UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Adriana Hofmann Trevisan

**NECESSIDADES DO USUÁRIO NA LOGÍSTICA REVERSA DE
EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS EM UM SISTEMA PRODUTO-
SERVIÇO (PSS)**

SÃO CARLOS

2019

ADRIANA HOFMANN TREVISAN

**NECESSIDADES DO USUÁRIO NA LOGÍSTICA REVERSA DE
EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS EM UM SISTEMA PRODUTO-
SERVIÇO (PSS)**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Processos e Gestão de Operações.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janaina Mascarenhas Hornos da Costa.

SÃO CARLOS

2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues
Fontes da EESC/USP

T814n	<p>Trevisan, Adriana Hofmann</p> <p>Necessidades do usuário na logística reversa de equipamentos eletrodomésticos em um sistema produto-serviço (PSS) / Adriana Hofmann Trevisan; orientadora Janaína Mascarenhas Hornos da Costa. -- São Carlos, 2019.</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Festão de Operações -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2019.</p> <p>1. Servitização. 2. Estudo de caso. 3. Requisitos do usuário. 4. Produtos usados. 5. Cadeia de suprimento reversa. I. Título.</p>
-------	--

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheira **ADRIANA HOFMANN TREVISAN**.

Título da dissertação: "Necessidades do usuário na logística reversa de equipamentos eletromédicos em um sistema produto-serviço (PSS)".

Data da defesa: 02/07/2019

Comissão Julgadora:

Resultado:

Profa. Dra. **Janaina Mascarenhas Hornos da Costa**
(Orientadora)
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADA

Profa. Titular **Marly Monteiro de Carvalho**
(Escola Politécnica/EP-USP)

Aprovada

Profa. Dra. **Érica Pugliesi**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovada

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção:
Prof. Dr. **Marcelo Seido Nagano**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

À minha mãe Izabel Hofmann Trevisan (in memoriam), pela influência em minha vida que ultrapassa o domínio físico. Ao meu Pai Vilmar Trevisan, pelo apoio incondicional. Aos meus irmãos Hianara e Matheus Trevisan, por todo o carinho, amor e incentivo. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por me manter sempre forte e persistente.

À minha família, que me apoiou em cada passo dessa trajetória. Ao meu namorado, Gabriel Maciel, pela paciência, dedicação e contribuição ao meu trabalho. Às minhas tias, Elisangela Trzeciak e Inês Trevisan, por serem inspiração diária em minha vida.

Agradeço à minha orientadora, Professora Janaina Mascarenhas, por ter acreditado e confiado em minha capacidade em momentos que eu me sentia insegura. Essa pesquisa é resultado de um esforço colaborativo que não seria possível sem os seus conselhos.

Agradeço a todos os colaboradores do Departamento de Engenharia de Produção da EESC-USP, pelo suporte físico e intelectual disponibilizado aos pesquisadores.

Agradeço aos Professores Hebe Ripardo e Iedo Santos, da Universidade Estadual do Pará (UEPA), por terem me incentivado a ingressar no mestrado e a iniciar um caminho rumo a vida acadêmica.

Agradeço aos Professores Henrique Rozenfeld e Daniel Capaldo Amaral pelas discussões, conselhos e experiências compartilhadas.

Agradeço a todos os meus colegas do Grupo Engenharia Integrada (EI), por serem amigos, companheiros de trabalho e por dividirem momentos de alegria dos quais eu jamais me esquecerei.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob número de processo 2017/06144-5, pelo apoio financeiro à essa pesquisa.

Agradeço aos colaboradores da empresa “Alpha”, a equipe de enfermagem e engenharia clínica dos hospitais participantes dos estudos de caso, por viabilizarem o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço aos alunos Leticcia, Filipe e Guilherme, dos quais eu auxiliei como coorientadora durante suas iniciações científicas e que foram essenciais para o meu crescimento profissional.

Agradeço aos meus amigos de longa data e as novas amizades que formei em São Carlos pelo apoio emocional durante essa experiência que mudou a minha vida.

RESUMO

TREVISAN, A. H. **Necessidades do usuário na logística reversa de equipamentos eletromédicos em um sistema produto-serviço (PSS)**. 2019. 170 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

A implantação de uma rede de Logística Reversa (LR) é fundamental em modelos de negócio Sistema Produto-Serviço (PSS) para o retorno, recuperação e maximização da vida útil de peças e componentes. Ambos os sistemas, LR e PSS, necessitam ser projetados a partir da perspectiva do consumidor para serem bem-sucedidos, pois o envolvimento prévio com o usuário possibilita o desenvolvimento de soluções específicas que atendem às suas demandas. Porém, há uma escassez de estudos que destacam as atividades de LR em um contexto de PSS, assim como o papel e a relevância do usuário. Nesse sentido, esta pesquisa busca compreender as necessidades do usuário na LR em um PSS, considerando como produto de análise o equipamento eletromédico bomba de infusão. Para isso, realizou-se um estudo de caso inicial com uma empresa que manufatura e comercializa dispositivos médicos no Brasil. Além disso, múltiplos estudos de caso foram realizados em organizações da área da saúde para a coleta *in loco* de necessidades relacionadas ao contexto de uso e retorno do equipamento. Como resultado, identificou-se quatro serviços que envolvem atividades de LR no modelo de negócio PSS. Vinte e cinco problemas que interferem diretamente e indiretamente a LR foram analisados para o entendimento em profundidade das necessidades dos usuários. O artigo ainda apresenta quais são os principais desafios e dificuldades de um fornecedor de PSS para operacionalizar a LR. Os resultados indicam que a ausência de agilidade no processo de retorno do produto pode propiciar situações críticas internas ao hospital referente à falta de equipamentos. A realização do inventário de equipamentos ao término do contrato de PSS pode gerar situações estressantes para todos os stakeholders envolvidos no processo.

Palavras-chave: Servitização. Estudo de caso. Requisitos do usuário. Produtos usados. Cadeia de suprimento reversa.

ABSTRACT

TREVISAN, A. H. **User needs in reverse logistics of electromedical equipment in a product-service system (PSS)**. 2019. 170 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

The implementation of a Reverse Logistics network (RL) is important in Product-Service Systems (PSS) business model for returning, recovering and maximizing the life span of parts and components. Both systems, RL and PSS, need to be designed from the perspective of the consumer to be successful because the prior involvement with users seeks to achieve better solutions to satisfy their specific demands. However, there is a lack of studies that highlight RL activities in a PSS context, as well as the role and relevance of users. In this sense, this research aims to understand users' needs in reverse logistics in a PSS, considering as main product the electromedical infusion pump. For this, I conducted a case study with a company that manufactures and markets medical devices throughout Brazil. In addition, five other case studies were carried out in health organizations for *in situ* collection of needs related to the context of use and return of the equipment. As a result, four services involving RL activities were identified in the PSS business model. Also, twenty-five problems that directly and indirectly interfere the operation of RL were analyzed for an in-depth understanding of users' needs. The article further presents the main challenges and difficulties of a PSS provider to operationalize the LR. The results indicate that the absence of agility in the LR process can lead to critical situations inside the hospital regarding the lack of equipment. The inventory of equipment at the end of the PSS contract can generate stressful situations for all stakeholders involved in the process.

Keywords: Servitization. Case study. User requirements. Used products. Reverse supply chain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo de atividades básicas em uma rede de LR.....	16
Figura 2 – Fatores que influenciam a implantação e a eficácia da LR.....	17
Figura 3 – Categorias de PSS.	21
Figura 4 – Evolução das fases do ciclo de vida do produto para a representação holística do ciclo de vida do PSS.	26
Figura 5 – Ciclo de vida do PSS.	27
Figura 6 – Usuários de equipamentos médicos.	32
Figura 7 – Representação conceitual da pesquisa.....	35
Figura 8 – Fases, métodos e atividades da pesquisa.....	38
Figura 9 – Visão geral do protocolo de pesquisa.	41
Figura 10 – Template mapa dos usuários.	41
Figura 11 – Imagens da aplicação do método mapa dos usuários.....	42
Figura 12 – <i>Focus-group</i> para discussão dos problemas e necessidades.	45
Figura 13 – Categorias de problemas reportados pelos usuários.	46
Figura 14 – Usuários da bomba de infusão.....	48
Figura 15 – Processo de compra e envio das bombas de infusão e equipos.	50
Figura 16 – Imagem ilustrativa de bombas e equipos de infusão.....	51
Figura 17 – Jornada do equipamento eletromédico bomba de infusão.	53
Figura 18 – Mapa de responsabilidade dos serviços que envolvem atividades de LR segundo Fleischmann et al. (2000).	56
Figura 19 – Jornada do usuário técnico de enfermagem.	63
Figura 20 – Jornada do usuário enfermeiro coordenador.....	65
Figura 21 – Jornada do usuário engenheiro clínico.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores que influenciam a implementação e o sucesso do PSS.	23
Tabela 2 – Fases, objetivos das fases e entregas da pesquisa.	37
Tabela 3 – Função e tempo de experiência dos entrevistados da empresa Alpha.	40
Tabela 4 – Hospitais participantes da pesquisa.	42
Tabela 5 – Função e tempo de experiência dos entrevistados nos hospitais.	43
Tabela 6 – Responsabilidade dos stakeholders.	57
Tabela 7– Características dos hospitais participantes da pesquisa.....	61
Tabela 8 – Problemas e necessidades da categoria contrato.	68
Tabela 9 – Problemas e necessidades da categoria treinamento.	69
Tabela 10 – Problemas e necessidades da categoria operação do equipamento.	71
Tabela 11 – Problemas e necessidades da categoria design do produto.....	72
Tabela 12 – Problemas e necessidades da categoria coleta.....	73
Tabela 13 – Problemas e necessidades da categoria rastreamento e controle.....	74
Tabela 14 – Problemas e necessidades da categoria manutenção.....	75
Tabela 15 – Generalização dos problemas sentidos pelos usuários.	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Contexto e Justificativa da Pesquisa.....	11
1.2 Objetivos da pesquisa	13
1.3 Estrutura do trabalho.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Sistema de logística reversa (LR)	15
2.1.1 Fatores que influenciam a implementação e o sucesso da LR	16
2.1.2 Responsabilidades dos usuários em um sistema de LR.....	18
2.2 Sistema Produto-Serviço (PSS)	19
2.2.1 Fatores que influenciam a implementação e o sucesso de um PSS.....	22
2.2.2 PSS apoiados por sistemas de logística reversa	24
2.2.3 PSS e economia circular (EC)	24
2.2.4 Ciclo de vida do PSS.....	25
2.3 Equipamentos eletromédicos (EM).....	27
2.3.1 Especificidades e normas do setor de EM.....	27
2.3.2 Logística reversa de EM.....	29
2.3.3 Usuários de equipamentos médicos	31
2.3.4 Design centrado no usuário (UCD) na indústria de dispositivos médicos	33
2.4 Síntese da fundamentação teórica	33
3. METODOLOGIA	37
3.1 Fase I: compreensão inicial da pesquisa	38
3.2 Fase II: fundamentação teórica.....	38
3.3 Fase III: coleta de dados – Empresa	39
3.4 Fase IV: coleta de dados – Hospitais.....	42
3.5 Fase V: análise final dos resultados	44
4. RESULTADOS	47
4.1 Estudo de caso com um fabricante de bombas de infusão	47
4.1.1 Descrição dos clientes da Empresa Alpha e dos usuários da bomba de infusão..	48
4.1.2 Descrição do modelo de negócio.....	49
4.1.3 Descrição do PSS: Jornada do equipamento eletromédico bomba de infusão	51
4.1.4 Descrição dos serviços que envolvem LR	54
4.2 Múltiplos estudos de caso com unidades hospitalares	59
4.2.1 Jornada dos usuários durante a oferta do PSS	61
4.2.1.1 Jornada do Técnico de Enfermagem.....	61
4.2.1.2 Jornada do Enfermeiro Coordenador	64
4.2.1.3 Jornada do Engenheiro Clínico	66
4.2.2 Necessidades dos usuários na LR de equipamentos eletromédicos	68
4.2.2.1 Categoria: contrato	68
4.2.2.2 Categoria: treinamento	69
4.2.2.3 Categoria: operação do equipamento.....	70
4.2.2.4 Categoria: design do produto	71
4.2.2.5 Categoria: coleta	72
4.2.2.6 Categoria: rastreamento e controle	73
4.2.2.7 Categoria: manutenção	74
4.3 Desafios para a operacionalização da LR em PSS de equipamentos eletromédicos	75

4.4	Vantagens e desvantagens do modelo de negócio comodato	77
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
5.1	Discussão e contribuições da pesquisa.....	79
5.2	Limitações da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros.....	81
	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICE A – PROTOCOLO DE PESQUISA.....	95
	APÊNDICE B – MODELO DE NEGÓCIO DA EMPRESA ALPHA	101
	APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA	102
	APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	104
	APÊNDICE E – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.	106

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e Justificativa da Pesquisa

A produção industrial está em constante processo de evolução em decorrência da mudança no modelo de consumo. Esta modificação está atrelada à uma nova forma de repensar a oferta industrial para o mercado, seja na produção de bens ou no provimento de soluções pautadas em produtos¹ e serviços (MORELLI, 2006). A mudança no modelo de consumo também está sendo impulsionada pelo aquecimento de setores considerados saturados, pelo desejo das empresas em encontrar novas formas de oferta de valor, além do anseio de se estabelecer relações mais duradouras e prolongadas com os clientes (MONT; DALHAMMAR; JACOBSSON, 2006). Uma nova estratégia, que altere o modelo de produção e modifique os padrões de consumo, é fundamental (MONT, 2002a).

Paralelamente, as empresas estão sendo pressionadas a reduzir os impactos ambientais inerentes a produção de bens e serviços, seja pela imposição de legislações ambientais ou, até mesmo, pela mudança na concepção dos usuários em adquirir produtos mais ambientalmente sustentáveis. Nesse contexto, Mont (2002a) argumenta sobre a “desmaterialização”, no sentido de reduzir, o máximo possível, os fluxos de materiais na produção e no consumo. Criando produtos e serviços com menores cargas ambientais, porém, proporcionando aos consumidores o mesmo nível de desempenho e satisfação.

A desmaterialização inclui, não somente, serviços que reduzam a quantidade de recursos no projeto do produto, mas também na sua utilização, reuso e reciclagem (BEUREN; FERREIRA; MIGUEL, 2013). Dessa forma, a concepção de um Sistema Produto-Serviço, do termo em inglês Product-Service System (PSS), é discutida pela literatura como uma possível estratégia de desmaterialização e um caminho rumo à sustentabilidade (MONT, 2002a).

Segundo Rozenfeld et al. (2016), no PSS há uma mudança no paradigma em relação à venda de produtos, pois esse modelo é orientado à oferta de serviços segundo o ponto de vista do consumidor. Para os autores, nesse sistema, produtos e serviços são integrados em uma única oferta.

Em um modelo tradicional de negócios não existe, necessariamente, uma relação entre oferta de um valor econômico a um cliente e a otimização eficaz dos recursos (UNEP, 2002). Ou seja, a organização pode ser financeiramente motivada a desenvolver um produto que utilize menos recursos e matérias-primas no processo produtivo. No entanto, são pouco incentivadas a incorporar características ambientais que prolonguem a vida útil do produto (UNEP, 2002). Por outro lado, em um modelo de negócio² baseado no PSS, a organização busca desenvolver produtos mais robustos e que durem mais, uma vez que, quanto maior o

¹ Apesar de vários autores utilizarem o termo “Produto” já considerando que pode ser um bem ou serviço, nesse trabalho está sendo empregado o termo produto e serviço para evidenciar a importância de adotar a estratégia PSS.

² Um modelo de negócio descreve como uma empresa cria, captura e entrega valor (ELBERS, 2010). Ele permite a criação de práticas que contribuem na compreensão, análise e mudança da estrutura de negócio da empresa (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010).

tempo de permanência do produto em uso pelo cliente³, maior será a receita que o fornecedor receberá (ROZENFELD et al., 2016).

Para que um bem permaneça utilizável por mais tempo, é necessário levar em consideração o ciclo de vida do produto. Segundo Chierici e Copani (2016), a preservação dos recursos e o uso eficiente do produto ao longo do seu ciclo de vida devem-se tornar objetivos estratégicos dos fornecedores de PSS. Além disso, maximizar o ciclo de vida do produto, reutilizá-lo e/ou remanufatura-lo são alguns exemplos, apontados pelos autores, que podem ser adotados pelas empresas para aumentar a rentabilidade e otimizar a vida útil do material.

O potencial de ganhos, em relação a eco eficiência, pode ser ainda maior se for ampliada a noção de otimização do sistema além de um único ciclo de vida. Ou seja, proporcionar uma série interconectada de ciclos de vida útil para um mesmo produto (UNEP, 2002). Partindo desse pressuposto, a logística reversa (LR) é um excelente meio de viabilizar a recuperação de materiais. Thierry et al. (1995) afirmam que um sistema de recuperação inclui estratégias que contribuem para prolongar a vida útil de um material. Ao término do ciclo de vida de um produto, um importante questionamento é onde e como destiná-lo. Nesse sentido, retorná-lo, por meio da LR, é um fator à ser considerado (RAVI; SHANKAR, 2005).

LR pode ser definida como “o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e as informações correspondentes do ponto de consumo ao ponto de origem, com a finalidade de recapturar ou criar valor ou eliminação adequada” (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998, p.2). A LR representa as operações relacionadas com a reutilização de produtos usados e inventário de produtos e materiais, incluindo a coleta, desmontagem, processamento de produtos usados, peças e/ou materiais (KOKKINAKI et al., 2001).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, também instituiu o conceito de LR. Segundo a Lei 12.305, a LR é um instrumento de desenvolvimento econômico e social composto por diversas ações que possuem a finalidade de viabilizar a coleta de resíduos sólidos e encaminhá-los ao setor industrial para que sejam reaproveitados no mesmo ciclo produtivo ou em outras cadeias produtivas, ou para serem descartados de forma ambientalmente correta. Nessa definição, a importância da LR para o desenvolvimento sustentável é mais evidenciada, considerando os pilares social, econômico e ambiental.

Entretanto, apesar da existência da lei no país, a pesquisa de Mazon et al. (2012), realizada no Brasil, sobre as regulações ambientais de resíduos no setor de equipamentos eletromédicos (EM), identificou que a LR nesse setor ainda é incipiente. Os autores constataram que ao final da vida útil de um eletromédico, o usuário organizacional, caracterizado por clínicas e hospitais, não estão preparados para descartar de forma adequada os aparelhos. Assim, muitos acabam sendo doados ou tornam-se entulhos nos próprios estabelecimentos.

³ Apesar dos termos “cliente, consumidor e usuário” implicarem em aspectos diferentes (REXFELT; ORNÄS, 2009), nesse trabalho eles serão utilizados de forma intercambiável. Visto que a maioria das pesquisas utilizam os termos cliente e consumidor para referir-se ao usuário do PSS.

Pereira, Carvalho e Rotondaro (2016) descrevem a existência de um PSS de equipamentos de diagnóstico, ofertado a uma clínica localizada na cidade de São Paulo. De acordo com o estudo, o laboratório deixou de adquirir os produtos, para obter soluções completas abrangendo equipamentos, insumos, manutenção, assessoria técnica e suprimentos. Nesse caso, os equipamentos não são de propriedade da instituição, e a responsabilidade pelo descarte do produto não foi transferida ao usuário.

Nesse exemplo, a implantação de um PSS pelo laboratório de análises clínicas trouxe diversas vantagens, porém, segundo os próprios autores, por se tratar de um único estudo de caso, as conclusões obtidas não podem ser generalizadas. Além disso, a realidade das clínicas e hospitais, referente aos equipamentos eletromédicos, muitas vezes, refletem as considerações da pesquisa de Mazon et al. (2012), onde os usuários se veem na obrigação de descartar o equipamento ao término da vida útil, no entanto, não estão preparados para dar um destino final ambientalmente adequado ao aparelho.

É importante ressaltar que não foram encontrados trabalhos que centralizam o foco nas necessidades⁴ e no papel do usuário em um sistema de LR em PSS. No entanto, de acordo com a literatura, ambos os sistemas (LR e PSS) necessitam ser projetados a partir da perspectiva do consumidor. No PSS, o envolvimento do usuário garante que as necessidades e exigências específicas pertinentes aos consumidores sejam atendidas (BAINES et al., 2007). Já na LR, Pochampally e Gupta (2004) argumentam que o envolvimento dos consumidores é fundamental para o planejamento estratégico da cadeia de LR, uma vez que, o sucesso do planejamento inclui a seleção de centros de recolha convenientes para que o consumidor retorne o produto.

Outro fator de destaque é que o setor de equipamentos eletromédicos possui expectativas de crescimento referente a produtos reconicionados (IRRC INSTITUTE, 2015), e que conseqüentemente necessitarão de redes de LR para viabilizar a recuperação de materiais. Essas estruturas de coleta de produtos usados demandam recursos financeiros (RAVI; SHANKAR; TIWARI, 2005), e os usuários podem exercer um papel importante na redução desses custos (WASTLING; CHARNLEY; MORENO, 2018). Todavia, para entender como o usuário pode contribuir durante o processo, é preciso entender as suas necessidades e a forma como esses indivíduos utilizam o produto.

1.2 Objetivos da pesquisa

Com base no contexto e na justificativa apresentados anteriormente, esta pesquisa tem como objetivo principal “investigar e compreender as necessidades do usuário na logística reversa de equipamentos eletromédicos em um sistema produto-serviço”. O trabalho pretende contribuir com a literatura já existente, bem como fomentar a realização de novos estudos na área. Como objetivos específicos, apresentam-se os seguintes:

- (1) Identificar os usuários em um sistema de logística reversa em PSS de equipamentos eletromédicos;
- (2) Investigar o papel do usuário na logística reversa em um sistema produto-serviço;

⁴ Kujala (2008, p.460) define necessidades do usuário como “problemas que precisam ser entendidos para que o usuário alcance uma satisfação em um contexto de uso do produto”.

- (3) Identificar as dificuldades e desafios relacionados a operacionalização de um sistema de LR em PSS de equipamentos eletromédicos.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, incluindo a introdução. O primeiro capítulo apresenta a contextualização, a justificativa e os objetivos da pesquisa.

O segundo capítulo inclui a revisão da literatura sobre os temas relevantes que fundamentam o estudo, tais como: Sistemas de Logística reversa, Sistema Produto-Serviço e Equipamentos eletromédicos, com descrição das especificidades e normas do setor médico e revisão teórica sobre Design Centrado no Usuário.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia que resulta do passo a passo de cada etapa da pesquisa. O quarto capítulo descreve os resultados obtidos.

Por fim, o quinto e último capítulo contém as considerações finais do trabalho, as limitações da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros. Ao final, são listadas todas as referências que apoiaram o estudo e os apêndices decorrentes da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo inicia-se com a contextualização sobre sistemas de logística reversa (LR), apresentando os principais fatores que influenciam a implementação e o sucesso de uma rede de recuperação de produtos, bem como as responsabilidades dos usuários na operacionalização desse sistema. Em seguida, é discutido o tema Sistema Produto-Serviço, juntamente com os fatores que influenciam a implementação e o sucesso do PSS. Esse capítulo também contém uma revisão da literatura sobre PSS em um contexto de Economia Circular e ciclo de vida. Além dessas considerações, o setor de equipamentos eletromédicos é apresentado, assim como as especificidades do setor, os usuários de equipamentos eletromédicos, a LR desses produtos, e o design de dispositivos médicos centrado no usuário. O capítulo é finalizado com a síntese da literatura que sustenta este estudo.

2.1 Sistema de logística reversa (LR)

Nas últimas décadas, foi possível notar um aumento no escopo e na escala de produtos recuperados. Esse aumento foi impulsionado por fatores, como, medidas legislativas, comerciais e aspectos econômicos (FLEISCHMANN et al., 2001; RAVI; SHANKAR, 2005). Arelado a esses motivos, o esgotamento da capacidade dos aterros sanitários, em relação ao suporte de resíduos, tornou-se uma preocupação nos países desenvolvidos. Legislações ambientais estão amplamente sendo expandidas, taxas de disposição de resíduos sendo aumentadas e a responsabilidade do produtor pela geração de resíduos está sendo reforçada (FLEISCHMANN et al., 2001).

Fleischmann et al. (2001) argumentam que uma “boa imagem”, quanto ao meio ambiente, se tornou uma ferramenta relevante de marketing adotada pelas empresas, e que, a recuperação de produtos pode ser atrativa tanto da perspectiva ambiental quanto econômica. Logo, para se recapturar valor através da recuperação de um produto, a LR se enquadra como um importante instrumento.

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2015), principal líder organizacional que propaga e estimula a adoção da economia circular, para se criar valor a partir de materiais e produtos usados, é necessário coletá-los e devolvê-los a sua origem. No entanto, a implementação de sistemas de LR, para a recuperação de produtos, requer a criação de uma infraestrutura adequada (FLEISCHMANN et al., 2001). Pois, os sistemas de logística podem variar de simples a altamente complexos (JAYARAMAN; SRIVASTAVA, 1999).

Várias etapas são executadas ao longo das atividades de LR, como, remanufatura, recuperação de ativos, negociação, terceirização, atendimento ao cliente, entre outras (RAVI; SHANKAR; TIWARI, 2005). Fleischmann et al., (1997, 2000) apontam etapas específicas e recorrentes em redes de recuperação de produtos. Essas etapas consistem em:

- (1) Coleta: atividades de recolha do produto físico do mercado. Em geral, pode incluir atividades como aquisição, transporte e armazenamento;
- (2) Inspeção/Separação: operações que determinam se um produto pode, de fato, ser reutilizável (ou eliminável) e de que maneira. Essa etapa abrange atividades como desmontagem, trituração, testes, entre outras;
- (3) Reprocessamento: consiste na etapa de transformação do produto utilizado e um produto capaz de ser utilizável novamente;

- (4) Disposição: destinado a produtos que não podem ser recuperados por motivos técnicos ou econômicos;
- (5) Redistribuição: atividades que direcionam o produto, já recuperado, para potenciais mercados que o disponibilizarão para novos usuários.

Em muitos casos, essas redes estão associadas as estruturas de logística já existentes da empresa, e não necessitam ser configuradas do zero (SRIVASTAVA, 2008). Esse tipo de estrutura, que combina a logística direta e reversa em sistemas de circuito fechado híbrido, podem proporcionar uma produção e consumo mais sustentável (WELLS; SEITZ, 2005). Entretanto, por motivos de restrições de recursos, existem empresas que não conseguem implementar um sistema de LR efetivo, e acabam optando por terceirizar parte ou todos os serviços relacionados ao fluxo reverso de materiais (TAVANA et al., 2016). A Figura 1 apresenta as atividades básicas que compõe uma rede de LR.

Figura 1 – Fluxo de atividades básicas em uma rede de LR.

Fonte: adaptada de Lau e Wang (2009) e Srivastava (2008).

Após o fim de vida/uso de um produto, o tipo de material e a tecnologia empregada para fabricação, contribuem para determinar a extensão e as opções de recuperação, como, reutilização, remanufatura, reciclagem, etc. (RAVI; SHANKAR, 2005). Constantes Inovações, bem como processos de aprendizagem são fundamentais para que as operações de LR sejam conduzidas com êxito (RAVI; SHANKAR; TIWARI, 2005), e para que os ativos sejam recuperados da melhor maneira possível.

2.1.1 Fatores que influenciam a implementação e o sucesso da LR

A implementação de sistemas de LR requer um esforço da alta gerência de uma organização, pois envolve aspectos financeiros e operacionais (RAVI; SHANKAR; TIWARI, 2005) que determinam a produtividade e o desempenho do sistema (AGRAWAL; SINGH; MURTAZA, 2016). Uma rede bem gerida proporciona economia de custos (KANNAN;

NOORUL HAQ; DEVIKA, 2008; SRIVASTAVA, 2008) e contribui na retenção e no estabelecimento de relações duradouras com os clientes (SRIVASTAVA, 2008).

Há um alto custo para manter uma rede de LR em funcionamento, e isso obriga as empresas a analisar essa questão por meio de uma perspectiva estratégica de longo prazo (LAU; WANG, 2009). Além disso, existem inúmeros fatores que afetam as práticas de LR e são fundamentais para o seu sucesso. Esses fatores podem ser internos ou externos a organização (Figura 2) (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Figura 2 – Fatores que influenciam a implantação e a eficácia da LR.

