

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS LITORAL NORTE
CURSO DE ENGENHARIA DE SERVIÇOS

JASSEN RODRIGUES DA SILVA

**CONCEITO DE SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO PARA UM EQUIPAMENTO DE
REABILITAÇÃO DO COTOVELO**

TRAMANDAÍ
2020

JASSEN RODRIGUES DA SILVA

**CONCEITO DE SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO PARA UM EQUIPAMENTO DE
REABILITAÇÃO DO COTOVELO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Serviços da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Serviços.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Marian Callegaro

TRAMANDAÍ

2020

RESUMO

Os equipamentos tecnológicos para a fisioterapia geralmente são difíceis de serem adquiridos pelos profissionais, devido ao custo elevado do produto em comparação ao preço pago pelo cliente por uma sessão de fisioterapia e/ou o volume da demanda em relação ao investimento necessário. Uma possível alternativa para viabilizar a inserção no mercado e a utilização deste tipo de equipamento é o desenvolvimento de um Sistema Produto-Serviço, tradução do termo *Product-Service System* (PSS), em que a ênfase está na venda do uso em vez da venda do produto. Assim, este estudo objetivou desenvolver um conceito de PSS para um equipamento de reabilitação de cotovelo a partir dos requisitos priorizados pelos principais *stakeholders*. Para isso, na primeira etapa foi realizada uma revisão bibliográfica sobre PSS e PSS no contexto da saúde, após foi desenvolvido um modelo de negócio com base na proposta de PSS visando a inserção da tecnologia no mercado. Com a utilização do Canvas da Proposta de Valor, tradução do termo *Value Proposition Canvas* (VPC) foi definido o problema, identificadas as necessidades dos principais *stakeholders* e a proposta de valor que atenderia as demandas dos clientes. Por meio de entrevistas foi validado o modelo de negócios e definidos os requisitos. O público-alvo do modelo negócios priorizou os requisitos. Posteriormente foi utilizada a Árvore da Qualidade Demandada, a Matriz da Qualidade e a Matriz dos Processos da ferramenta QFD, para a priorização das características de qualidade, requisitos técnicos e processos. O conceito de PSS para o equipamento destinado à reabilitação do cotovelo foi proposto de acordo com os requisitos dos principais *stakeholders* e apresentado com a utilização da ferramenta *Product-Service Blueprint*. A proposta apresentada deixou claro que o PSS está baseado fortemente em serviços, tendo o produto como um meio para a prestação desses, e pela característica deste conceito, tende a ser uma proposta com impacto social e ambiental positivos.

Palavras-chave: sistema produto-serviço, PSS, reabilitação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: equipamento de CPM.....	12
Figura 2: método do trabalho.. ..	13
Figura 3: modelo de negócio (<i>Lean Canvas</i>).....	18
Figura 4: CVCA.	18
Figura 5: Canvas da Proposta de Valor.. ..	19
Figura 6: área de atuação dos respondentes.	21
Figura 7: requisitos priorizados.. ..	22
Figura 8: <i>Product-Service Blueprint</i>	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: fonte dos requisitos.	20
Tabela 2: matriz da qualidade..	24
Tabela 3: matriz dos processos.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 Sistema produto-serviço.....	8
2.2 Sistema produto-serviço como possível solução no contexto da saúde	10
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	11
4. RESULTADOS	17
4.1 Priorização dos requisitos	21
4.2 Processos desdobrados	23
4.2.1 Matriz da qualidade demandada.....	23
4.2.2 Matriz dos processos	25
4.3 Desenho da proposta priorizada	27
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO QUANTITATIVO.....	35
APÊNDICE B – PATENTES E PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

A difusão de dispositivos médicos vem se expandindo rapidamente e o crescente número de novas patentes por ano reforça o crescimento (PECCHIA *et al.*, 2019). Dentre os diversos fatores que impactam na inovação no setor da saúde, destacam-se as considerações de ordem econômica, que podem definir o grau com que a nova tecnologia será aceita. Especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil, observa-se a má distribuição dos recursos para os diferentes setores da saúde e a desigualdade social no acesso às tecnologias, principalmente as mais sofisticadas (BRASIL, 2009).

Na fisioterapia, a tecnologia é um recurso que pode melhorar o trabalho dos profissionais e oportunizar que cada indivíduo receba o tratamento necessário para a reabilitação (COOPER *et al.*, 2012). Dentre os diversos equipamentos tecnológicos desenvolvidos para a fisioterapia, percebe-se que aqueles mais caros, como os equipamentos robóticos para membros superiores (RAHMAN *et al.*, 2010) e inferiores (CALLEGARO *et al.*, 2014) e outros específicos a determinadas articulações do corpo, como os de Movimentação Passiva Contínua (*Continuous Passive Motion – CPM*) para a reabilitação de cotovelo (CALLEGARO *et al.*, 2019), geralmente são difíceis de serem adquiridos pelos profissionais, devido ao custo elevado do produto em comparação ao preço pago pelo cliente por uma sessão de fisioterapia e/ou o volume da demanda em relação ao investimento necessário. Essas são causas desse tipo de tecnologia por vezes não chegar ao mercado, ou serem comercializadas com preços pouco competitivos, impedindo que os profissionais e pacientes tenham a oportunidade de as utilizar e usufruir de tratamentos diferenciados. Desta forma, existe uma grande desigualdade no acesso a este tipo de equipamento (LORENZETTI *et al.*, 2012).

Os dispositivos de CPM, especificamente, realizam os movimentos passivos e contínuos das articulações. Eles são recursos coadjuvantes utilizados nos estágios iniciais da reabilitação de lesões articulares (pós-trauma e pós-cirúrgica) para reduzir o inchaço, aliviar dor e restaurar a Amplitude de Movimento (ADM) das articulações acometidas por lesões (HEBERT *et al.*, 2003; O'DRISCOLL e GIORI, 2000). Quando se move uma articulação passivamente, os movimentos articulares são realizados por

uma força externa, os músculos responsáveis permanecem passivos. A automatização desses movimentos possibilita que os fatores controláveis como ADM, tempo e velocidade sejam programados e, conseqüentemente, precisos (MAVROIDIS *et al.*, 2005; CALLEGARO *et al.*, 2019).

Alguns equipamentos para a reabilitação do cotovelo estão disponíveis para a comercialização no mercado internacional. Diferentes tipos de patentes já foram depositados, assim como estudos sobre o desenvolvimento desses equipamentos e os resultados de suas aplicações já foram publicados (CALLEGARO *et al.*, 2015). Porém não se identificou estudos que abordassem estratégias para a viabilização da utilização dessas tecnologias pelos profissionais no mercado.

Com base neste contexto, existe uma lacuna entre o desenvolvimento, a disponibilização de novas tecnologias no mercado e a sua utilização pelos interessados nesses produtos. Pois, não basta desenvolver uma tecnologia para o público-alvo do produto, é preciso viabilizar a sua inserção no mercado e a sua utilização pelos usuários, considerando os interesses dos *stakeholders* da cadeia de valor desta tecnologia. Desta forma, uma possível alternativa para viabilizar a inserção no mercado e a utilização deste tipo de equipamento pelos profissionais interessados, é o desenvolvimento de um Sistema Produto-Serviço, tradução do termo *Product-Service System* (PSS) que segundo Baines *et al.* (2007), pode ser pensado como uma proposta de mercado que estende a funcionalidade tradicional de um produto, incorporando serviços. A ênfase está na venda do uso em vez da venda do produto. O cliente paga pelo uso de um ativo e não por sua compra, e, portanto, beneficia-se de uma redução dos riscos, responsabilidades e custos tradicionalmente associados à propriedade.

Para o desenvolvimento do conceito de PSS, além de conhecer os *stakeholders*, é necessário identificar seus requisitos (MARQUES *et al.*, 2013), que podem ser definidos como condições ou capacidades que um produto, serviço ou resultado deve possuir ou atender, para cumprir especificações formalmente impostas, a fim de satisfazer as necessidades e desejos dos seus *stakeholders* (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2010). Se comparado ao design de produto, o design de PSS requer um maior envolvimento e compreensão dos *stakeholders* e suas necessidades, para que se possa criar ofertas bem alinhadas (MITTERMEYER, NJUGUNA e ALCOCK, 2010).

Com isso, este estudo busca explorar a seguinte questão: “Como deve ser um conceito de PSS de um equipamento de reabilitação de cotovelo alinhado aos requisitos dos principais *stakeholders*?”. O objetivo do estudo é desenvolver um conceito de PSS para um equipamento de reabilitação de cotovelo a partir dos requisitos prioritários dos principais *stakeholders*.

O estudo está estruturado em 5 seções. A primeira seção contempla a introdução, que descreve o contexto no qual o estudo está inserido, a importância do tema, a questão e o objetivo da pesquisa. A segunda seção diz respeito à fundamentação teórica, na qual se apresenta brevemente a literatura sobre PSS e a abordagem do PSS como possível solução no contexto da saúde. A terceira seção apresenta os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do estudo. Na quarta seção são abordados os resultados e, finalmente, na quinta seção, são expostas as considerações finais do estudo, incluindo as sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção contempla os referenciais teóricos considerados necessários para a compreensão sobre PSS e o estado da arte sobre a utilização do PSS como possível solução para a saúde.

