

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

Fernando Henrique Lermen

**LEAN NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS E SERVIÇOS NA AGROINDÚSTRIA**

Porto Alegre

2018

Fernando Henrique Lermen

**LEAN NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E SERVIÇOS NA
AGROINDÚSTRIA**

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

Orientadora: Márcia Elisa Soares Echeveste, Dra.

Porto Alegre

2018

Fernando Henrique Lermen

Lean no Processo de Desenvolvimento de Produtos e Serviços na Agroindústria

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

Prof. Márcia Elisa Soares Echeveste, Dra.
Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto
Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Rafael Gomes Dionello, *Dr.* (PPG Fitotecnica/UFRGS)

Maria Tinoco Cannarozzo, *Ph.D.* (PPGEP/UFRGS)

Priscila Wachs *Dra.* (PPGEP/UFRGS)

“Having no problems is the biggest of all”

Taiichi Ohno

AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus, pelo dom da vida, pelo seu amor infinito e por estar sempre à frente nos momentos difíceis, aumentando minha fé a cada dia.

Aos meus pais Mario e Dorildes (*in memoriam*) pelo amor e carinho que sempre me dedicaram, por serem os principais responsáveis pela formação do meu caráter e por me ensinarem o verdadeiro significado da palavra família.

À minha irmã Bruna por ser minha companheira, amiga, confidente, por me apoiar e se apoiar em mim, mostrando que realmente temos um ao outro. À minha irmã Giovanna, por ser tão carinhosa e encher meus dias de alegria. Ao meu cunhado João Paulo, pelo apoio a conclusão desta fase e constante auxílio.

À minha orientadora Prof. Marcia Elisa Soares Echeveste, pela segurança, dedicação e constantes orientações, que me ensinaram a conduzir esta pesquisa com paixão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, PPGEP, pela oportunidade de realização de trabalhos em minha área de pesquisa e a todos os professores do PPGEP, por terem contribuído com minha formação, em especial a Prof. Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco por auxiliar sempre que necessário esta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

À Beneficiadora de Frutas por auxiliar durante a elaboração do capítulo três, e à Startup pelo auxílio na elaboração do capítulo quatro.

Aos meus colegas do PPGEP que se tornaram grandes amigos: Bruna, Bernardo, Carla, Diego, Elaine, Lidiana, Monique, Priscila, Rafaela, Tatiany e Vera, por todos esses anos de amizade e apoio, sem vocês não teria a menor graça.

Aos meus amigos da vida, que sempre me apoiam incondicionalmente: Ana Paula, André, Angélica, Bruna, Caroline, Camila, Evelin, Flávia, Gustavo, Mariana, Nileidi, Sabrina, Sandra, Thayse, Vander, Wagner, em especial aos Livres.

RESUMO

A literatura mostra diferentes formas de melhorar o desempenho do Processo de Desenvolvimento de Produto e Serviço para inovação de produtos e serviços sustentáveis. Com esse intuito, os princípios Lean são amplamente disseminados para a eliminação de desperdícios, proposição de valor e melhoria contínua na manufatura e recentemente discutida para o desenvolvimento de produtos e serviços. No entanto, operacionalizar a adoção desses princípios em um sistema já estabelecido requer conhecimento de quais práticas e ferramentas são adequadas a cada fase. O setor agroindustrial em especial possui produção empurrada, produtos derivados da agricultura e pecuária, apresentam maiores dificuldades em relação a sustentabilidade e à inovação de produtos se comparadas aos demais setores econômicos. Com isso, o objetivo desta dissertação é implementar Lean por meio de ferramentas e métodos associados às fases do processo de desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis na Agroindústria. A definição das tipologias segue o modelo Diamante de Shenhar e Dvir (2007), o qual classifica segundo os critérios de ritmo de tempo, grau de novidade, nível de complexidade e nível de tecnologia. Para atingir esse objetivo esta dissertação é apresentada em três artigos: o primeiro artigo apresenta uma revisão sistemática para análise do fluxo de valor na gestão da cadeia de suprimentos para Sistemas Produto-Serviço (PSS) Sustentáveis; o segundo artigo apresenta um framework para seleção de práticas Lean no desenvolvimento de produtos sustentáveis na agroindústria; e, finalmente o terceiro artigo apresenta um método para desenvolvimento de uma solução de secagem e armazenagem de grãos, na perspectiva de um sistema produto serviço orientado ao resultado. Os principais resultados desta dissertação podem ser sumarizados como: organização das práticas, ferramentas e métricas para identificar e mensurar o fluxo de valor na cadeia em ofertas PSS sustentáveis; o desenvolvimento de um framework e adaptação à tipologia de projeto testado em um caso real de uma agroindústria (beneficiadora de frutas). Como consolidação, apresenta-se a proposta de reorganização das práticas para facilitar a implementação dos princípios Lean de valor para o caso de uma Startup que desenvolveu uma solução para o processo de secagem de grãos. Contudo, espera-se com esta dissertação proporcionar uma mudança na visão da inovação nas agroindústrias, desenvolvendo e propondo futuras pesquisas para implementação do Lean nas agroindústrias.

Palavras-chave: *Lean*. Agroindústria. Sustentabilidade. *Product-Service System*.