Fonte: elaborada pela autora com base na revisão da literatura.

Dentre os fatores internos, temos: importância da LR para a organização, políticas da empresa, resistência a mudança, planejamento estratégico, recursos financeiros e humanos, compromisso da alta gerência, sistemas de tecnologia da informação, entre outros (LAU; WANG, 2009). Já os fatores externos, são: relacionamento com parceiros de negócios na cadeia de suprimentos, apoio governamental (HO et al., 2012), legislações governamentais e demanda dos clientes (CARTER; ELLRAM, 1998). Quando não bem administrados, os fatores podem se tornar barreiras para a adoção de redes de retorno e recuperação de produtos.

Lau e Wang (2009) identificaram, em um estudo sobre a LR na indústria eletrônica chinesa, há existência de algumas dessas barreiras. Segundo os autores, a falta de legislação que regulamenta a prática no respectivo país, tornou-se um obstáculo para a implementação de uma estrutura de LR robusta. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi um dos fatores propulsores para implementação de redes de LR. Apesar da existência da lei não ser o único fator que determina o sucesso de uma cadeia de retorno de materiais, nota-se que as legislações, ou falta delas, influenciam as atividades de fluxo reverso.

Fatores como altos custos de operação, falta de publicidade e conhecimento pelos consumidores, bem como a imprevisibilidade quanto à oferta e a demanda de produtos reciclados, também são obstáculos enfrentados pelas indústrias (LAU; WANG, 2009). A falta de publicidade e de conhecimento a respeito da LR dificulta a conscientização social sobre a proteção do meio ambiente (LAU; WANG, 2009). Como consequência, menos resíduos são retornados, e maiores taxas de materiais são encaminhados para o descarte. Essa problemática também pode interferir nos ganhos econômicos das empresas, uma vez que a quantidade de produtos devolvidos teoricamente é menor.

A qualidade e quantidade dos produtos retornados pelos clientes é outro aspecto crítico (FLEISCHMANN et al., 1997), que está diretamente relacionado com a consciência e aceitabilidade da LR pelo consumidor. Agrawal, Singh e Murtaza (2016) argumentam que a aceitação e conscientização pública contribuem para que um bom volume de produtos seja devolvido, em boa qualidade, e para a abertura de mercados de bens remanufaturados. Assim, é fundamental que os consumidores compreendam a importância de retornar produtos. E que a indústria compreenda as necessidades do mercado relacionado ao uso de produtos recuperados.

Além disso, a colaboração de todos os *stakeholders*⁵, principalmente dos parceiros de canais de LR, é essencial no gerenciamento do sistema (HO et al., 2012). Lau e Wang (2009) afirmam que a existência de mais de uma empresa envolvida no processo é um dos motivos do mau gerenciamento da LR. Logo, os termos e as condições de contratos firmados entre os parceiros devem ser claros (AGRAWAL; SINGH; MURTAZA, 2016), para que os objetivos ambientais e econômicos sejam alcançados. Para Jindal e Sangwan (2011) a cooperação entre os membros deve ser considerada tão importante como na cadeia de suprimento direta.

Por fim, entender esses fatores e priorizá-los pode melhorar a satisfação e lealdade do consumidor, aumentar a eficiência operacional, e melhorar a competitividade e eficácia das empresas (PRAKASH; BARUA, 2016). É importante observar que todos os atores que compõem o sistema de LR podem, de certa forma, interferir positivamente ou negativamente no sucesso de uma rede de recuperação de produtos.

2.1.2 Responsabilidades dos usuários em um sistema de LR

A logística reversa geralmente inicia-se com a coleta do produto dos usuários (FLEISCHMANN et al., 2000; GOVINDAN; SOLEIMANI; KANNAN, 2015). Eles são um dos principais atores da LR (BRITO; DEKKER, 2003). A coleta ocorre, na maior parte dos casos, por que os produtos não estão (mais) funcionando adequadamente ou porque não são mais necessários para os usuários (BRITO; DEKKER, 2003; RAJAGOPAL; SUNDRAM; NAIDU, 2015).

A coleta varia de acordo com quem a realiza e com o tipo de produto coletado (WANG; ZHANG, 2009), havendo diversas possibilidades de ocorrência. No trabalho de Savaskan, Bhattacharya e Van Wassenhove (2004) são apontadas três maneiras, sendo (1) o fabricante retira o produto direto do consumidor; (2) o fabricante utiliza-se de distribuidores/revendedores

⁵ “Indivíduos, grupos e outras organizações que têm interesse nas ações de uma empresa e que têm a capacidade de influenciá-la” (SAVAGE et al., 1991). São as partes interessadas em um processo (STICKDORN; SCHNEIDER, 2011), como por exemplo: usuários, fornecedores, fabricantes, varejistas, entre outros (UNEP, 2002).

com canais de logística estruturados para realizar a coleta, ou (3) o fabricante contrata os serviços de terceiros para retirarem o produto.

As opções de coleta podem implicar em responsabilidades diferentes para os usuários. Em um estudo de caso da LR de baterias de veículos, os autores Baenas et al. (2011) descrevem que os usuários fazem a entrega da bateria diretamente a um revendedor, que posteriormente encaminha o produto ao fabricante. Trevisan, Costa e Costa (2017) verificaram que a LR de um equipamento médico específico, e seus componentes, pode ser realizada de duas maneiras: o usuário encaminha o produto ao fabricante, por meio de transportadora; ou a assistência técnica da empresa efetua a coleta dos componentes *in situ*.

Dessa forma, em alguns casos os usuários são responsáveis por entregar o produto. E em outros casos essa responsabilidade é transferida à empresa, centros de distribuição ou à terceiros para que façam a coleta dos bens físicos direto do usuário. Para Brito e Dekker (2003) as empresas precisam oferecer mecanismos para que o cliente retorne o produto. A existência de serviços pós-venda pode ser um dos meios. E é uma maneira de fortalecer a fidelidade entre o fabricante e o consumidor (AMINI; RETZLAFF-ROBERTS; BIENSTOCK, 2005).

No momento da coleta, também pode haver o incentivo financeiro para que o usuário retorne o produto usado em boa qualidade, como por exemplo o pagamento pela devolução de garrafas plásticas, mencionado pelos autores Sheriff, Nachiappan e Min (2014). Nesse caso, o usuário precisa fazer a classificação e separação dos resíduos domésticos e manter as garrafas em condições ideais de retorno.

As legislações também interferem nas responsabilidades dos consumidores. É o caso da PNRS (2010), que rege sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Assim, os usuários, fabricantes, poder público, distribuidores, importadores e comerciantes, possuem responsabilidades conjuntas para operacionalizar a LR de produtos contemplados pela lei. Um dos exemplos, é o retorno de embalagens de agrotóxicos no Brasil, que os usuários necessitam realizar a lavagem pós uso da embalagem, para então devolver os recipientes (FARIA; PEREIRA, 2012). Nesse caso, a não devolução pode implicar em sanções legais.

De um modo geral, mas não restringindo a esses fatores, o envolvimento e as responsabilidades dos usuários em um sistema de LR podem variar de acordo com o tipo do produto, tipo de coleta e legislações existentes. Segundo Brito e Dekker (2003), os usuários podem ser mais ativos ou passivos quanto ao retorno do produto. Essas distinções de responsabilidades na LR também se aplicam em um PSS, visto que, segundo Beuren, Ferreira e Miguel (2013), a propriedade do produto nesse modelo de negócio geralmente não é do usuário. E o provedor necessita estruturar redes de LR para realizar a coleta do bem após o uso (CHIERICI; COPANI, 2016).

2.2 Sistema Produto-Serviço (PSS)

Há mais de uma década, o conceito de PSS tem sido debatido e abordado na literatura (BAINES et al., 2007), sendo Goedkoop (1999) um dos pesquisadores precursores do termo. De acordo com o autor, o PSS é um sistema que pode ser fornecido por uma empresa ou por um conjunto de organizações que comercializam produtos e serviços, que são traduzidos por um novo modelo de gestão. Em outras palavras, ele é uma combinação de produtos tangíveis

com serviços intangíveis (BRANDSTOTTER et al., 2003), que em conjunto buscam satisfazer as necessidades do usuário e gerar menos impacto ambiental, quando comparado com tradicionais modelos de negócio (GOEDKOOP et al., 1999; MONT, 2002a).

O PSS visa garantir maior estabilidade financeira, devido a geração de receitas recorrentes, além de, possivelmente, ofertar novos valores aos clientes por meio da flexibilidade e diferenciação (ROZENFELD et al., 2016). Além disso, ele retira o foco principal da venda de produtos físicos para a concepção e comercialização de sistemas de produtos e serviços que são capazes de atenderem demandas específicas de clientes. No PSS, as necessidades do consumidor são atendidas através de uma integração produto-serviço e não através da posse física de um bem material (UNEP, 2002).

Segundo Baines et al. (2007), o PSS deve ser visto pelo cliente como uma forma de se obter maior valor agregado, através de mais personalização e maior qualidade. Outro grande benefício é o fato de o consumidor não se responsabilizar pela posse do produto e nem pelo descarte do mesmo. É relevante que o usuário valorize a sua satisfação ao invés da posse física do produto (BAINES et al., 2007). Se a satisfação for evidente, provavelmente os clientes vejam o PSS como uma escolha preferível (MANZINI; VEZZOLI, 2003). Nesse sentido, é necessário uma mudança cultural na organização e nos padrões dos consumidores (BAINES et al., 2007; BEUREN; FERREIRA; MIGUEL, 2013; GOEDKOOP et al., 1999; MONT, 2002a)

É importante ressaltar que o PSS permite uma nova forma de interação entre a empresa e seus clientes (BAINES et al., 2007; MORELLI, 2006). É uma solução mais integrada (UNEP, 2002), que deve ser projetada para ser competitiva (MONT, 2002a) e que produz efeitos satisfatórios (GOEDKOOP et al., 1999), aumenta os lucros e é mais ambientalmente e socialmente sustentável (MONT; DALHAMMAR; JACOBSSON, 2006).

Na literatura, são apresentadas diversas dimensões de serviços oferecidos pelas empresas (GAIARDELLI et al., 2014), que podem estar incluídos em uma proposta de PSS. Porém, ainda não há um consenso sobre a melhor forma de categorização desse modelo de negócio, sendo a classificação de Tukker (2004) a mais aceita e difundida entre os estudiosos da área (BAINES et al., 2007; BEUREN; FERREIRA; MIGUEL, 2013; ROZENFELD et al., 2016). De acordo com Tukker (2004), o PSS pode ser dividido em três categorias principais (Figura 3): serviço orientado ao produto, serviço orientado ao uso e serviço orientado ao resultado.

Figura 3 – Categorias de PSS.

Fonte: Tukker (2004).

Serviço orientado ao produto (OP): o foco principal concentra-se na venda de um bem físico, juntamente com a adição de serviços extras. Nesse caso, o fornecedor do PSS se responsabiliza pela prestação de serviços relacionados com a fase de pós-venda do produto (BAINES et al., 2007). Gaiardelli et al. (2014) afirmam que nessa categoria podem estar incluídos serviços integrados, como: contratos de manutenção, provimento de consumíveis, upgrades, transporte, inspeção, reparação e contratos de retorno do produto no seu fim de vida.

Serviço orientado ao uso (OU): o modelo de negócio, ainda, centra-se no produto, mas o foco não é direcionado à venda do bem material, pois a propriedade do produto permanece com o provedor do PSS. Nessa categoria, há a maximização da utilidade do produto pelo cliente, através de serviços como *leasing*⁶, aluguel, compartilhamento e *pooling* de produtos⁷ (TUKKER, 2004).

Serviço orientado ao resultado (OR): refere-se à venda do resultado de um produto, que a princípio é acordado entre o cliente e o provedor do PSS. Dessa forma, a responsabilidade sobre o produto é atribuída ao fornecedor (MEIER; ROY; SELIGER, 2010), e as necessidades dos consumidores são satisfeitas por meio da função que o produto desempenha. Alguns exemplos dessa categoria incluem a venda de lavagem de roupa, ao invés de uma máquina de lavar (BAINES et al., 2007), e o provimento de água limpa, substituindo a venda de um purificador de água (ROZENFELD et al., 2016).

Como articulado por Baines et al. (2007), as três categorias de PSS utilizam uma combinação entre produtos e serviços para suprir as necessidades dos usuários. Entretanto, o potencial sustentável de cada uma das soluções pode variar significativamente (TUKKER; TISCHNER, 2006). Em modelos de negócio OP, há a melhoria da funcionalidade do bem, por meio de serviços de manutenção e obtenção de informações durante a fase de uso (REIM; PARIDA; ÖRTQVIST, 2015).

⁶ Tukker (2004) utiliza o termo *lease* para referir-se ao aluguel de um produto por um longo período.

⁷ O Termo *pooling* de produtos refere-se ao uso simultâneo de um produto, por diferentes usuários (TUKKER, 2004).

Os ganhos ambientais podem ser maiores quando há o uso intenso e sequencial do produto, como no caso do PSS orientado ao uso (REIM; PARIDA; ÖRTQVIST, 2015). Já em modelos de negócio OR, há o incentivo em otimizar o uso de materiais e energia, uma vez que o provedor do PSS é responsável pelos custos de prover um resultado ao cliente (TUKKER; TISCHNER, 2006). A solução OR oferece, teoricamente, maiores possibilidades para atender as necessidades dos usuários, através de um sistema de menor impacto (TUKKER, 2004)⁸.

Todavia, em serviços orientado ao resultado, as responsabilidades do provedor são maiores do que em PSS orientado ao produto ou ao uso, pois o compromisso em entregar o resultado acordado é exclusivamente do fornecedor (MEIER; ROY; SELIGER, 2010). Por isso, os contratos firmados entre provedor e cliente devem ser claros e formulados com cuidado (REIM; PARIDA; ÖRTQVIST, 2015), para que posteriormente não se tornem fatores que comprometam o sucesso da solução PSS.

2.2.1 Fatores que influenciam a implementação e o sucesso de um PSS

A implementação do PSS nas empresas é um processo complexo (MONT, 2002b; SAKAO; LINDAHL, 2009), que demanda mudanças culturais e organizacionais (BAINES et al., 2007). Muitas empresas enfrentam riscos na implementação por carecerem de informações que apoiam suas atividades (KUO et al., 2010). Logo, as empresas precisam possuir competências e habilidades, para que consigam implementar o PSS como estratégia de negócio (CHIERICI; COPANI, 2016; REXFELT; ORNÄS, 2009).

Uma das principais barreiras à adoção do PSS é a aceitação do consumidor em satisfazer as suas necessidades sem possuir a propriedade do produto (GOEDKOOOP et al., 1999; MONT, 2002a; UNEP, 2002). Devido a esse motivo, é fundamental que a solução produto-serviço ofereça vantagens superiores às alternativas do mercado (REXFELT; ORNÄS, 2009). E que também, como já sublinhado, seja projetada com o envolvimento precoce do cliente, a partir de suas perspectivas (BAINES et al., 2007).

Em relação aos desafios corporativos, há uma resistência cultural em abandonar modelos tradicionais de negócio (BESCH, 2005). Uma das causas é a maior complexidade no gerenciamento do PSS, quando comparado com a venda habitual de produtos sem a adição de serviços (VEZZOLI et al., 2015). Baines et al. (2007) argumentam que a mudança para o PSS também pode demandar tempo e recursos financeiros das empresas. Além de exigir do provedor um conhecimento detalhado do público alvo da oferta (REXFELT; ORNÄS, 2009).

Outro aspecto relevante, é a configuração de redes de logística que dão suporte à gestão de componentes físicos e a realização de serviços, ao longo dos ciclos de vida do produto (CHIERICI; COPANI, 2016). Segundo Chierici e Copani (2016), a configuração de uma infraestrutura logística é um fator crítico a ser considerado, visto que no PSS o produto geralmente possui ciclos múltiplos de vida. Assim, as organizações necessitam superar a falta

⁸ Tukker (2004) reconhece que no geral o PSS possui maior potencial sustentável que modelos tradicionais de negócio. Entretanto, o autor ressalta que os ganhos ambientais dependerão fortemente de como ocorre a oferta do PSS.

de infraestrutura e tecnologias externas, para que consigam realizar as atividades de remanufatura, reciclagem e coleta dos produtos (UNEP, 2002).

A Tabela 1 apresenta um resumo das principais barreiras identificadas na literatura, que influenciam a implementação do PSS. Ele foi estruturado de acordo com os fatores internos e externos, relacionados as empresas e aos consumidores.

Tabela 1 – Fatores que influenciam a implementação e o sucesso do PSS.

Barreiras	Fatores		Referência
	Empresas	Consumidores	
1. Resistência a mudança	Interno	Interno	Goedkoop et al. (1999); UNEP (2002); Baines et al. (2007); Rexfelt e Ornas (2009);
2. Falta de infraestrutura e de capacidade em configurar sistemas de logística	Interno	Externo	UNEP (2002); Chierici e Copani (2016)
3. Falta de conhecimento das características gerais do PSS	Interno	Interno	Rexfelt e Ornas (2009)
4. Riscos financeiros	Interno	Externo	Besch (2005)
5. Características do produto que desmotivam a implantação do PSS	Interno	Externo	Besch (2005)
6. Dificuldade em quantificar ganhos econômicos e ambientais	Interno	Externo	UNEP (2002)
7. Dificuldade em entender o valor potencial dos serviços	Interno	Externo	Barquet et al. (2013)
8. Dificuldade em estabelecer os preços dos serviços	Interno	Externo	(Barquet et al. (2013)
9. Dúvidas relacionada ao prazo de retorno do investimento inicial	Interno	Externo	Barquet et al. (2013)
10. Maior complexidade de gerenciamento em comparação com os modelos tradicionais	Interno	Externo	Vezzoli et al. (2015)
11. Falta de informação e de transferência de conhecimento entre fornecedor-comprador	Interno	Interno	Lingegård e Lindahl (2015)
12. Falta de apoio de leis e regulamentos	Externo	Externo	Besch (2005); Maxwell; Sheate e Van der vorst, (2006); Barquet et al. (2013)
13. Falta de interesse do mercado	Externo	Interno	Besch (2005); Baines et al. (2007); Lingegård e Lindahl (2015)
14. Resistência dos consumidores ao abandono das compras tradicionais de produto	Externo	Interno	Mont (2002b); UNEP (2002); Besch (2005)
15. Falta de interesse dos consumidores em melhorias ambientais	Externo	Interno	Besch (2005)

Fonte: elaborada pela autora.

As barreiras apresentadas na tabela 1 também são possíveis desafios que precisam ser superados por ambos os lados da díade no PSS - empresa e consumidor.

2.2.2 PSS apoiados por sistemas de logística reversa

Na literatura, existem diversos exemplos de aplicação de PSS (BAINES et al., 2007), que utilizam sistemas de LR para auxiliar a realização dos serviços integrados ao produto. Mont, Dalhammar e Jacobsson (2006) descrevem um PSS baseado em contratos de *leasing* de carrinhos de bebês, que apresentam maiores receitas do que os tradicionais modelos de comercialização. Para alcançar o êxito almejado, a organização do estudo necessitou incorporar a LR em diferentes níveis de recondicionamento e remanufatura.

Manzini e Vezzoli (2003) também descrevem alguns exemplos práticos de PSS, desenvolvidos na Itália, que são ambientalmente e financeiramente viáveis. Um dos exemplos apresentados pelos autores, é o da empresa Diddi & Gori S.p.A. que oferece o serviço de revestimento têxtil para pisos. Nesse PSS, o cliente não adquire o produto físico, mas paga pela funcionalidade e uso do mesmo. A empresa oferece o serviço completo, desde o fornecimento e instalação até a remoção do artigo. Após ser utilizado, o produto é coletado para a reciclagem e fabricação de novos revestimentos.

No Brasil, um trabalho recente, em uma empresa de equipamentos eletromédicos, reforça a importância da LR para o PSS na viabilização de soluções circulares. O estudo publicado pelos autores Trevisan, Costa e Costa (2017) detalhou os serviços, como manutenção preventiva, corretiva e *trade in*⁹, que envolvem atividades de LR, para o retorno do dispositivo médico, peças e componentes do ponto de consumo ao ponto de origem. O modelo de negócio PSS provido pela empresa é orientado ao produto.

Devido ao potencial de recuperação de valor dos produtos usados, a LR adquire um destaque considerável (POKHAREL; MUTHA, 2009). Nos exemplos descritos anteriormente, a coleta dos ativos, após o uso, para posterior recuperação, reciclagem ou descarte é imprescindível. Apesar da importância, a maioria dos estudos de caso de PSS não descrevem e não evidenciam as atividades de LR, mesmo ela sendo necessária em diversas ofertas de valor, independente da tipologia do PSS.

Como articulado por Tukker (2004), em serviço orientado ao produto, por exemplo, podem ser estabelecidos acordos com os usuários para a devolução do artefato ao término da vida útil. Em serviços orientados ao uso e ao resultado, a empresa geralmente coleta o produto no fim de vida/uso ou substitui o produto quando apropriado (TUKKER, 2004). Isso devido ao fato da propriedade do bem ser do provedor do PSS e não do cliente. Portanto, a LR pode contribuir na viabilização de uma economia circular (TREVISAN; COSTA; COSTA, 2017), em modelos de negócio fundamentados na adição de serviços.

2.2.3 PSS e economia circular (EC)

O conceito de economia circular (EC) não é recente na literatura (VAN DEN BERG; BAKKER, 2015) e originou-se apoiado em diferentes escolas de pensamento (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Entretanto, houve um aumento significativo de publicações na área

⁹ Serviço de troca de uma versão antiga do equipamento por uma nova versão do produto (TREVISAN; COSTA; COSTA, 2017).

a partir da divulgação de uma série de relatórios desde 2012 sobre EC pela Ellen MacArthur Foundation¹⁰ (AZEVEDO, 2015).

A Ellen MacArthur Foundation (2013) descreve EC como um “*sistema industrial que é restaurativo e regenerativo por natureza*”. Ele busca a ruptura do sistema linear de produção “extrair, transformar e descartar”, em direção a uma economia que utiliza-se de modelos de negócio para eliminar a geração de resíduos, por meio do design de produtos e reutilização de materiais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013, 2015).

Em relação ao PSS, recentemente alguns artigos deram ênfase em modelos de negócio circular que integram a oferta de produtos e serviços. Esse aumento de publicações na área é devido ao potencial ambiental do PSS que agrega à EC. Dentre os exemplos da literatura, Bocken et al. (2016) e Lewandowski (2016) apresentam estudos que incluem o PSS como um modelo de negócio circular. Gnoni et al. (2017) analisam um caso de PSS orientado para a EC, com base nas três dimensões da sustentabilidade (social, econômico e ambiental), e apresentam diversos benefícios relacionados com a recuperação, remanufatura e reciclagem.

Todavia, é preciso um cuidado ao mencionar que todo PSS é circular (MICHELINI et al., 2017), pois apesar de estudos qualitativos existirem, ainda há uma escassez em estudos quantitativos. Uma das pesquisas nesse contexto, que destaca a sustentabilidade no PSS, foi realizada por Lindahl, Sundin e Sakao (2014). Os autores quantificaram os benefícios ambientais e econômicos e enfatizaram que, de fato, a oferta PSS é preferível e apresenta maiores vantagens.

No que concerne aos benefícios ambientais, Tukker (2004, 2015) questiona que o PSS não é a resposta para todos os problemas relacionados a sustentabilidade. Segundo o autor, a solução produto-serviço pode conduzir a uma EC, mas para isso mudanças radicais são necessárias no modelo de negócio. Inúmeros autores acreditam que o PSS orientado ao resultado é a maneira mais estratégica rumo a uma EC (MICHELINI et al., 2017; PIALOT; MILLET; BISIAUX, 2017; TUKKER, 2015). Entretanto, para atingir o máximo de desempenho ambiental o PSS precisa ser projetado com cuidado (TUKKER, 2015), considerando todo o seu ciclo de vida (PIALOT; MILLET; BISIAUX, 2017).

2.2.4 Ciclo de vida do PSS

O PSS deve ser planejado com base em uma perspectiva de ciclo de vida (SUNDIN, 2009), pois envolve inúmeros *stakeholders* e consiste em uma combinação de diferentes serviços ao longo de diversas fases do ciclo de vida de um produto (MONT, 2002a). Dessa forma, ao planejar o ciclo de vida do PSS é necessário considerar tanto o design do produto, como o design do serviço (AURICH; FUCHS; WAGENKNECHT, 2006).

De um modo geral, a literatura divide o ciclo de vida do produto em três fases principais (JUN; KIRITSIS; XIROUCHAKIS, 2007):

- (1) Beginning-of-life – BOL (Início da vida): inclui serviços de design e produção;

¹⁰ A Ellen MacArthur Foundation surgiu em 2010 com o objetivo de divulgar o conceito de economia circular e fomentar as discussões acerca do tema. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

- (2) Middle-of-life – MOL (Meio da vida): inclui logística (distribuição), uso, serviço e manutenção;
- (3) End-of-life – EOL (Fim da vida): inclui serviços de logística reversa (coleta), remanufatura (desmontagem, remodelação, remontagem, etc.), reutilização, reciclagem e eliminação.

Entretanto, essa visão em fases delimitadas não atende ao PSS, porque nesse modelo de negócio é imprescindível a comunicação e o fornecimento de informações ao longo de todo o ciclo de vida (WUEST; WELLSANDT, 2016). No PSS as partes interessadas da solução (e.g. fornecedores, produtores, consumidores, gerentes do *end-of-life*, varejistas, entre outros) conseguem influenciar as demais fases. E os interesses dos fornecedores, na obtenção de informações, vão além da visão habitual de BOL, MOL e EOL (UNEP, 2002). Assim, Wuest e Wellsandt (2016) afirmam que uma visão holística é a melhor maneira para representar o ciclo de vida do PSS (Figura 4).

Figura 4 – Evolução das fases do ciclo de vida do produto para a representação holística do ciclo de vida do PSS.

Fonte: Wuest e Wellsandt (2016).

A Figura 4 (a) apresenta a visão tradicional limitada a fases, comumente utilizadas em abordagens sobre a gestão do ciclo de vida do produto. A Figura 4 (b) elucida uma possível integração entre as fases, por meio da troca de informações. Na Figura 4 (c) ocorre a fusão das fases, mediante a comunicação requerida ao longo de todo o ciclo de vida do PSS (WUEST; WELLSANDT, 2016). A visão holística reforça a importância da existência dos serviços no PSS. E evidencia o estabelecimento de comunicação entre as diferentes partes interessadas, desde a concepção da oferta até a retirada do mercado.

Afim de caracterizar a solução produto-serviço, os autores Beuren, Pereira e Fagundes (2016) destacaram de forma sistêmica os estágios do ciclo de vida do PSS (Figura 5). Na respectiva pesquisa, os autores enfatizam a importância de considerar no ciclo de vida os elementos que, segundo Mont (2002a), compõe uma sistema produto-serviço, ou seja, produto, serviço, rede de atores e infraestrutura.

Figura 5 – Ciclo de vida do PSS.

Fonte: Beuren, Pereira e Fagundes (2016).

Como pode ser visualizado, o PSS deve ser projeto e adaptado às necessidades do consumidor (BAINES et al., 2007; BEUREN; PEREIRA; FAGUNDES, 2016), através dos potenciais de personalização de produtos e serviços (AURICH; FUCHS; WAGENKNECHT, 2006). Além de ser um elemento base para o PSS, entender as necessidades e os comportamentos dos clientes influencia os serviços realizados durante o ciclo de vida do PSS. Especialmente nos estágios pós uso, onde são empregadas estratégias de fim de vida para recuperar o produto. De acordo com Sundin (2009), há uma maior ênfase no fim de vida devido existirem boas oportunidades econômicas para as empresas.

2.3 Equipamentos eletromédicos (EM)

A norma IEC 60601-1-11:2012 (ABNT, 2012), que dispõe sobre os requisitos para equipamentos eletromédicos e sistemas eletromédicos utilizados em ambientes domésticos de cuidado à saúde, define equipamento eletromédico como “*Equipamento elétrico que tem uma parte aplicada ou que transfere ou detecta energia do ou para o paciente. E é utilizado no diagnóstico, tratamento ou monitoramento de um paciente; ou para compensar ou aliviar doenças, lesões ou deficiências físicas*”. Esses equipamentos são regidos por inúmeras normas referentes a fabricação, importação, exportação, uso e comercialização. Abaixo estão descritas algumas das legislações pertinentes ao setor.