2.1 Sistema produto-serviço

A Servitização, amplamente reconhecida como um processo de criação de valor, em que são agregados serviços aos produtos (BAINES e LIGHTFOOT, 2013), vem sendo implementada em diferentes setores, com destaque para o crescente interesse de empresas de manufatura nesse tipo de estratégia (BUSTINZA *et al.*, 2015). Essas empresas são desafiadas a repensar suas ofertas buscando desenvolver e entregar Sistemas Produto-Serviço (*Product-Service System - PSS*). Desde a introdução do conceito de PSS, descrito por Goedkoop *et al.* (1999) como uma oferta integrada de produtos e serviços capazes de atender conjuntamente às

necessidades dos usuários, diversos autores têm discutido o tema (MONT, 2001; TUKKER, 2004; BAINES *et al.*, 2007).

Mont (2001) descreveu o PSS como uma oferta integrada de produtos e serviços, capaz de atender às necessidades dos clientes de maneira eficiente, tanto econômica quanto ambientalmente. Para Tukker (2004), um modelo de negócios de PSS permite que as empresas criem fontes de valor agregado e competitividade, uma vez que atendem às necessidades do cliente de forma integrada e personalizada, além da grande oportunidade de construir relacionamentos únicos com os clientes, podendo assim aumentar a sua lealdade. Baines *et al.* (2007) destacaram ainda o PSS como uma estratégia competitiva e a base para se diferenciar dos concorrentes que oferecem apenas produtos.

A ideia por trás do PSS é a suposição de que os clientes precisam da função do produto, não do produto em si, então a maneira de gerar lucro passa da venda da maior quantidade possível de produtos materiais, para o fornecimento da função do produto (MONT, 2001). Segundo Tukker (2004), o PSS pode ser dividido em três categorias: (i) “*product-oriented*” - o Modelo de Negócio (*Business Model* – BM) voltado principalmente para a venda de produtos, mas são adicionados alguns serviços; (ii) “*use-oriented*” - o produto ainda desempenha um papel central, mas o BM não é voltado para a sua venda, pois o produto permanece em propriedade do provedor e é disponibilizado para o usuário na forma de um serviço; e por fim (iii) o “*result-oriented*” - o cliente e o fornecedor definem a entrega de um resultado, sem produtos predeterminados envolvidos.

Os PSS têm apresentado benefícios mútuos para clientes e empresas, em termos de custo, uso mais eficiente de recursos, desempenho aprimorado para o cliente e desenvolvimento de soluções inovadoras para atender aos requisitos do cliente via gerenciamento holístico de um conjunto de serviços, dos quais os produtos fazem parte (XING e NESS, 2016). Nos setores da indústria, as empresas estão buscando ativamente estratégias de crescimento de serviços (KOWALKOWSKI, GEBAUER e OLIVA, 2017), pois percebem que o produto apenas não é mais suficiente para lidar com o ambiente dinâmico do mercado, buscando assim a oferta de PSS (GEUM *et al.*, 2011). No entanto, os PSS estão se tornando cada vez mais dinâmicos e complexos devido à situação do mercado, aos impactos ambientais cada

vez mais envolvidos, dentre outras razões (GUANT, ALIX e BOURRIÈRES, 2017). Estudos mais aprofundados sobre o tema são ainda de grande importância.

2.2 Sistema produto-serviço como possível solução no contexto da saúde

Os PSS na área da saúde não estavam no foco das pesquisas destes sistemas no passado, embora o conceito possua um grande potencial para enfrentar os enormes desafios nesse setor (MITTERMEYER, NJUGUNA e ALCOCK, 2010). Como já citado anteriormente, o PSS pode ser considerado como um conjunto de produtos e serviços, capazes de atender conjuntamente às necessidades de um usuário (BAINES *et al.*, 2007). Como as soluções de *healthcare* integram recursos tangíveis e intangíveis, como produtos médicos, informações e dados, equipamentos e instalações, práticas, conhecimentos e habilidades (XING, RAPACCINIB e VISINTINB, 2017), a mudança da visão dominada pelo produto para a orientada para o uso, e o resultado na criação de soluções na área, pode favorecer amplamente a manutenção de empresas neste setor. À medida que os conceitos de PSS se espalham, pode haver modificações relevantes na maneira como os produtos e serviços de saúde são adquiridos (XING, RAPACCINIB e VISINTINB, 2017).

Estudos têm sido desenvolvidos nesta área, como o de Flores-Vaquero *et al.* (2014), que identificou requisitos para os dispositivos digitais de *healthcare*, utilizando uma abordagem de PSS. Recentemente, Xing, Rapaccinib e Visintinb (2017) apresentaram resultados de uma revisão de literatura com 23 artigos, fazendo considerações sobre as motivações por trás dos aplicativos de PSS nos sistemas de saúde, no qual identificaram a adequação do PSS para orientar o (re) design de soluções de *healthcare* inovadoras e integradas.

No que tange os métodos utilizados para o desenvolvimento de PSS, podem ser citadas as Diretrizes para o desenvolvimento de PSS propostas por Chen (2018) que levam em conta o “pensamento inverso”, abordando primeiro uma ampla gama de questões de sustentabilidade para posteriormente, descobrir a oportunidade das ofertas de produtos e serviços. Também cabe destacar o Modelo de Referência para o Design de Serviços Ecoeficientes proposto por Costa Junior e Santos (2013) e adaptado por Hoss (2014). Porém, o primeiro não aborda de forma prática as

ferramentas que devem ser utilizadas e, o segundo é uma adaptação de modelos de desenvolvimento de produtos para o contexto de serviços.

Apesar do esforço empregado no desenvolvimento do setor de *healthcare*, análises recentes identificaram a falta de uma abordagem holística para o desenvolvimento de novos PSS (YIP, PHAAL e PROBERT, 2015). Além disso, os poucos estudos sobre o tema não focam em empresas de equipamentos de fisioterapia, por exemplo. Conforme descrito anteriormente, esta é uma área de grande potencial devido ao alto preço dos equipamentos, à dificuldade de inserção de novas tecnologias no mercado e às características de amplo ciclo de vida destes equipamentos.

Neste cenário, no qual cada vez mais empresas do setor de *healthcare* irão partir para modelos de negócios servitizados, devido à complexidade desta mudança (DAHMANI *et al.*, 2014), mais pesquisas sobre PSS aplicados no setor são necessárias para identificar áreas em que o PSS possa beneficiar o público-alvo que tenham necessidades ainda não atendidas (MITTERMAYER, NJUGUNA e ALCOCK, 2010) e possam oportunizar negócios diferenciados e mais sustentáveis.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo em relação à natureza, é uma pesquisa aplicada, por ser dirigida a soluções de problemas específicos na prática. A abordagem é essencialmente qualitativa e envolve métodos quantitativos para a análise dos dados (SILVA *et al.*, 2005). No que tange aos objetivos, é exploratória e descritiva, pois envolve levantamento bibliográfico, aplicação de entrevistas, questionários e outras ferramentas para a modelagem do negócio, elicitación e a priorização dos requisitos dos *stakeholders* para a proposição de um PSS no contexto da saúde (GIL, 2008; VENKATESH, BROWN e BALA, 2013).

O produto utilizado como objeto para o desenvolvimento deste estudo é o equipamento de CPM para a reabilitação de cotovelo proposto por Callegaro (2015), demonstrado na Figura 1. Este produto foi escolhido, porque é uma tecnologia desenvolvida por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande (UFRGS). O autor vem atuando como bolsista do projeto que visa o desenvolvimento de um modelo

de negócios para o equipamento desde 2019. A Universidade requereu o depósito de pedido de patente de invenção no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) em 2015, sob o registro número BR 10 2015-005903-5. A utilização deste equipamento foi motivada ainda pelo interesse dos pesquisadores em estudar alternativas para a disponibilização da tecnologia à sociedade, uma vez que a patente ainda não teria sido licenciada e a equipe busca inovar no país.



Figura 1: equipamento de CPM. Fonte: Callegaro (2015).

O método de trabalho utilizado para o desenvolvimento deste estudo é composto pelas seguintes etapas: i) revisão bibliográfica; ii) definição do modelo de negócio; iii) definição da proposta de valor preliminar; iv) coleta e elicitação dos requisitos; v) análise e priorização dos resultados e, vi) desenho do conceito, conforme a Figura 2.

<p>1 – Revisão bibliográfica</p> <ul style="list-style-type: none"> • PSS • PSS como possível solução no contexto da saúde
<p>2 – Definição do modelo de negócio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lean Canvas • CVCA
<p>3 – Definição da proposta de valor preliminar</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Value Proposition Canvas</i>
<p>4 – Coleta e elicitação dos requisitos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas • Desenvolvimento do questionário • Validação do questionário • Aplicação do questionário
<p>5 – Análise e priorização dos resultados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Priorização dos requisitos • Matriz da qualidade demandada • Matriz dos processos
<p>6 – Desenho do conceito</p> <ul style="list-style-type: none"> • Product-Service Blueprint

Figura 2: método do trabalho. Fonte: primária.