ABSTRACT

The literature shows different ways to improve the performance of the Product and Service Development Process for innovation of sustainable products and services. To this end, Lean principles are widely disseminated for the elimination of waste, value proposition and continuous improvement in manufacturing and recently discussed for the development of products and services. However, operationalizing the adoption of these principles in an already established system requires knowledge of which practices and tools are appropriate to each phase. The agroindustrial sector in particular has pushed production, products derived from agriculture and livestock, present greater difficulties in relation to the sustainability and the innovation of products when compared to the other economic sectors. With this, the objective of this dissertation is to implement Lean through tools and methods associated to the phases of the process of development of sustainable products and services in Agroindustry. The definition of the typologies follows the Diamond model of Shenhar and Dvir (2007), which classifies according to the criteria of time rhythm, degree of novelty, level of complexity and level of technology. In order to reach this objective, this dissertation is presented in three articles: the first article presents a systematic review for the analysis of the flow of value in the supply chain management for Sustainable Product-Service Systems (PSS); the second article presents a framework for selection of Lean practices in the development of sustainable products in the agroindustry; and finally the third article presents a method for developing a grain drying and storage solution from the perspective of a result oriented service product system. The main results of this dissertation can be summarized as: organization of practices, tools and metrics to identify and measure the flow of value in the chain in sustainable PSS offers; the development of a framework and adaptation to the project typology tested in a real case of an agroindustry (fruit processor). As a consolidation, we propose a reorganization of the practices to facilitate the implementation of the Lean value principles for the case of a Startup that developed a solution for the grain drying process. However, this dissertation is expected to provide a shift in the view of innovation in agroindustries, developing and proposing future research for the implementation of Lean in agroindustries.

Key words: Lean. Agroindustry. Sustainability. Product-Service System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - DRM Framework: Meios básicos, estágios e principais saídas.....	20
Figura 2 - Estágios e atividades da pesquisa	22
Figura 3– Estrutura da Dissertação.....	25
Figura 4 Número de artigos encontrados nos critérios de exclusão	33
Figura 5 – Número total de artigos publicados entre 2000 e 2018.....	34
Figura 6 Mental map of the stream mapping methods according to the areas	41
Figura 7 Mapa mental das métricas relacionadas às áreas estudadas.....	44
Figura 8 – Research design and methodological steps	69
Figura 9- <i>Lean Product Development Framework</i> proposto.....	70
Figura 10 – Framework Diamante e ilustração da aplicação do framework LPD	74
Figure 11 - A3-PDCA of the case study.....	75
Figura 12 – Mapa de Stakeholders	76
Figura 13 – Mapa de Empatia.....	76
Figura 14 - As taxas médias de viscosidade de pH para o Amido Natural e o AMCAHPG....	80
Figura 15 – Curvas de Trade-off das análises físico-químicas.....	83
Figura 16 Mapeamento dos processos de secagem e armazenagem de grãos do Sul do Brasil	96
Figura 17 Mapeamento dos <i>stakeholders</i> do processo de secagem e armazenagem de grãos .	97
Figura 18 – Método para o desenvolvimento de ofertas PSS sustentáveis	101
Figura 19 Régua para medir a disposição a pagar	104
Figura 20 Distribuição dos respondentes da pesquisa.	106
Figura 21 Product-Service Blueprint do PSS orientado ao resultado.....	112
Figura 22 System Maps da Solução Produto-Serviço orientado ao resultado.....	113
Figura 23 Boxplot da opção compra da alternativa A3 para a opção compra.	115
Figura 24 Boxplot da opção aluguel da alternativa A2 para a opção aluguel	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 2- Journals mais frequentes que contribuíram pelas áreas pesquisadas	35
Tabela 3 – Áreas pesquisadas pelos autores	37
Tabela 4 – Princípios de valor do Lean e autores que citaram	40
Tabela 5 Metricas para mensuração do valor e fluxo de valor na Cadeia de Suprimentos em SPS sustentável.....	42
Tabela 6 – Práticas do <i>Lean Product Development</i>	66
Tabela 7 - Lean Product Development Phases	68
Tabela 8- Associação de práticas e ferramentas para as fases do LPD	70
Tabela 9 – Matriz BCG dos produtos existentes	73
Tabela 10 – Matriz Morfológica.....	77
Tabela 11 – Matriz Pugh	77
Tabela 12 – Modelagem de custo	78
Tabela 13 - Viscosidade versus teste de pH test do amido natural e AMCAHPG.....	79
Tabela 14 - Two-way ANOVA do experimento	80
Table 15 – Condição da fruta recém colhida e com 56 dias.....	81
Tabela 16 - Experimento com frutas higienizadas e com frutas higienizadas com AMCAHPG	82
Tabela 17 Sumário da <i>Survey</i> e questões.....	98
Tabela 18 Características dos entrevistados em comparação com as estatísticas nacionais ..	105
Tabela 19 Situação atual do processo de secagem e armazenagem de grãos.....	107
Tabela 20 Requisitos principais e secundários priorizados	108
Tabela 21 Requisitos Técnico e Especificações priorizados	109
Tabela 22 Médias e intervalo de confiança (95%) das soluções ofertadas	114