2.3.1 Especificidades e normas do setor de EM

A indústria de equipamentos eletromédicos deve manter altos padrões de qualidade e seguir diversas normas nacionais e internacionais. A regulamentação rigorosa no setor tem como intuito principal evitar possíveis riscos para a saúde humana (DWYER; CORMICAN,

2017), e possibilitar uma maior segurança ao usuário na operação do equipamento (BRUNO et al., 2010).

Além da existência de normas gerais para segurança e desempenho dos equipamentos eletromédicos (ABNT NBR IEC¹¹ 60601-1:2010) (ABNT, 2010), existem normas técnicas que dão direcionamento para requisitos particulares de equipamentos eletromédicos específicos. É o caso da ABNT NBR IEC 60601-2-24:2015 (ABNT, 2015), referente a segurança básica e desempenho essencial de bombas de infusão e controladores de infusão.

O setor também possui normas sobre usabilidade ABNT NBR IEC 60601-1-6:2011 (ABNT, 2011), que considera a interface operador-máquina a fim de mitigar os erros relacionado ao uso do produto (ABNT, 2011). Igualmente, a indústria dispõe de norma para orientação da redução dos impactos ambientais causados por equipamentos eletromédicos ao longo da vida útil do produto (ABNT, 2014). As exigências normativas transcendem a concepção e fabricação de dispositivos, incluindo demais fases do ciclo de vida dos equipamentos.

Uma das fases que está recebendo ênfase nos últimos anos é a *End-of-life* (fim de vida). Pressões legislativas são cada vez mais frequentes na indústria de dispositivos médicos a fim de reduzir a geração de resíduos e eliminar substâncias tóxicas (MOULTRIE; SUTCLIFFE; MAIER, 2015). A indústria de equipamentos eletromédicos faz parte do setor eletroeletrônico (PEREIRA; SILVEIRA, 2014). E este respectivo setor é um dos responsáveis pela maior ênfase na LR e nas adequações quanto às legislações sobre o meio ambiente (LAU; WANG, 2009).

Dentre as legislações vigentes que são pertinentes a indústria de equipamentos médicos, existe a Diretiva 2011/65/EU da União Europeia referente a restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eletroeletrônicos (RoHS/Restriction of Hazard Substances). Assim como, a Diretiva 2012/19/EU que versa sobre os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (WEEE/Waste of Electro-Electronic Equipment), que podem ser recolhidos pela indústria para reutilização ou reciclagem. Está última, menciona os aparelhos médicos¹² como categoria inserida na lei.

No Brasil, a PNRS (2010) também aborda sobre produtos eletroeletrônicos e seus componentes. A lei obriga a estruturação e a implementação de sistemas de LR em diferentes setores industriais. As empresas, fabricantes, importadores e comerciantes do segmento eletroeletrônico precisam firmar acordos setoriais juntamente com o poder público, para implantar a LR. Porém, diferentemente da diretiva europeia WEEE, a lei brasileira não nomeia quais são os produtos eletroeletrônicos contemplados por ela.

O acordo setorial brasileiro de equipamentos eletroeletrônicos, que teoricamente deveria incluir os equipamentos eletromédicos, ainda está em processo de negociação. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR,

¹¹ O termo ABNT NBR IEC refere-se as normas brasileiras que estão em conformidade com as diretrizes da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) (BRUNO et al., 2010).

¹² Com exceção de dispositivos que venham a ser infecciosos antes do fim de vida, e dispositivos médicos implantáveis ativos (Diretiva 2012/19/UE).

2019), dez propostas do acordo setorial foram recebidas até junho de 2013, sendo 4 delas consideradas válidas. Até o momento dessa pesquisa, nenhum acordo que envolvesse os equipamentos eletromédicos foi firmado. Para o autor Fagliari (2017), apesar dos acordos setoriais otimizarem os processos de LR, a implantação da PNRS no país ainda não é uma realidade, devido ao aumento dos prazos para regularização.

Além dessas normas, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), autarquia responsável pela concessão do registro de produtos eletromédicos em solo brasileiro, possui resoluções específicas para o setor (ANVISA, 2017). Dentre elas, a resolução RDC nº 25, de 15 de fevereiro de 2001, que dispõe sobre a importação, comercialização e doação de produtos para saúde usados e recondicionados.

Um produto é titulado recondicionado quando após o uso *“foi submetido a processo de reciclagem, reforma, revisão ou reprocessamento, ou que pode incluir a substituição de componentes, partes e peças, calibração, testes de qualidade, reesterilização ou etiquetagem, entre outros serviços necessários para colocar o produto nas condições técnicas e operacionais previstas em seu registro na ANVISA, sob responsabilidade expressa da empresa detentora deste registro”* (ANVISA, 2001).

A RDC Nº 25 (ANVISA, 2001) proíbe a comercialização de equipamentos médicos usados que não passaram por algum processo de recuperação, para retornar as condições técnicas e operacionais exigidas pela ANVISA. Dessa forma, só poderão ser comercializados no país produtos novos e recondicionados. Neste último caso, se o fabricante do equipamento for nacional, é de sua responsabilidade realizar o recondicionamento (ANVISA, 2001).

Além das inúmeras legislações, uma outra questão que envolve o setor é a quantidade de usuários de dispositivos médicos (SHARPLES et al., 2012). Shah e Robinson (2008) afirmam que os usuários variam de acordo com o tipo de equipamento e o local de uso do produto. Segundo os autores, os usuários de dispositivos médicos são heterogêneos e consequentemente possuem necessidades e requisitos diversificados (SHAH; ROBINSON, 2008). Assim, é preciso identificar os usuários-chave para coletar as suas necessidades.

2.3.2 Logística reversa de EM

Em relação à equipamentos médicos, as atividades de LR podem ser executadas para diversos propósitos. Xie et al. (2016) analisaram sistemas de troca reversa de equipamentos médicos, do inglês *reverse exchange*, e identificaram 5 opções de LR de acordo com as formas de processamento do produto e devido aos motivos para retorná-los. Os tipos são:

- (1) Troca do produto: essa opção ocorre quando um paciente que possui um dispositivo implantado é orientado a realizar a substituição do dispositivo por um produto alternativo, após uma avaliação médica.
- (2) *Recall* do fabricante: nesse caso, os dispositivos que estão implantados no paciente são retirados e recuperados. O fabricante do produto irá orientar os procedimentos a serem feitos como, recuperação, retirada, ajustes, trocas e monitoramento.
- (3) Defeito nos dispositivos: inicialmente, uma tentativa de recuperação do dispositivo é feita *in loco*. Em caso de insucesso, o dispositivo defeituoso é enviado ao fabricante ou um terceiro para a recuperação. Se o produto não retornar às

condições ideais de uso, e estiver no período de garantia, um novo é enviado ao hospital.

- (4) Manutenção regular: os dispositivos são retornados para a manutenção e os usuários recebem um outro produto de substituição para uso.
- (5) Retorno no fim de vida: Ao fim de vida do dispositivo, o fabricante é acionado para orientações referentes aos procedimentos legais para reciclagem, descarte do produto ou informações de requisitos estruturais. O produto é retirado do inventário do hospital e substituído por um outro.

Apesar das inúmeras opções de retorno do produto médico, o setor de equipamentos eletromédicos brasileiro ainda não demonstrou grandes iniciativas para se enquadrar nas legislações ambientais, que versam sobre práticas de LR. Uma pesquisa desenvolvida no setor, em 2013, pelos autores Silveira et al., apresenta um projeto piloto¹³ com nove empresas que buscam se adequar aos requisitos da PNRS, RoHS e WEEE. Nesse estudo, os autores investigaram as principais características e necessidades das empresas, para subsidiar a elaboração de estratégias de adequação. Porém, em relação a LR, as organizações pesquisadas não demonstraram preocupação referente a recolha de produtos descartados por seus consumidores (SILVEIRA et al., 2013).

Pereira e Silveira (2014), também publicaram uma pesquisa a respeito da necessidade de adaptação as regulamentações ambientais no respectivo setor. Segundo eles, somente uma das cinco empresas de equipamentos médicos pesquisadas possui um sistema de retorno do produto; e nenhuma delas dispõe de procedimentos para descarte dos equipamentos eletromédicos pós uso. No entanto, as adequações para esse setor podem ser mais fáceis, quando comparada com outras cadeias produtivas de dispositivos eletroeletrônicos, pois, apesar dos desafios e especificidades, o setor possui características propícias para se adequar as normas, devido ao rígido padrão de qualidade e rastreabilidade do produto (PEREIRA; SILVEIRA, 2014).

Lee e Lam (2012) realizaram um estudo de caso em uma empresa fabricante de dispositivos médicos em Cingapura, e identificaram deficiências no processo de LR. Alguns dos problemas encontrados foram: baixa eficiência do serviço pós-venda, dificuldade em controlar e gerenciar aspectos financeiros da LR e incapacidade de gerenciar dados diários de inventário. Todavia, as autoras mencionam que, por meio de critérios e soluções específicas, dá para se medir e melhorar o desempenho corporativo e atingir uma maior rentabilidade com o retorno de produtos. A pesquisa ainda propõe soluções para melhoria do sistema.

Em relação a LR em PSS de equipamentos eletromédicos, a literatura ainda é escassa. Xing, Rapaccini e Visintin (2017) realizaram um estudo geral em PSS na área da saúde e identificaram 23 pesquisas. Entretanto, somente duas delas (Moultrie, Sutcliffe e Maier (2015) e Pourabdollahian e Copani (2015)) eram sobre PSS de dispositivos médicos. E nessas respectivas pesquisas, nada é mencionado sobre LR. Deste modo, nota-se que existe

¹³ Projeto CTI-ABIMO (Ver Silveira et al. (2013) e Pereira e Silveira (2014)).

grandes oportunidades para desenvolvimentos de novos trabalhos que contemplem PSS na área da saúde, em especial relacionado a LR de equipamentos médicos.

As pesquisas nessa área precisam de atenção redobrada, pois, como já mencionado, a indústria de equipamentos eletromédicos necessita cuidadosamente seguir padrões de segurança, para evitar possíveis contaminações por meio dos aparelhos médicos. Segundo Kane, Bakker e Balkenende (2017), os dispositivos médicos que estão mais susceptíveis à contaminação precisam ser recuperados de forma mais higiênica, devendo ser projetados para resistirem a esterilização sem perder a funcionalidade inicial.

Ao escolher a estratégia de recuperação mais adequada para o produto, é preciso considerar o valor do produto e os requisitos de esterilidade (KANE; BAKKER; BALKENENDE, 2017). Além disso, também é preciso observar quais estratégias de fim de vida são permitidas pelas legislações pertinentes, visto que as empresas devem realizar a recuperação dos dispositivos médicos conforme normas específicas.

2.3.3 Usuários de equipamentos médicos

A literatura não apresenta uma única definição de quem é o usuário de um equipamento médico. A norma NBR IEC 62366:2016 (ABNT, 2016), sobre aplicação da engenharia de usabilidade a produtos médicos, conceitua usuário como a pessoa que usa, manipula ou opera o produto. A norma não descarta que os responsáveis pela limpeza, manutenção, instalação, pacientes e leigos também podem ser usuários do dispositivo.

A NBR IEC 60601-1-6:2011 assume que o usuário é a pessoa que opera o equipamento. O indivíduo que usa o equipamento para o tratamento é intitulado paciente (ABNT, 2011). Outras normas, como a NBR IEC 60601-1:2010 e a NBR IEC 60601-1-11:2012, adotam o termo “pessoal de serviço” para designar as pessoas responsáveis pela manutenção e instalação do produto (ABNT, 2010, 2012).

De modo geral, Shah e Robinson (2008) definem usuários de equipamentos médicos como a *“pessoa que usa um dispositivo médico para o tratamento e/ou cuidado de si mesmo ou de outra pessoa”*. Para os autores, os usuários ainda podem ser classificados em categorias principais (primário e secundário), grupos, tipos e subtipos diferentes (Figura 6).

Figura 6 – Usuários de equipamentos médicos.

Fonte: Shah e Robinson (2008).

Os usuários primários são as pessoas que utilizam o equipamento médico para o fim a que ele se destina, indicado pelo fabricante. Os usuários secundários são indivíduos que utilizam o produto para uma finalidade diferente do uso terapêutico pré-estabelecido, como técnicos responsáveis pela assistência técnica, pesquisadores, estudantes que manipulam o equipamento para aquisição de conhecimento, entre outros (SHAH; ROBINSON, 2008).

Além dessas definições, em modelos de negócios entre usuário e fabricante, o termo usuário pode referir-se a pessoa ou empresa que irá se beneficiar da utilização de um produto ou serviço (VON HIPPEL, 2005), ou seja, o produto e o serviço pode ser utilizado por um único sujeito ou por um conjunto de pessoas dentro de uma organização.

Dessa forma, é preciso ressaltar que os usuários não podem ser tratados como grupos homogêneos (SCHWEITZER; GASSMANN; RAU, 2014) e que cada usuário possui interesses diferentes (KUJALA, 2008). Em testes de usabilidade, por exemplo, é necessário selecionar os indivíduos que são os usuários alvos do produto, considerando habilidades e comportamentos (RUBIN; CHISNELL, 2008).

No contexto dessa pesquisa, foram coletadas necessidades de usuários-chave que estão diretamente relacionados e envolvidos com o processo de LR do equipamento eletromédico. Em outras palavras, profissionais da saúde que identificam que o produto

atingiu o ciclo de uso/vida, e profissionais hospitalares responsáveis pelo gerenciamento do parque tecnológico nas organizações médicas.

2.3.4 Design centrado no usuário (UCD) na indústria de dispositivos médicos

O Design Centrado no Usuário, do em inglês User-Centered Design (UCD), é caracterizado como a “filosofia que coloca o usuário no centro do processo”, isto é, ao desenvolver produtos, além de ser levado em consideração a tecnologia e os recursos necessários, a perspectiva do usuário deve ser o foco inicial do desenvolvimento (RUBIN; CHISNELL, 2008). O envolvimento dos usuários assegura que o produto será adequado para o fim a que se destina no ambiente em que será utilizado (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004).

A literatura está discutindo a importância de contemplar os fatores humanos no segmento médico-hospitalar (SHARPLES et al., 2012). A maioria dos estudos de UCD se concentram na melhoria do design de equipamentos médicos para a segurança do paciente (MARTIN et al., 2008; SHARPLES et al., 2012). Entretanto, a diversidade de pesquisas na área é vasta. Privitera, Evans e Southee (2017) abordam sobre os desafios de coletar requisitos de usuários na área da saúde. Martin et al. (2008) estudaram sobre os aspectos ergonômicos do desenvolvimento de dispositivos médicos. Garmer, Ylvén e Karlsson (2004) discorrem sobre métodos de UCD para identificar necessidades de usuários.

No caso do design de dispositivos médicos, existem desafios que precisam ser superados pela indústria. Em especial, as empresas fabricantes dos produtos precisam conciliar as necessidades de vários *stakeholders* e usuários com as limitações da própria empresa, considerando os ambientes complexos de uso dos equipamentos (HAGEDORN; KRISHNAMURTY; GROSSE, 2016). Além disso, envolver os usuários da área da saúde é complicado e inclui atividades onerosas para os fabricantes (PRIVITERA; EVANS; SOUTHEE, 2017).

Todavia, o envolvimento do usuário em um contexto de equipamentos médicos é imprescindível (HAGEDORN; KRISHNAMURTY; GROSSE, 2016), pois o setor da saúde envolve múltiplas interações (CLARKSON; WARD; COLEMAN, 2004) e o comportamento dos usuários pode influenciar diretamente na eficácia dos procedimentos médicos (SHARPLES et al., 2012).

Ao contrário de outros domínios ergonômicos, as necessidades de vários tipos de usuários devem ser coletadas e consideradas nesse setor (MARTIN et al., 2008). O envolvimento desses usuários pode ser útil não só para a coleta de requisitos no desenvolvimento de novos produtos, como em Martin et al. (2012), mas também para a melhoria e atualização de produtos médicos já lançados no mercado (GARMER; YLVÉN; KARLSSON, 2004).

2.4 Síntese da fundamentação teórica

Como observado na literatura, em diversas pesquisas os integrantes da LR nem sempre adquirem a importância, que deveriam ter, para as operações de retorno do produto. No caso do PSS apresentado por Mont, Dalhammar e Jacobsson (2006) (Seção 2.2.2) de carrinhos de bebês, ao término dos vários ciclos de uso do carrinho, as informações sobre a responsabilidade em encaminhar o produto à um destino final ambientalmente adequado não são esclarecidas.

Por outro lado, entende-se essa dificuldade, pois apesar de existirem inúmeros exemplos de aplicações que integram produtos e serviços, são poucas as pesquisas que descrevem e ressaltam as atividades de LR. Entretanto, a implantação de uma estrutura de retorno e recuperação de produtos é necessária em diversos tipos de PSS, visto que nesse modelo de negócio a propriedade do bem material, na maioria dos casos, é do provedor da solução.

Nos estudos de caso de PSS, o papel e a relevância do usuário geralmente não são destacados. E em ambos os sistemas, PSS e LR, os usuários são considerados *stakeholders* chave e de grande influência. A LR inicia-se com o usuário, e é pensando neles que as empresas precisam estruturar redes de fluxo reverso de materiais. O PSS deve ser projetado para atender demandas específicas, considerando os indivíduos que se beneficiarão da oferta produto-serviço.

Pressões legislativas estão impulsionando a adoção de práticas sustentáveis em diversos segmentos empresariais. As indústrias de equipamentos eletromédicos necessitam eliminar adequadamente seus resíduos. Nesse contexto, a LR é uma estratégia para recapturar valor ou descartar produtos e componentes que atingiram o fim de vida. Esses preceitos estão diretamente relacionados com uma economia que busca a circularidade contínua de materiais.

Além disso, existem inúmeros usuários de um equipamento eletromédico, e as empresas precisam coletar e considerar as necessidades desses usuários no desenvolvimento de produtos e serviços que os satisfaçam. Nesse sentido, entender as necessidades dos usuários relacionadas a LR de equipamentos eletromédicos, utilizando abordagens com foco no usuário em um contexto de PSS, contribui para o melhor planejamento da solução PSS, assim como no aumento da satisfação dos usuários envolvidos.

Em resumo, a Figura 7 sintetiza a estrutura conceitual que representa a proposta de estudo dessa pesquisa.

Figura 7 – Representação conceitual da pesquisa.

Fonte: elaborada pela autora com base na revisão da literatura.

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos que foram adotados em cada etapa da pesquisa. A metodologia do estudo foi dividida em cinco fases de execução (Tabela 2), compreendendo desde as etapas iniciais do desenvolvimento do projeto de pesquisa até as análises finais dos resultados.

A primeira fase, compreensão inicial da pesquisa, contribuiu para o entendimento de conceitos primordiais referentes aos temas do estudo. A segunda fase, fundamentação teórica, teve o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre os temas já estudados na fase I e apoiar a elaboração dos protocolos de pesquisa. A terceira fase, coleta de dados - Empresa, teve como finalidade identificar o modelo de negócio PSS adotado pela empresa de estudo e mapear a jornada de vida do produto. Na quarta fase, coleta de dados – Hospitais, buscou-se levantar *in loco* as necessidades dos usuários, quanto à logística reversa de equipamentos eletromédicos. A quinta e última fase, análise final dos resultados, teve como intuito analisar as necessidades dos usuários e identificar as dificuldades e desafios associados à logística reversa em PSS de equipamentos médicos a partir dos dados coletados nas fases anteriores.

Tabela 2 – Fases, objetivos das fases e entregas da pesquisa.

Fases	Objetivo da fase	Entregas da pesquisa
Fase I Compreensão inicial da pesquisa	Contribuir para o entendimento de conceitos primordiais referentes aos temas de estudo.	Projeto de pesquisa com objetivos e métodos definidos
Fase II Fundamentação teórica	Aprofundar o conhecimento sobre os temas já estudados na fase I e apoiar a elaboração dos protocolos de pesquisa.	Revisão da literatura
Fase III Coleta de dados - Empresa	Identificar o modelo de negócio PSS adotado pela empresa de estudo, mapear a jornada de vida do produto e mapear os usuários de equipamentos eletromédicos.	Protocolo de pesquisa; Mapa da jornada de vida do produto, com a identificação dos serviços que envolvem LR; e mapa dos usuários.
Fase IV Coleta de dados - Hospitais	Levantar <i>in loco</i> as necessidades dos usuários na LR de equipamentos eletromédicos.	Mapa da jornada do usuário e descrição inicial das necessidades dos usuários.
Fase V Análise final dos resultados	Analisar as necessidades e identificar as dificuldades e desafios associados à logística reversa em PSS de equipamentos eletromédicos.	Descrição final das necessidades dos usuários e síntese dos fatores que influenciam a LR em PSS.

Fonte: elaborada pela autora.

As atividades correspondentes à cada fase estão descritas na Figura 8. Logo abaixo da figura estão apresentados detalhadamente o processo adotado para a realização de cada fase.

Figura 8 – Fases, métodos e atividades da pesquisa.

Fonte: elaborada pela autora.

3.1 Fase I: compreensão inicial da pesquisa

Inicialmente, foi realizado uma revisão da literatura para a compreensão do tema de pesquisa. Webster e Watson (2002) argumentam que o passo inicial para qualquer projeto acadêmico é a revisão bibliográfica. Segundo os autores, esse procedimento descarta áreas de estudos com pesquisas abundantes e descobre áreas com lacunas de conhecimento. Assim, essa fase foi importante para a definição e elaboração do pré-projeto de pesquisa, com os objetivos e métodos definidos, que guiou a pesquisadora no desenvolvimento das próximas fases metodológicas.

3.2 Fase II: fundamentação teórica

Essa fase foi realizada com o intuito de se obter um conhecimento mais profundo sobre os tópicos do estudo. Para isso, utilizou-se trabalhos presentes nas plataformas de busca *Scopus* (www.scopus.com) e *Web of Science* (www.webofknowledge.com). Essas bases de dados foram selecionadas, pois, segundo Falagas et al. (2008), possuem uma quantidade abrangente de periódicos científicos que podem ser utilizados por pesquisadores.

Posteriormente, procedeu-se as buscas por artigos utilizando palavras-chave que incluíam os tópicos de logística reversa, sistema produto-serviço, equipamentos eletromédicos e design centrado no usuário. As pesquisas com as maiores citações indicadas pelas próprias bases de dados foram consideradas. A seleção dos artigos deu-se inicialmente

por meio da leitura dos títulos e resumos dos trabalhos. Em seguida, lia-se a introdução e conclusão dos artigos. As literaturas que não se adequaram à pesquisa foram eliminadas.

Além disso, trabalhos com os temas pertinentes para a pesquisa, referenciados pelos artigos provenientes das plataformas de buscas, foram incluídos na revisão da literatura. Desse modo, a revisão bibliográfica utilizada nessa pesquisa é considerada narrativa, não exaustiva e que inclui uma temática mais aberta para a seleção dos artigos (CORDEIRO et al., 2007).

Para o suporte teórico referente as normas e legislações sobre equipamentos eletromédicos, utilizou-se os sítios eletrônicos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (<http://abntcatalogo.com.br/>) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/>). A ABNT provê, através de NBRs, diretrizes técnicas para o desenvolvimento de equipamentos médicos. E a ANVISA é a agência reguladora que exerce o controle sanitário de produtos médicos no Brasil.

Por fim, optou-se pela leitura na íntegra de leis que correspondem à logística reversa de resíduos eletroeletrônicos e que estão relacionadas com a LR de equipamentos eletromédicos (Seção 2.3.1). Essa atividade foi essencial para a pesquisa e deu apoio no que concerne as regulamentações da área de estudo.

3.3 Fase III: coleta de dados – Empresa

Antes de realizar a coleta de necessidades diretamente com os usuários, foi necessário identificar o modelo de negócio PSS e os serviços que envolvem atividades de LR de equipamentos eletromédicos. Para a coleta de dados e desenvolvimento desse trabalho, selecionou-se o equipamento eletromédico bomba de infusão, que serviu como produto de análise da pesquisa.

Bombas de infusão são dispositivos médicos responsáveis pelo fornecimento de fluidos¹⁴, incluindo medicamentos e nutrientes, para o corpo do paciente em taxas controladas (U.S.FOOD AND DRUG ADMINISTRATION – FDA, 2010; SCHRAAGEN; VERHOEVEN, 2013). O equipamento bomba de infusão encontra-se presente em grandes quantidades nos hospitais, pois a terapia de infusão é um dos procedimentos mais praticados em organizações da área da saúde (LEE; THOMPSON; THIMBLEBY, 2012). Devido a isso, esse equipamento eletromédico foi considerado representativo para o estudo.

Após a escolha do equipamento, foi selecionada uma empresa que desenvolve e comercializa bombas de infusão no Brasil. Essa organização será nomeada nessa pesquisa como “Empresa Alpha”, por motivos de confidencialidade. O método de pesquisa utilizado nessa fase foi o estudo de caso.

Estudos de caso fornecem evidências qualitativas e permitem reunir conhecimentos amplos e sólidos sobre um ou mais fenômenos dentro de um contexto real de análise (YIN, 2009, 2011). Esse método é ideal para explorar uma área de estudo (EISENHARDT, 1989) e é considerado um dos melhores métodos em pesquisas de gerenciamento de operações

¹⁴ Para a infusão dos fluidos são utilizados equipos de infusão acoplados as bombas de infusão. Dentre as normas brasileiras correspondente à equipos, encontra-se a ABNT NBR ISO 8536-8:2012 e ABNT NBR ISO 8536-4:2011.

(VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). Nesse sentido, foram realizadas duas entrevistas semiestruturadas presenciais com quatro colaboradores da Empresa Alpha (Tabela 3), durante um período de 6 horas. Também foi mantido um canal de comunicação via e-mail com um dos representantes da empresa para esclarecimento de dúvidas posteriores a entrevista.

Tabela 3 – Função e tempo de experiência dos entrevistados da empresa Alpha.

Entrevistado	Função	Tempo de experiência com equipamentos médicos
1	Gerente da engenharia	15 anos
2	Supervisor de certificação e validação de equipamentos	7 anos
3	Gerente de assistência técnica	19 anos
4	Gerente de sistema de gestão da qualidade e regulatória	10 anos

Fonte: elaborada pela autora.

As entrevistas semiestruturadas foram guiadas por um protocolo de pesquisa (Apêndice A), e conduzidas por dois pesquisadores da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). O protocolo foi estruturado em três módulos de pesquisa, representados na Figura 9. O primeiro módulo teve como objetivo geral conhecer a empresa entrevistada; o segundo módulo englobou perguntas relacionadas ao modelo de negócio PSS da bomba de infusão¹⁵; e o terceiro módulo visou entender o ciclo de vida do produto, com ênfase nas atividades de pós-uso e LR do equipamento eletromédico.

Além disso, o protocolo continha um roteiro de perguntas abertas sobre os temas a serem cobertos durante a entrevista. As perguntas foram incluídas no protocolo como nortes dos assuntos que seriam discutidos entre pesquisadores-entrevistados. Ao longo da entrevista, questionamentos iam sendo levantados de acordo com os tópicos-chave presentes em cada módulo da pesquisa.

Por fim, uma dinâmica foi realizada juntamente com os colaboradores da empresa Alpha, para identificação dos usuários da bomba de infusão. Nesse processo, utilizou-se o método mapa dos usuários, publicado na tese intitulada “*Proposta de um framework para aplicação de UCD (User-Centred Design) para pequenas empresas desenvolvedoras de produtos eletromédicos*”, elaborado pela autora Campese (2019).

A dinâmica durou aproximadamente 1h30min e consistiu no levantamento de todos os indivíduos que influenciam os requisitos do produto, que conseguem dar feedback a empresa sobre o uso do equipamento, ou que possuem necessidades a serem supridas. De acordo com o método, todas as pessoas que fazem uso do equipamento, em algum estágio do ciclo de vida do produto, podem ser consideradas usuários do dispositivo (CAMPESE, 2019).