O método apresentado na Figura 2 se baseou em trabalhos como o de Martins e Tinoco (2018) e Marcon *et al.* (2018), e sua constituição com seis etapas e a escolha das respectivas ferramentas, justifica-se pela necessidade de desenvolvimento de um conceito de PSS para uma inovação tecnológica que, embora tenha o seu pedido de patente já depositado no INPI, ainda não foi licenciada e, em função de seu alto custo, é necessário analisar um modelo de negócio que viabilize a sua inserção no mercado. Para isso, é imprescindível identificar os *stakeholders* e conhecer os seus principais requisitos para que se proponha um conceito alinhado aos requisitos priorizados.

Na primeira etapa foi realizada uma revisão bibliográfica sobre PSS e PSS no contexto da saúde para compreender se esse processo de criação de valor faria sentido para o contexto do equipamento. Essas pesquisas foram realizadas em bases de dados como ScienceDirect e Springer, com palavras-chave: “*product-service system*”; “*product-service system in healthcare*”; “*healthcare industry*” e, “*rehabilitation devices*”.

A segunda etapa constituiu no desenvolvimento de um modelo de negócio com base na proposta de PSS visando a inserção da tecnologia no mercado. Foi utilizada a ferramenta *Lean Canvas* (BLANK, 2012), que é indicada para *Startups* ou empresas que queiram inovar seu modelo de negócio, pois foca mais em hipóteses que precisam ser validadas, como o encaixe entre a solução proposta e o problema identificado.

Após, foi utilizada a ferramenta de Análise da Cadeia de Valor do Cliente (*Customer Value Chain Analysis – CVCA*) para identificar os *stakeholders* críticos e suas relações em toda a cadeia de valor (DONALDSON, ISHII e SHEPPARD, 2006).

Na terceira etapa foi utilizado o Canvas da Proposta de Valor (*Value Proposition Canvas - VPC*) (OSTERWALDER *et al.*, 2014) para a contextualização do problema e a identificação das necessidades dos principais *stakeholders* e da proposta de valor que atenderia as demandas dos clientes, pois essa ferramenta possibilita pensar a proposta de valor de forma mais estruturada, aumentando assim as chances de se criar uma proposta adequada à esses *stakeholders*.

. Para isso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, constituída por questões abertas e fechadas sobre necessidades dos fisioterapeutas com relação à reabilitação do cotovelo, acesso a novas tecnologias e percepção geral sobre o equipamento utilizado no estudo. As entrevistas foram realizadas com os *stakeholders* críticos identificados com a aplicação do CVCA: dois fisioterapeutas autônomos, dois gestores de clínicas de fisioterapia e dois médicos traumatologistas da região do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. O conteúdo das entrevistas foi analisado para a validação da proposta de valor e categorizado para a posterior identificação dos requisitos (BARDIN, 2011).

A partir dos resultados das etapas anteriormente desenvolvidas, incluindo fontes primárias e secundárias, especialmente o estudo de Callegaro *et al.* (2016), foram elucidados os requisitos dos *stakeholders* críticos para a priorização na quarta etapa do estudo. Foi desenvolvido um instrumento de pesquisa para que os fisioterapeutas priorizassem os requisitos. Este instrumento contou com requisitos do produto e do serviço sugeridos para a proposta. Para avaliar a importância dos requisitos, foi utilizada uma escala de 1 a 10, em que os respondentes deviam pontuar como 1 os requisitos sem importância e como 10 os requisitos muito importantes, as demais pontuações eram intermediárias. Após o seu desenvolvimento, o instrumento foi enviado para a validação com três especialistas em PSS, e dois fisioterapeutas

(público-alvo do modelo de negócios). Com as considerações recebidas na etapa de validação, foram feitas as alterações necessárias no questionário e o instrumento atualizado foi reenviado para os dois fisioterapeutas novamente com o intuito de verificar a sua clareza.

O Instrumento foi desenvolvido no *google docs* e compartilhado via *e-mail* e *WhatsApp* com fisioterapeutas da região do Litoral Norte e Metropolitana do Rio Grande do Sul. A amostragem foi não probabilística e por conveniência. Após a obtenção dos resultados (47 respostas) foi realizado o teste de confiabilidade de Alfa de Cronbach (*software* SPSS Statistics da IBM), para mensurar a consistência interna do questionário quantitativo e validar o instrumento (CRONBACH, 1951).

Na quinta etapa foi realizada a análise e a tabulação das respostas obtidas com a aplicação do questionário. Posteriormente foi utilizada a Árvore da Qualidade Demandada, a Matriz da Qualidade e a Matriz dos Processos da ferramenta QFD (*Quality Function Deployment*) como proposta por Ribeiro, Echeveste e Danilevicz (2001), pois essa ferramenta possibilita capturar os requisitos dos *stakeholders* críticos e conduzir estas informações ao longo de todo o processo produtivo, de maneira a entregar novamente à esses *stakeholders* um PSS conforme desejado, através de requisitos de qualidade. A priorização dos itens de qualidade demandada do cliente foi calculada por meio da média dos resultados de cada nível secundário do questionário (ID_i), a avaliação de mercado (M_i) e a importância estratégica (E_i), gerando assim o índice corrigido (ID_i^*):

$$ID_i^* = ID_i \times \sqrt{M_i} \times \sqrt{E_i}$$

Na avaliação estratégica dos itens de qualidade demandada, os requisitos foram analisados em relação a sua importância para a estratégia do modelo de negócios proposto. Foi utilizada uma escala de 0,5 a 2,0, onde 0,5 tem importância pequena; 1,0 importância média; 1,5 importância grande e 2,0 importância muito grande. Já com relação à avaliação de mercado, os itens de qualidade demandada foram avaliados comparando o quanto a proposta de PSS busca atender, e quanto as empresas já estabelecidas no mercado atendem de cada requisito. Foi utilizada uma escala de 0,5 a 2,0, onde 0,5 significa que a empresa está acima da concorrência; 1,0 similar à concorrência; 1,5 abaixo da concorrência e 2,0 muito abaixo da concorrência.

Posteriormente foi desenvolvida a matriz da qualidade demandada, utilizando a primeira metade (50%) dos requisitos priorizados. Para cada requisito demandado pelo cliente atribui-se requisitos técnicos correspondentes e, na sequência, avaliou-se a relação desses requisitos técnicos com os requisitos demandados pelo cliente. Para avaliar essa relação considerou-se a seguinte questão: “Se a característica de qualidade 'x' for excelente, estará assegurado o atendimento da demanda 'y'?”, sendo uma relação forte (9) caso a resposta fosse sim, moderada (3) para parcial e fraca (1) caso tenha pouca relação.

Posteriormente, foi calculada a importância da característica da qualidade (IQj), que considera o índice de importância corrigido da qualidade demandada (IDi*) e a intensidade do relacionamento entre os itens da qualidade demandada e das características de qualidade (DQij), através da seguinte equação:

$$IQj = \sum_{i=1}^n IDi^* \times DQij$$

Então, para a priorização das características da qualidade, foi utilizado o índice das importâncias corrigido (IQj*) que considera a importância da característica da qualidade (IQj), dificuldade de atuação (Dj) e análise competitiva (Bj). Para cada característica foi utilizada uma escala de 0,5 a 2,0 na dificuldade de atuação (Dj), onde 0,5 muito difícil; 1,0 difícil; 1,5 moderado e 2,0 fácil. Com relação à análise competitiva (Bj), foi utilizada uma escala de 0,5 a 2,0, onde 0,5 significa que a empresa está acima da concorrência; 1,0 similar à concorrência; 1,5 abaixo da concorrência e 2,0 muito abaixo da concorrência.

$$IQj^* = IQj \times \sqrt{Dj} \times \sqrt{Bj}$$

A partir da matriz da qualidade foi construída a matriz dos processos, respondendo a seguinte questão: “Se o processo 'x' for executado de forma excelente, estará assegurado o atendimento das especificações para a característica de qualidade 'y'?” utilizando a mesma escala da matriz da qualidade, sendo uma relação forte (9) caso a resposta fosse sim, moderada (3) para parcial e fraca (1) caso tenha pouca relação.