LISTA DE ABREVIACÕES

CAHMSPGF: *Cationic, Anionic, Hydrophobic Modified Starch in Pre-Gel Form*

DP: Desenvolvimento de Produtos

DRM: *Design Research Methodology*

FAO: *Food and Agriculture Organization*

KPI: *Key Process Indicators*

LPD: *Lean Product Development*

LPSS: *Lean Product-Service System*

NPD: *New Product Development*

P&D: Pesquisa e Desenvolvimento

PD: *Product Development*

PDP: Processo de Desenvolvimento de Produtos

PIB: Produto Interno Bruto

PSS: *Product Service System*

SLR: *Systematic Literature Review*

SPS: Sistema Produto-Serviço

SPSS: *Sustainable Product-Service System*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 TEMA E QUESTÕES DE PESQUISA.....	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.3 JUSTIFICATIVA	17
1.4 DELINEAMENTO DO ESTUDO	18
1.4.1 Caracterização do Estudo	18
1.4.2 Método de Pesquisa.....	19
1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	24
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	25
2. ARTIGO 1: FLUXO DE VALOR NA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM OFERTAS SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO SUSTENTÁVEL: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	27
2.1. INTRODUÇÃO.....	28
2.2. METODOLOGIA DE PESQUISA E ANÁLISE DE DADOS.....	31
2.1.1. Resultados da Pesquisa.....	32
2.2.2. Análises dos dados.....	33
2.3. RESULTADOS	36
2.3.1. Integração entre <i>Lean/Valor</i> , Cadeia de Suprimentos e SPS Sustentável.....	36
2.3.2. Fluxo de Valor na Cadeia de Suprimentos para SPS Sustentável.....	39
2.3.3. Métricas para mensurar o fluxo de valor na cadeia de suprimentos em ofertas SPS sustentáveis	42
2.3.4. Futuras pesquisas na Cadeia de Suprimentos, <i>Lean</i> e SPS sustentável.....	45
2.4. CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
3. ARTIGO 2: FRAMEWORK PARA SELEÇÃO DE PRÁTICAS LEAN NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS: O ESTUDO DE CASO DE UMA AGROINDUSTRIAL BRASILEIRA.....	61
3.1. INTRODUÇÃO	62
3.2. REVISÃO DA LITERATURA	64
3.3. MÉTODO	68
3.4. RESULTADOS	72
3.4.1. Introdução ao estudo de caso e ao <i>framework</i> LPD proposto	72
3.4.2. Estratégias e Portfólio.....	73
3.4.3. Gestão de Projetos.....	74
3.4.4. Necessidades e Requisitos.....	76
3.4.5. Sistema Conceitual.....	77
3.4.6. Projeto Detalhado	78
3.4.7. Teste e Validação.....	82
3.5. IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	83
3.6. CONCLUSÕES	84
AGRADECIMENTOS	85
REFERENCES	85
4. ARTIGO 3: SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO SUSTENTÁVEL: SOLUÇÃO DE SECAGEM E ARMAZENAGEM DE GRÃOS LIMPA	91
4.1. INTRODUÇÃO.....	92
4.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	95

4.2.1. Definindo o processo de secagem e armazenagem de grãos	96
4.2.2. Desenvolvimento da Survey	97
4.2.3. Seleção dos respondentes	100
4.2.4. Distribuição da survey	100
4.2.5. Análise de dados	100
4.2.5.1. Priorização dos requisitos	101
4.2.5.2. Identificação dos requisitos técnicos e especificações	102
4.2.5.3. Mapeamento do sistema produto-serviço	102
4.2.5.4. Desenho da solução do sistema produto-serviço	103
4.2.5.5. Disposição a pagar pela solução produto-serviço.....	103
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	105
4.3.1. Representatividade da Survey	105
4.3.2. Situação atual do processo de secagem e armazenagem de grãos	106
4.3.3. Identificação dos requisitos	107
4.3.4. Priorização dos requisitos	108
4.3.5. Requisitos técnicos e especificações da solução	109
4.3.6. Mapeamento do Sistema Produto-Serviço.....	110
4.3.7. Disposição a pagar pela compra ou aluguel da solução.....	111
4.4. CONCLUSÕES	118
AGRADECIMENTOS	119
REFERENCIAS	119
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
5.1. IMPORTÂNCIA PRÁTICA E ACADÊMICA.....	126
5.2. LIMITAÇÕES E OPORTUNIDADES PARA TRABALHOS FUTUROS	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

1. INTRODUÇÃO

O atual cenário na área de desenvolvimento de produtos e serviços tem demandado das empresas maior rapidez, eficiência e foco em processos sustentáveis para enfrentar os concorrentes. A demanda pela sustentabilidade no complexo agroindustrial é crescente, por possuir processos artesanais e burocráticos (BREDART & STASSART, 2017; EGEA et al., 2018; GARRIDO et al., 2018). A evolução da pesquisa e educação em sustentabilidade pode ser vista como uma resposta ao “chamado sustentabilidade” expresso por convenções internacionais relacionadas à sustentabilidade e ao meio ambiente (SOINI et al., 2018). O setor agroindustrial desenvolve produtos derivados da agricultura e pecuária, e outras práticas produtivas, apresentam maiores dificuldades para inovação de produtos se comparadas aos demais setores econômicos (CÉSAR & BATALHA, 2010; NAGARATNAM et al, 2016; ZAHAN et al., 2018).

Dentre as atividades que buscam atingir a inovação e sustentabilidade em agroindústrias, podem-se se citar aplicações do *Lean Manufacturing* (SÁNCHEZ-ROQUE et al., 2017 SEHNEM & OLIVEIRA, 2017). Os princípios *Lean* representam os ideais e caminhos do sistema, como identificar valor na perspectiva do consumidor, eliminação de desperdícios, produzir de acordo com a demanda do cliente, fluxo de valor e melhoria contínua (LIKER, 2004; PAPADOPOULOU & OZBAYRAK, 2005). Com o objetivo de desenvolver atividades que agregam valor, a abordagem *Lean*, amplamente conhecida na manufatura, foi inicialmente desenvolvida com foco no valor e na eliminação de desperdícios durante a produção, buscando reduzir custos de manufatura (WARD, 2007; VERRIER et al., 2016; FERCOQ et al., 2016; MARODIN et al., 2016).

A abordagem *Lean*, conforme Morgan & Liker (2006), inicialmente com foco na manufatura, tem expandido seus conceitos para novos domínios, como o *Lean Product Development* (GUDEM et al., 2014; WELO & RINGEN, 2015) e o *Lean Product-Service System* (SASSANELLI et al., 2015; ROMERO & ROSSI, 2017).