¹⁵ Esse módulo objetivou orientar a pesquisadora no entendimento sobre a oferta PSS do produto bomba de infusão. Para isso, utilizou-se o *Business Model Canvas* dos autores Osterwalder e Pigneur (2010). A representação visual do modelo de negócio da empresa Alpha encontra-se no Apêndice B.

Figura 9 – Visão geral do protocolo de pesquisa.

Módulos da pesquisa	Descrição	Objetivo geral	Tópicos	Roteiro de entrevista	Roteiro de perguntas	Referências para a elaboração do protocolo
PRIMEIRO	Background Empresa	Conhecer a Empresa entrevistada				Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002); Yin (2011).
SEGUNDO	Modelo de negócio	Entender como funciona o PSS da Bomba de infusão				
TERCEIRO	Diagnóstico da situação atual (Bombas de Infusão)	Mapear o ciclo de vida (Jornada) do produto				

Fonte: elaborada pela autora.

Os usuários foram identificados e alocados em um diagrama de Venn (Figura 10) de acordo com os usos: operacional, técnico e outros. O uso operacional é realizado por usuários que estão interessados nos aspectos operacionais do produto (i.e., manuseiam a bomba de infusão); o uso técnico refere-se aos usuários que estão interessados em aspectos técnicos do produto e que, geralmente, possuem algum conhecimento técnico sobre o equipamento; e outros usos diz respeito aos demais usuários que possuem interesses diversos sobre a bomba de infusão. Nessa última categoria encontram-se os pacientes, por exemplo.

Figura 10 – Template mapa dos usuários.

Fonte: Campese (2019).

É importante ressaltar que um único usuário pode realizar diferentes usos, podendo ser operacional e técnico ao mesmo tempo. Nessa dinâmica, os colaboradores da empresa Alpha identificavam os usuários na medida em que eles iam discutindo entre si os principais usos de cada indivíduo. Ao final, os colaboradores, utilizando-se de folhas de papel adesivo, elencaram no diagrama todos os usuários da bomba de infusão que foram ponderados por eles. Imagens da aplicação do método estão disponíveis na Figura 11.

Figura 11 – Imagens da aplicação do método mapa dos usuários.

Fonte: elaborada pela autora.

3.4 Fase IV: coleta de dados – Hospitais

Essa fase consistiu na realização de cinco estudos de caso de caráter exploratório e qualitativo em organizações da área da saúde. Os estudos contribuíram para a compreensão *in loco* das necessidades dos usuários, quanto à logística reversa do equipamento eletromédico bomba de infusão. Essa abordagem metodológica proporcionou que problemas reais e a percepção das pessoas envolvidas fossem observadas na prática de forma direta pela pesquisadora (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002).

Os 5 hospitais participantes da pesquisa estão localizados em diferentes municípios nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Buscou-se selecionar tipos de organizações heterogêneas de acordo com a gestão dos recursos de cada hospital. Assim, as entrevistas foram conduzidas em 2 hospitais privados, 2 organizações sociais (hospitais privados sem fins lucrativos) e 1 hospital público universitário. Por questões de confidencialidade e para evitar caracterizar os profissionais entrevistados, estas organizações serão nomeadas nesse estudo como hospital A, B, C, D e E, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Hospitais participantes da pesquisa.

Hospital	Nº de leitos	Tipo	Localização
A	140	Privado	Interior de São Paulo
B	202	Privado	Interior de São Paulo
C	322	Privado sem fins lucrativos	Interior de São Paulo
D	184	Privado sem fins lucrativos	Interior de Minas Gerais
E	54	Público	Interior de São Paulo

Fonte: elaborada pela autora.

Foram coletadas necessidades de usuários-chave (Seção 2.3.3), que estão relacionados e envolvidos com o processo de LR de bombas de infusão. A partir da aplicação do método mapa dos usuários e das visitas nos hospitais, verificou-se 3 diferentes tipos de usuários foco para essa pesquisa, sendo eles:

- (1) técnicos de enfermagem, por serem os profissionais que geralmente detectam alguma falha no equipamento médico;
- (2) enfermeiros, dos quais são o elo de contato entre os técnicos de enfermagem e a engenharia clínica; e

- (3) usuário engenharia clínica, do qual é responsável pela gestão do parque tecnológico do hospital, incluindo entradas e saídas de equipamentos.

Após a seleção dos usuários, procedeu-se as entrevistas individuais com 15 profissionais (usuários), nas cinco organizações selecionadas. As entrevistas duraram entre 30 a 60 minutos, e foram feitas, gravadas e transcritas entre os meses de agosto e novembro de 2018. A Tabela 5 apresenta as particularidades de cada entrevistado.

Tabela 5 – Função e tempo de experiência dos entrevistados nos hospitais.

ID	Função	Área de atuação	Tempo de experiência	Hospital
1	Tec. Enf.	Pronto Atendimento	10 anos	Privado (A)
2	Tec.Enf.	Unidade de Terapia Intensiva	7 anos	Privado (B)
3	Tec.Enf.	Unidade de Terapia Intensiva	4 anos	Privado sem fins lucrativos (C)
4	Tec.Enf.	Unidade de Terapia Intensiva	4 anos	Privado sem fins lucrativos (C)
5	Tec.Enf.	Pronto Atendimento	3 anos	Público (E)
6	Enfermeiro	Unidade de Terapia Intensiva (coordenador)	8 anos	Privado (A)
7	Enfermeiro	Unidade de Terapia Intensiva (enfermeiro sênior)	10 anos	Privado (B)
8	Enfermeiro	Unidade de Terapia Intensiva (coordenador)	19 anos	Privado sem fins lucrativos (C)
9	Enfermeiro	Unidade de Terapia Intensiva (coordenador)	15 anos	Privado sem fins lucrativos (D)
10	Enfermeiro	Pediatria (enfermeiro assistente)	5 anos	Público (E)
11	Eng. clínico	Engenharia clínica (coordenador)	7 anos	Privado (A)
12	Eng. clínico	Engenharia clínica (coordenador)	10 anos	Privado (B)
13	Eng. clínico	Engenharia clínica (coordenador)	4 anos	Privado sem fins lucrativos (C)
14	Eng. clínico	Engenharia clínica (coordenador)	4 anos	Privado sem fins lucrativos (D)
15	Eng. clínico	Engenharia clínica (coordenador)	3 anos	Público (E)

Fonte: elaborada pela autora.

É importante ressaltar que para o desenvolvimento desse estudo, houve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, sob número de parecer 2.789.628, via Plataforma Brasil (<http://plataformabrasil.saude.gov.br>). As entrevistas foram iniciadas somente após a formalização da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O protocolo de coleta de dados pertinentes a essa fase encontra-se no apêndice C, bem como o TCLE (apêndice D) e o parecer consubstanciado do CEP (apêndice E).

Para a condução das entrevistas, além do próprio pesquisador responsável, contou-se com a presença de mais um auxiliar de pesquisa da EESC-USP. Durante o processo, a pesquisadora registrava os pontos relevantes, de acordo com o protocolo, que o indivíduo

mencionava sobre as atividades que envolvem LR e o uso do produto. Cada entrevista foi realizada de forma individual (sem a presença de profissionais de níveis hierárquicos distintos na mesma sala), dando a oportunidade de o usuário escolher não responder quaisquer perguntas que o faziam se sentir incomodado. Além disso, em hospitais que permitiam a observação, um diário de campo foi utilizado para a coleta de dados.

Para um melhor entendimento sobre as necessidades dos usuários que envolvem as atividades de LR de bombas de infusão, juntamente com a abordagem de estudos de caso, foi feito um mapeamento da jornada do cliente¹⁶, do termo em inglês Customer Journey Mapping (CJM). O CJM é uma ferramenta de gerenciamento estratégico utilizada para o entendimento da experiência do cliente de uma determinada empresa (ROSENBAUM; OTALORA; RAMÍREZ, 2017). Pelo CJM é possível representar visualmente a sequência de eventos e pontos de contato entre o cliente e a organização que oferece produtos, serviços ou uma combinação de ambos (RICHARDSON, 2010; ROSENBAUM; OTALORA; RAMÍREZ, 2017). O procedimento gráfico de desenhar a jornada do cliente é valioso, em especial, para identificar necessidades não atendidas (SPERANO et al., 2019).

3.5 Fase V: análise final dos resultados

Os dados coletados foram sintetizados de forma qualitativa (STRAUSS; CORBIN, 2008). As necessidades e particularidades dos usuários-chave da bomba de infusão foram identificadas dentro do contexto de uso e retorno do equipamento. Para isso, a pesquisadora realizou análises *within-case* (*análise específica*), nas quais os estudos de caso das organizações da área da saúde foram investigados de forma particular, para obtenção detalhada de informações referentes ao local e indivíduo entrevistado. Esse tipo de análise facilita o gerenciamento da quantidade de dados obtidos e contribui para a familiarização íntima de cada caso. Além disso, os padrões exclusivos dos casos são detectados antes que se faça uma generalização e, conseqüentemente, ocorra a geração de conclusões prematuras (EISENHARDT, 1989).

Após a análise específica, as necessidades dos usuários foram identificadas e agrupadas de acordo com a sua similaridade. Para Kujala (2008, p. 460), uma necessidade do usuário é definida como um “problema que os impede de atingir seus objetivos em um contexto específico de uso”. Dessa forma, as necessidades foram levantadas, por meio das insatisfações e problemas observados e expostos pelos entrevistados. Em seguida, as semelhanças e diferenças entre os problemas mencionados foram investigados por meio de análises *cross-case*. A execução dessa fase foi apoiada no trabalho do autor Eisenhardt (1989), sobre a construção de teorias a partir de pesquisas de estudo de caso, e dos autores Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), sobre pesquisa de caso em gestão de operações.

Para auxiliar o processo de análise *within-case* e *cross-case*, utilizou-se o software profissional MAXQDA® de análises qualitativas, quantitativas e métodos mistos. Esse software fornece uma ampla gama de ferramentas, fáceis de serem utilizadas e que contribuem na organização e categorização de diferentes tipos de dados. Ele permite que

¹⁶ Para o planejamento e criação do mapa da jornada do cliente, a pesquisadora contou com o apoio do aluno de iniciação científica Guilherme Medeiros e Souza do 4º ano do curso de Engenharia de Materiais e Manufatura da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) – USP.

segmentos de entrevistas sejam codificados e posteriormente subdivididos em outros códigos¹⁷ (REIGADO, 2018). Além disso, por meio do MAXQDA® foi possível realizar uma microanálise, que consiste na análise detalhada de linha por linha (frases e parágrafos) de cada entrevista transcrita (STRAUSS; CORBIN, 2008).

O procedimento para criação dos códigos ocorreu por meio do processo de codificação aberta. Esse tipo de técnica “abre” os dados e explora fragmentos específicos das entrevistas para se obter informações de todas as possibilidades teóricas advindas do documento (TAROZZI, 2011). Nessa etapa da pesquisa, realizou-se um processo dinâmico e iterativo entre o pesquisador e a orientadora desse estudo. Em outras palavras, a cada 5 entrevistas analisadas, a orientadora e a pesquisadora responsável criavam novos códigos e revisavam os já existentes. Isso possibilitou uma avaliação gradual dos códigos e uma diminuição do viés da autora durante a codificação.

Após essas iterações iniciais, 46 problemas foram identificados e divididos em categorias. Para o refinamento dos problemas e discussão das necessidades, foi realizado um *focus-group*¹⁸ com 5 participantes, além da própria autora. Nessa atividade, estavam presentes 3 doutoras especialistas em usabilidade e 2 alunas do mestrado em engenharia de produção com foco em design centrado no usuário. A discussão em grupo durou aproximadamente 3h30min, e imagens do decorrer da atividade encontram-se na

Figura 12.

A partir do processo descrito anteriormente, 5 problemas foram retirados da análise devido à falta de informações suficientes ou por extrapolarem o escopo dessa pesquisa (e.g. problemas relacionados a gestão organizacional que não possuem relação com a LR). Além disso, houve a união de 16 problemas que estavam inseridos dentro de um mesmo contexto. Por exemplo, o problema inicialmente mencionado como “Ausência de proatividade na coleta de bombas de infusão por parte da engenharia clínica” foi agrupado ao “Morosidade na coleta de equipamentos”.

Figura 12 – *Focus-group* para discussão dos problemas e necessidades.

Fonte: elaborada pela autora.

¹⁷ “Os códigos são rótulos que atribuem significado simbólico à informação descritiva ou inferencial compilada durante um estudo” (MILES; HUBERMAN; SALDAÑA, 2014, p.78)

¹⁸ Segundo Rabiee (2004), um grupo focal é uma técnica que pode gerar dados, em um curto período de tempo, a partir de discussões entre grupos de indivíduos sobre um determinado assunto.

Para a realização de toda a discussão em grupo, cada segmento codificado foi lido e relido juntamente com os participantes do grupo focal. Ao final, 25 problemas, com as respectivas necessidades, foram levantados e divididos em 7 categorias.

A Figura 13 apresenta a distribuição de categorias por problemas constatados. A descrição detalhada de cada um encontra-se na seção 4.2.2.

Figura 13 – Categorias de problemas reportados pelos usuários.

Fonte: elaborada pela autora.

Em resumo, para responder ao primeiro objetivo específico dessa pesquisa (Identificar os usuários em um sistema de logística reversa em PSS de equipamentos eletromédicos), utilizou-se o mapa dos usuários, assim como as observações *in loco*. Através do mapa dos usuários, todos os indivíduos que fazem uso da bomba de infusão, ou que possuem relação direta com os serviços fornecidos pelos provedores de PSS, foram identificados.

Já para o alcance do segundo objetivo específico (Investigar o papel do usuário na logística reversa em um sistema produto-serviço), a pesquisadora empregou a técnica de CJM buscando verificar o relacionamento de cada usuário com o processo de LR, e estabelecer o seu papel dentro do sistema de coleta e retorno do produto.

Por fim, durante a obtenção de dados na empresa Alpha e nos hospitais, todos os aspectos positivos e negativos relacionados a LR em PSS, mencionados pelos usuários e representantes da empresa, foram tomados em consideração para análise na fase V. Os resultados obtidos a partir das entrevistas contribuíram para a resposta ao terceiro objetivo desse estudo (Identificar as dificuldades e desafios relacionados a operacionalização de um sistema de LR em PSS de equipamentos eletromédicos). A descrição dos resultados referentes a esse tópico encontra-se na seção 4.3.

4. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa. Inicialmente, há uma descrição sobre o estudo de caso desenvolvido na empresa Alpha, e um detalhamento dos principais clientes da empresa, bem como dos usuários da bomba de infusão. Em seguida, discute-se o modelo de negócio da organização Alpha e a configuração do PSS de equipamentos eletromédicos. Ainda nesse capítulo, são apresentados os serviços que possuem atividades de LR, juntamente com os *stakeholders* envolvidos no processo.

Posteriormente, há uma contextualização geral sobre os estudos de caso desenvolvidos nas organizações da área saúde e uma representação visual das jornadas dos usuários. Logo após, as necessidades dos usuários são elucidadas em profundidade. Ao final, a pesquisadora discute quais são os principais desafios para a operacionalização da logística reversa de equipamentos eletromédicos em PSS, e quais são as vantagens e desvantagens desse modelo de negócio sob a perspectiva dos usuários.

4.1 Estudo de caso com um fabricante de bombas de infusão

A empresa Alpha é uma organização brasileira, localizada no estado de São Paulo, que está no mercado de dispositivos médicos, com foco em sistemas de infusão hospitalar, há mais de 30 anos. É uma empresa líder em seu segmento de mercado, comercializando diferentes tipos de produtos para todos os estados brasileiros e para inúmeros países da América do Sul e Europa.

A empresa possui aproximadamente 300 funcionários, e um faturamento anual considerado de grande porte quando comparado com empresas do setor. A quantidade de empresas no Brasil, que desenvolvem equipamentos médicos, é superior a 14 mil unidades, e o setor possui um consumo aparente de aproximadamente US\$ 10 bilhões, segundo dados de 2015 disponibilizados pela Associação Brasileira da Indústria de Alta Tecnologia de Produtos para Saúde (ABIMED).

No que diz respeito as transações comerciais, a empresa Alpha estabelece uma relação de *business to business (B2B)* com seus clientes, mas também há a venda de equipamentos eletromédicos para clientes individuais (*business to consumer – B2C*), como é o caso da venda de bombas de infusão para profissionais anestesiológicos. A principal unidade de negócios da empresa desenvolve bombas de infusão e equipos de infusão de uso único. A equipe do processo de desenvolvimento de produto (PDP) é multidisciplinar, com 20 colaboradores atuando diretamente, incluindo projetistas, engenheiros, técnicos mecânicos, eletrônicos e técnicos da área da saúde.

Embora o principal equipamento fabricado seja bomba de infusão, a empresa possui em seu portfólio de produtos monitores de sinais vitais, equipos de infusão, suporte de soro e seringas. Esses dispositivos podem ser utilizados em diferentes unidades hospitalares, como é o caso da bomba de infusão que está presente em centros cirúrgicos, unidades de terapia intensiva, pronto socorro, enfermaria e pediatria, por exemplo.

A empresa segue um modelo padrão de desenvolvimento, pois necessita se enquadrar nas regulamentações nacionais e internacionais para comercializar produtos médicos. Atualmente, são fabricados em média 1500 bombas e 700 mil equipos mensais. Segundo os

entrevistados, a empresa Alpha utiliza-se de boas práticas de gestão de projetos contempladas pelo guia *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*¹⁹.

4.1.1 Descrição dos clientes da Empresa Alpha e dos usuários da bomba de infusão

Os principais clientes da empresa Alpha são hospitais públicos e privados, que estão localizados em todo o território nacional, especialmente na região nordeste do Brasil. Entretanto, a maioria dos hospitais, aproximadamente 70%, que possuem as bombas de infusão Alpha, são públicos. A empresa também comercializa, em uma menor parcela, bombas de infusão para clínicas veterinárias, apesar desse tipo de cliente não ser o foco da organização.

Segundo os entrevistados, os usuários da bomba de infusão são indivíduos, presentes nas organizações da área da saúde, que manuseiam o produto (e.g. enfermeiros, técnicos de enfermagem, anestesiológicos, entre outros). Todavia, após a aplicação do método mapa dos usuários (seção 3.3), os colaboradores da empresa Alpha identificaram vinte possíveis usuários da bomba de infusão. Por meio da Figura 14, observa-se a existência de inúmeros grupos de pessoas que manipulam o equipamento para múltiplos fins.

Figura 14 – Usuários da bomba de infusão.

Fonte: elaborada pela autora com base no mapa dos usuários de Campese (2019).

Na representação acima, os responsáveis pela produção e assistência técnica da empresa Alpha, fazem usos técnicos, operacionais e outros usos do dispositivo. Esses indivíduos foram considerados usuários pelos entrevistados, pois realizam testes com a bomba de infusão e posteriormente dão feedback a equipe de engenharia.

Os funcionários da engenharia clínica dos hospitais também foram elencados com múltiplos usos, pois, além dos interesses em aspectos técnicos e operacionais do produto, os mesmos observam a execução dos serviços inerentes a bomba de infusão. Porém, nota-se que os entrevistados não consideram que os médicos, gerais e anestesiológicos, estão interessados em aspectos técnicos do produto. Os colaboradores Alpha acreditam que esses

¹⁹ Guia de boas práticas na gestão de projetos organizados pelo *Project Management Institute (PMI)* (PMI, 2018).

indivíduos não contribuem significativamente com requisitos técnicos para a bomba de infusão.

Para a empresa Alpha, o perfil dos usuários que operam o produto nos hospitais (e.g. equipe de enfermagem, equipe médica e engenharia clínica) difere de acordo com o nível de conhecimento e local onde o equipamento se encontra. Em relação ao conhecimento, se a bomba de infusão é operada por profissionais mais capacitados, com maior experiência sobre o produto, a taxa de erros relacionada a operação do equipamento é menor.

Em relação ao local, os profissionais da saúde presentes em hospitais públicos cometem mais erros de operação do que os usuários de hospitais privados, segundo os entrevistados. A empresa assume, que devido a isso, a incidência na prestação de serviços de manutenção ao equipamento é superior. De acordo com os colaboradores da Alpha, há uma grande rotatividade de funcionários nesse tipo de ambiente. E a empresa necessita realizar a reciclagem de conhecimentos (serviços de treinamento) com uma maior frequência nas unidades públicas.

Além disso, nos hospitais públicos comumente ocorre de ter bombas de infusão de diferentes empresas, e isso torna-se problemático quanto à operação do equipamento, visto que difere de um produto para o outro e o usuário pode confundir-se quanto ao uso. Em hospitais privados, segundo os entrevistados, *“há um maior cuidado com a bomba de infusão”*, tanto na operação quanto no armazenamento. E como não há grande rotatividade, o mesmo usuário manipula o produto por um longo período. De acordo com a assistência técnica da Alpha, a maioria dos problemas referentes a bomba de infusão são devido as falhas relacionadas ao mau uso, independente se os operadores são de hospitais públicos ou privados. Esse problema aumenta se a interação com o produto for nova para os profissionais, e estes estejam adaptados a usar o dispositivo médico de uma outra empresa.

4.1.2 Descrição do modelo de negócio

Os colaboradores da empresa Alpha não estão familiarizados com o termo PSS, embora possuam conhecimento sobre esse tipo de oferta. Assim, para a descrição da solução que integra produto e serviço, o modelo de negócio é caracterizado como a venda de equipos para uso único em bombas de infusão sob regime comodato.

O regime de comodato, previsto nos artigos 579 a 585 do código civil brasileiro, refere-se ao empréstimo gratuito de coisas não fungíveis²⁰. Os comodatários (i.e. clientes da empresa Alpha) são responsáveis em conservar os dispositivos bombas de infusão, e utilizá-los conforme contrato firmado com a empresa. Ao término do contrato, as bombas de infusão são restituídas a empresa Alpha que detém a propriedade do produto. Dessa forma, as receitas são provenientes da venda de equipos que são de uso exclusivo, e compatíveis, em bombas de infusão Alpha. Os equipos não são desenvolvidos para serem acoplados em produtos de empresas concorrentes.

Apesar da venda de equipos ser a principal fonte de receita juntamente com o comodato do equipamento eletromédico (cerca de 90% das bombas de infusão estão em regime comodato), a empresa também vende o produto com adição de serviços, caso o cliente solicite este último. Quando há a venda da bomba de infusão, a empresa informa que ao

²⁰ Segundo o código civil brasileiro, *“fungíveis são coisas que podem ser substituídas por outras da mesma espécie, qualidade e quantidade”* (BRASIL, 2002).

término do uso o cliente poderá retornar o produto e ela se responsabiliza pelo descarte. Serviços de assistência técnica podem ser cobrados caso haja necessidade. E o treinamento para utilização da bomba é sempre gratuito. Nesse trabalho, o modelo de negócio estudado refere-se somente ao comodato, visto que 80 mil bombas de infusão Alpha estão sendo utilizadas por meios de contratos de empréstimos de bomba de infusão e venda de equipamentos.

Para que a empresa Alpha consiga comercializar seus equipamentos eletromédicos, ela necessita inicialmente participar de processos licitatórios²¹. Caso ela seja a empresa licitante, um contrato é firmado com o cliente com duração total de um a dois anos. Segundo os entrevistados, o diferencial da empresa, em licitações, encontra-se no preço da oferta e na disponibilização de assistência técnica nos 26 estados brasileiros e distrito federal.

Quanto aos canais de distribuição, o produto pode ser entregue via transporte aéreo ou terrestre, dependendo da localização do cliente. Quando é firmado o contrato de comodato, a empresa já encaminha 10% a mais de bombas. Isso ocorre para que os usuários não fiquem sem equipamentos, se eventualmente algum parar de funcionar e necessitar de manutenção.

Os equipos podem ser solicitados no momento em que é firmado o contrato de comodato e envio das bombas de infusão, ou a medida em que o cliente requestar. Isso irá depender da disponibilidade de recursos do hospital em pagar todos os equipos; da necessidade do hospital (caso precisem de muitos ou não), e da disponibilidade de equipos no estoque da empresa. A Figura 15 representa visualmente o processo de distribuição das bombas de infusão e dos equipos.

Figura 15 – Processo de compra e envio das bombas de infusão e equipos.

Fonte: elaborada pela autora.

É importante salientar que ambos os lados da díade (empresa e cliente) podem romper o contrato de comodato, caso não estejam satisfeitos posteriormente com o que foi acordado. Para que esse modelo de negócio seja rentável, o cliente carece de utilizar a quantidade

²¹ Licitação é o processo de seleção da proposta mais vantajosa para a administração pública (BRASIL, 1993). Essa proposta pode referir-se ao fornecimento de produtos ou prestação de serviços.

mínima de dez equipos por mês em cada bomba disponibilizada. Em relação ao pagamento dos equipos (à vista ou em parcelas), ele é flexível e irá decorrer do histórico de compras do cliente; dos acordos firmados no contrato; e dos recursos financeiros do hospital. Clientes que não oferecem riscos de inadimplência à empresa possuem maior flexibilidade na escolha do pagamento.

No que concerne aos recursos físicos, a organização consta com uma estrutura para o desenvolvimento e montagem das bombas de infusão, uma fábrica para a produção dos equipos e um depósito de apoio para armazenamento de matéria prima e produto acabado. No processo de desenvolvimento do equipamento eletromédico, a empresa Alpha mantém uma parceria com um colaborador externo para o fornecimento de peças e componentes. A obtenção de peças, assim como a mão de obra e assistência técnica dos serviços, são os principais custos inerentes ao modelo de negócio.

4.1.3 Descrição do PSS: Jornada do equipamento eletromédico bomba de infusão

Os produtos presentes na oferta da solução PSS incluem o equipamento eletromédico, acompanhado dos equipos de infusão, sensor de gotas, manual do usuário, conector elétrico e embalagem. A Figura 16 contém imagens ilustrativas dos principais produtos da solução. Em relação aos serviços, a empresa Alpha oferece treinamento operacional, manutenção preventiva, manutenção corretiva e serviço de coleta do produto ao término de uso e de vida do produto. Esses serviços já estão acordados no momento em que é firmado o contrato de comodato.

Figura 16 – Imagem ilustrativa de bombas e equipos de infusão.

Fonte: elaborada pela autora²².

O treinamento para uso seguro e efetivo do produto pode ser fornecido pelo fabricante ou por terceiros, e é previsto na norma de aplicação a engenharia de usabilidade a produtos da saúde (ABNT, 2016). O treinamento operacional ocorre no hospital quando o produto é

²² Imagens disponibilizadas pelos sítios eletrônicos: <<http://www.provida.eng.br>>; <<https://portaldomedico.com>>; <<https://www.casadopaciente.com.br>>; <<http://www.fortecare.com.br>>.

situado nesse ambiente. A reciclagem de conhecimento acontece a cada dois anos ou a medida em que o cliente solicitar.

É importante considerar que os serviços prestados estão diretamente relacionados com o produto bomba de infusão. A empresa Alpha também presta serviços de treinamento para utilização dos equipos. Esse tipo de produto é de uso único e, ao término de sua serventia, tornam-se resíduos de serviços de saúde (RSS), que são de responsabilidade dos hospitais e clínicas.

Na cidade de São Paulo, os próprios colaboradores da empresa Alpha prestam os serviços de treinamento ao usuário, manutenção e coleta da bomba de infusão. Em outras regiões do país, a empresa dispõe de distribuidores que realizam o treinamento, bem como os serviços de manutenção preventiva e corretiva. Esses representantes são responsáveis por atividades, além da assistência técnica e treinamento, de acompanhamento dos processos licitatórios e captação de novos clientes.

De modo geral, o equipamento bomba de infusão possui um tempo de vida de dez anos. A principal bomba de infusão comercializada pela empresa Alpha foi lançada no mercado entre os anos 2000 e 2001 (Versão 01 da bomba de infusão). Atualmente, esse produto não está sendo mais fabricado, pois a empresa está substituindo-o por um novo equipamento (Versão 02), com maior qualidade, desde o ano de 2017.

Por conseguinte, a empresa necessitará efetuar a LR de aproximadamente 70 mil bombas de infusão da versão 01. Esses produtos ficarão sendo recondicionados e direcionados a novos usuários até atingirem o seu fim de vida. Nesse sentido, a LR pode ser operacionalizada para viabilizar a utilização do produto para novos clientes, visto que a bomba de infusão é utilizada em ciclos consecutivos por várias organizações da área da saúde. Ela também pode permanecer em uso por um único hospital ao longo dos dez anos.