Os processos foram definidos a partir de fontes secundárias e pelo conhecimento da equipe. Posteriormente, foi realizado o cálculo do IPI, que considera a intensidade do relacionamento entre os processos e as características da qualidade (PQij) e o IQj*, através da seguinte equação:

$$IPI = \sum_{j=1}^n PQij \times IQj^*$$

Para a priorização dos processos foi utilizado o índice das importâncias corrigido (IPj*) que considera a importância do processo (IPI), a facilidade de atuação (Fi) e o tempo de atuação (Ti). Para cada característica foi utilizada uma escala de 0,5 a 2,0 para indicar a facilidade de atuação (Fi): 0,5 para muito difícil; 1,0 para difícil; 1,5 para moderado e 2,0 para fácil. Com relação ao tempo de atuação (Ti), foi utilizada uma escala de 0,5 a 2,0, sendo 0,5 um tempo muito longo; 1,0 um tempo longo; 1,5 para tempo moderado e 2,0 para curto período de tempo. Para isso, a seguinte equação foi utilizada:

$$IPi^* = IPI \times \sqrt{Fi} \times \sqrt{Ti}$$

Por fim, a sexta e última etapa consistiu na definição do conceito do PSS, considerando os requisitos priorizados, utilizando-se a ferramenta *Product-Service Blueprint* (GEUM e PARK, 2011) para o desenho do processo, pois ela possibilita a visualização do conceito de forma integral, facilitando a identificação das atividades-chave.

4. RESULTADOS

Os principais resultados da revisão bibliográfica foram abordados na seção 2, no intuito de contextualizar, explicar e justificar o tema de pesquisa.

O modelo de negócio proposto, a partir da utilização da ferramenta Lean Canvas, pode ser visualizado na Figura 3.

Problema Dificuldade de acesso a equipamentos tecnológicos por fisioterapeutas e seus pacientes, em consequência do alto preço. Indisponibilidade de serviços alinhados às necessidades do cliente	Solução Comercialização do Sistema produto-serviço (PSS) para a reabilitação de amplitude do movimento do cotovelo, utilizando um equipamento tecnológico.	Proposta única de valor Possibilitar aos hospitais, clínicas de fisioterapia e fisioterapeutas autônomos, acesso à tecnologia com preço acessível e um diferencial em relação à qualidade do serviço oferecido, assim como da prática profissional.	Vantagem Competitiva Possibilidade de acesso à um equipamento tecnológico sem a necessidade de compra Serviço personalizado Equipamento patenteado	Segmento de clientes Hospitais Clínicas de fisioterapia Fisioterapeutas autônomos
	Métricas-chave Nº de pacotes vendidos Satisfação dos clientes		Canais Equipe de vendas. Marketing digital. Atendimento personalizado	
Estrutura de custo Operacionais Manutenção Fabricação		Fontes de renda Taxa de uso anual Taxa de uso mensal Taxa de uso semanal Taxa de uso diária Taxa de uso horária		

Figura 3: Modelo de negócio (*Lean Canvas*). Fonte: primária.

Por meio desta ferramenta a equipe de pesquisa, que tem conhecimento do produto e de seu mercado, devido ao contado com o mesmo desde o seu projeto, definiu o problema, o segmento de mercado e a solução preliminar para um futuro negócio que vise vender o uso do equipamento de CPM. Também são apresentadas a proposta de valor única, a vantagem injusta, as métricas-chave e os canais que a futura empresa pode utilizar no desenvolvimento do seu modelo de negócio. Além disso, foi citada na Figura 3 a prévia da estrutura de custo e possíveis fonte de renda como opções para a monetização do negócio.

A partir da estruturação do modelo de negócio foram identificados os *stakeholders* relacionados ao negócio e definidos os críticos, com a utilização da ferramenta CVCA, conforme mostra a Figura 4. Eles foram definidos com base nos seguintes critérios: fluxo de produto, fluxo de recursos financeiros e materiais, fluxo de informações do produto e marketing.

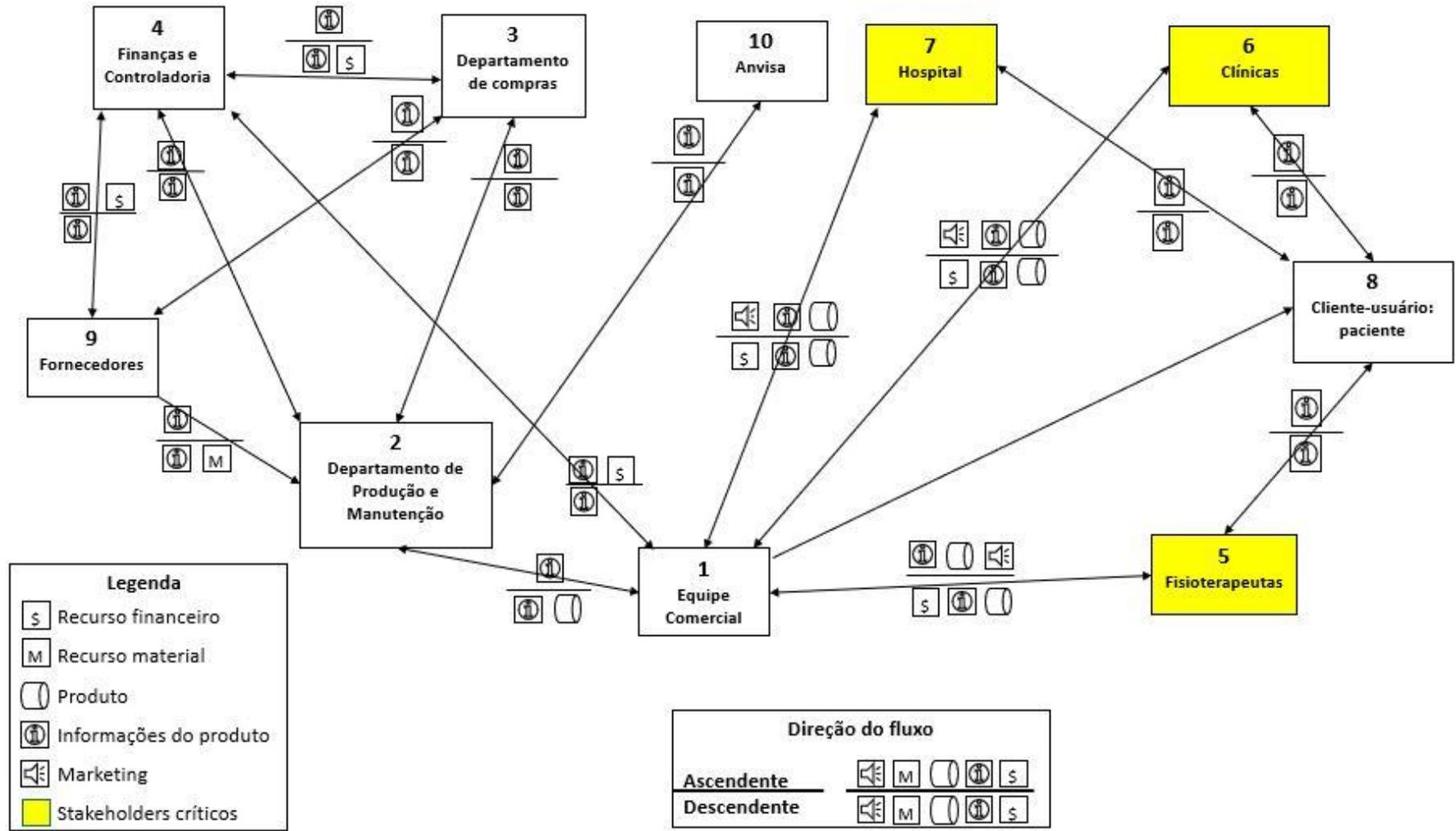


Figura 4: CVCA. Fonte: primária.

Como o modelo de negócio foi proposto para uma nova empresa a ser constituída (*Startup*) foram desconsiderados os *stakeholders* críticos internos, já que as *Startups* são enxutas e, os possíveis empreendedores podem ser os próprios integrantes da equipe de pesquisa ou os profissionais da área que seriam contemplados pelas opiniões dos fisioterapeutas autônomos, clínicas de fisioterapia e hospitais. Esses *stakeholders* foram considerados críticos pois a relação contém fluxo de produto, informações do produto, marketing e de recurso financeiro, e estando juntos em uma mesma relação, são considerados de extrema importância para a estratégia da empresa.

Para que se pudesse conhecer melhor as suas necessidades dos *stakeholders* definidos como críticos, foram planejadas e realizadas seis entrevistas: duas com fisioterapeutas autônomos, duas com gestores de clínicas de fisioterapia e duas com médicos traumatologistas. Os traumatologistas foram escolhidos como representantes dos hospitais, uma vez que são eles quem indicam a fisioterapia e podem indicar ou contraindicar a utilização do equipamento para seus pacientes.

A partir da análise de conteúdo das entrevistas (BARDIN, 2011), foi possível identificar as necessidades dos *stakeholders*, validar o problema e a solução, assim como definir a proposta de valor para atender as demandas. A Figura 5 mostra o Canvas da Proposta de Valor desenvolvido nesta etapa.