Dentre as soluções que tornam o *New Product Development* (NPD) tradicional (ULRICH & EPPINGER, 2015) mais sustentável, apresenta-se o *Lean Product Development* (LPD), que compreende um conjunto de ferramentas e práticas que devem ser projetadas para executar de forma consistente atividades de desenvolvimento de produtos de forma eficiente e efetiva por meio da criação de conhecimento reutilizável através do aprendizado durante as fases de desenvolvimento do produto (HAQUE & JAMES-MOORE, 2004; HINES et al., 2006; WARD, 2007). Nesse sentido, o LPD é um tema vasto de conhecimento e, como tal, pode ser melhorado continuamente pelo uso de ferramentas adaptáveis aos processos de desenvolvimento de produtos e serviços para eliminar desperdícios e sincronizar atividades com defeito (RAUNIAR & RAWSKI, 2012).

Já o *Lean Product-Service System* (LPSS) visa entregar valor ao cliente pela inovação disruptiva, onde o *Product-Service System* (PSS) é uma junção de produtos tangíveis com serviços intangíveis, projetados e combinados para em conjunto, satisfazer as necessidades específicas do cliente (TISCHNER & VEZZOLI, 2002; ZHU et al., 2015).

A aplicação do LPD e do LPSS dependem do tipo de PSS, o qual possui diversas classificações (AURICH et al., 2009; VASANTHA et al., 2012), sendo em sua maioria, uma distinção entre três categorias principais de PSS, sendo elas: PSS orientado ao produto (o modelo de negócios é orientado para vendas de produtos, mas alguns serviços são adicionados); PSS orientado ao uso (o produto tradicional ainda desempenha um papel central, mas o modelo de negócios não está voltado para a venda de produtos); e, PSS

orientado ao resultado (o cliente e o provedor concordam com um resultado, e não há um produto predeterminado envolvido, mas sim a gestão dos processos) (TUKKER, 2004). Analisar o valor no ciclo de vida de um PSS é uma estratégia de inovação, que, ao invés de concentrar o valor na venda de produtos físicos, se concentra no valor da utilidade de produtos e serviços ao longo do período de vida do produto (TUKKER, 2004; ZINE et al., 2016).

Particularmente, no setor agroindustrial, o desenvolvimento de um sistema produto-serviço traz uma visão sistêmica para o desenvolvimento otimizado do conjunto orientado ao resultado, contudo, neste setor, os avanços tecnológicos podem trazer benefícios oferecendo conhecimento, serviços ao desenvolvimento de soluções nas agroindústrias. A inovação neste setor tem potencial indiscutível para oferecer soluções sustentáveis e inovadoras (CÉSAR & BATALHA, 2010; NAGARATNAM et al., 2016; ZAHAN et al., 2018). Portanto, como lacuna desta pesquisa, encontra-se a necessidade de inovações voltadas a agroindústrias, com foco no desenvolvimento de ofertas sistema produto-serviço, e o viés no valor e o fluxo de valor para o usuário participar de toda a cadeia de valor.

1.1 TEMA E QUESTÕES DE PESQUISA

O tema de pesquisa desta Dissertação é "Implementação do *Lean* no desenvolvimento de produtos e serviços". Considerando o potencial de crescimento e utilização das melhorias *Lean* nos processos de desenvolvimento de produtos e serviços, justifica-se a relevância e a necessidade de novas pesquisas que venham contribuir para esse campo de estudo.

Embora o conceito de *Lean* no desenvolvimento de produtos tenha surgido há mais de duas décadas, ainda assim, pode-se dizer que o LPD é um tema recente, atual e em expansão no contexto das empresas, especialmente no Brasil (CARVALHO et al., 2012; PINHEIRO &

TOLEDO, 2016). Trata-se de uma estratégia arrojada com foco em estruturas organizacionais mais flexíveis, dinâmicas e sustentada em formas colaborativas que reúne diferentes participantes no desenvolvimento da inovação focada na melhoria contínua em troca de informações, e não apenas focado na manufatura (AL-ASHAAB et al., 2013; BAYSAN & DURMUŞOĞLU, 2015).

Já o *Lean no Product-Service System* é um conceito com menos de uma década, onde existem poucos trabalhos relacionando os temas (SASSANELI et al., 2015; ROMERO & ROSSI, 2017). Este classifica-se como um método que entrega uma solução de produto e serviço ao cliente, focado na eliminação de desperdícios e no valor (BERTONI et al., 2015).

Diante da contextualização apresentada e visando aprofundar a investigação sobre a implementação do *Lean* em Processos de desenvolvimento de sistemas Produtos e Serviços sustentáveis em agroindústrias, delineou-se para esta Dissertação três questões norteadoras de pesquisa: i) Quais são as práticas, ferramentas e métricas *Lean* utilizadas para mensurar e mapear o valor nos processos de desenvolvimento de sistemas produtos e serviços? ii) Como implementar e adaptar o *Lean Product Development* sustentável a diferentes tipologias de projetos em agroindústrias? iii) Quais os requisitos dos clientes e os principais processos no desenvolvimento de um *Product Service System* para uma agroindústria?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desta Dissertação é Implementar os princípios *Lean* por meio de ferramentas e métodos associados às fases do processo de sistemas desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis na Agroindústria.

Para atingir este objetivo, o trabalho foi dividido em três objetivos específicos:

- 1) Identificar práticas, ferramentas e métricas *Lean* para o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis e identificar como mensurar e mapear o fluxo de valor;
- 2) Propor um *framework* LPD sustentável adaptável à tipologia de projeto em uma agroindústria; e,
- 3) Identificar os requisitos dos agricultores e os principais processos para um *product-service system* sustentável de uma agroindústria.

1.3 JUSTIFICATIVA

As agroindústrias são responsáveis por atingir dois dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (2015), sendo eles: fome zero e agricultura sustentável; e, consumo e produção sustentáveis. Vale destacar que no ano de 2016 o setor agroindustrial foi o único que cresceu em 1,8% do PIB nacional, acarretando um ganho de R\$ 1,6 trilhão (CONAB, 2016). As agroindústrias, por desenvolverem produtos derivados da agricultura e da pecuária, apresentam dificuldades nos processos inovadores e adequação a novas tecnologias (NAGARATNAM et al, 2016).