A Figura 17 representa a jornada do equipamento²³, com as principais atividades e *stakeholders*. Observa-se que o produto passa por processos importantes dentro da empresa Alpha antes de ser encaminhado ao usuário. No *middle-of-life* o equipamento é retornado ao ponto de origem para estender a sua vida, através dos serviços de manutenção preventiva e corretiva; e no *end-of-life* para recondicionamento ou descarte, ao término do contrato de comodato.

Como articulado por Trevisan, Costa e Costa (2017), entender as atividades de LR, tanto na fase de uso quanto de fim de vida, possibilita a criação de oportunidades para a economia circular. Porém, as fases do ciclo de vida no PSS não são lineares e delimitadas como geralmente são descritas em estudos da gestão do ciclo de vida do produto (ver Jun, Kiritsis e Xirouchakis (2007)). Dessa forma, a visão holística do ciclo de vida do PSS (WUEST; WELLSANDT, 2016), e a compreensão da jornada do produto, é a melhor maneira para descrever os processos pelos quais a bomba de infusão é submetida.

²³ Para a elaboração da Figura 17 da jornada do equipamento eletromédico, a pesquisadora utilizou como referência o Layout Gráfico do mapa da jornada do visitante da instituição Smithsonian, elaborado por Samir Bitar, disponível no endereço eletrônico: <<https://www.customerbliss.com/smithsonian-built-journey-map-samir-bitar-cb4/>>.

Figura 17 – Jornada do equipamento eletromédico bomba de infusão.

Fonte: elaborada pela autora.

4.1.4 Descrição dos serviços que envolvem LR

Diferentemente do treinamento operacional, os demais serviços envolvem atividades de logística reversa. Abaixo estão descritas as particularidades de cada um:

- Serviço de manutenção preventiva: A engenharia clínica, setor responsável pela gestão dos equipamentos no hospital, faz o acompanhamento da data de manutenção preventiva das bombas de infusão. Quando ocorre o período de manutenção, a engenharia clínica, auxiliada pelos usuários operadores²⁴, separa e coleta os equipamentos (i.e. recolhe dos setores hospitalares) e entra em contato com a empresa Alpha ou distribuidores (no caso das demais regiões do Brasil), para que eles colem o produto do hospital. Porém, não são todos os hospitais que possuem engenharia clínica e, na inexistência desse setor, os próprios usuários operadores entram em contato com a empresa Alpha/distribuidores. A responsabilidade financeira quanto à LR irá depender do que foi acordado no momento do contrato de comodato. A coleta do produto pode ser realizada por uma transportadora ou pelos próprios distribuidores. A transportadora é acionada quando a bomba de infusão se encontra muito distante do distribuir responsável por ela. A manutenção preventiva ocorre uma vez ao ano, possui a duração de 1 hora a 3 horas, e geralmente é realizada nos distribuidores ou na empresa Alpha com o intuito de calibrar a bomba de infusão.

- Serviço de manutenção corretiva: assim como na manutenção preventiva, o local da realização dos serviços de manutenção corretiva é na empresa Alpha ou nos distribuidores. Antes da coleta do produto, enfermeiros ou técnicos de enfermagem detectam que a bomba de infusão apresentou alguma falha, e posteriormente informa à engenharia clínica. A engenharia clínica, ou o próprio usuário operador, separa os equipamentos com defeito e entra em contato com os distribuidores/empresa Alpha para que eles colem o equipamento do hospital. Na manutenção corretiva há a troca de alguns componentes, como detector de gotas, componentes eletrônicos, plásticos e baterias. Esses resíduos são encaminhados para a matriz da Alpha em São Paulo, que os direciona a uma empresa gestora de resíduos. O serviço de manutenção corretiva ocorre na medida em que houver necessidade.

- Serviço de coleta do produto ao término do uso (contrato): ao término do contrato com o cliente, e em caso de não estabelecimento de um novo contrato, os distribuidores se deslocam até o hospital e verificam a quantidade e número de série do produto antes de encaminharem o equipamento para a empresa Alpha. Na fábrica da empresa Alpha, o produto é inspecionado pelos técnicos e encaminhado para a fase de reprocessamento. Após o condicionamento, um novo ciclo de uso da bomba de infusão se inicia. Componentes danificados, que foram substituídos, são encaminhados para a empresa gestora de resíduos.

- Serviço de coleta do produto ao término de vida: geralmente esse serviço inicia-se como se fosse uma manutenção corretiva, e somente após a inspeção é detectado a impossibilidade de reparar o equipamento. Assim, o usuário operador constata que a bomba apresentou falha e informa a engenharia clínica, que recolhe o produto dos setores hospitalares e entra em contato com os distribuidores. Os distribuidores se deslocam até o hospital e verificam a quantidade e número de série do produto. Após a coleta e insucesso na tentativa de recuperação do equipamento, ele é encaminhado para a empresa Alpha. Na

²⁴ Médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem são considerados usuários operadores do equipamento eletromédico.

fábrica da empresa Alpha, o produto passa novamente por um processo de inspeção para confirmar se ele atingiu o fim de vida. Quando o produto atingiu o fim de vida, a empresa encaminha os componentes para uma organização externa, responsável pelo descarte adequado dos resíduos. Dentre os resíduos descartados, encontram-se: baterias, componentes eletrônicos (placas, cabos e chicotes), peças usinadas (metais) e plásticos.

A Figura 18 apresenta visualmente os serviços e os *stakeholders* envolvidos nos processos acima descritos. A representação considera as atividades e responsabilidades das partes envolvidas na LR das bombas de infusão, que estão distribuídas em todo o território nacional (ver Tabela 6). Os equipamentos presentes em hospitais na cidade de São Paulo são coletados, inspecionados e recuperados pelos próprios colaboradores da empresa Alpha, como reportado na seção 4.1.3.

É importante mencionar que dependendo do contrato estabelecido entre o hospital e a empresa provedora do PSS, os serviços de manutenção preventiva e corretiva podem acontecer *in loco* nas organizações da área da saúde. Geralmente, esses processos ocorrem em hospitais que possuem uma grande quantidade de bombas de infusão sob regime comodato e que apresentam uma estrutura de engenharia clínica capaz de receber e apoiar os distribuidores durante a manutenção. Nesses casos, a LR refere-se às peças e componentes danificados que são retirados do equipamento médico e encaminhados para a empresa detentora da propriedade do produto, para posterior recondição ou descarte.

Figura 18 – Mapa de responsabilidade dos serviços que envolvem atividades de LR segundo Fleischmann et al. (2000).

Fonte: elaborada pela autora.

Tabela 6 – Responsabilidade dos stakeholders.

Responsabilidades			
#	ID	Atividades	Stakeholder responsável
Manutenção preventiva	1	Acompanhar o período de manutenção preventiva; localizar, separar e coletar bombas de infusão dos setores hospitalares; e entrar em contato com o stakeholder [C]	Usuário engenharia clínica ou usuário operador
	2	Providenciar a coleta da bomba de infusão do hospital	Distribuidores
	3	Transportar a bomba de infusão	Transportadora ou Distribuidores
	4	Inspecionar a bomba de infusão	Distribuidores
	5	Realizar a manutenção preventiva da bomba de infusão	Distribuidores
	6	Transportar a bomba de infusão para o hospital	Transportadora ou Distribuidores
	7	Receber a bomba de infusão	Usuário engenharia clínica ou usuário operador
Manutenção corretiva	8	Detectar falha na bomba de infusão e informar o stakeholder [A2]	Usuário operador
	9	Separar, coletar bombas de infusão dos setores hospitalares e testar; entrar em contato com o stakeholder [C] e informá-lo sobre a falha	Usuário engenharia clínica ou usuário operador
	10	Providenciar a coleta da bomba de infusão do hospital	Distribuidores
	11	Transportar a bomba de infusão	Transportadora ou Distribuidores
	12	Inspecionar a bomba de infusão	Distribuidores
	13	Realizar a manutenção corretiva da bomba de infusão	Distribuidores
	14	Transportar a bomba de infusão para o hospital	Transportadora ou Distribuidores
	15	Receber a bomba de infusão	Usuário engenharia clínica ou usuário operador
	16	Remover componentes danificados e trocar consumíveis (resíduos)	Distribuidores
	17	Entrar em contato com o stakeholder [B] para retornar os resíduos	Distribuidores
	18	Providenciar a coleta dos resíduos do stakeholder [C]	Empresa Alpha
	19	Transportar os resíduos	Transportadora
	20	Receber os resíduos e enviá-los ao stakeholder [E]	Empresa Alpha
	21	Descartar os resíduos	Empresa gestora de resíduos

(Continua)

(Conclusão)

Responsabilidades			
#	ID	Atividades	Stakeholder responsável
Serviço de coleta do produto no fim de uso	22	Entrar em contato com o stakeholder [A2] e [C] e informá-lo sobre o término do contrato	Empresa Alpha
	23	Localizar, separar e coletar bombas de infusão dos setores hospitalares	Usuário engenharia clínica ou usuário operador
	24	Providenciar a coleta da bomba de infusão do hospital	Distribuidores
	25	Transportar a bomba de infusão	Transportadora ou Distribuidores
	26	Verificar e quantidade de bombas de infusão coletadas e informar ao stakeholder [B]	Distribuidores
	27	Providenciar a coleta da bomba do stakeholder [C]	Empresa Alpha
	28	Transportar a bomba de infusão até o stakeholder [B]	Transportadora
	29	Inspecionar a bomba de infusão; separar e enviar componentes danificados ao stakeholder [E]; e direcionar a bomba de infusão para o recondicionamento	Empresa Alpha
	30	Recondicionar a bomba de infusão e encaminhá-la a um novo cliente	Empresa Alpha
	31	Transportar bomba de infusão ao stakeholder [F]	Transportadora
	32	Receber a bomba de infusão	Novo cliente
	33	Descartar os resíduos	Empresa gestora de resíduos
Serviço de coleta do produto no fim de vida	34	Detectar falha na bomba de infusão e informar o stakeholder [A2]	Usuário operador
	35	Separar, coletar bombas de infusão dos setores hospitalares e testar; entrar em contato com o stakeholder [C] e informá-lo sobre a falha	Usuário engenharia clínica ou usuário operador
	36	Providenciar a coleta da bomba de infusão do hospital	Distribuidores
	37	Transportar a bomba de infusão	Transportadora ou Distribuidores
	38	Inspecionar a bomba de infusão	Distribuidores
	39	Entrar em contato com o stakeholder [B] para retornar à bomba de infusão	Distribuidores
	40	Transportar a bomba de infusão	Transportadora
	41	Inspecionar a bomba de infusão e enviá-la ao stakeholder [E]	Empresa Alpha
	42	Descartar peças e componentes (resíduos)	Empresa gestora de resíduos

Fonte: elaborada pela autora.

A coleta, inspeção, reprocessamento e redistribuição é realizada pela empresa Alpha e seus distribuidores. Os resíduos são direcionados à terceiros para que eles efetuem o correto descarte. O serviço de recondicionamento é de responsabilidade da empresa Alpha, pois, segundo a ANVISA (2001, 2012), é a empresa detentora do registro do produto, ou empresa autorizada e capacitada por este, que deve recolocá-lo nas condições técnicas e operacionais de uso.

Segundo os entrevistados, a empresa e os distribuidores orientam os usuários operadores e a engenharia clínica a não realizarem qualquer tipo de manutenção no equipamento. Ao término do contrato de comodato, se os usuários não devolverem todas as bombas de infusão, a empresa registra o produto como extraviado e emite nota de cobrança ao hospital. A organização faz o acompanhamento a aproximadamente 4 anos da quantidade de produtos não retornados. Em média, 1 a cada 50 bombas de infusão são extraviadas pelos clientes.

Alguns fatores, presentes na literatura, que influenciam o bom funcionamento da rede de LR podem ser observados no caso representado na Figura 18. É por meio do compromisso da alta gerência da empresa Alpha, dos recursos humanos, financeiros, do planejamento estratégico, da cooperação e relacionamento com os parceiros de negócio que a organização consegue retornar o produto para posterior recuperação. Além disso, a empresa conta com o apoio dos usuários para a separação e coleta dos equipamentos dos setores hospitalares. Entretanto, é válido mencionar que são as medidas legislativas, como a PNRS e a WEEE que impulsionam diretamente a LR e o descarte adequado dos componentes eletroeletrônicos dos equipamentos.

4.2 Múltiplos estudos de caso com unidades hospitalares

Foram realizados cinco estudos de caso em diferentes organizações da área da saúde (ver seção 3.4). Em cada hospital foram entrevistados os mesmos profissionais usuários da bomba de infusão. As entrevistas ocorreram com um técnico de enfermagem, um enfermeiro e um engenheiro clínico de cada instituição, exceto no hospital D²⁵. Assim, realizou-se uma entrevista extra no hospital C, com um técnico de enfermagem, dado que essa organização também é privada sem fins lucrativos. Abaixo estão descritas as características dos hospitais participantes da pesquisa²⁶:

O hospital A é uma instituição privada, inaugurada no ano de 2016, que conta com aproximadamente 140 leitos para atendimento aos clientes. Esse centro médico se auto intitula como um dos mais modernos do Brasil, possuindo uma unidade de terapia intensiva com recursos tecnológicos avançados para tratamentos de alta complexidade. Segundo o engenheiro clínico do hospital A, aproximadamente 100 bombas de infusão estão sob regime de comodato disponíveis atualmente para uso. 7% desses equipamentos são destinados a serem reservas em casos de falha de outras bombas de infusão. O setor de engenharia clínica acompanha os serviços de manutenção, dos quais são realizados na própria instituição pelo provedor do PSS.

O hospital B também é uma organização privada, que presta atendimento médico-hospitalar há mais de 45 anos. Esse estabelecimento possui uma infraestrutura de 202 leitos para assistência médica em múltiplas áreas. No total, a instituição possui 300 bombas de infusão, sendo 20% delas consideradas reservas. Devido ao tamanho do parque tecnológico, o

²⁵ Nesse hospital, a dificuldade em disponibilizar um técnico de enfermagem, durante seu período de trabalho, inviabilizou a entrevista com esse profissional.

²⁶ As informações relacionadas a estrutura física de cada instituição foram obtidas através dos sites eletrônicos dos hospitais. Por questões de confidencialidade, a pesquisadora não disponibilizou os sites das organizações.

fornecedor do PSS disponibiliza um colaborador contínuo, *in loco* na organização, para prestação dos serviços de manutenção.

O hospital C é uma entidade assistencial filantrópica que fornece atendimento à pacientes particulares, de convênio e do Sistema Único de Saúde (SUS). Essa organização foi fundada há mais de 125 anos e conta com uma estrutura de 322 leitos, divididos entre os setores de tratamento adulto e infantil. De acordo com o engenheiro clínico, 150 bombas de infusão comodatadas estão destinadas à uso. Quando não há utilização de algum equipamento, ele é armazenado na engenharia clínica como reserva. Para a realização dos serviços de manutenção, o distribuidor se desloca até o hospital. Esse processo ocorre quando a engenharia clínica reúne cerca de 8 bombas de infusão com falhas detectadas. A manutenção é realizada na própria instituição pelo distribuidor, e a engenharia clínica acompanha o serviço.

O hospital D é uma organização social de saúde que surgiu há 122 anos, e possui um total de 184 leitos e um corpo clínico de diversas especialidades. Nos últimos anos, o hospital passou por um processo de intervenção que constatou más condutas administrativas na organização. Após esse processo, o hospital está se recuperando financeiramente e aumentando a quantidade de bombas de infusão que hoje corresponde a 100 equipamentos médicos. As bombas reservas totalizam 3% do parque tecnológico disponível. Em relação aos serviços de manutenção, eles são realizados em um distribuidor, localizado a uma distância de 115 km do hospital. A própria engenharia clínica do hospital D se responsabiliza por encaminhar e retornar o produto inspecionado.

Por fim, o hospital E é um centro médico público que apoia atividades de ensino, pesquisa e extensão universitária desde o ano de 2007. A organização é composta por 54 leitos, e é a única entre os 5 hospitais da pesquisa que não apresenta unidades de terapia intensiva. Atualmente, a instituição possui 55 bombas de infusão e 4 delas são tidas como reservas. Para a prestação dos serviços de manutenção, a engenharia clínica reúne bombas de infusão defeituosas e aguarda os distribuidores coletarem os equipamentos. Assim como no hospital D, a manutenção do dispositivo médico é feita no distribuidor (localizado em uma cidade vizinha), que após o processo devolve o equipamento para o hospital.

Na Tabela 7 encontra-se um resumo das características de cada organização participante do estudo. As diferenças entre os hospitais propiciaram uma heterogeneidade da amostra, que garantiu uma fidelidade maior para os dados coletados.

Tabela 7– Características dos hospitais participantes da pesquisa.

Hospital	Nº de leitos	Nº de bombas de infusão em comodato	Nº de bombas de infusão reserva em comodato	Local da manutenção	Tipo
A	140	~ 100	7	Hospital	Privado
B	202	300	60	Hospital	Privado
C	322	150	Não estipulado	Hospital	Privado sem fins lucrativos
D	184	100	3	Distribuidor	Privado sem fins lucrativos
E	54	55	4	Distribuidor	Público

Fonte: elaborada pela autora.

A seguir, são apresentadas as jornadas dos usuários em relação aos processos de treinamento, operação do equipamento médico, manutenção (preventiva e corretiva) e retirada do produto ao término do contrato de comodato. As atividades desenvolvidas por eles que interferem na LR são representadas graficamente, juntamente com os problemas que impactam a coleta e devolução das bombas de infusão aos hospitais durante a vigência do PSS.

4.2.1 Jornada dos usuários durante a oferta do PSS

Os três usuários-chave da bomba de infusão desempenham processos diferentes com o equipamento médico dentro da organização hospitalar. Contudo, as jornadas de cada indivíduo se sobrepõem em determinados momentos e afetam as ações que são executadas pelos demais. Por exemplo, se um técnico de enfermagem emprestar uma bomba de infusão da UTI para um outro setor, e não registrar ou informar ao enfermeiro coordenador, haverá uma dificuldade por parte da engenharia clínica em localizar o dispositivo para a manutenção preventiva. Do mesmo modo, se a engenharia clínica não devolver o equipamento médico após a manutenção para os setores hospitalares, os técnicos e enfermeiros ficarão limitados à quantidade de bombas de infusão disponíveis para uso.

Dessa forma, as jornadas foram divididas em três, segundo os profissionais entrevistados, para uma representação mais detalhada das atividades realizadas por cada usuário. Devido à UTI ser uma das áreas do hospital que mais apresenta bombas de infusão²⁷, esse setor foi utilizado para retratar as ações realizadas internamente no hospital. Abaixo, encontra-se a descrição da jornada do usuário²⁸ técnico de enfermagem, seguida da do enfermeiro coordenador e da engenharia clínica.

4.2.1.1 Jornada do Técnico de Enfermagem

Com relação a jornada do técnico de enfermagem (Figura 19), o único contato que ele estabelece com o provedor do PSS, ou distribuidores, é durante o processo de treinamento. Após essa etapa, o usuário já inicia ao uso do produto, do qual possui uma distinção se o paciente é recente na UTI ou se já está internado na unidade a mais de um dia. Quando o paciente é recente, o técnico de enfermagem necessita localizar as bombas disponíveis para

²⁷ Segundo a RDC nº 7 da ANVISA, cada leito da UTI adulto deve conter, no mínimo, quatro bombas de infusão para uso, e uma de reserva operacional a cada três leitos (ANVISA, 2010).

²⁸ Para a elaboração das jornadas dos usuários, a pesquisadora utilizou como referência o Layout Gráfico do mapa da experiência do cliente Giant Ant, elaborado pela designer Marie Cheung, disponível no endereço eletrônico: <<http://mariecheung.ca/giantant.html>>.

então programar e instalar o equipamento. É nesse período que o usuário menciona um dos problemas mais recorrentes de sua jornada, que é a dificuldade em encontrar um produto acessível para ser utilizado.

Ainda durante a fase de uso do equipamento, os técnicos de enfermagem recebem a solicitação da engenharia clínica para fazerem a retirada de bombas de infusão para a manutenção preventiva. Posteriormente, eles precisam instalar bombas reservas, que já foram calibradas, nos pacientes. A falta de bombas reservas é também um dos obstáculos identificados.

Na fase de manutenção corretiva, quando o técnico de enfermagem detecta que houve falha no dispositivo, sua primeira reação é tentar solucionar o problema. Essa atividade ocorre, pois esse usuário entende a dificuldade em permanecer com um equipamento a menos na unidade. Ao notar o insucesso em recuperar operacionalmente o produto, uma etiqueta é fixada com a identificação do problema na bomba de infusão, e o usuário informa ao enfermeiro coordenador que o dispositivo está inativo. A continuidade da jornada ocorre quando a engenharia clínica retorna com o equipamento pós manutenção.

Ao término do contrato de comodato, os técnicos de enfermagem recebem o treinamento para a utilização de uma nova bomba de infusão e em seguida auxiliam os enfermeiros na separação das bombas antigas, das quais serão devolvidas à empresa devido a finalização contratual. Os demais processos que ocorrem com o equipamento médico, internamente no hospital, para que o produto seja direcionado ao provedor do PSS, são pertinentes as jornadas dos outros usuários (enfermeiros e engenharia clínica).

Figura 19 – Jornada do usuário técnico de enfermagem.

Fonte: elaborada pela autora.

4.2.1.2 Jornada do Enfermeiro Coordenador

No que concerne à jornada do enfermeiro coordenador (Figura 20), esse profissional além de desempenhar atividades de coordenação, ele presta serviço assistencial ao lado dos técnicos de enfermagem. Os mesmos participam do processo de treinamento e tornam-se replicadores de conhecimento (treinadores) para os profissionais recém-contratados para a UTI. Assim como os técnicos de enfermagem, esse usuário também possui dificuldade em localizar o equipamento para a manutenção preventiva. Desse modo, os enfermeiros notam que a bomba de infusão foi encaminhada para um outro setor e não retornou à unidade de origem.

Durante a fase de manutenção corretiva, o enfermeiro recebe a informação do técnico de enfermagem de que a bomba de infusão está inoperante. Diferentemente do que é mencionado pelos técnicos de enfermagem, o produto geralmente não possui a etiqueta com a identificação da falha (i.e. problema referente ao sensor, bateria, configuração etc.). Apesar disso, o usuário enfermeiro realiza uma tentativa para solucionar o problema. Caso ele consiga, a bomba de infusão é retornada para a fase de uso. Quando o enfermeiro não consegue solucionar a falha, ele abre uma ordem de serviço (OS) para a engenharia clínica coletar o produto. Após esse processo, um dos problemas reportados é referente a morosidade no retorno da bomba de infusão para a UTI após a manutenção.

Ao final do contrato de comodato, auxiliado pelos técnicos de enfermagem, o enfermeiro coordenador separa as bombas de infusão e entrega os equipamentos para o departamento de engenharia clínica. Esse setor é responsável por coletar os dispositivos da UTI, embalá-los e armazená-los até os distribuidores, ou o próprio provedor do PSS, retirá-los do hospital.

Figura 20 – Jornada do usuário enfermeiro coordenador.

Fonte: elaborada pela autora.

4.2.1.3 Jornada do Engenheiro Clínico

A jornada do engenheiro clínico (Figura 21) inicia-se no treinamento conjuntamente com os demais colaboradores do hospital. Um ponto de estresse primário desse usuário é a necessidade em insistir que a equipe de enfermagem compareça ao processo de capacitação. Esse problema pode ser decorrente, mas não exclusivo, da ausência de um treinamento atrativo mencionado nas jornadas dos enfermeiros e técnicos de enfermagem.

Na organização da área da saúde, o engenheiro clínico é o indivíduo que mais estabelece o contato com o fornecedor do PSS e os distribuidores. Ao longo de sua jornada, uma das atividades realizadas é o acompanhamento do serviço de manutenção preventiva. A engenharia clínica faz uma solicitação de serviço aos distribuidores, para que estes calibrem anualmente os equipamentos. A solicitação ocorre por meio de ligações telefônicas, e-mail e, frequentemente, por aplicativo de mensagem.

Apesar do usuário reconhecer que os meios de contato, mencionados anteriormente, agilizam o processo, a informalidade na abertura de chamado dificulta o registro do serviço. Ainda na fase de manutenção preventiva, após a calibração das bombas de infusão, o usuário necessita “cobrar” dos distribuidores o envio da documentação. Esse problema está diretamente relacionado com a informalidade na abertura de chamado e o não envio de relatórios de manutenção por parte do provedor do PSS/distribuidores.

Já durante a fase de manutenção corretiva, a engenharia clínica recebe a ordem de serviço dos enfermeiros, coleta os equipamentos da UTI e disponibiliza bombas de infusão reservas (se houver) à equipe de enfermagem. O usuário engenharia clínica também informa ao distribuidor que o hospital está com equipamentos inoperantes, para que a manutenção corretiva seja efetuada. Quando o processo é realizado *in loco*, os distribuidores são responsáveis por coletar componentes e peças defeituosas não úteis.

Na finalização do contrato, a engenharia clínica organiza o parque tecnológico das bombas de infusão e aguarda a coleta dos equipamentos. Nesse período, alguns problemas se manifestam, como perdas de equipamentos médicos ao longo da oferta PSS e falta do controle da quantidade de bombas contratadas inicialmente. Problemas esses que se acentuam caso o usuário não possua registro de entradas e saídas de dispositivos do hospital. Detalhes específicos sobre cada problema dos usuários, e suas respectivas necessidades, encontram-se na próxima seção.

Figura 21 – Jornada do usuário engenheiro clínico.

Fonte: elaborada pela autora.

4.2.2 Necessidades dos usuários na LR de equipamentos eletromédicos

Ao final do processo de análise dos resultados (seção 3.5), investigou-se detalhadamente 25 problemas para o entendimento das necessidades dos usuários. Os problemas foram divididos em 7 categorias distintas, denominadas contrato, treinamento, operação do equipamento, design do produto, coleta, rastreamento e controle, e manutenção.

Os segmentos codificados das entrevistas que reportavam problemas associados diretamente à LR foram analisados, bem como os que afetam indiretamente o sistema de coleta e retorno de produtos. Um exemplo indireto é a falta de regularidade de treinamento que, apesar de a priori não possuir relação direta com o escopo da pesquisa, pode desencadear a LR devido ao aumento da quantidade de manutenções corretivas. Nesse sentido, os problemas e necessidades levantadas estão distribuídos da seguinte forma:

4.2.2.1 Categoria: contrato

Na categoria contrato (Tabela 8), uma dor²⁹ reportada pelos usuários é referente ao erro na identificação de equipos de diferentes marcas de bombas de infusão. Segundo o usuário enfermeiro 8, *“deveria haver uma conversa melhor com todos os setores quando há troca de contrato, para não acabar dando confusão ao comodatar equipamentos diferentes dos insumos que o hospital já possui”*. O engenheiro clínico do hospital D argumentou que está tentando manter o contrato somente com um único fornecedor, para evitar que os usuários operadores cometam equívocos durante o uso. Apesar do equipo desenvolvido para a bomba X não ser compatível com a Y, a similaridade entre eles pode ocasionar problemas como esse.

Tabela 8 – Problemas e necessidades da categoria contrato.

ID	Problema	Necessidade	Hospital	Tec. Enf.	Enf.	Eng. Clín.
1	Erro na identificação de equipos de diferentes marcas de bombas de infusão	Melhorar a identificação de equipos para diferentes marcas	C e D	-	8	14
2	Falta de upgrade das bombas de infusão comodatas	Ter possibilidade de <i>upgrade</i> das bombas de infusão	B	-	-	12
3	Mudança dos distribuidores da empresa	Melhorar o controle de documentação e o registro de comunicação com os distribuidores	B e D	-	-	12, 14
4	Não disponibilização de equipamentos reservas	Manter o mesmo nº de equipamentos contratados disponíveis	C e D	3	-	14

Fonte: elaborada pela autora.