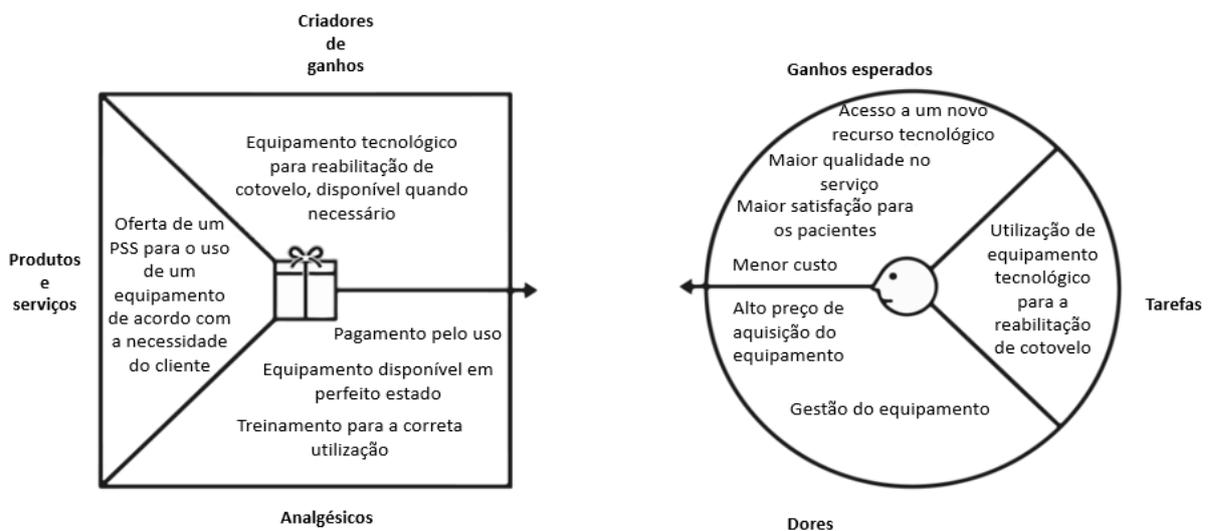


Figura 5: Canvas da Proposta de Valor. Fonte: primária.

A partir da identificação e da categorização do conteúdo das entrevistas, foi possível elucidar e classificar os requisitos, de acordo com a fonte de evidência (primária e secundária). Cabe destacar que os requisitos identificados nas etapas anteriores, como na revisão bibliográfica, foram também considerados. Ver Tabela 1.

Levantamento dos Requisitos					
Classificação fonte dos requisitos	PRIMÁRIA	SECUNDÁRIA			
Fonte de Evidência (Informações)	entrevistas com especialistas (Médicos e Fisioterapeutas)	publicações científicas/patentes*	concorrência (artigos e análise)	conhecimento da equipe	Value Proposition Canvas - VPC
Forma Orgânica (aparência e design)	X	X			X
Compacto e portátil	X	X	X	X	
Superfície de contato macia, transpirável e não-alérgica	X	X	X	X	
Fácil higienização/Desinfecção		X	X	X	X
Seguros	X	X		X	
Desempenho efetivo	X	X		X	X
Interface simples e intuitiva	X	X	X	X	X
Facilidade de montagem, instalação, configuração, ajuste e uso	X	X	X	X	X
Ajuste antropométrico	X	X	X	X	X
Segurança ao paciente e operador	X	X	X	X	
Possibilitar amplitude fisiológica	X	X	X	X	X
Possibilitar armazenamento de dados dos pacientes				X	X
Existência de loja física				X	
Equipamento limpo e em bom estado de conservação				X	X
Cumprimento dos prazos de entrega		X		X	X
Segurança transmitida pelos funcionários		X		X	
Interesse e disposição dos funcionários da empresa na prestação do serviço		X		X	
Resposta ágil a reclamações e problemas		X		X	
Possibilidade de aluguel por hora	X			X	X
Possibilidade de reserva (agendamento da locação do equipamento, acordo com a necessidade do cliente)	X			X	X
Disponibilização de fisioterapeuta pela empresa para utilizar o equipamento com o paciente				X	
Disponibilização de treinamento para os fisioterapeutas que utilizarão o equipamento				X	

* APÊNDICE B

Tabela 1: fonte dos requisitos. Fonte: primária.

Os requisitos da Tabela 1 foram incluídos no questionário quantitativo (APÊNDICE A), desenvolvido para a priorização pelo público-alvo. O questionário foi enviado aos possíveis respondentes e resultou em 47 respostas. Após o recebimento destas, utilizou-se o método do Alfa de Cronbach onde obteve-se um score de 0,855 validando assim a confiabilidade do instrumento.

Dentre as informações sobre o perfil dos respondentes, cabe destacar a área de atuação, onde 59,6% trabalha com fisioterapia geral, 23,4% com traumatologia, 4,3% com neurologia e, 2,1% com fisioterapia intensiva, chegando a um total de 89,4% que atuam em áreas em que o equipamento pode ser utilizado, como mostra a Figura 6.

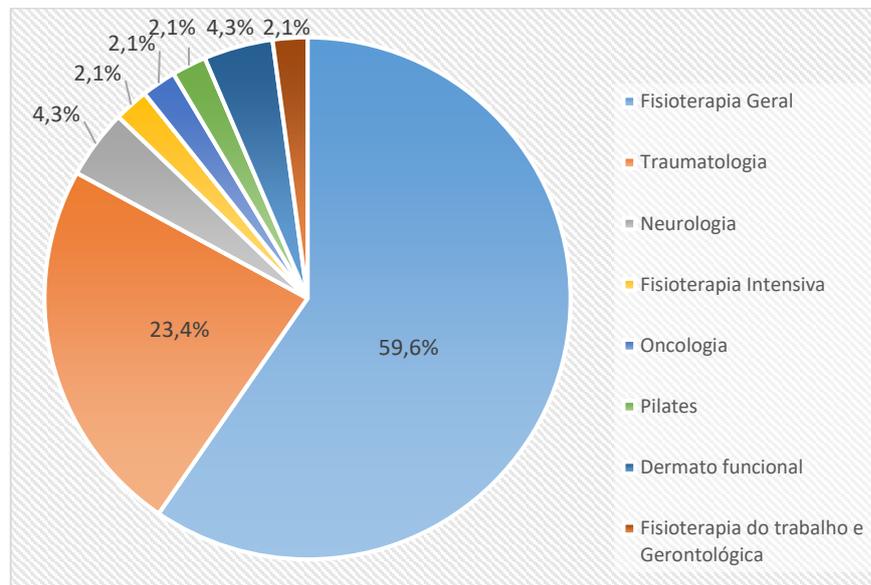


Figura 6: área de atuação dos respondentes. Fonte: primária.

4.1 Priorização dos requisitos

Para a priorização dos requisitos demandados pelos respondentes, foi levado em conta a importância estratégica e a avaliação de mercado, gerando o índice corrigido (IDi*) para cada requisito, como demonstrado na Figura 7.