A justificativa desta Dissertação é promover a melhoria e padronização das agroindústrias por meio da implementação das práticas *Lean* em PSS e no Desenvolvimento de Produtos (DP), reforçada por meio de um levantamento inicial da literatura, que existem poucos trabalhos que relacionam *Lean* e PSS, com baixa quantidade de trabalhos direcionados a agroindústrias (ELNADI, SHEHAB & PEPPARD, 2013; SASSANELLI et al., 2015; ROMERO & ROSSI, 2017) e em relação a *Lean* e DP também existem poucos trabalhos no setor agroindustrial (CHUEPENG et al., 2016). Para as agroindústrias, a inovação tecnológica tem sido um dos principais contribuintes para o progresso e continuará a

influenciar os insumos agrícolas, a produção, o processamento, a distribuição e o marketing (WEICK, 2001). O motivo pela dificuldade na inovação do complexo agroindustrial é por possuir produção empurrada e por sua matéria-prima ser perecível e de produção contínua (SILVA & MHLANGA, 2011). Contudo, espera-se com esta Dissertação proporcionar uma mudança na visão da inovação nas agroindústrias, desenvolvendo e propondo futuras pesquisas para implementação do *Lean* em agroindústrias e busca pelo estado da arte do *Lean*, DP e PSS nas agroindústrias, para isso, o foco no valor do *Lean* e as ofertas de sistemas produto-serviço sustentável, auxiliam nas melhorias buscadas.

1.4 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Nesta seção, explica-se o detalhamento do estudo, com destaque para a forma como os objetivos foram atingidos e os métodos empregados na pesquisa.

1.4.1 Caracterização do Estudo

Quanto à sua natureza, este trabalho é uma pesquisa aplicada, a qual visa gerar conhecimentos para aplicação prática na solução de problemas específicos (WIERINGA, 2014). O estudo classifica-se como bibliográfica, campo e laboratório (ARES, 2018), bibliográfica pelo levantamento da literatura existente dos temas estudados, campo pela pesquisa ser desenvolvida em uma *Startup* e em uma beneficiadora de frutas e laboratório pela modificação do amido e dos testes de qualidade das frutas e dos amidos, utilizando os seguintes materiais: pHmetro, refratômetro, densímetro, paquímetro, balança analítica, misturadora, trituradora, bureta graduada, tubo de ensaio, bécker e proveta graduada.

Concernente à forma de abordagem do problema de pesquisa, empregou-se o *mix method* -quantitativo e qualitativo- (VENKATESH et al., 2013), variando de acordo com os

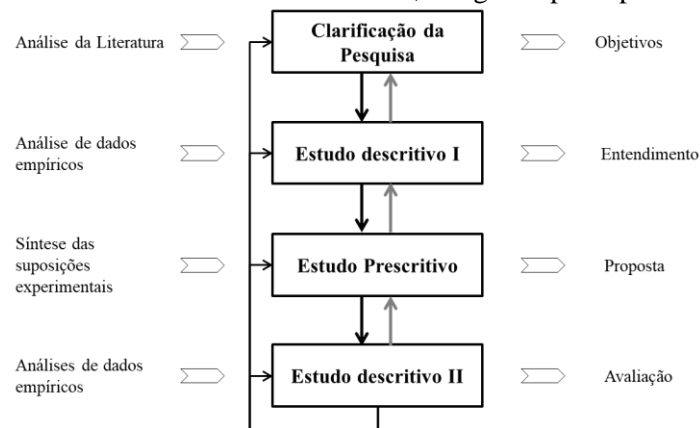
objetivos dos artigos propostos e especificidade da pesquisa. O estudo é exploratório e descritivo (PAPAPETROU et al., 2017). Sob o enfoque dos procedimentos técnicos, de acordo com a classificação de Wieringa (2014), esta pesquisa se enquadra como bibliográfica, levantamento quantitativo (*survey*) e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica foi realizada através do levantamento da literatura sobre os temas pesquisados. Uma *survey* foi conduzida para identificar os requisitos potenciais dos agricultores a respeito das necessidades e dificuldades para secar e armazenar grãos, além de prospectar a aceitação de uma solução baseada em sistema produto-serviço sustentável para o processo de armazenagem e secagem de grãos. Já o estudo de caso serviu para avaliar a implementação prática e validar o *framework LPD* em uma beneficiadora de frutas.

1.4.2 Método de Pesquisa

Para cumprir os objetivos desta dissertação, seguiu-se as etapas do *Design Research Methodology* (DRM) proposto por Blessing e Chakrabarti (2009), é uma metodologia que estimula a criação e a avaliação empírica de um modelo ou teoria da situação desejada, o que aumenta a probabilidade de se produzir resultados que possam ser utilizados na prática. Adicionalmente, a DRM enfatiza a natureza iterativa do processo de pesquisa que possibilita a flexibilidade da aplicação dos métodos que apoiam o planejamento e implementação das pesquisas (BLESSING & CHAKRABARTI, 2009; PIERONI, 2017).

Os autores ainda relatam que o método consiste em quatro estágios, sendo eles: i) Clarificação da pesquisa (*Research Classification – RC*); ii) Estudo descritivo I (*Descriptive Study I – DS-I*); iii) Estudo prescritivo (*Prescriptive Study*); iv) Estudo Descritivo II (*Descriptive Study II – DS-II*). O *framework* da DRM é apresentado na Figura 1, podendo ser realizado de maneira simultânea e não-linear.

Figura 1 - DRM Framework: Meios básicos, estágios e principais saídas.