A segunda necessidade identificada é ter a possibilidade de *upgrade* dos equipamentos. O hospital B finalizou o último contrato com o provedor do PSS em virtude do mesmo não oferecer equipamentos com as especificações desejadas. O usuário engenharia clínica 12 relatou: *“nós optamos pela substituição, independente de não haver problema*

²⁹ O termo “dor” é utilizado nessa pesquisa como sinônimo para a palavra “problema”.

nenhum em continuar com o contrato, pois eles não atenderam o que estávamos pedindo, que era um parque novo com bombas bivolt”.

Ainda nessa categoria, um problema que interfere diretamente na LR dos dispositivos médicos é a mudança de representantes da empresa (distribuidores). *“A cada hora é um gerente que vem, a dança das cadeiras é muito grande [...] e acaba meio que perdendo a rastreabilidade da informação”*, destacou o usuário 12. Além disso, se o registro de comunicação com os distribuidores não for eficaz e houver substituições frequentes, a engenharia clínica poderá enfrentar dificuldades em inventariar as bombas de infusão ao término do comodato, principalmente se o contrato se estender por muitos anos.

A não disponibilização de equipamentos reservas também é uma dor manifestada pelos usuários. Na prática, nem todos os hospitais dispõem de bombas extras. A demanda por equipamentos pode limitar a quantidade de sobressalentes. Dessa forma, é prudente que o hospital permaneça sempre com o mesmo número de bombas contratadas, pois na retirada de equipamentos para a manutenção, poderá haver um déficit de aparelhos. De acordo com a engenharia clínica, se os distribuidores deixassem produtos disponíveis quando há a coleta equipamentos inoperantes, o hospital não necessitaria contratar bombas reservas (vinculadas à um consumo mínimo de equipos).

4.2.2.2 Categoria: treinamento

Em relação a essa categoria (Tabela 9), três problemas foram observados. Primeiro, a não adesão da equipe de enfermagem ao processo de capacitação. Devido a isso, a engenharia clínica externou o desejo de que o treinamento fosse compulsório dentro do ambiente hospitalar. Conforme frisou o usuário 15, *“o pessoal reclama que não têm treinamento, mas quando têm é preciso implorar para eles irem”*. Esse problema ocorre não somente durante o treinamento oferecido pelo provedor do PSS, mas também em relação a reciclagem de conhecimento ofertada pela educação continuada interna à organização da saúde.

Segundo, a falta de um treinamento atrativo é também uma das dores comumente mencionadas pelos usuários. O reflexo desse problema é a dispersão dos profissionais durante o processo. Para o enfermeiro 8, a fixação de conhecimento seria mais efetiva se houvesse uma representação visual e uma explicação mais didática do equipamento. *“Uma versão esquemática, escrita [...], com desenho do aparelho na minha mão”*, destacou o usuário.

Tabela 9 – Problemas e necessidades da categoria treinamento.

ID	Problema	Necessidade	Hospital	Tec. Enf.	Enf.	Eng. Clín.
5	Não adesão ao treinamento	Obrigatoriedade do treinamento	A e E	-	-	11, 15
6	Treinamento não atrativo	Ter um treinamento mais didático	A, B, C e E	4, 2	8	11, 15
7	Treinamento esporádico	Aumentar a regularidade do treinamento	B, C, D e E	2, 3, 4, 5	8, 9	13, 14

Fonte: elaborada pela autora.

Terceiro, a falta de regularidade do treinamento foi mencionada por 8 dos 15 entrevistados. No hospital C e E, os técnicos de enfermagem só presenciaram um treinamento em um período de 3 a 4 anos. O enfermeiro 9 acredita que se houvesse uma periodicidade

maior, *“haveria até uma diminuição do número de manutenção de bombas, porque que com o tempo o profissional começa a ficar relaxado em como ele opera (equipamento)”*. Para o engenheiro clínico 13 e o enfermeiro 8, um treinamento a cada seis meses seria o ideal. Geralmente, os próprios usuários operadores prestam treinamento para aos novatos. Entretanto, *“esse treinamento é diferente do que uma pessoa preparada (treinador) dá”*, ponderou o usuário 3.

4.2.2.3 Categoria: operação do equipamento

Na categoria de operação do equipamento (Tabela 10), a primeira necessidade é melhorar o processo de manipulação das bombas de infusão, decorrente da elevada frequência de manuseio inadequado do equipamento. Em especial, a engenharia clínica é o usuário que mais evidencia o desejo em aperfeiçoar o processo. Segundo eles, praticamente metade das manutenções corretivas é referente ao mau uso do equipamento. Nesse caso, a LR reversa inicia-se devido à queda de equipamentos, instalação imprópria do equipo ou quando o usuário pressiona com força excessiva as teclas de comando e danifica o aparelho.

A falta de devolução de bombas emprestadas para outros setores é um problema que foi observado em todos os hospitais do estudo, e mencionado por todos os três tipos de usuários. Usualmente, os equipamentos migram do setor de origem (e.g. UTI) e os profissionais perdem a rastreabilidade do produto. Além disso, a ausência em documentar o empréstimo pode dificultar posteriormente a localização das bombas de infusão. Nessa situação, o enfermeiro 10 comentou que uma medida adotada é o envio de mensagens em um grupo da equipe, via aplicativo WhatsApp, questionando em qual setor encontra-se o equipamento.

Outro problema pertinente a essa categoria é a falha no processo de energizar as bombas de infusão. O hospital precisa dispor de locais adequados para que os aparelhos fiquem energizados não só durante o uso, mas também quando estão armazenados. Há uma necessidade em melhorar o treinamento dos profissionais, para que esses entendam a importância em manter o equipamento constantemente ligado à rede elétrica. O engenheiro clínico 14 relatou: *“às vezes eu brigo para que eles coloquem as bombas nas tomadas, porque nem sempre colocam. Esse é um problema de equipamento médico e todos precisam ficar energizados. O pessoal não consegue entender que o equipamento tem que ficar na tomada”*. A não realização dessa atividade potencializa danos a bateria do aparelho, e consequentemente aumenta a ocorrência da LR para a manutenção.

Tabela 10 – Problemas e necessidades da categoria operação do equipamento.

ID	Problema	Necessidade	Hospital	Tec. Enf.	Enf.	Eng. Clín.
8	Elevada frequência de manipulação inadequada de equipamentos	Melhorar o processo de manipulação dos equipamentos	A, B, C e D	-	9	11, 12, 13
9	Falta de devolução de equipamentos emprestados para outros setores	Aperfeiçoar o controle de empréstimo e devolução de equipamentos	A, B, C, D e E	4	9, 10	11, 12, 14
10	Falha no processo de energizar os equipamentos	Melhorar o processo de treinamento e disponibilizar locais propícios para a energização das bombas	A, B, C e D	-	8	11, 12, 14
11	Elevada frequência de configuração inadequada dos equipamentos	Facilitar processo de configuração	A, B e C	-	7	11, 12, 13

Fonte: elaborada pela autora.

Por fim, a elevada frequência de configuração inadequada da bomba de infusão também é um dos fatores que condiciona o início da LR. Conforme reportou o engenheiro clínico 13, *“da última vez, o técnico testou 10 (equipamentos) e somente 1 estava com defeito. 9 eram coisas bestas, como sensor de gotas que estava ligado”*. No hospital A, o engenheiro clínico 11 sugere que os erros na programação da bomba ocorrem porque os usuários operadores pressionam inúmeras teclas e desencadeiam o bloqueio do equipamento.

4.2.2.4 Categoria: design do produto

No que se refere a categoria de design do produto (Tabela 11), uma necessidade exclusiva de técnicos de enfermagem e enfermeiros é ter o *feedback* correto do porquê o sensor da bomba de infusão está acionado. Geralmente, quando o aparelho detecta ar na linha (equipo), ele emite sinal sonoro até o usuário reverter a falha. Porém, segundo os profissionais, o equipamento aciona o sensor mesmo quando não há obstrução na passagem de fluídos. *“Outro dia aconteceu da bomba de infusão ficar apitando e a gente não conseguia resolver, e teve que fechar ela aqui em uma sala para diminuir o barulho”*, comentou o técnico de enfermagem 2.

Ainda em relação aos alarmes, a engenharia clínica do hospital D e E mencionaram que o equipamento trava, solicita senha de calibração, e aciona um sensor sonoro quando há a necessidade de efetuar a manutenção preventiva. A solicitação da senha de calibração é um mecanismo do provedor do PSS para assegurar que o equipamento será calibrado. Todavia, a desativação do alarme evitaria o ruído indesejado e não comprometeria a manutenção preventiva, visto que as funções de uso continuariam bloqueadas.

Tabela 11 – Problemas e necessidades da categoria design do produto.

ID	Problema	Necessidade	Hospital	Tec. Enf.	Enf.	Eng. Clín.
12	Falta de identificação correta do motivo da ativação do sensor na bomba de infusão	Ter o feedback correto do porquê o sensor está sendo acionado	A, B, C e E	2, 3, 5	6	-
13	Alarme acionado quando o equipamento trava e solicita senha de calibração	Desativar o alarme quando o equipamento trava e solicita senha de calibração	D e E	-	-	14, 15
14	Ausência de informação do problema do equipamento	Enfermagem: Facilitar o processo para reportar o problema Eng. Clínica: Receber informação sobre o defeito da bomba de infusão	A, B, C e E	-	7	11, 13, 15

Fonte: elaborada pela autora.

A ausência de informação do problema da bomba de infusão é também uma das dores dos usuários, em particular dos enfermeiros e dos engenheiros clínicos (ver jornada dos usuários). Um procedimento padrão interno aos hospitais, quando há detecção de falha no aparelho, é fixar uma etiqueta na bomba de infusão com a descrição do problema. Entretanto, é comum o usuário operador não realizar essa atividade. Segundo o enfermeiro 7, quando a engenharia clínica coleta o aparelho, eles querem saber o motivo do erro. O engenheiro clínico 11 expressou: *“às vezes eles deixam escrito “com defeito”, aí nem a gente sabe o que é..., e eu não posso abrir o chamado assim (para a manutenção corretiva)”*.

4.2.2.5 Categoria: coleta

Na categoria coleta (Tabela 12), três principais problemas foram identificados. Primeiro, para os técnicos de enfermagem 3 e 5, há uma morosidade por parte da engenharia clínica na recolha de equipamentos dos setores hospitalares. No hospital C, por exemplo, o usuário 3 expôs que quando houve o término do contrato de comodato, a organização não possuía mais equipos disponíveis. Ainda assim, as bombas de infusão permaneciam no setor de UTI, gerando um transtorno para a equipe de enfermagem.

O segundo problema é referente a dificuldade em localizar as bombas de infusão para a manutenção preventiva, bem como ao término do contrato. O engenheiro clínico é o usuário que mais expressa insatisfação, devido está sob a sua responsabilidade a localização dos equipamentos dentro da unidade médica. *“A gente vai fazer a manutenção preventiva em um equipamento e daí não o encontra. Passa 6 meses, e o enfermeiro encontra o equipamento dentro do armário. Isso acontece muito!”* evidenciou o entrevistado 14. O mesmo usuário admitiu: *“O problema maior do término do comodato é reunir todas as bombas. [...] Isso me preocupa”*.

Tabela 12 – Problemas e necessidades da categoria coleta.

ID	Problema	Necessidade	Hospital	Tec. Enf.	Enf.	Eng. Clín.
15	Morosidade na coleta de equipamento	Agilizar o processo de coleta	C e E	3, 5	-	-
16	Dificuldade em localizar equipamentos para a manutenção preventiva e ao término do contrato	Ter informação do local dos equipamentos e poder rastreá-los entre setores	A, B, D e E	-	7	11, 12, 14, 15
17	Ausência e/ou morosidade no recolhimento de equipamentos/peças	Agilizar a coleta de peças/equipamentos durante o contrato e ao término	A, B, C e D	-	-	11, 12, 13, 14

Fonte: elaborada pela autora.

Assim como os técnicos de enfermagem, a engenharia clínica também demonstrou descontentamento em virtude da morosidade e/ou ausência na coleta de equipamentos e peças, por parte do provedor do PSS e seus distribuidores. No hospital B, o usuário 12 enfrentou problemas referentes a segurança no trabalho, devido a presença de baterias inoperantes no setor. Atualmente, a engenharia clínica exige que todos os componentes retirados da bomba de infusão sejam encaminhados via LR. Após 10 meses do início de um novo contrato de comodato, o hospital C permanece com bombas de infusão que ainda não foram retiradas.

4.2.2.6 Categoria: rastreamento e controle

No que concerne à categoria de rastreamento e controle (Tabela 13), uma necessidade interna à instituição da saúde é localizar o equipamento médico. No geral, o usuário engenharia clínica identifica que houve perda do equipamento quando o contrato do PSS é finalizado. É nesse momento que todos os equipamentos precisam ser reunidos, conferidos e devolvidos à empresa. Esse problema pode ser potencializado se houver uma ausência do controle da quantidade de bombas de infusão que foram inicialmente comodatadas.

A falta de controle do número de bombas de infusão reflete a necessidade em melhorar o registro de entradas e saídas de equipamentos. Como articulados pelos engenheiros clínicos dos hospitais B, C e D, essa é uma falha não somente da instituição da saúde, mas também da empresa e dos distribuidores, que nem sempre possuem o controle da quantidade exata do parque tecnológico disponibilizado. O engenheiro clínico 14 demonstrou preocupação a esse respeito: *“vai que eles (distribuidores) falam que temos 60 bombas e eu só achei 40. Porque pode muito bem ter ido uma bomba para a manutenção há 4 ou 5 anos e não ter voltado”*.

Tabela 13 – Problemas e necessidades da categoria rastreamento e controle.

ID	Problema	Necessidade	Hospital	Tec. Enf.	Enf.	Eng. Clín.
18	Perda de equipamento	Localizar equipamento médico	A e C	-	-	11, 13
19	Ausência de controle da quantidade de equipamentos sob comodato	Melhorar o registro de entradas e saídas de equipamentos	B, C e D	3	-	12, 13, 14,

Fonte: elaborada pela autora.

4.2.2.7 Categoria: manutenção

Em relação à manutenção, 6 necessidades foram reunidas (Tabela 14). A primeira é decorrente da ausência do plano de acompanhamento de manutenção preventiva. No hospital C, o engenheiro clínico acredita que é responsabilidade do distribuidor acompanhar o período de calibração, devido aos equipamentos não pertencerem ao patrimônio do centro médico. Todavia, essa atitude é problemática, pois o usuário confia unicamente no controle da manutenção realizada por terceiros. Além disso, ele se abstém de uma das responsabilidades que também é da engenharia clínica, como observado nos outros hospitais. Por exemplo, no hospital A, o usuário 11 argumenta que, além da instituição da saúde, o distribuidor deve acompanhar o período de manutenção para que não haja conflito no agendamento de datas.

Facilitar a abertura de chamado para a manutenção (preventiva e corretiva) também é uma necessidade da engenharia clínica. Atualmente, para agilizar a solicitação de serviço, os usuários entram em contato com os distribuidores por telefone celular ou pelo aplicativo de mensagem WhatsApp (ver jornada do engenheiro clínico). Entretanto, esses meios de contato dificulta o registro formal da documentação de manutenção. Como proferido pelo engenheiro clínico 15: *“No início eu mandava e-mail (solicitação de serviço), mas por e-mail demorava mais para eles responderem”*.

A morosidade na manutenção foi o problema com a maior frequência reportada, 9 vezes, com impacto nos três usuários do estudo. A necessidade primordial, nesse caso, não necessariamente é agilizar o processo de manutenção, mas sim ter bombas disponíveis para uso durante o período em que o hospital permanece sem os equipamentos. Os engenheiros clínicos 12 e 15 reconhecem que, apesar da demora da manutenção, os serviços de atendimento ao paciente não são prejudicados porque a quantidade de bombas reservas supre a demanda do hospital. No entanto, essa realidade não é observada nos demais estudos de caso.

Outra dor analisada, pertinente à engenharia clínica, refere-se à falta de informação sobre o status da manutenção corretiva das bombas de infusão. *“Se eu ligar lá para perguntar o andamento do chamado, qual o seu status, se estão aguardando peça (para o equipamento) [...], eles não vão saber me dizer”*, afirmou o entrevistado 11. Ainda sobre a manutenção, o usuário 12 necessita solicitar assiduamente para que o distribuidor encaminhe o relatório de calibração. O não envio ágil do documento pode ocasionar não conformidades durante auditorias internas da organização da saúde.

Tabela 14 – Problemas e necessidades da categoria manutenção.

ID	Problema	Necessidade	Hospital	Tec. Enf.	Enf.	Eng. Clín.
20	Ausência do acompanhamento do plano de manutenção preventiva	Acompanhar o plano de manutenção preventiva	A e C	-	-	11, 13
21	Informalidade na abertura de chamado para a manutenção	Facilitar a abertura de chamado	A, C e E	-	-	11, 13, 15,
22	Morosidade na manutenção	Ter bombas disponível para uso durante a manutenção	A, B, C, D e E	1, 4	6, 9, 10	11, 12, 14, 15
23	Falta de informação do status de manutenção das bombas de infusão	Ter informação sobre o status da manutenção	A	-	-	11
24	Não envio da documentação de manutenção	Receber de forma ágil a documentação	B	-	-	12
25	Morosidade no retorno das bombas de infusão pós-manutenção	Agilizar o processo de retorno dos equipamentos	C	-	8	-

Fonte: elaborada pela autora.

Na redistribuição dos equipamentos, após a manutenção, o enfermeiro coordenador do hospital C externou que há morosidade no retorno das bombas de infusão para os setores. “Se eu não peço a bomba de infusão depois da manutenção, o engenheiro clínico entende que eu não estou precisando, e daí fica lá”. Porém, assim como os problemas 2, 23 e 24, essa dor foi observada unicamente em uma instituição. Dessa forma, é preciso ter um cuidado para que necessidades pontuais não sejam generalizadas.

4.3 Desafios para a operacionalização da LR em PSS de equipamentos eletromédicos

Em PSS de equipamentos eletromédicos, a LR transcende seu objetivo principal, associado à recaptura de valor e eliminação de resíduos. Nesse modelo de negócio, a LR torna-se um dos principais instrumentos para a completude da oferta PSS e para a satisfação das necessidades dos usuários. Porém, como identificado na literatura (Seção 2.1.1), existem alguns desafios para implementar e gerir um sistema de recuperação de produtos.

Para os colaboradores da empresa Alpha, a principal dificuldade é localizar o equipamento dentro do hospital para fazer as manutenções ou na finalização contratual. Realizar o inventário dos equipamentos também é considerado um fator crítico, dependendo da quantidade de bombas de infusão contratadas pelo cliente. Esses dois desafios também foram mencionados pelo usuário engenharia clínica de quatro dos cinco hospitais da pesquisa.

Outra dificuldade está associada ao agendamento dos serviços de manutenção preventiva e coleta do produto. Segundo a Alpha, frequentemente o cliente agenda uma data conveniente para ambos, no entanto, no momento da coleta, o equipamento está em uso e os distribuidores não conseguem calibrar todas as bombas de infusão. Esse aspecto demonstra uma complexidade maior em gerir a LR, bem como a solução PSS, quando

comparado com tradicionais modelos de negócio, em que a empresa se abstém dos serviços atrelados ao produto e a responsabilidade é unicamente do cliente.

O quarto desafio diz respeito ao gerenciamento do número de distribuidores por parte do fabricante. Principalmente porque esses parceiros de negócio mantêm o contato direto com os clientes e representam o provedor do PSS. Assim, a má qualidade do serviço executado por eles pode comprometer a imagem da empresa. A respeito desse desafio, HO et al. (2012) discutem a importância da relação entre os parceiros de negócio como influência na implementação da LR.

Por fim, tem-se como quinto desafio o processo oneroso de realização da coleta de todos os resíduos dos equipamentos eletromédicos dos distribuidores. Os colaboradores da Alpha relataram que a empresa necessita de recursos financeiros elevados para encaminhar todas as peças e componentes do produto para um descarte ambientalmente correto. Nesse sentido, a empresa está analisando a possibilidade dos próprios distribuidores se responsabilizarem pela eliminação dos resíduos. O alto custo na operacionalização da LR é considerado uma barreira e já foi apontado em pesquisas anteriores, como em Lau e Wang (2009).

Com base nas 25 dores observadas nos hospitais e na análise dos resultados, a Tabela 15 apresenta os problemas dos usuários que podem ser generalizados e extrapolados para outros equipamentos sob regime de comodato. Por exemplo, o problema 1 é exclusivo do caso bombas de infusão, dado que os equipos são consumíveis desse tipo de equipamento. Todavia, o problema 3, referente a mudança de distribuidores, pode ser sentido pelos usuários, independentemente do equipamento eletromédico contratado pelo hospital.

A validação das informações contidas na Tabela 15 pode ser obtida através de novos estudos de caso de diferentes comodatos de equipamentos eletromédicos, tais como aquecedor de manta térmica, eletrocardiograma e aparelhos de hemodiálise. Na próxima seção, a pesquisadora discute as vantagens e desvantagens em relação ao modelo de negócio comodato por parte dos usuários.

Tabela 15 – Generalização dos problemas sentidos pelos usuários.

ID	Problema	Hospital	Específico	Geral
1	Erro na identificação de equipos de diferentes marcas de bombas de infusão	C e D	✓	×
2	Falta de upgrade das bombas de infusão comodatadas	B	✓	×
3	Mudança dos distribuidores da empresa	B e D	×	✓
4	Não disponibilização de equipamentos reservas	C e D	×	✓
5	Não adesão ao treinamento	A e E	×	✓
6	Treinamento não atrativo	A, B, C e E	×	✓
7	Treinamento esporádico	B, C, D e E	×	✓
8	Elevada frequência de manipulação inadequada de equipamentos	A, B, C e D	×	✓
9	Falta de devolução de equipamentos emprestados para outros setores	A, B, C, D e E	×	✓
10	Falha no processo de energizar os equipamentos	A, B, C e D	×	✓

(Continua)

ID	Problema	Hospital	(Conclusão)	
			Específico	Geral
11	Elevada frequência de configuração inadequada dos equipamentos	A, B e C	x	✓
12	Falta de identificação correta do motivo da ativação do sensor na bomba de infusão	A, B, C e E	✓	x
13	Alarme acionado quando o equipamento trava e solicita senha de calibração	D e E	✓	x
14	Ausência de informação do problema do equipamento	A, B, C e E	x	✓
15	Morosidade na coleta de equipamento	C e E	x	✓
16	Dificuldade em localizar equipamentos para a manutenção preventiva e ao término do contrato	A, B, D e E	x	✓
17	Ausência e/ou morosidade no recolhimento de equipamentos/peças	A, B, C e D	x	✓
18	Perda de equipamento	A e C	x	✓
19	Ausência de controle da quantidade de equipamentos sob comodato	B, C e D	x	✓
20	Ausência do acompanhamento do plano de manutenção preventiva	A e C	x	✓
21	Informalidade na abertura de chamado para a manutenção	A, C e E	x	✓
22	Morosidade na manutenção	A, B, C, D e E	x	✓
23	Falta de informação do status de manutenção das bombas de infusão	A	✓	x
24	Não envio da documentação de manutenção	B	✓	x
25	Morosidade no retorno das bombas de infusão pós-manutenção	C	✓	x

Fonte: elaborada pela autora.

4.4 Vantagens e desvantagens do modelo de negócio comodato

Para os entrevistados das organizações da área da saúde, o comodato de bombas de infusão proporciona maiores benefícios do que desvantagens. Um fator positivo é a possibilidade em substituir os equipamentos médicos caso o hospital não esteja satisfeito com os produtos e serviços oferecidos pelo provedor do PSS. Processo esse que seria infactível se as bombas de infusão fossem de propriedade do centro médico.

Uma segunda vantagem diz respeito a personalização do contrato. No hospital A, o fornecedor não estipulou no contrato um consumo mínimo de equipos por bomba de infusão. Dessa forma, a instituição solicita os consumíveis de acordo com a demanda, e não se compromete em utilizar uma quantidade pré-determinada, como nos demais hospitais. Além disso, um dos principais incentivos para a adoção do PSS, é o fato do hospital não ter gastos extras com treinamento, suporte, calibração e manutenção. Caso algum desses gastos não esteja incluso no contrato, para o engenheiro clínico do hospital A há uma diminuição dos benefícios advindos do comodato.

Para os engenheiros clínicos dos hospitais B e D, outro benefício do comodato é que o hospital não necessita despendar de um volume elevado de capital para conseguir ter acesso a uma grande quantidade de equipamentos. Um dos entrevistados declarou: “Se o hospital desembolsar um capital para fazer a compra de 200 a 300 bombas, ele (hospital) vai demorar muitos anos para ter um retorno financeiro. E, quando obtiver, o parque (tecnológico) já precisará ser substituído”, devido ao fim de vida do produto.

Um quinto benefício é relacionado à sensação de segurança obtida através da realização das manutenções dos equipamentos, já que essas são executadas pelos representantes oficiais do fabricante, ou o próprio, garantindo a sua efetividade. O hospital D, por exemplo, optou pelo comodato ao invés da compra de bombas de infusão, em virtude do engenheiro clínico não possuir conhecimento técnico suficiente e não se sentir seguro em executar as atividades.

Todavia, algumas desvantagens foram mencionadas. Em razão do hospital E ser público, um atraso no processo de licitação de fornecedores pode prejudicar a disponibilidade de produtos. Como forma de reduzir esse problema, o usuário 15 solicita um número maior de equipos no último mês de vigência do contrato. Assim, se há uma alteração de fornecedores, o hospital já deixa acordado com o antigo provedor que os equipamentos só poderão ser retirados ao término do último equipo consumido.

De acordo com o engenheiro clínico 14, em hospitais que possuem poucos leitos e que não prestam atendimento a pacientes críticos (i.e. não possuem UTI), a adoção do comodato não é vantajosa. Nesses casos, ele recomenda a compra de equipamentos, visto que o valor dos equipos diminui em aproximadamente 60%.

De modo geral, 12 dos 15 entrevistados sugerem que modelo de negócio comodato é preferível em detrimento da compra ou aluguel de equipamentos. 2 usuários (Técnico de enfermagem 5 e enfermeiro 7) acreditam que o modelo de negócio não interfere no desempenho de seus trabalhos, apesar de reconhecerem que para a engenharia clínica pode haver algum impacto. E apenas 1 entrevistado (Técnico de enfermagem 4) argumentou que preferiria que as bombas de infusão fossem de propriedade do hospital. Assim, não haveria a substituição de equipamentos por outros dos quais os profissionais operadores não estão habituados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são levantadas as considerações finais do trabalho. O primeiro tópico contempla as discussões sobre os resultados obtidos a partir da revisão da literatura e dos estudos de caso. Além disso, as principais contribuições da pesquisa são apresentadas e discutidas sob a perspectiva do tema e dos objetivos do estudo. Ao final, são listadas as limitações e as recomendações para trabalhos futuros.

5.1 Discussão e contribuições da pesquisa

O objetivo desse estudo foi investigar e compreender as necessidades do usuário na LR de equipamentos eletromédicos em um PSS. Ambos os sistemas, LR e PSS, necessitam ser projetados a partir da perspectiva e envolvimento do usuário. Entretanto, há uma lacuna de discussão sobre a participação desse indivíduo no planejamento da LR atrelada ao desenvolvimento de soluções integradas de produtos e serviços.

Portanto, a primeira contribuição dessa pesquisa refere-se à identificação de 25 problemas associados ao retorno de bombas de infusão, que foram utilizados para a compreensão profunda das necessidades dos usuários. A maioria desses problemas não são exclusivos do caso bomba de infusão. Na realidade, os profissionais da saúde enfrentam dificuldades semelhantes com outros equipamentos eletromédicos, tais como aparelhos de hemodiálise, oferecidos as instituições da saúde por meio de contratos de comodato.

A segunda contribuição se dá na forma como a LR é planejada, devendo essa ser tida como um processo holístico que pode compreender inúmeros envolvidos e atividades prévias à coleta de produtos. As etapas da LR comumente mencionadas na literatura, como em Fleischmann et al. (1997, 2000) e Srivastava (2008), devem ser expandidas para modelos de negócio PSS de equipamentos médico-hospitalares. Ações como localização e testes de equipamentos, realizadas pelos próprios profissionais dos hospitais, são primordiais antes da recolha, de fato, dos produtos.