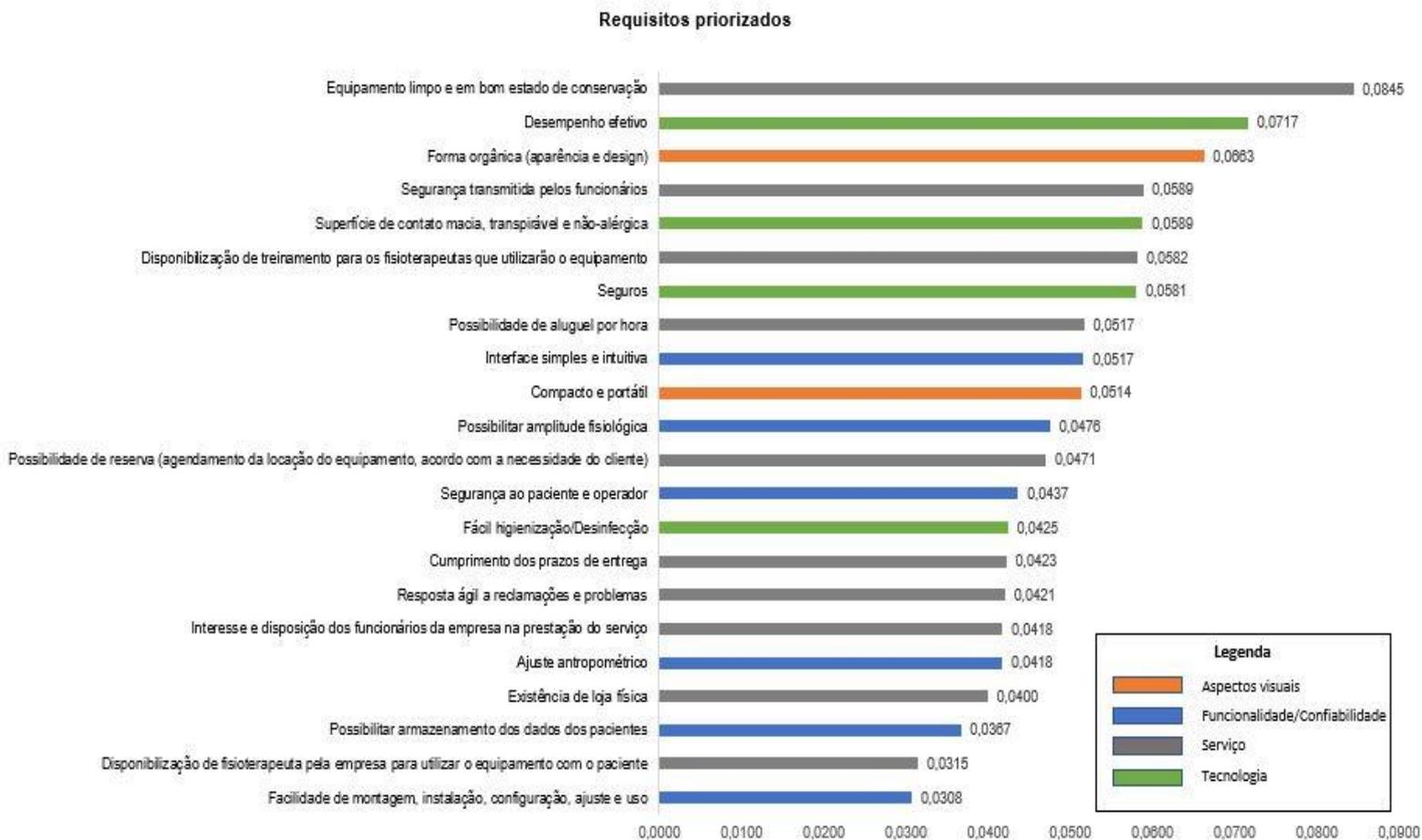


Figura 7: requisitos priorizados. Fonte: primária.

O requisito “Equipamento limpo e em bom estado de conservação” foi o mais bem pontuado (0,0845), pois além da alta pontuação atribuída pelos respondentes, é um requisito importante para a estratégia da empresa, uma vez que outras empresas apenas vendem o produto novo, e como proposta deste estudo visa a disponibilização do equipamento para diversos usuários, este se torna um requisito de extrema importância. Além deste, cabe destacar os requisitos do serviço “Segurança transmitida pelos funcionários” e “Disponibilização de treinamento para os fisioterapeutas que utilizarão o equipamento”, que ficaram entre os seis requisitos priorizados pelos respondentes demonstrando a importância da oferta desses serviços por profissionais qualificados.

4.2 Processos desdobrados

Para o desdobramento dos processos, foi selecionada a primeira metade dos requisitos priorizados (50%), e estes foram utilizados para a matriz da qualidade.

4.2.1 *Matriz da qualidade demandada*

Para o desenvolvimento da matriz da qualidade, foram atribuídos requisitos técnicos para cada requisito demandado pelos respondentes. A Tabela 2 descreve a matriz da qualidade.

Os principais requisitos técnicos priorizados foram “Equipamento limpo e em bom estado de conservação”, por ter relação direta com o mesmo requisito da matriz da qualidade demandada e que também foi priorizado. Os requisitos “Facilidade de configuração, ajuste e uso” e “Realização de treinamento para os fisioterapeutas que utilizarão o equipamento” também foram priorizados por terem uma forte relação com os requisitos de desempenho efetivo e interface simples e intuitiva da matriz da qualidade demandada. Novamente os resultados demonstram a importância da oferta de serviços por profissionais qualificados que possam ainda capacitar os usuários para a correta utilização de um dispositivo inovador para o seu contexto de atuação.

Matriz da qualidade	Requisitos técnicos											
	Nível de satisfação dos clientes com o design do equipamento (%)	Tamanho compacto (cm)	Aplicação de material macio, transpirável e não-alérgico (sim/não)	Cadastro do equipamento junto à ANVISA (sim/não)	Índice de desempenho efetivo (>...)	Facilidade de configuração, ajuste e uso (sim/não)	Grau de amplitude (°)	Conformidade das etapas de limpeza e manutenção do equipamento (%)	Desempenho dos funcionários nos treinamentos oferecidos pela empresa sobre os produtos e serviços	Pacotes diferenciados de aluguel (nº de opções)	Opções de treinamentos para os usuários (nº de opções)	IDI*
Requisitos dos stakeholders												
Equipamento limpo e em bom estado de conservação			1				9					0,0845
Desempenho efetivo					9	9	1	3			3	0,0717
Forma orgânica (aparência e design)	9											0,0663
Segurança transmitida pelos funcionários				9					9			0,0589
Superfície de contato macia, transpirável e não-alérgica			9									0,0589
Disponibilização de treinamento para os fisioterapeutas que utilizarão o equipamento											9	0,0582
Seguros				9								0,0581
Possibilidade de aluguel por hora										9		0,0517
Interface simples e intuitiva						9					3	0,0517
Compacto e portátil		9				3						0,0514
Possibilitar amplitude fisiológica							9					0,0476
IQj*	0,90	0,68	0,81	0,92	1,10	1,37	0,25	1,38	0,65	0,47	1,29	

Tabela 2: Matriz da qualidade. Fonte: primária.

4.2.2 *Matriz dos processos*

Para a construção da matriz dos processos foram relacionadas as etapas do processo da proposta de PSS com requisitos técnicos da matriz da qualidade demandada. A matriz dos processos está apresentada na Tabela 3.

O processo “Limpeza e manutenção do produto” foi o mais bem pontuado na matriz dos processos por ter relação direta com 3 dos principais requisitos priorizados na matriz da qualidade demandada. Ainda, foram priorizados os processos “Controle de qualidade”, “Treinamento dos funcionários”, processos que têm uma importância estratégica para a empresa e que estão diretamente ligados ao serviço que será prestado.

Matriz dos processos	Requisitos técnicos											IPi*	
	Nível de satisfação dos clientes com o design do equipamento (%)	Tamanho compacto (cm)	Aplicação de material macio, transpirável e não-alérgico (sim/não)	Cadastro do equipamento junto à ANVISA (sim/não)	Índice de desempenho efetivo (>...)	Facilidade de configuração, ajuste e uso (sim/não)	Grau de amplitude (°)	Conformidade das etapas de limpeza e manutenção do equipamento (%)	Desempenho dos funcionários nos treinamentos oferecidos pela empresa sobre os produtos e serviços (%)	Pacotes diferenciados de aluguel (nº de opções)	Opções de treinamentos para os usuários (nº de opções)		
Processos	IQj*	0,90	0,68	0,81	0,92	1,10	1,37	0,25	1,38	0,65	0,47	1,29	IPi*
Limpeza e manutenção do produto					3	9	9		9				56,177
Controle de qualidade	9	9						9	9				35,318
Treinamento dos funcionários						9			9	9		9	28,134
Aquisição de insumos			9				9	3					24,963
Treinamento dos clientes						9			1			9	22,909
Cortes de perfis de alumínio	3				9								21,869
Cortes dos materiais de aço	3				9								21,869
Programação do software					9	9	9	9					16,393
Atendimento ao cliente											1	9	14,765
Montagem	3				9	3		3					12,989
Acabamento	9												12,084
Contratação do serviço											9		6,287
Cortes dos polímeros e tecidos	3												5,371
Processo de certificação do produto					9								4,124
Moldagem e acabamento dos cortes	3												4,028
Expedição do produto									1				2,390
Entrega do produto											1		0,570
Busca do produto											1		0,570

Tabela 3: matriz dos processos. Fonte: primária.

4.3 Desenho da proposta priorizada

A partir dos requisitos priorizados pelos respondentes nas etapas anteriores, foi desenhada a oferta, utilizando-se a ferramenta *Product-Service Blueprint*, conforme demonstrado na Figura 8. No desenho está representado todo o processo a partir do ponto de vista do cliente, desde o momento em que o cliente contata a empresa, até o momento da devolução do equipamento, assim como, as etapas do processo de desenvolvimento do equipamento até ele ser disponibilizado para o uso.

Segundo a definição de Tukker (2004), o conceito proposto é orientado ao uso, pois mesmo que o produto tenha um papel central, a propriedade permanece com a empresa e o mesmo é disponibilizado para os clientes na forma de serviço.

O processo tem início quando o cliente contata a empresa. Após receber as devidas informações, o cliente opta pela contratação do PSS reservando o equipamento de acordo com sua necessidade, por um prazo determinado previamente. No momento da contratação existe um ponto de sustentabilidade, uma vez que o cliente está optando pelo PSS orientado ao uso e não pela compra do produto. Quando o cliente recebe o produto, ele efetua o pagamento para o funcionário da empresa que é responsável pela entrega do equipamento pronto para o uso e treinamento do cliente. Após, o cliente utiliza o equipamento e, em caso de dúvidas, entra em contato com o suporte técnico da empresa para saná-las. Por fim, o cliente devolve o equipamento ao funcionário responsável, para que o mesmo o entregue para a empresa e assim seja feita a limpeza e manutenção necessária, para que posteriormente o equipamento seja armazenado e esteja disponível para o próximo cliente.

Cabe destacar que, para o início do processo, as etapas de suporte já devem ter sido finalizadas, começando com o “treinamento dos funcionários”, até a liberação do produto pelo “controle de qualidade”. Esses dois processos são prioritários, conforme a matriz dos processos, sendo assim considerados de extrema importância para a estratégia da empresa.