Fonte: Adaptado de Blessing e Chakrabarti (2009)

A literatura demonstra que é crescente a adoção dessa estratégia de pesquisa (FERNANDES, 2016). A seguir, apresenta-se o desdobramento das etapas:

(Estágio 1) Clarificação da Pesquisa

Nesta etapa, realizou-se um levantamento preliminar na literatura para identificar lacunas existentes de pesquisa relacionadas à aplicação de melhorias em agroindústria. Também na identificação de lacunas de aplicações do *Lean Product Development* e no desenvolvimento de soluções PSS. Contudo, realizou-se o entendimento do tema de pesquisa, foram definidos os objetivos da pesquisa, e os métodos de pesquisa e do trabalho.

(Estágio 2) Estudo descritivo I

Neste estágio, uma revisão sistemática da literatura visou compreender o desenvolvimento de PSS sustentável, a influência dos princípios *Lean* para identificar o que é valor para o cliente e seu impacto. Com isso, levantar práticas, ferramentas e métricas para implementação de *Lean* nos processos de desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis. Sobretudo, busaram-se trabalhos que tratassem de métodos e *frameworks* LPD para oferecer suporte na idealização da solução.

(Estágio 3) Estudo Prescritivo

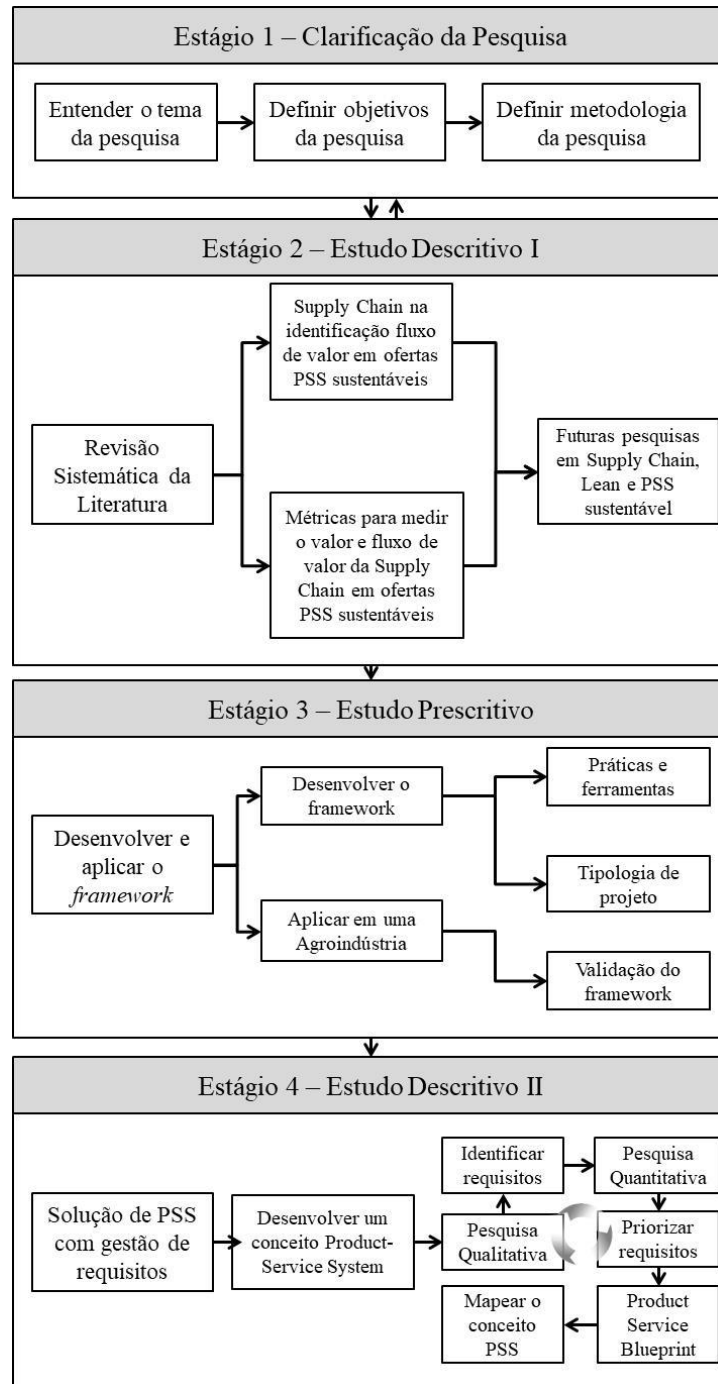
Suportado na análise da literatura, esboçou-se um *framework* sistêmico, que provê importantes elementos de gestão, tais como práticas, ferramentas e *Key Process Indicators*, sendo todos adaptados a diferentes tipologias de projetos (HINES et al., 2006; JOHANSSON & SUNDIN, 2014). O *framework* demonstra sequencialmente as fases para o desenvolvimento de produtos e utiliza a tipologia de projetos preconizada por Shenhar e Dvir (2007). Na sequência, aplicaram-se os passos delineados no *framework* para o estudo de caso de uma beneficiadora de frutas em 5 fases: (i) Diagnóstico do estado atual do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) da empresa; (ii) Identificação dos problemas; (iii) Proposição de contramedidas; (iv) Implementação do *framework* adaptado a tipologia de projetos; e (v) Desenvolvimento e controle da aplicação.

(Estágio 4) Estudo Descritivo II

Inicialmente, neste estágio, foi realizada a entrevista qualitativa com os agricultores e *stakeholders* envolvidos no complexo agroindustrial para identificar os principais requisitos relacionados ao processo de secagem e armazenagem de grãos. Após isso, foram aplicados os questionários quantitativos com produtores dos estados do sul do Brasil, no qual obteve-se resposta de 354 agricultores. Com isso, foram realizadas as análises para o desenvolvimento de uma solução PSS orientado ao resultado (solução produto-serviço).