Esse trabalho também contribuiu com a identificação de diversos usuários envolvidos em um PSS da área da saúde. Durante a obtenção dos resultados, a empresa Alpha possuía uma compreensão inicial restrita em relação aos utilizadores de seus produtos. Ao longo da entrevista e da aplicação do método mapa dos usuários (seção 3.3), os colaboradores da Alpha mencionaram somente os operadores da bomba de infusão. Posteriormente, essa visão foi desconstruída e os mesmos consideraram também os responsáveis pela gestão dos equipamentos dentro dos hospitais e os prestadores dos serviços de manutenção. Esses indivíduos também são mencionados como usuários pela norma NBR IEC 62366:2016 de aplicação a engenharia de usabilidade.

É importante ressaltar que os usuários não devem ser tratados como um grupo homogêneo, pois eles possuem particularidades distintas (SCHWEITZER; GASSMANN; RAU, 2014). Da mesma forma, uma quarta contribuição desse trabalho diz respeito às características destoantes dos clientes do PSS analisado (hospitais). Os resultados dos múltiplos estudos de caso demonstram que há uma diferença associada a gestão da LR em relação aos hospitais privados versus públicos e filantrópicos.

Nos hospitais privados analisados (A e B), a quantidade de equipamentos reservas é maior do que nos demais estabelecimentos. A presença de bombas extras minimiza o transtorno associado à retirada dos produtos dos setores hospitalares. Além disso, nos

hospitais A, B e C, os serviços de manutenção preventiva e corretiva são feitos *in loco*, pois os hospitais possuem uma estrutura física que suporta a realização dos serviços. Para os usuários dessas organizações, o fato dos equipamentos não serem retirados da instituição é um aspecto positivo para o modelo de negócio, porque facilita a rastreabilidade das bombas de infusão.

Dessa forma, outra contribuição da pesquisa refere-se ao local onde a prestação dos serviços deve ocorrer. No geral, todos os engenheiros clínicos entrevistados concordam que a realização das manutenções no próprio hospital é (ou seria) mais conveniente. Esse processo evita burocracias administrativas na coleta e devolução dos equipamentos, bem como agiliza a manutenção e redistribuição dos dispositivos para os usuários operadores. Nota-se que, diferentemente de outros setores industriais, os provedores de soluções na área da saúde precisam considerar que os equipamentos médicos estejam continuamente disponíveis para uso. A ausência de agilidade no processo de LR pode propiciar situações críticas internas ao hospital referente à falta de equipamentos.

Essa pesquisa também contribuiu com a teoria acerca da sustentabilidade do PSS. O modelo de negócio adotado para bombas de infusão potencializa a venda de equipos, pois a fonte de receita da empresa é oriunda da aquisição desse consumível pelo cliente. Após o uso dos equipos, eles tornam-se resíduos hospitalares devido às suas características de periculosidade. E, embora legalmente a responsabilidade do gerenciamento desses resíduos seja das organizações da área da saúde (Resolução nº 358 do CONAMA, 2005), não há um controle por parte da empresa se, de fato, esses resíduos estão sendo direcionados a um descarte ambientalmente adequado.

Em uma discussão mais ampla, para o alcance de uma economia circular, não apenas os produtos de maior valor agregado (i.e. bombas de infusão) deveriam ser retornados por meio da LR. Os equipos, que também são componentes primordiais para a geração de receitas, deveriam ser tomados em consideração.

Todavia, o empréstimo da bomba de infusão sob regime comodato possibilita que a empresa Alpha proporcione ciclos consecutivos de uso do dispositivo. E isso só é possível mediante a realização de atividades de LR que demandam uma responsabilidade conjunta de todos os *stakeholders*. No caso dos usuários da bomba de infusão, eles possuem um papel ativo na detecção de falhas, na localização de equipamentos e no estabelecimento de comunicação com os distribuidores da empresa Alpha. Esses, por sua vez, realizam os serviços de manutenção para estender a vida útil do produto.

Além disso, a problemática mencionada por Mazon et al. (2012), referente a disposição do equipamento eletromédico ao término de vida, é mitigada nesse modelo de negócio. Ao fim do contrato de comodato, as bombas de infusão não permanecem nos hospitais por serem propriedades do provedor do PSS. Para a engenharia clínica, por exemplo, não é interessante que o equipamento esteja inoperante na instituição, desencadeando uma não conformidade em auditorias internas.

Em relação à estrutura da rede de LR, ela pode alternar dependendo da localização do fabricante do produto. No contexto da empresa Alpha, os distribuidores desempenham papéis fundamentais para operacionalização do retorno do equipamento em locais distantes da organização. A inexistência desses parceiros de negócio iria dificultar o processo de coleta

do produto e, conseqüentemente, a disponibilização das bombas de infusão para novos usuários.

Contudo, manter um sistema de LR demanda recursos financeiros e humanos, principalmente se o produto estiver em regiões distantes. A falta de infraestrutura e de capacidade em configurar sistemas de logística é mencionada pelos autores Chierici e Copani (2016) como um dos fatores que influenciam diretamente um PSS. Essa pesquisa apoia essa afirmação, pois empresas de pequeno porte, que não possuem uma rede robusta de fluxo reverso, teriam dificuldades em manter e expandir esse modelo de negócio. Os próprios colaboradores da empresa Alpha consideram que as atividades relacionadas a manutenção, troca de peças e descarte de materiais acarretam nos maiores gastos da organização. Entender essas dificuldades pode propiciar um melhor planejamento estratégico da LR em um PSS.

A maioria das necessidades observadas nessa pesquisa poderiam ser atendidas se houvesse um sistema digital que incorporasse tecnologias de comunicação e informação (TIC), para a gestão de ativos nas instituições da saúde. Essa constatação é fundamentada no trabalho dos autores Xie et al. (2016), que comprovaram que o uso de TICs, tais como identificação por radiofrequência (RFID), tem efeito positivo no desempenho da LR, através do compartilhamento de informação e do rastreamento automático de equipamentos médicos. Esse tipo de tecnologia torna-se ainda mais relevante quando se considera que um enfermeiro pode gastar até 40% do seu tempo de trabalho localizando equipamentos (MUN; KANTROWITZ, 2008).

Em resumo, esse estudo contribuiu identificando necessidades dos usuários associadas à LR que anteriormente não foram discutidas na literatura. Uma nova classe de requisitos dos clientes, específica para a LR, pode ser advinda dos resultados obtidos. Isso só foi factível através da pesquisa de campo que possibilitou o entendimento profundo das necessidades por meio da coleta de informações do contexto de uso dos produtos (KUJALA, 2008). Posteriormente, essas necessidades foram representadas pelo CJM, que apoiou a identificação do papel de cada indivíduo. Ademais, esse trabalho também preenche uma lacuna referente ao estudo de necessidades de usuário em modelos de negócio B2B de PSS na área da saúde. Apesar das implicações teóricas, a pesquisa possui algumas limitações que estão discutidas na próxima seção.

5.2 Limitações da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros

Esse trabalho possui quatro limitações. A primeira refere-se à não coleta de necessidades dos usuários prestadores dos serviços de manutenção. Acredita-se que o entendimento das necessidades desses indivíduos colaboraria diretamente para a melhoria da LR em PSS de equipamentos eletromédicos. Todavia, essa análise extrapola o escopo desse estudo. Pesquisas futuras poderiam investigar essa premissa.

Outra limitação diz respeito aos resultados obtidos dos múltiplos estudos de caso. Presume-se que as necessidades dos usuários poderiam ser alteradas caso os hospitais do estudo estivessem situados em outras regiões do Brasil, além da região sudeste. Ademais, os resultados possuem um viés qualitativo, vinculados diretamente ao contexto específico de cada entrevistado. Para minimizar esse problema, a pesquisadora realizou mais de uma entrevista com o mesmo perfil de usuário. Além disso, um grupo focal, com profissionais da

área de usabilidade, foi adotado no procedimento metodológico para a análise conjunta dos segmentos codificados.

Uma terceira limitação concerne à realização de somente um estudo de caso com um provedor de PSS. A caracterização do modelo de negócio de comodato poderia ter sido mais robusta se houvesse a participação de um número maior de empresas. Todavia, a realização dos múltiplos estudos de caso na área da saúde propiciou uma visualização mais ampla da solução produto-serviço.

Finalmente, foge da responsabilidade da pesquisadora a tradução das necessidades em melhorias reais. Os resultados obtidos serão disponibilizados publicamente, e ficará a critério das empresas provedoras de PSS utilizá-los no desenvolvimento de novos equipamentos médico-hospitalares e/ou na melhoria dos serviços já existentes.

Trabalhos futuros poderiam priorizar as necessidades e analisar quais delas refletiriam em maiores benefícios para o sistema de LR, e para a satisfação dos clientes, caso fossem atendidas. Diante disso, poderia ser utilizado o procedimento de coleta de informações e análise do método Kano tradicional, que é pautado na categorização das necessidades para o desenvolvimento e melhoria de produtos e/ou serviços (ZABOTTO, 2011).

As próximas pesquisas também podem se concentrar em como a aplicação de UCD contribui na configuração de redes de LR. Pressupõe-se que o processo de desenvolvimento de produtos seria mais efetivo se houvesse o envolvimento prévio dos usuários para a aquisição de necessidades referentes a coleta e retorno de materiais.

Por fim, essa pesquisa esclareceu diferentes papéis que o usuário pode desempenhar dentro de um sistema de LR. Estudos futuros poderiam investigar se, e como, o comportamento pessoal de cada indivíduo pode impactar em redes de fluxo reverso, considerando que há um número crescente de estudos que estão se dedicando na compreensão do comportamento do usuário, para a maximização de modelos de negócio vinculados à economia circular.

REFERÊNCIAS

ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. User-centered design. In: BAINBRIDGE, W. **Encyclopedia of Human-Computer Interaction**. Thousand Oaks: Sage, 2004. p. 463–469.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC nº 25 de 15 de fevereiro de 2001**. Dispõe sobre a importação, comercialização e doação de produtos para saúde usados e recondicionados. Brasília, 2001.

_____. **Resolução - RDC nº 7 de 24 de fevereiro de 2010**. Dispõe sobre os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva e dá outras providências. Brasília, 2010.

_____. **Manual para regularização de equipamentos médicos na anvisa**. Brasília, 2017.

_____. **Legislação**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/>>. Acesso em: 25 mar. 2018a.

_____. **Nota técnica nº05/2012/GQUIP/GGTPS/ANVISA**. Disponível em: <<http://www.sindifar.org.br/area-de-produtos-para-saude/informes-tecnicos-anvisa/>>. Acesso em: 20 mar. 2018b.

AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q. Prioritizing critical success factors for reverse logistics implementation using fuzzy-TOPSIS methodology. **Journal of Industrial Engineering International**, v. 12, n. 1, p. 15–27, 2016.

AMINI, M. M.; RETZLAFF-ROBERTS, D.; BIENSTOCK, C. C. Designing a reverse logistics operation for short cycle time repair services. **International Journal of Production Economics**, v. 96, n. 3, p. 367–380, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALTA TECNOLOGIA DE PRODUTOS PARA SAÚDE. **Saúde 4.0** - propostas para impulsionar o ciclo das inovações em dispositivos médicos (DMAs) no Brasil. Disponível em: <https://www.abimed.org.br/files/dados_do_setor/saude_4.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT Catálogo**. Disponível em: <<http://abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

_____. **NBR IEC 60601-1**: Equipamento eletromédico parte 1: requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR IEC 60601-1-6**: Equipamento eletromédico parte 1-6: requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial - norma colateral: usabilidade. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR IEC 60601-1-11**: Equipamento eletromédico; parte 1-11: requisitos gerais para a segurança básica e o desempenho essencial - norma colateral: requisitos para equipamentos eletromédicos e sistemas eletromédicos utilizados em ambientes domésticos de cuidado à saúde. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60601-1-9:** Equipamento eletromédico parte 1-9: prescrições gerais para segurança básica e desempenho essencial - norma colateral: prescrições para um projeto ecoresponsável. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR IEC 60601-2-24:** Equipamento eletromédico parte 2-24: requisitos particulares para a segurança básica e o desempenho essencial de bombas de infusão e de controladores de infusão. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR IEC 62366:** Produtos para a saúde - aplicação da engenharia de usabilidade a produtos para a saúde. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **NBR ISO 8536-4:** Equipamento de infusão para uso médico parte 4: equipos de infusão para uso único, alimentação por gravidade. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR ISO 8536-4:** Equipamento de infusão para uso médico - parte 4: equipos de infusão para uso único, alimentação por gravidade. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR ISO 8536-8:** equipamento de infusão para uso médico. parte 8: equipos de infusão para uso com bombas de infusão. Rio de Janeiro, 2012.

AURICH, J. C.; FUCHS, C.; WAGENKNECHT, C. Life cycle oriented design of technical product-service systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1480–1494, 2006.

AZEVEDO, J. L. A Economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: FIRJAN, 2015.

BAENAS, J. M. H. et al. A Study of reverse logistics flow management in vehicle battery industries in the midwest of the state of São Paulo (Brazil). **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 2–3, p. 168–172, 2011.

BAINES, T. S. et al. State-of-the-art in product-service systems. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers -- part b -- engineering manufacture**, v. 221, p. 1543–1552, 2007.

_____. Servitization: revisiting the state-of-the-art and research priorities. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 37, n. 2, p. 256–278, 2017.

BARQUET, A. P. B. et al. Employing the business model concept to support the adoption of product-service systems (PSS). **Industrial Marketing Management**, v. 42, n. 5, p. 693–704, 2013.

BESCH, K. Product-service systems for office furniture: barriers and opportunities on the European market. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 10–11, p. 1083–1094, 2005.

BEUREN, F. H.; FERREIRA, M. G. G.; MIGUEL, P. A. C. Product-service systems: a literature review on integrated products and services. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 222–231, 2013.

BEUREN, F. H.; PEREIRA, D.; FAGUNDES, A. B. Product-service systems characterization based on life cycle: application in a real situation. **Procedia CIRP**, v. 47, p. 418–423, 2016.

BITAR, S. **How the smithsonian built their journey map, with Samir Bitar**. Disponível em: <<https://www.customerbliss.com/smithsonian-built-journey-map-samir-bitar-cb4/>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

- BOCKEN, N. M. P.; RANA, P.; SHORT, S. W. Value mapping for sustainable business thinking. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 32, n. 1, p. 88–102, 2015.
- BOCKEN, N. M. P. et al. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 5, p. 308–320, 2016.
- BRANDSTOTTER, M. et al. IT on demand-towards an environmental conscious service system for Vienna (AT). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 3., 2003, Tokyo. **Proceedings...** Picastaway: IEEE, 2003. p. 799–802.
- BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 jun. 1993.
- _____. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jan. 2002.
- _____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010.
- BRITO, M. P.; DEKKER, R. **A Framework for reverse logistics**. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management, 2003. (ERIM Report Series Research in Management – ERS-2003-045-LIS).
- BRUNO, A. C. et al. **Manual de utilização da norma IEC 6060**. Ribeirão Preto: [s.n.], 2010.
- CAMPESE, C. **Proposta de um framework para aplicação de UCD (User-Centred Design) para pequenas empresas desenvolvedoras de produtos eletromédicos**. 2019. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia de produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.
- CARTER, C. L.; ELLRAM, L. M. Reverse logistic: a review of the literature and framework for future investigation. **Journal of Business Logistics**, v. 19, n. 1, p. 85–102, 1998.
- CASA DO PACIENTE. **Bomba de infusão Life Med LF 2001**. Disponível em:<<https://www.casadopaciente.com.br/p/496/bomba-de-infusao-life-med-lf-2001>>. Acesso em: 6 maio 2019.
- CHEUNG, M. **Giant ant client experience**. Disponível em:<<http://mariecheung.ca/giantant.html>>. Acesso em: 17 abr. 2019.
- CHIERICI, E.; COPANI, G. Remanufacturing with upgrade PSS for new sustainable business models. **Procedia CIRP**, v. 47, p. 531–536, 2016.
- CLARKSON, P. J.; WARD, J.; COLEMAN, R. Design in the Uk health service. In: BIENNIAL CONFERENCE ON ENGINEERING SYSTEMS DESIGN AND ANALYSIS, 7., 2004, Manchester. **Proceedings...** New York: ASME, 2004.
- CMMI PRODUCT TEAM. **CMMI for development, version 1.3**. Pittsburgh: Software Engineering Institute, 2010. (CMU/SEI-2010-TR-033).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 maio 2005, n.84, Seção 1, p. 63-65.

CORDEIRO, A. M. et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n. 6, p. 428–431, 2007.

DIRECTIVE 2011/65/EU of the european parliament and of the council of 8 june 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. **Official Journal of the European Union**, 1 July 2011, L174, p.88-110.

DIRECTIVE 2012/19/EU of the European parliament and of the council on waste electrical and electronic equipment (WEEE). **Official Journal of the European Union**, 24 July 2012, L 197, p.38-71, 2012.

DWYER, C. O.; CORMICAN, K. Regulation – do or die : an analysis of factors critical to new product development in a regulatory context. **Journal of Technology Management & Innovations**, v. 12, n. 1, p. 26–38, 2017.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study research. **Building Theories from Case Study Research**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989. DOI: <http://www.jstor.org/stable/258557>.

ELBERS, F. **Designing innovative business models**: a methodology for structured business model innovation. 2010. 121 f. Dissertation (Master of Science in Innovation Management) - Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 2010.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy**: economic and business rationale for an accelerated transition. 2013. (596/09-08-2013).

_____. **Rumo à economia circular**: o racional de negócio para acelerar a transição. 2015.

FAGLIARI, R. A. **Política nacional de resíduos sólidos** - histórico, cenário da gestão e os acordos setoriais no estado de São Paulo. 2017. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

FALAGAS, M. E. et al. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. **The FASEB Journal**, v. 22, n. 2, p. 338–342, 2008.

FARIA, A. C.; PEREIRA, R. S. Agrotóxicos : um estudo de caso sobre o Inpev. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 14, p. 127–141, 2012.

FLEISCHMANN, M. et al. Quantitative models for reverse logistics: a review. **European Journal of Operational Research**, v. 103, p. 1–17, 1997.

_____. A Characterisation of logistics networks for product recovery. **Omega**, v. 28, n. 6, p. 653–666, 2000.

_____. The Impact of product recovery on logistics network design. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 2, p. 156–173, 2001.

FORTECARE. **Equipo p/ infusão (parenteral)**. Disponível em:<<http://www.fortecare.com.br/produto/produtos/35>>. Acesso em: 6 maio 2019.

- GAIARDELLI, P. et al. A Classification model for product-service offerings. **Journal of Cleaner Production**, v. 66, p. 507–519, 2014.
- GARMER, K.; YLVÉN, J.; KARLSSON, I. C. M. A. User participation in requirements elicitation comparing focus group interviews and usability tests for eliciting usability requirements for medical equipment: a case study. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 33, n. 2, p. 85–98, 2004.
- GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A Review on circular economy : the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p.11-32, Feb. 2016.
- GNONI, M. G. et al. Supporting circular economy through use-based business models: the washing machines case. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 49–54, 2017.
- GOEDKOOP, M. J. et al. **Product service systems, Ecological and Economic Basics**. [S.l.]: Product Innovation Technology Management, 1999.
- GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Invited review: reverse logistics and closed-loop supply chain: a comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 3, p. 603–626, 2015.
- HAGEDORN, T. J.; KRISHNAMURTY, S.; GROSSE, I. R. An Information model to support user-centered design of medical devices. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 62, p. 181–194, 2016.
- HO, G. T. S. et al. Factors influencing implementation of reverse logistics: a survey among Hong Kong businesses. **Measuring Business Excellence**, v. 16, n. 3, p. 29–46, 2012.
- IRRC INSTITUTE. **Driving revenue growth through sustainable products and services**. Newark: University of Delaware, 2015.
- JAYARAMAN, V.; SRIVASTAVA, R. A Closed-loop logistics model for remanufacturing. **Journal of the Operational Research Society**, v. 50, n. 5, p. 497–508, 1999.
- JINDAL, A.; SANGWAN, K. S. Development of an interpretive structural model of barriers to reverse logistics implementation in indian industry. In: CIRP INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING, 18., 2011, Braunschweig. **Globalizes solutions for sustainability in manufacturing**. Berlin: Springer, 2011. p. 448–453.
- JUN, H. B.; KIRITSIS, D.; XIROUCHAKIS, P. Research issues on closed-loop PLM. **Computers in Industry**, v. 58, n. 8–9, p. 855–868, 2007.
- KANE, G. M.; BAKKER, C. A.; BALKENENDE, A. R. Towards design strategies for circular medical products. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, p. 38-47, Aug. 2018.
- KANNAN, G.; NOORUL HAQ, A.; DEVIKA, M. Analysis of closed loop supply chain using genetic algorithm and particle swarm optimisation. **International Journal of Production Research**, v. 47, n. 5, p. 1175–1200, 2008.
- KOKKINAKI, A. et al. **From e-trash to e-treasure: how value can be created by the new e-business models for reverse logistics**. Netherlands: Erasmus University Rotterdam, 2000. (Econometric Institute Report Series EI2000-32/A).
- KUJALA, S. Effective user involvement in product development by improving the analysis of user needs. **Behaviour & Information Technology**, v. 27, n. 6, p. 457–473, 2008.

- KUO, T. C. et al. Barrier analysis for product service system using interpretive structural model. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 49, n. 1–4, p. 407–417, 2010.
- LAU, K. H.; WANG, Y. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, n. 6, p. 447–465, 2009.
- LEE, C. K. M.; LAM, J. S. L. Managing reverse logistics to enhance sustainability of industrial marketing. **Industrial Marketing Management**, v. 41, n. 4, p. 589–598, 2012.
- LEE, P. T.; THOMPSON, F.; THIMBLEBY, H. Analysis of infusion pump error logs and their significance for health care. **British Journal of Nursing**, v. 21, n. 8, P.S12, S14, S16–S20, 2012. Intravenous Supplement.
- LEWANDOWSKI, M. Designing the business models for circular economy-towards the conceptual framework. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 1, p. 1–28, 2016.
- LINDAHL, M.; SUNDIN, E. ; SAKAO, T. Environmental and economic benefits of integrated product service offerings quantified with real business cases. **Journal of Cleaner Production**, v. 64, p. 288–296, 2014.
- LINGEGÅRD, S.; LINDAHL, M. Integrated product service offerings for rail infrastructure - benefits and challenges regarding knowledge transfer and cultural change in a Swedish case. **Journal of Cleaner Production**, v. 98, p. 166–174, 2015.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. A Strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the “environmentally friendly innovation” Italian prize. **Journal of Cleaner Production**, v. 11, n. 8 Spec., p. 851–857, 2003.
- MARTIN, J. L. et al. Medical device development: the challenge for ergonomics. **Applied Ergonomics**, v. 39, n. 3, p. 271–283, 2008.
- MARTIN, J. L. et al. A User-centred approach to requirements elicitation in medical device development: a case study from an industry perspective. **Applied Ergonomics**, v. 43, n. 1, p. 184–190, 2012.
- MAXWELL, D.; SHEATE, W.; VAN DER VORST, R. Functional and systems aspects of the sustainable product and service development approach for industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1466–1479, 2006.
- MAZON, M. T. et al. Environmental regulations on waste electrical equipment industry: the production chain to the final consumer. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 1, n. 1, p. 160–176, 2012.
- MEIER, H.; ROY, R.; SELIGER, G. Industrial product-service systems-IPS2. **CIRP Annals - manufacturing technology**, v. 59, n. 2, p. 607–627, 2010.
- MICHELINI, G. et al. From linear to circular economy: PSS conducting the transition. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 2–6, 2017.
- MILES, M. B.; HUBERMAN, M.; SALDAÑA, J. **Qualitative data analysis: a methods sourcebook**. 3rded. Thousand Oaks: Sage, 2013.
- MONT, O. Clarifying the concept of product – service system. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, p. 237–245, 2002a.

_____. Drivers and barriers for shifting towards more service-oriented businesses: analysis of the PSS field and contributions from Sweden. **The Journal of Sustainable Product Design**, n. 2, p. 89–103, 2002b.

MONT, O.; DALHAMMAR, C.; JACOBSSON, N. A New business model for baby prams based on leasing and product remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1509–1518, 2006.

MORELLI, N. Developing new product service systems (PSS): methodologies and operational tools. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1495–1501, 2006.

MOULTRIE, J.; SUTCLIFFE, L.; MAIER, A. Exploratory study of the state of environmentally conscious design in the medical device industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 363–376, 2015.

MUN, I.; KANTROWITZ, A. **On The Right track**. 2008. Disponível em: <<https://www.hospitalmanagement.net/features/feature43134/>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. Hoboken: John Wiley, 2010.

PEREIRA, M.; SILVEIRA, M. A. A Necessidade de adaptação às regulações ambientais da política nacional de resíduos sólidos: do fabricante ao consumidor organizacional no setor de equipamentos eletromédicos. **Revista de Administração e Inovação - RAI**, v. 11, n. 1809–2039, p. 88–109, 2014.

PEREIRA, V. R.; CARVALHO, M. M.; ROTONDARO, R. G. Product-service systems em laboratório de análises clínicas: um estudo de caso. **Production**, v. 26, n. 2, p. 445–458, abr./jun. 2016.

PIALOT, O.; MILLET, D.; BISIAUX, J. “Upgradable PSS”: clarifying a new concept of sustainable consumption/production based on upgradability. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 538–550, 2017.

POCHAMPALLY, K. K.; GUPTA, S. M. A Business-mapping approach to multi-criteria group selection of collection centers and recovery facilities. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS AND THE ENVIRONMENT. CONFERENCE RECORD 2004, 2004, Scottsdale. **Proceedings...** Piscataway: IEEE, 2004. p. 249–254.

POKHAREL, S.; MUTHA, A. Perspectives in reverse logistics: a review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 53, n. 4, p. 175–182, Feb. 2009.

PORTAL DO MÉDICO. **Bomba de infusão p/ alimentação enteral Mindray**. Disponível em: <<https://www.portaldomedico.com/produto/8988d137-1639-438a-be02-e3f7047f429b/>>. Acesso em: 6 maio 2019.

POURABDOLLAHIAN, G.; COPANI, G. Development of a PSS-oriented business model for customized production in healthcare. **Procedia CIRP**, v. 30, p. 492–497, 2015.

PRAKASH, C.; BARUA, M. K. A Multi-criteria decision-making approach for prioritizing reverse logistics adoption barriers under fuzzy environment: case of Indian electronics industry. **Global Business Review**, v. 17, n. 5, p. 1107–1124, 2016.

PRIVITERA, M. B.; EVANS, M.; SOUTHEE, D. Human factors in the design of medical devices – approaches to meeting international standards in the European Union and USA. **Applied Ergonomics**, v. 59, p. 251–263, 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK® guide**. 6thed. Disponível em: <<https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok/sixth-edition>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

PRÓ-VIDA SOLUÇÕES MÉDICO-HOSPITALARES. **Bomba ST 1000 Linear**. Disponível em: <<http://www.provida.eng.br/index.php?page=produtoInterna&id=180>>. Acesso em: 6 maio 2019.

RABIEE, F. Focus-group interview and data analysis. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 63, n. 4, p. 655–660, 2004.

RAJAGOPAL, P.; SUNDRAM, V. P. K.; NAIDU, B. M. Future directions of reverse logistics in gaining competitive advantages: a review of literature. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 4, n. 1, p. 39–48, 2015.

RAVI, V.; SHANKAR, R. Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 72, n. 8, p. 1011–1029, 2005.

RAVI, V.; SHANKAR, R.; TIWARI, M. K. Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach. **Computers and Industrial Engineering**, v. 48, n. 2, p. 327–356, 2005.

REIGADO, C. R. **Strategies and habits for adapting the plan in agile teams**: a grounded theory and improvisation perspective. 2018. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

REIM, W.; PARIDA, V.; ÖRTQVIST, D. Product-service systems (PSS) business models and tactics - a systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 61–75, 2015.

REXFELT, O.; ORNÄS, V. H. Consumer acceptance of product-service systems: designing for relative advantages and uncertainty reductions. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 5, p. 674–699, 2009.

RICHARDSON, A. using customer journey maps to improve customer experience. **Harvard Business Review**, Nov. 2010.

ROGERS, D.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards**: reverse logistics trends and practices. Pittsburgh: Reverse Logistics Executive Council, 1998.