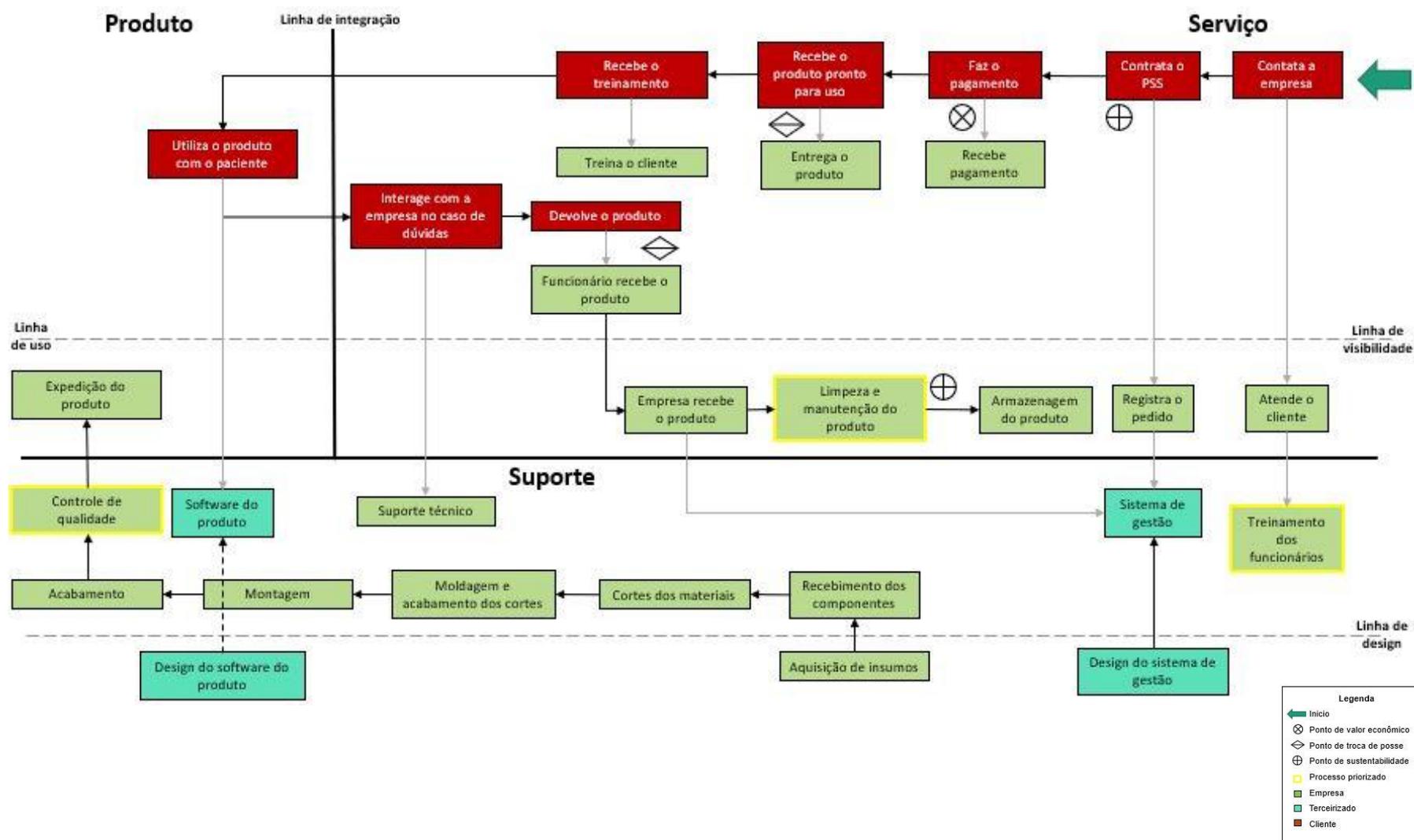


Figura 8: *Product-Service Blueprint*. Fonte: primária.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um conceito de PSS para um equipamento de reabilitação do cotovelo, com base nos requisitos dos principais *stakeholders*. O estudo foi desenvolvido a partir de identificada a dificuldade de inserção deste tipo de equipamento no mercado e a dificuldade de acesso pelos interessados em sua utilização. Com a revisão bibliográfica foi possível identificar uma lacuna no desenvolvimento de PSS para equipamentos como o objeto do presente estudo, assim como o grande potencial que este tipo de estratégia pode apresentar para a área da saúde.

A partir da aplicação de ferramentas para a modelagem de negócios, dos resultados das entrevistas e questionários aplicados aos fisioterapeutas, foi utilizada a ferramenta QFD para a priorização dos requisitos e a identificação dos processos críticos. Com os processos identificados, desenhou-se o conceito de PSS com a utilização da ferramenta *Product-Service Blueprint*, a qual possibilitou visualizar as etapas do processo, assim como os processos definidos como críticos. Na proposta desenhada, ficou claro que o PSS está baseado fortemente em serviços, tendo o produto como um meio para a prestação desses. Pela característica desse tipo de sistema, a proposta tende a impactar positivamente, tanto nos aspectos sociais, como ambientais. O impacto social positivo se deve ao fato de que este PSS possibilitará o acesso aos equipamentos tecnológicos para reabilitação pelos fisioterapeutas e usuários que antes não o tinham, devido ao preço. O pagamento apenas pelo uso reduz o custo para o profissional. Já o impacto ambiental pode ser justificado pelo uso compartilhado do equipamento por um número maior de pessoas, sem a necessidade de produção e aquisição de diversos equipamentos. Além disso, existe um melhor aproveitamento do produto durante o seu ciclo de vida.

Em suma, considera-se que este estudo atingiu seu objetivo, uma vez que o conceito de PSS foi definido e representado de acordo com os requisitos dos principais *stakeholders*. Cabe destacar que o estudo se limitou a um tipo específico de equipamento e considerou especialmente o público-alvo do Litoral Norte e Região Metropolitana do Rio Grande do Sul para a aplicação das entrevistas e questionários. Para estudos futuros, sugere-se uma análise mais aprofundada do modelo de negócio, tanto da parte econômica, quanto da parte de mercado, pois, por mais que

tenha sido proposto um modelo alinhado aos requisitos dos *stakeholders*, não foi discutido neste estudo o preço para a comercialização do equipamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAINES, T.S.; LIGHTFOOT, H.W.; EVANS, S.; NEELY, A.; GREENOUGH, R.; PEPPARD, J.; ROY, R.; SHEHAB, E.; BRAGANZA, A.; TIWARI, A.; ALCOCK, J.R.; ANGUS, J.P.; BASTI, M.; COUSENS, A.; IRVING, P.; JOHNSON, M.; KINGSTON, J.; LOCKETT, H.; MARTINEZ, V.; MICHELE, P.; TRANFIELD, D.; WALTON, I.M.; WILSON, H. (2007), "**State-of-the-art in product-service systems**", **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, Vol. 221, pp. 1543-1552.

BARDIN, L. (2011). **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70.

BLANK, S. **The Startup Owner's Manual: The Step-By-Step Guide for Building a Great Company**, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Área de Economia da Saúde e Desenvolvimento. **Avaliação de tecnologias em saúde: ferramentas para a gestão do SUS**. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2009. 110 p. : il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BUSTINZA, O. F.; BIGDELI, A. Z.; BAINES, T.; ELLIOT, C. (2015). "**Servitization and Competitive Advantage: The Importance of Organizational Structure and Value Chain Position**". *Research-Technology Management*, 58, 53-60.

CALLEGARO, A. M.; UNLUHISARCIKLI, O.; PIETRUSINSKI, M.; MAVROIDIS, C. **Robotic Systems for Gait Rehabilitation**. In: **Artemiadis. (Org.)**. *Neuro-Robotics: From Brain Machine Interfaces to Rehabilitation Robotics*. 1ed.: .+. Springer Netherlands, 2014, v. 2, p. 265-283.

CALLEGARO, A. M. (2015). **Desenvolvimento e otimização de um equipamento inovador para a reabilitação do cotovelo e antebraço**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 203.

CALLEGARO, A. M.; CATEN, C. S. T.; TANURE, R. L. Z.; BUSS, A. S.; ECHEVESTE, M. E. S.; JUNG, C. F. **Managing requirements for the development of a novel elbow rehabilitation device**, *Technological Forecasting and Social Change*, 2016, v. 113 B, p. 404-411. <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.07.027>.> Acesso em 22 outubro 2019.

CALLEGARO, A. M.; CATEN, C. S. T.; JUNG, C. F.; TONETTO, L. M.; FOGLIATTO, F. S. (2019). **Healthcare technology for social change: development of an innovative rehabilitation device**. *Design E Tecnologia*, 9(18), 102-114. <<https://doi.org/10.23972/det2019iss18pp102-114>.> Acesso em 12 outubro 2019.

CHEN, C-W. **Guidance on the Conceptual Design of Sustainable Product–Service Systems.** Sustainability, 10, 2452, 2018. < <https://DOI:10.3390/su10072452>> Acesso em 24 outubro 2019.