Apoiando-se nas etapas supracitadas e para cumprir o objetivo geral da Dissertação, foram elaborados três artigos e a introdução dispostos nos quatro estágios do DRM (Figura 2).

Figura 2 - Estágios e atividades da pesquisa



Fonte: Baseado no DRM de Blessing e Chakrabarti (2009)

Cada um dos artigos propostos corresponde a um objetivo específico da Dissertação e utiliza um método distinto de pesquisa, na sequencia são apresentados os objetivos, método e resultado de maneira resumida.

Artigo 1: O objetivo deste artigo foi desenvolver uma Revisão Sistemática da Literatura para identificar e mensurar valor na Gestão da Cadeia de Suprimentos em ofertas de sistemas produto-serviço sustentáveis. A SLR seguiu três etapas, pesquisa de artigos sobre o assunto, dados estatísticos e análise de conteúdo dos artigos selecionados. A SLR permitiu a compilação de evidências sobre o fluxo de valor da Cadeia de Suprimentos em ofertas Sistema produto-serviço sustentável. Este artigo traz à tona lacunas e oportunidades de pesquisa correlatas a este tema.

Artigo 2: O objetivo deste estudo foi propor um *framework* com ferramentas e práticas ao longo do *Lean Product Development* e oferecendo um guia personalizável para a implementação de princípios *Lean* em um contexto de Desenvolvimento de Novos Produtos. As ferramentas e práticas citadas em artigos que apresentaram um *framework* de Desenvolvimento de Produto *Lean* dividido em fases são listadas. Aplicando o *framework* proposto ao caso de uma agroindústria de processamento de frutas para desenvolver de forma sustentável uma solução inovadora (Amido Modificado Catiônico, Aniônico, Hidrofóbico em forma de pré-gel). Esta solução tem como objetivo a preservação da fruta e para eliminar o desperdício durante o processo de desenvolvimento do produto. Este artigo apresenta técnicas e metodologias para o setor agroindustrial, o desenvolvimento deste produto foi realizado de acordo com as práticas e ferramentas de *Lean*.

Artigo 3: O objetivo deste estudo foi desenvolver uma solução para secagem e armazenagem de grãos por meio do desenvolvimento de um PSS sustentável orientado ao resultado. Por meio deste trabalho busca-se identificar os principais requisitos do agricultor e entender a cadeia e os processos que devem ser investigados pela empresa para atender a demanda dos clientes. Nesta solução, desenvolveu-se ofertas para a gestão da secagem e armazenagem de grãos por um processo limpo por queima de oxi-hidrogênio extraído da

água. Inicialmente, desenvolveu-se uma pesquisa preliminar com especialistas para identificar os requisitos dos clientes.

1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

No desenvolvimento deste trabalho, citam-se algumas delimitações de pesquisa. A primeira delas é com relação ao objeto de análise da pesquisa. Neste sentido, o trabalho delimitou-se a investigar a implementação do *Lean* nos processos sustentáveis de desenvolvimento de produtos e serviços para a agroindústria. Desta forma, priorizou-se na fundamentação teórica as publicações que abordassem os principais elementos, práticas, métricas e ferramentas sobre o *Lean* no desenvolvimento de produto e serviços, mais especificamente *frameworks* LPD. Além disso, selecionaram-se os estudos que oferecessem suporte à aplicação desta Dissertação, conforme já discutido anteriormente. O *framework* LPD proposto, busca contribuir no âmbito do desenvolvimento de produtos adaptando-se a diferentes tipologias de projetos e visando a sustentabilidade na agroindústria. No desenvolvimento da Revisão Sistemática da literatura, delimitou-se pela necessidade da inclusão do termo em inglês *Supply Chain*, devido ao fato do tema ser de grande relevância para a área acadêmica relacionadas as áreas atuais da pesquisa. Assim, o trabalho concentrou-se principalmente em analisar as métricas, práticas, ferramentas e pesquisas futuras dos estudos focados em valor e sistemas produto-serviço relacionados a *Supply Chain*.

Com relação ao desenvolvimento do *framework* LPD e sua aplicação, delimitou-se neste trabalho por submeter a metodologia proposta para aplicação a empresários e especialistas, bem como realizou-se um estudo de caso complementar em uma agroindústria do ramo de beneficiamento de frutas. No entanto, delimitou-se à análise deste caso, sem comparar com as características de outros diferentes tipos de empresas. A implementação

efetiva em um número maior de empresas não pôde ser executada devido à limitação de tempo da pesquisa, e por restrições particulares das próprias empresas.

Adicionalmente, destaca-se que características e diferenças regionais nos aspectos econômico e social, relacionados aos agricultores dos estados do sul do Brasil poderiam apresentar diferentes resultados (HELFAND et al., 2015). Portanto, embora muitos desses aspectos tenham sido abordados de maneira genérica no trabalho, não fez parte do escopo analisar o impacto isolado de cada um deles no desenvolvimento do terceiro artigo, apenas foram aceitas respostas dos agricultores que produzem grãos no sul do Brasil. Da mesma forma, não fez parte do escopo comparar e analisar a influência das características e condições existentes dos agricultores neste trabalho, delimitando-se, assim, exclusivamente para o estudo os estados: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura completa da Dissertação está subdividida em cinco capítulos, conforme demonstra a Figura 3.

Figura 3– Estrutura da Dissertação

Capítulos				
I	II	III	IV	V
Introdução	Artigo 1	Artigo 2	Artigo 3	Considerações finais
Questões de pesquisa; Objetivo; Justificativa; Método; Delimitações	Desenvolvimento			Importância prática e acadêmica; Recomendações para futuros trabalhos de pesquisa

O Capítulo 1, apresenta esta introdução composta por objetivos, tema, problema de pesquisa, justificativa, método de trabalho e delimitações do estudo. Na sequência dos demais Capítulos (2 a 4), apresentam-se, respectivamente, os artigos propostos 1, 2 e 3. O quinto e último Capítulo traz as discussões e considerações finais da Dissertação, e também abre espaço para sugestões, recomendações e propostas de futuras pesquisas na área de processos *Lean* no desenvolvimento sustentável de produtos e serviços para a agroindústria.