ROSENBAUM, M. S.; OTALORA, M. L.; RAMÍREZ, G. C. How to create a realistic customer journey map. **Business Horizons**, v. 60, n. 1, p. 143–150, 2017.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

_____. Novos desafios para as empresas e seus projetos: servitização ou sistema produto-serviço?. **Revista Mundo Project Management**, n. 72, p. 60, dez. 2016.

RUBIN, J.; CHISNELL, D. **Handbook of usability testing**: how to plan, design, and conduct effective tests. 2nded. New York: Wiley, 2008.

SAKAO, T.; LINDAHL, M. **Introduction to product/service-system design**. Berlin: Springer, 2009.

SAVAGE, G. T. et al. Strategies for assessing and managing organizational stakeholders. **Executive**, v. 5, n. 2, p. 61–75, 1991.

SAVASKAN, R. C.; BHATTACHARYA, S.; VAN WASSENHOVE, L. N. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing. **Management Science**, v. 50, n. 2, p. 239–252, 2004.

SCHRAAGEN, J. M.; VERHOEVEN, F. Methods for studying medical device technology and practitioner cognition: the case of user-interface issues with infusion pumps. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 46, n. 1, p. 181–195, 2013.

SCHWEITZER, F.; GASSMANN, O.; RAU, C. Lessons from ideation: where does user involvement lead us?. **Creativity and Innovation Management**, v. 23, n. 2, p. 155–167, 2014.

SHAH, S. G. S.; ROBINSON, I. Medical device technologies: who is the user?. **International Journal of Healthcare Technology and Management**, v. 9, n. 2, p. 181, 2008.

SHARPLES, S. et al. Medical device design in context: A model of user-device interaction and consequences. **Displays**, v. 33, n. 4–5, p. 221–232, 2012.

SHERIFF, K. M. M.; NACHIAPPAN, S.; MIN, H. Combined location and routing problems for designing the quality-dependent and multi-product reverse logistics network. **Journal of the Operational Research Society**, v. 65, n. 6, p. 873–887, 2014.

SILVEIRA, M. A. et al. Adequação ambiental de fabricantes de equipamentos eletromédicos : produção isenta de produtos perigosos e gestão de resíduos sólidos = Environmental adjustment of electrical equipment manufactures : Production without dangerous products and solid wastes ma. **Revista de tecnologia aplicada**, v. 2, n. 2, p. 3–18, 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Logística reversa**. Disponível em:<<http://sinir.gov.br/logistica-reversa>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

SPERANO, I. et al. Exploring new usages of journey maps: introducing the pedagogical and the project planning journey maps. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, 20., 2018. **Proceedings...** Springer: Berlin, 2018. P.964-982. (Advances in Intelligent Systems and Computing, 824).

SRIVASTAVA, S. K. Network design for reverse logistics. **Omega**, v. 36, n. 4, p. 535–548, 2008.

STICKDORN, M.; SCHNEIDER, J. **This is service design thinking**: basics, tools, cases. Amsterdam: BIS, 2011.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa**: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SUNDIN, E. Life-cycle perspectives of product/service-systems: in design theory. In: _____. **Introduction to product/service-system design**. London: Springer, 2009. Cap. 2, p. 31-49.

SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. **International Journal of Production Economics**, v. 70, p. 237–244, 2001.

TAROZZI, M. **O Que é Grounded theory?** Metodologia de pesquisa e de teoria fundamentada nos dados. Petrópolis: Vozes, 2011.

TAVANA, M. et al. An Integrated intuitionistic fuzzy AHP and SWOT method for outsourcing reverse logistics. **Applied Soft Computing Journal**, v. 40, p. 544–557, 2016.

THIERRY, M. et al. Strategic issues in product recovery management. **California Management Review**, v. 37, n. 2, p. 114–136, Winter 1995.

TREVISAN, A. H.; COSTA, D. G.; COSTA, J. M. H. Operacionalização da logística reversa em soluções circulares: mapeamento das responsabilidades dos stakeholders. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INOVAÇÃO E GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO, 11., 2017, São Paulo. **Anais...** Aracaju: ABPD, 2018. p. 582–591.

TUKKER, A. Eight types of product service systems. **Business Strategy and the Environment**, v. 13, p. 246–260, 2004.

_____. Product services for a resource-efficient and circular economy - a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 76–91, 2015.

TUKKER, A.; TISCHNER, U. Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1552–1556, 2006.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Product-service systems and sustainability**. Paris: UNEP, Division of Technology Industry and Economics, Production and Consumption Branch, 2002.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Infusion pump improvement initiative**. Disponível em: <<https://www.fda.gov/downloads/InfusionPumps/UCM206189.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2018.

VAN DEN BERG, M. R.; BAKKER, C. A. A Product design framework for a circular economy. In: PLATE CONFERENCE, 2015, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham Trent University, 2015. p. 365–379.

VEZZOLI, C. et al. New design challenges to widely implement “sustainable product-service systems”. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 1–12, 2015.

VON HIPPEL, E. **Democratizing innovation**. Cambridge: MIT, 2005.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Management Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195–219, 2002.

WANG, S.; ZHANG, S. Benchmarking model for reverse logistics entry by third-party providers. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATION AND LOGISTICS, 2009, Shenyang. **Proceedings...** Piscataway: IEEE, 2009. p. 2060–2065.

WASTLING, T.; CHARNLEY, F.; MORENO, M. Design for circular behaviour: considering users in a circular economy. **Sustainability**, v. 10, n. 1743, p. 1–22, 2018.

WEBSTER, J.; WATSON, R. T. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. **MIS Quarterly**, v. 26, n. 2, p. xiii–xxiii, 2002.

WELLS, P. E.; SEITZ, M. Business models and closed-loop supply chains: a typology. **Supply Chain Management**: an international journal, v. 4, p. 249–251, 2005.

WUEST, T.; WELLSANDT, S. Design and development of product service systems (PSS) - impact on product lifecycle perspective. **Procedia Technology**, v. 26, n. 304, p. 152–161, 2016.

XIE, Y. et al. An Exploratory study of reverse exchange systems used for medical devices in the UK National Health Service (NHS). **Supply Chain Management**, v. 21, n. 2, p. 194–215, 2016.

XING, K.; RAPACCINI, M.; VISINTIN, F. PSS in healthcare: an under-explored field. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 241–246, 2017.

YIN, R. K. **Case study research**: design and methods. 4thed. Thousand Oaks: Sage, 2009.

_____. **Qualitative research from start to finish**. New York: Guilford, 2011.

ZABOTTO, C. N. **Métodos de categorização de atributos como instrumentos para melhoria de serviços**: uma aplicação à iniciativa contribuinte da cultura. 2011.

117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

APÊNDICE A – Protocolo de pesquisa

PRIMEIRO MÓDULO DO PROTOCOLO: BACKGROUND DA EMPRESA ALPHA				
Descrição	Objetivo geral	Tópicos	Roteiro de entrevista	Roteiro de perguntas
Background Empresa	Conhecer a Empresa entrevistada	Organização	Tamanho	<ul style="list-style-type: none"> Qual o porte da empresa? Há quanto tempo a empresa atua no mercado?
			Colaboradores	<ul style="list-style-type: none"> Qual a quantidade de funcionários da empresa?
			Cientes Gerais	<ul style="list-style-type: none"> Quem são os clientes da empresa? Os clientes são nacionais?
			Processo de desenvolvimento de produtos	<ul style="list-style-type: none"> Qual é o tamanho da equipe de PDP? Qual é a multidisciplinaridade da equipe de PDP?
			Portfólio de produtos	<ul style="list-style-type: none"> Quais e quantos produtos a empresa possui em seu portfólio?
			Modelo de negócio (PSS)	<ul style="list-style-type: none"> A empresa trabalha com quais modelos de negócio? A empresa faz somente a venda de alguns produtos (sem a adição de serviços pós-venda)?
		Entrevistado(s)	Função/Cargo	<ul style="list-style-type: none"> Nome completo Qual a função que o(s) entrevistado(s) desempenha(m)?
			Tempo de casa	<ul style="list-style-type: none"> Há quanto tempo trabalha(m) na empresa?
			Tempo de experiência	<ul style="list-style-type: none"> Há quanto tempo trabalha(m) com equipamentos médicos?

(Continua)

SEGUNDO MÓDULO DO PROTOCOLO: MODELO DE NEGÓCIO							
Descrição	Objetivo geral	Objetivo específico	Tópicos	Subtópicos	Roteiro de entrevista	Roteiro de perguntas	Referências
Modelo de negócio	Entender como funciona o PSS da Bomba de infusão	Verificar quais clientes que a empresa atende	Segmentos de clientes	-----	Operação empresa-cliente	<ul style="list-style-type: none"> Quais são os clientes do produto (bomba)? Quais são os clientes mais importantes? 	Tukker (2004); Osterwalder e Pigneur (2010); Bocken, Rana e Short (2015).
					Perfil	<ul style="list-style-type: none"> Quais os perfis dos clientes? Quem são os clientes chave? Qual a localização dos clientes? 	
		Descobrir o valor do produto e do serviço para os clientes	Proposta de Valor	Produto	Família	<ul style="list-style-type: none"> A bomba de infusão pertence a uma família de produto? 	
					Módulos	<ul style="list-style-type: none"> O produto necessita de módulos para funcionar? 	
					Maturidade do produto	<ul style="list-style-type: none"> Quando o produto começou a ser comercializado? 	
					Bombas sob regime comodato	<ul style="list-style-type: none"> Aproximadamente quantas bombas estão disponíveis hoje em regime comodato? 	
					Sociedade e meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Qual o diferencial/valor/benefícios da bomba/equipos para a sociedade? Qual o diferencial/valor/benefícios da bomba/equipos para o meio ambiente? 	
				Serviços	Tipos	<ul style="list-style-type: none"> Quais são os serviços integrados ao produto? Há a venda de serviços adicionais? De quem é a responsabilidade por esses serviços? 	
					Terceirização	<ul style="list-style-type: none"> A empresa terceiriza algum serviço? Quais? 	
				PSS	Pacote da solução	<ul style="list-style-type: none"> Como é o pacote da solução? 	
		Verificar como os produtos e serviços da empresa chegam até os clientes	Canais	Distribuição	Lojas	<ul style="list-style-type: none"> Como a empresa entrega o produto ao cliente? 	
					Parceiros	<ul style="list-style-type: none"> A empresa possui canais parceiros tais como distribuição completa, varejo? 	
					Questões burocráticas	<ul style="list-style-type: none"> Há questões burocráticas relacionadas ao modelo de negócio? 	
				Logística reversa	Parceiros	<ul style="list-style-type: none"> A empresa possui algum parceiro para efetuar a coleta das bombas? De quem é a responsabilidade? 	

(Continua)

SEGUNDO MÓDULO DO PROTOCOLO: MODELO DE NEGÓCIO							
Descrição	Objetivo geral	Objetivo específico	Tópicos	Subtópicos	Roteiro de entrevista	Roteiro de perguntas	Referências
Modelo de negócio	Entender como funciona o PSS da Bomba de infusão	Identificar como ocorre a relação entre empresa-clientes	Relacionamento com os clientes	Comunicação	Meios	<ul style="list-style-type: none"> Quais as formas e meios de comunicação com os clientes? 	Tukker (2004); Osterwalder e Pigneur (2010); Bocken, Rana e Short (2015).
					Frequência	<ul style="list-style-type: none"> Como é feita a comunicação? Com que frequência ocorre o contato entre a empresa-cliente? Quais os motivos do contato? 	
				Relacionamento	Tipos/categorias de relacionamentos	<ul style="list-style-type: none"> Quais os tipos de relacionamento são estabelecidos entre a empresa e seus clientes? Como a empresa gera receitas? 	
		Averiguar como ocorre a geração de receitas	Fonte de receitas	Fonte	Maneira de gerar receitas	<ul style="list-style-type: none"> Como a empresa gera receitas? 	
					Cliente	<ul style="list-style-type: none"> Como que os clientes estão atualmente pagando? 	
				Tipos de fluxos de receitas	Receitas de transações	<ul style="list-style-type: none"> Há pagamentos <i>on-time</i> pelo cliente? 	
					Receitas recorrentes	<ul style="list-style-type: none"> Quais as formas de receitas recorrentes? 	
		Identificar os recursos necessários para realização da proposta de valor	Recursos principais	Categorias	Físicos	<ul style="list-style-type: none"> Quais os principais recursos físicos? 	
					Financeiros	<ul style="list-style-type: none"> Quais os principais recursos financeiros? 	
					Humanos	<ul style="list-style-type: none"> Quais os principais recursos humanos? 	
					Intelectuais	<ul style="list-style-type: none"> Quais os principais recursos intelectuais? 	

(Continua)

SEGUNDO MÓDULO DO PROTOCOLO: MODELO DE NEGÓCIO							
Descrição	Objetivo geral	Objetivo específico	Tópicos	Subtópicos	Roteiro de entrevista	Roteiro de perguntas	Referências
Modelo de negócio	Entender como funciona o PSS da Bomba de infusão	Identificar as ações necessárias para realização da proposta de valor	Atividades principais	-----	Produção	• Quais as principais atividades de produção?	Tukker (2004); Osterwalder e Pigneur (2010); Bocken, Rana e Short (2015).
					Resolução de problemas	• Quais as principais atividades de resolução de problemas?	
		Identificar fornecedores e parceiros fundamentais no modelo de negócio	Parcerias principais	Categorias	Redução de risco e incerteza	• A empresa possui parcerias para a diminuição de riscos?	
					Terceirização	• A empresa terceiriza a produção de partes do produto ou de uma parte dos serviços necessários ao negócio?	
		Levantar os principais custos do modelo de negócio	Estrutura de custos	-----	Custos importantes	• Quais são os custos mais importantes inerentes ao modelo de negócio?	
					Maiores custos	• Quais são as Atividades-chave mais onerosas?	

(Continua)

TERCEIRO MÓDULO DO PROTOCOLO: DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL (BOMBAS DE INFUSÃO)						
Descrição	Objetivo geral	Objetivo específico	Tópicos	Roteiro de entrevista	Roteiro de perguntas	Referências
Diagnóstico da situação atual (Bombas de Infusão)	Mapear o ciclo de vida (Jornada) do produto	Mapear os processos iniciais de desenvolvimento do produto	-----	Deixar que os entrevistados comentem abertamente sobre o processo (da ideação ao lançamento da bomba no mercado).	• Quais são os processos de desenvolvimento do produto?	Rozenfeld et al. (2006)
		Verificar a formalidade e robustez dos processos	-----	Nível de maturidade	<ul style="list-style-type: none"> • O processo de desenvolvimento, assistência técnica e manutenção são documentados? • Os processos são planejados e executados de acordo com uma política? • A empresa envolve stakeholders relevantes? • Há o estabelecimento de processos-padrão para o desenvolvimento? 	CMMI (2006)
		Mapear os processos relacionados a fase de uso do produto	Treinamento	Tipos de treinamento	• Quais são os tipos de treinamento a empresa oferece?	ABNT NBR IEC 62366 (2016)
				Local	• Onde ocorre o treinamento?	
				Tempo/período	• Em que momento ocorre o treinamento?	
				Stakeholders	• Quem são os stakeholders envolvidos no treinamento?	
			Manutenção	Tipos de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Quais tipos de manutenção a empresa oferece? • O produto possui algum sistema de detecção de falhas? • Como funciona se o cliente quiser fazer alguma manutenção simples? 	Swanson (2001)
				Local	• Onde ocorre a manutenção?	
				Tempo/período	• De quanto em quanto tempo o produto necessita de manutenção?	
				Stakeholders	• Quem são os stakeholders envolvidos na manutenção?	

(Continua)

TERCEIRO MÓDULO DO PROTOCOLO: DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL (BOMBAS DE INFUSÃO)						
Descrição	Objetivo geral	Objetivo específico	Tópicos	Roteiro de entrevista	Roteiro de perguntas	Referências
Diagnóstico da situação atual (Bombas de Infusão)	Mapear o ciclo de vida (Jornada) do produto	Mapear os processos relacionados ao pós uso do produto	-----	Criticidade de higiene e riscos	<ul style="list-style-type: none"> Há a necessidade de algum tipo de esterilização na bomba após uso? 	ABNT NBR ISO 8536-4 (2011); Kane, Bakker e Balkenende (2017).
				Equipos	<ul style="list-style-type: none"> A responsabilidade pelo descarte dos equipos é da empresa ou do usuário? 	
			Logística reversa	Coleta	<ul style="list-style-type: none"> Como é realizada a coleta? Qual o tipo de preparação pré-coleta que o usuário precisa fazer? Quais atividades estão envolvidas na coleta? 	Fleischmann et al. (1997, 2000)
				Inspeção/separação	<ul style="list-style-type: none"> É verificado em campo/loco qual a possível estratégia de fim de vida para o produto? Quais atividades estão envolvidas na inspeção/separação? Quais são os stakeholders envolvidos? 	
				Reprocessamento	<ul style="list-style-type: none"> Quais as atividades estão envolvidas no reprocessamento do produto? 	
				Descarte	<ul style="list-style-type: none"> De quem é a responsabilidade pelo descarte do produto? Para onde vão as peças/produtos descartados? Em algum momento os usuários descartam o produto? 	
				Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> Quais os stakeholders envolvidos com as atividades de LR? 	

(Conclusão)

APÊNDICE B – Modelo de Negócio da Empresa Alpha

APÊNDICE C – Roteiro de Entrevista

Local da pesquisa
Cidade:
Tipo de organização: ☐ Hospital público ☐ Hospital privado ☐ Hospital privado sem fins lucrativos

Características do entrevistado	Respostas
Nome:	
Área de atuação:	
Há quanto tempo você trabalha na área da saúde (tempo de experiência)?	
Há quanto tempo você opera/manipula e/ou tem contato com o equipamento eletromédico bomba de infusão?	
Quais são as atividades que você desempenha com a bomba de infusão?	

CATEGORIAS DE PERGUNTAS

1. OPERAÇÃO DA BOMBA DE INFUSÃO
 - 1.1 Como que o primeiro contato com a bomba de infusão
 - 1.2 Rotina de trabalho
 - 1.3 Principais problemas observados
 - 1.4 Procedimentos em casos de falha no equipamento
 - 1.5 Equipos de infusão
2. TREINAMENTO OPERACIONAL
 - 2.1 Frequência
 - 2.2 Como ocorre o processo
 - 2.3 Como deveria ser o processo
 - 2.4 Nível de satisfação
 - 2.5 Motivos de satisfação ou insatisfação
 - 2.6 Principais problemas observados
 - 2.7 Reciclagem de conhecimento
 - 2.8 Treinamento para higienização do equipamento
3. CONTATO COM A EMPRESA PROPRIETÁRIA DAS BOMBAS DE INFUSÃO
 - 3.1 Frequência
 - 3.2 Meios de comunicação
 - 3.3 Motivos do contato
 - 3.4 Como ocorre o processo
 - 3.5 Como deveria ser o processo
 - 3.6 Nível de satisfação
 - 3.7 Motivos de satisfação ou insatisfação
 - 3.8 Principais problemas observados
4. COLETA DAS BOMBAS DE INFUSÃO
 - 4.1 Como ocorre o processo
 - 4.2 Como deveria ser o processo
 - 4.3 Nível de satisfação
 - 4.4 Motivos de satisfação ou insatisfação
 - 4.5 Principais problemas observados
 - 4.6 Preparação pré-coleta do equipamento

5. SERVIÇO DE MANUTENÇÃO
 - 5.1 Duração
 - 5.2 Como ocorre o processo
 - 5.3 Como deveria ser o processo
 - 5.4 Nível de satisfação
 - 5.5 Motivos de satisfação ou insatisfação
 - 5.6 Principais problemas observados
 - 5.7 Prestação interna do serviço na unidade de saúde
6. DOCUMENTAÇÃO, CONTROLE E RASTREAMENTO
 - 6.1 Procedimentos de controle e documentação
 - 6.2 Rastreamento interno do equipamento
 - 6.3 Nível de satisfação
 - 6.4 Motivos de satisfação ou insatisfação
 - 6.5 Principais problemas observados
7. LOCAL DE USO E ARMAZENAMENTO
 - 7.1 Equipamentos em uso
 - 7.2 Equipamentos que apresentam falhas
 - 7.3 Equipamentos pós-manutenção
 - 7.4 Equipos de infusão
8. TÉRMINO DO CONTRATO DE COMODATO
 - 8.1 Procedimentos adotados
 - 8.2 Nível de satisfação
 - 8.3 Motivos de satisfação ou insatisfação
 - 8.4 Principais problemas observados
 - 8.5 Responsabilidade em retornar o equipamento
9. COMENTÁRIO DO MODELO DE NEGÓCIO COMODATO
 - 9.1 Pontos positivos
 - 9.2 Pontos negativos

Perfil (área de atuação do entrevistado)	Categorias de perguntas							
	01	02	03	04	05	06	07	08
Enfermeiro	x	x		x			x	x
Técnico de enfermagem	x	x		x			x	x
Técnico da engenharia clínica		x	x	x	x	x	x	x

Legenda das categorias de perguntas:

01. Operação da bomba de infusão
02. Treinamento operacional
03. Contato com a empresa proprietária das bombas de infusão
04. Coleta das bombas de infusão
05. Serviço de manutenção
06. Documentação e controle
07. Local de uso e armazenamento
08. Término do contrato de comodato
09. Comentário do Modelo de Negócio Comodato

APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Sr.(a)

Convido o Sr.(a) para participar, como voluntário(a), na pesquisa **“Necessidades dos usuários na logística reversa de equipamentos eletromédicos em um sistema produto-serviço (PSS)”**. Este trabalho tem como objetivo **investigar e compreender as necessidades dos usuários na logística reversa de equipamentos eletromédicos em um sistema produto-serviço**.

O motivo que nos leva a estudar este assunto é a importância em identificar quais são as necessidades dos usuários da logística reversa de equipamentos eletromédicos, para que esses indivíduos se sintam motivados e queiram efetuar o retorno do produto, após o uso, para contribuírem na promoção de novos ciclos de uso do dispositivo.

Se você decidir integrar este estudo, o Sr.(a) participará de dois tipos de procedimentos para coleta de dados. Um será sob a forma de entrevista semiestruturada e o outro será por meio de observação. O primeiro procedimento consiste em uma entrevista que durará aproximadamente 1 hora e 30 minutos. A entrevista acontecerá em local, data e horário previamente agendados de acordo com suas possibilidades. A entrevista contará com a presença de mais um auxiliar de pesquisa (Pesquisador da EESC-USP), além do próprio pesquisador responsável. As entrevistas poderão ser gravadas em áudio, com sua autorização, transcritas e mantidas sob a responsabilidade e guarda do pesquisador. No procedimento de observação, o pesquisador estará presente no seu local de trabalho, em datas e horários previamente agendados, para observar o participante no contexto de uso do equipamento bomba de infusão e/ou na prestação dos serviços que envolvem logística reversa do produto, como manutenção preventiva e corretiva. A observação será registrada através de um diário de campo do pesquisador.

O senhor(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Esta pesquisa poderá causar constrangimento, quer durante sua participação na entrevista ou durante a observação. Determinadas perguntas poderão incomodar o Sr.(a), porque as informações coletadas serão sobre suas experiências pessoais. Assim, você pode escolher não responder quaisquer perguntas que o façam sentir-se incomodado e/ou constrangido. Em relação a outros tipos de riscos (físico, intelectual, social, cultural ou espiritual) associados ou decorrentes da pesquisa, você não está exposto. Se o(a) senhor(a) participar, não estão previstos custos, e também não haverá pagamento de qualquer natureza por ter permitido a observação ou a entrevista.

Caso você concorde em fazer parte desse estudo, a sua identidade será preservada. O (A) Sr.(a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar dessa pesquisa.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no endereço citado ao final deste termo e a outra será fornecida ao senhor. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos e, após esse tempo, serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo à legislação brasileira (Resolução n. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____,
portador do documento de identidade _____ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “Necessidades dos usuários na logística reversa de equipamentos eletromédicos em um sistema produto-serviço (PSS)”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido, e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São Carlos, _____ de _____ de 201____.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Contatos da pesquisadora responsável (Adriana Hofmann Trevisan): Rua Rui Barbosa, 2540, apartamento 163. Vila Costa do Sol, São Carlos (SP). CEP: 13566-260. Tel: (16) 99153-9767. E-mail: adrianatrevisan@usp.br.

Comitê de Ética em Pesquisa da Santa Casa de São Carlos: Rua Paulino Botelho de Abreu Sampaio, 573. Jardim Pureza, São Carlos (SP). CEP: 13561-060. Tel: (16) 3509-1307. E-mail: ensino@santacasasaocarlos.com.br.

APÊNDICE E – Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa

IRMANDADE DA SANTA CASA
DE MISERICÓRDIA DE SÃO
CARLOS

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: NECESSIDADES DOS USUÁRIOS NA LOGÍSTICA REVERSA DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS EM UM SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO (PSS)

Pesquisador: ADRIANA HOFMANN TREVISAN

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 94038218.3.0000.8148

Instituição Proponente: IRMANDADE DA SANTA CASA DE MISERICORDIA DE SAO CARLOS

Patrocinador Principal: FUNDACAO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SAO PAULO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.789.628

Apresentação do Projeto:

Estudo descritivo observacional sobre o processo de logística reversa de bombas de infusão. Dessa forma, essa pesquisa consiste na realização de entrevistas com indivíduos presentes em organizações da área da saúde (hospitais) que: manipulam o equipamento bomba de infusão; e/ou que são responsáveis pelos serviços de manutenção preventiva e corretiva do produto.

Objetivo da Pesquisa:

Esta pesquisa tem como objetivo principal investigar e compreender as necessidades dos usuários em um sistema de logística reversa de equipamentos eletromédicos em um modelo de negócio baseado no sistema produto-serviço (PSS).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Essa pesquisa poderá trazer algum tipo de desconforto ou constrangimento ao participante, gerados a partir de perguntas que o incomodam presentes no protocolo de entrevista, pois as informações coletadas serão sobre suas experiências pessoais no contexto de uso da bomba de infusão, e na prestação dos serviços que envolvem logística reversa.

Os resultados desta pesquisa permitirão uma compreensão científica sobre as necessidades e os requisitos dos usuários, para promoverem a logística reversa em projetos de sistema produto-serviço (PSS) da área médica.

Endereço: R. Paulino Botelho de Abreu Sampaio, 573

Bairro: Vila Pureza

CEP: 13.573-284

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3509-1307

E-mail: cep@santacasasaocarlos.com.br

**IRMANDADE DA SANTA CASA
DE MISERICÓRDIA DE SÃO
CARLOS**

Continuação do Parecer: 2.789.628

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pertinente e metodologia adequada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados.

Recomendações:

O colegiado entendeu que o segundo e terceiro parágrafos do TCLE utilizam certas terminologias técnicas que poderiam interferir negativamente na compreensão do sujeito da pesquisa acerca de sua participação, embora reconheça que está muito bem redigido e estruturado. Sugerimos uma revisão dos termos utilizados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado. Sugerimos atenção à recomendação acima.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1027763.pdf	06/07/2018 11:28:28		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_LR_bomba_de_infusao.pdf	06/07/2018 11:26:50	ADRIANA HOFMANN TREVISAN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	06/07/2018 11:20:29	ADRIANA HOFMANN TREVISAN	Aceito
Outros	Carta_de_anuencia_HU_UFSCar.pdf	06/07/2018 10:57:24	ADRIANA HOFMANN TREVISAN	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_projeto.pdf	06/07/2018 10:54:35	ADRIANA HOFMANN TREVISAN	Aceito
Outros	Carta_de_Anuencia_Santa_Casa.pdf	04/07/2018 13:20:07	ADRIANA HOFMANN TREVISAN	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: R. Paulino Botelho de Abreu Sampaio, 573

Bairro: Vila Pureza

CEP: 13.573-284

UF: SP

Município: SÃO CARLOS

Telefone: (16)3509-1307

E-mail: cep@santacasasaocarlos.com.br

IRMANDADE DA SANTA CASA
DE MISERICÓRDIA DE SÃO
CARLOS

Continuação do Parecer: 2.789.628

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 29 de Julho de 2018

Assinado por:
rodrigo bezerra de menezes reiff
(Coordenador)

Endereço: R. Paulino Botelho de Abreu Sampaio, 573

Bairro: Vila Pureza

CEP: 13.573-284

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3509-1307

E-mail: cep@santacasasaocarlos.com.br