COOPER, R. A. et al. **A perspective on intelligent devices and environments in medical rehabilitation.** Medical engineering & physics, vol. 30, p. 1387–1398, 2008, ISSN 1350-4533.

COSTA JUNIOR, J.; SANTOS, A. **Proposição de um Modelo de Referência para o Design de Serviços Eco eficientes em Sistemas Produto-Serviço.** Dissertação (Mestrado em Design) Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal do Paraná, 2012.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951.

DAHMANI, S. et al. **Towards a Reliability Diagnosis for Servitization Decision-making Process.** Procedia CIRP, v. 16, p. 259-264, 2014.

FLORES-VAQUERO, P.; TIWARI, A.; ALCOCK, J.; HUTABARAT, W.; TURNER, C. (2014). **A product-service system approach to telehealth application design.** Health informatics journal. 22. 10.1177/1460458214558313.

DONALDSON, K. M.; ISHII, K.; SHEPPARD, S.D. **Customer value chain analysis.** Research in Engineering Design, London, v. 16, p.174-183, 2006.

GEUM, Y.; PARK, Y. **Designing the sustainable product-service integration: a product-service blueprint approach.** Journal of Cleaner Production, v. 19, n. 14, p. 1601-1614, 2011.

GIL, A. C.; 2008. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** Editora Atlas, 6º ed.

GOEDKOOOP, M. et al. **Product Service-Systems, ecological and economic basics.** Report for Dutch Ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ), 1999.

GUAN, H.; ALIX, T.; BOURRIÈRES, J. P. **Reference Product-Service System Lifecycle Models in Virtual Enterprise Context.** Procedia CIRP, V. 64, 2017, P. 387-392, ISSN 2212-8271.

HEBERT, S.; XAVIER, R.; PARDINI JR., A. G.; BARROS FILHO, T. E. P.; PARDINI JR., A. G. **Ortopedia e traumatologia: princípios e prática.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2003, 1631 p.

HOSS, M. J. **Prototipagem de Serviços: um estudo exploratório com foco na iluminação de habitações de interesse social.** Dissertação (Mestrado em Design) Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal do Paraná, 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC/IEEE 24765: systems and software engineering: vocabulary**. Geneva, 2010.

KOWALKOWSKI, C.; GEBAUER, H.; OLIVA, R. (2017). **Service growth in product firms: Past, present, and future**. *Industrial Marketing Management*, 60, 82–88. <<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.10.015>> Acesso em 05 dezembro 2019.

LORENZETTI, J.; TRINDADE, L. L.; PIRES, D. E. P.; RAMOS, F. R. S. **Tecnologia, inovação tecnológica e saúde: uma reflexão necessária**. *Texto & Contexto Enfermagem (UFSC. Impresso)*, v. 21, p. 432-439, 2012.

MARCON, E.; LERMEN, F. H.; MARCON, A.; ECHEVESTE, M.; TINOCO, M. A. C. **Desenvolvimento do modelo de negócios de um sistema produto-serviço sustentável na agricultura**. In: Camila de Araújo; Diego de Castro Fettermann; Raoni Barros Bagno. (Org.). *Gestão da inovação de produtos e serviços: pesquisas e práticas atuais - 2018*. 1ed.: , 2018, v. , p. 150-156

MARQUES, P.; CUNHA, P.F.; VALENTE, F.; LEITÃO, A. **A methodology for product-service systems development**. *Procedia CIRP* 2013, 7, 371–376, ISSN 2212-8271.

MARTINS, D. B.; TINOCO, M. A. C. **Innovación en Servicios: Requisitos y Design de Ofertas Basadas en Sistemas Producto-Servicios Sostenibles**. In: XI Simposio Internacional de Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias, 2018, Bogotá. *Memorias del XI Simposio Internacional de Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias 2018*. Bogotá, 2018.

MAVROIDIS, C.; NIKITCZUK, J.; WEINBERG, B.; DANAHER, G.; JENSEN, K.; PELLETIER, P.; PRUGNAROLA, J.; STUART, R.; ARANGO, R.; LEAHEY, M.; PAVONE, R.; PROVO, A.; YASEVAC, D. (2005). **Smart Portable Rehabilitation Devices**. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2. 18. 10.1186/1743-0003-2-18.

MITTERMEYER, S.; NJUGUNA, J.; ALCOCK, J. (2011). **Product-service systems in healthcare: Case study of a drug-device combination**. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 52. 1209-1221. 10.1007/s00170-010-2766-4.

MONT, O. 2001. **Introducing and developing a PSS in Sweden**. IIIIEE, Lund University, p.6.

O'DRISCOLL, S. W.; GIORI, N. J. **Continuous Passive Motion (CPM): theory and principles of clinical application**. *Journal of rehabilitation research and development*, v. 37, n. 2, p. 179-188, 2000.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.; BERNARDA, G.; SMITH, A., 2014. **Value Proposition Design**. Wiley.

PECCHIA, L.; PALLIKARAKIS, N.; MAGJAREVIC, R.; LADANZA, E. **Health Technology Assessment and Biomedical Engineering: Global trends, gaps and opportunities.** Medical Engineering & Physics, V. 72, P. 19-26, 2019, <<https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.08.008>> Acesso em 10 novembro 2019.

RAHMAN, M. H.; SAAD, M.; KENNÉ, J. P.; ET ARCHAMBAULT, P. S. **Exoskeleton Robot for Rehabilitation of Elbow and Forearm Movements, in 18th Mediterranean Conference on Control & Automation.** 2010: Congress Palace Hotel, Marrakech, Morocco. p. 1567-1572.

RIBEIRO, J.L.D.; ECHEVESTE, M.E.; DANILEVICZ, Â.M.F.; 2001. **QFD Application for Product, Process, and Service Optimization.** FEENG, Porto Alegre, RS.

SILVA, C. R.; GOBBI, B. C.; SIMÃO, A. A. (2005). **O uso da análise de conteúdo como ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método.** Organizações rurais & agroindustriais, v. 7, n. 1, p. 70-81.

TAN, A.R.; MCALOONE, T.C.; ANDREASEN M.M. (2006) **What happens to integrated product development models with product/service-system approaches.** 6th Integrated Product Development Workshop 2006, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Germany.

VENKATESH, V.; BROWN, S. A.; BALA, H. (2013). **Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems.** Mis Quarterly. v. 37, n. 1, pp. 21-54.

YIP MH.; PHAAL R.; PROBERT DR. **Characterising product-service systems in the healthcare industry.** Tech in Society 2015; 43:129-143.

XING, K.; NESS, D. **Transition to Product-service Systems: Principles and Business Model.** Procedia CIRP. V. 47. P. 525-530, 2016. ISSN 2212-8271.

XING, K.; RAPACCINI, M.; VISINTIN, F. **PSS in Healthcare: An Under-Explored Field,** Procedia CIRP, V. 64, 2017; 241-246. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.068>>. Acesso em 24 outubro 2019.

APÊNDICE B – Patentes e publicações científicas

Fontes secundárias	Referências
Patente	UNITED STATES PATENT. SARINGER, J. H. Device for imparting continuous passive motion to human joints. US n. 4487199, 29 mar 1982, 11 dez 1984.
Patente	UNITED STATES PATENT. HAJIANPOUR, M. A. Passive exercising device. US n. 4538595, 21 fev. 1984, 03 set. 1985.
Patente	CANADIAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE KAISER, R. T.; CURRAN, N. J.; WAKEFIELD II, T. D. Continuous Passive Motion exercise apparatus. CA n. CA1305380C, 18 dez. 1985, 21 jul. 1992.
Patente	UNITED STATES PATENT. SARINGER, J. H.; CULHANE, J. J. Continuous passive motion device for upper extremity forearm therapy. Assignee: Orthologic Corp. (Phoenix, AZ). US n. US005951499A, 29 jul. 1997, 14 set. 1999.
Artigo Científico	SILVA, J. R. ; CALLEGARO, A. M. ; TINOCO, Maria A. C. . Avaliação das Expectativas dos Clientes em Relação à Qualidade e Sustentabilidade dos Restaurantes do Litoral Norte do Rio Grande do Sul - Brasil. In: XI Simposio Internacional de Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias, 2018, Bogotá. Memorias del XI Simposio Internacional de Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias 2018. Bogotá, 2018
Dissertação de Mestrado	MAZZER, P. Y. C. N. Desenvolvimento de um aparelho de Movimentação Passiva Contínua para o cotovelo. 2001. 76 p. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
Tese de Doutorado	TINOCO, M. A. C. Proposta de modelos ampliados para a satisfação de clientes de serviços. 2011. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.
Patente	UNITED STATES DESIGN PATENT. MASON, J. T. Continuous passive motion device for a shoulder or elbow. Breg, Inc. (Vista, CA). US n. D486870S1, 1 nov. 2002, 17 fev. 2004.
Patente	WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. LEE, C. S.; KIM, S. L.; PARK, J. Y.; KIM, D. H. Shoulder and elbow Continuous Passive Movement. WO n. WO2008/066310A1, 27 nov. 2007, 5 jun. 2008.