)	66	Glock et al. (2019)
21	Emde e Boysen (2012a)	67	Knoll et al. (2019)
22	Emde e Boysen (2012b)	68	Nourmohammadi et al. (2019)
23	Ganesh et al. (2012)	69	Koteshwara et al. (2019)
24	Grosse e Glock (2012)	70	Achkar et al. (2019)
25	Volling et al. (2013)	71	Nunes et al. (2020)
26	Mehrsai et al. (2013)	72	Costa et al. (2020)
27	Granlund e Wiktorsson (2013)	73	Tortorella et al. (2020)
28	Jørgensen et al. (2013)	74	Kasim et al. (2020)
29	Khabbazi et al. (2013)	75	Nascimento et al. (2020)
30	Dotoli et al. (2014)	76	Saez-Mas et al. (2020)
31	Sternbeck e Kuhn (2014)	77	Matsuo et al. (2020)
32	Carpanzano et al. (2014)	78	Cai et al. (2020)
33	Dias et al. (2014)	79	Giuliano et al. (2020)
34	Xu et al. (2014)	80	Chen et al. (2020)
35	Khabbazi et al. (2014)	81	Gayer et al. (2020)
36	Silva et al. (2014)	82	Mörth et al. (2020)
37	Boysen e Emde (2014)	83	Matana et al. (2020)
38	Lee et al. (2014)	84	Mourato et al. (2020)
39	Vicente et al. (2015)	85	Fabri et al. (2020)
40	Romero e Lefebvre (2015)	86	Heijndermans et al. (2020)
41	Battini et al. (2015)	87	Faizal et al. (2020)
42	Sternatz (2015)	88	Mohamed et al. (2020)
43	Xavier e Gonzalez (2015)	89	Bocewicz et al. (2021)
44	Carpanzano et al. (2016)	90	Wang et al. (2021)
45	Torres et al. (2016)	91	Coelho et al. (2021)
46	Knoll et al. (2016)	92	Fabri e Ramalhinho (2021)

APÊNDICE C - MAPEAMENTO DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO





APÊNDICE G - MAPEAMENTO DO PROCESSO DE CONTAGEM DOS ESTOQUES DE MEDICAMENTOS