2. ARTIGO 1: FLUXO DE VALOR NA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM OFERTAS SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO SUSTENTÁVEL: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Artigo submetido ao Supply Chain Management: An International Journal (Qualis A1; Fator de Impacto 4.072). Special Issue - New Supply Chain Models: Disruptive Supply Chain Strategies for 2030 (Systematic Literature Reviews). Submission deadline: March 31, 2018. Submetido: 25 de março de 2018.

Objetivo: Identificar métricas para avaliar o fluxo de valor na cadeia de suprimentos em uma oferta de Sistema de Serviço Sustentável.

Design/metodologia/abordagem: Uma revisão sistemática da literatura foi realizada com a finalidade de identificar o valor para as ofertas da Cadeia de suprimento em Sistema de Serviço Sustentável na literatura publicada anteriormente. Um total de 2.917 artigos foram identificados, dos quais 75 foram submetidos a uma análise de conteúdo completa. Os seguintes aspectos foram considerados: estratégia de pesquisa, abordagem (empírica ou teórica) e objetivos; bases teóricas; procedimentos metodológicos (pesquisa de artigos, estatísticas de dados); principais resultados (e análise de conteúdo dos artigos selecionados); e, contribuições para a literatura.

Resultados: A literatura trouxe poucos estudos que tratam diretamente da sinergia entre as três áreas discutidas neste estudo: fluxo de valor, Cadeia de Suprimentos e Sistema Produto-Serviço Sustentável. No entanto, este estudo apresenta lacunas e pesquisas sobre o assunto. A gestão da cadeia de suprimentos focada no fluxo de valor inclui estudos qualitativos e estudos de casos, porém não apresentam uma solução adaptada ao Product-Service System. Considerando as métricas usadas para medir o valor na Gestão da Cadeia de Suprimentos, o estudo constatou a necessidade de trabalhos sobre o Sistema Produto-Serviço Sustentável que enfocam o ciclo de vida de produtos e serviços.

Limitações/implicações da pesquisa: O estudo fornece discussões e identifica futuras oportunidades de pesquisa nas três áreas, o que contribui para o campo de pesquisa. Também apresentou um número crescente de estudos para identificar valor na cadeia de suprimentos.

Originalidade/valor: Este estudo fornece uma visão geral das ferramentas e métricas usadas para a análise de valor e fluxo de valor na Gestão da Cadeia de Suprimentos organizada para ofertas Sistema Produto-Serviço Sustentáveis.

Palavras-chave: Interrupções na Cadeia de Suprimentos, Sustentabilidade, Desenvolvimento de Produtos, Produção Enxuta, Cadeia de Valor, Serviço.

Tipo de artigo: Revisão de literatura

2.1. INTRODUÇÃO

Diversas empresas adotam estratégias inovadoras para alcançar altos níveis de competitividade, focando cada vez mais em atividades inovadoras, visando obter o valor e a qualidade exigidos pelos clientes (Zhang et al., 2017; Pérez et al., 2017). A cadeia de valor da inovação é um processo de avaliação de desempenho que envolve áreas da empresa que visam alcançar a competitividade global (Hansen e Birkinshaw, 2007; Martinez et al., 2010). A cadeia de suprimentos é uma área que enfrenta desafios para ser inovadora. Estratégias de gestão da cadeia de suprimentos requerem a integração, cooperação e colaboração dos agentes da cadeia (Soosay, 2008; Zimmermann et al., 2016). O papel da gestão da cadeia de suprimentos é reduzir custos, suprindo o fluxo de valor demandado pelos clientes, aumentando a qualidade e garantindo a continuidade do fornecimento (Goebel et al., 2003).

Com o objetivo de agregar valor, a abordagem *Lean* foi inicialmente desenvolvida com foco no valor e na eliminação de desperdícios durante a produção, buscando reduzir os custos de fabricação (Ward, 2007; Verrier et al., 2016; Fercoq et al., 2016; Marodin et al., 2016). De maneira mais ampla, os princípios *Lean* representam os ideais e objetivos do sistema, identificando valor na perspectiva dos consumidores, eliminando desperdícios, produzindo de acordo com a demanda do consumidor, fluxo contínuo e melhoria contínua (Liker, 2004; Papadopoulou e Ozbayrak, 2005).

A abordagem do fluxo de valor, conforme proposta originalmente por Morgan e Liker (2006), expandiu seus conceitos para novos domínios, como o Lean Innovation (Hoppmann et al., 2011; Welo et al., 2012), Lean Startup (Bajwa, 2016; Baldassare et al., 2017), Lean Product Development (Gudem et al., 2014; Welo e Ringen, 2015) e Lean Product-Service System (Sassanelli et al., 2015; Romero e Rossi, 2017). Para fornecer valor aos clientes através de inovações disruptivas, a literatura aponta para o desenvolvimento de produtos e

serviços como uma solução sustentável baseada em uma visão holística do Sistema de Produtos-Serviços (SPS).

O SPS é uma combinação de bens tangíveis e intangíveis, projetados e combinados para atender às necessidades específicas dos clientes (Mont, 2002; Tischner e Vezzoli, 2002; Zhu et al., 2015). Identificar o valor no ciclo de vida de um SPS é uma estratégia de inovação que, em vez de se concentrar no valor da venda de produtos físicos, se concentra no valor de utilidade de produtos e serviços durante a vida útil da solução oferecida (Zine et al., 2016). Existem várias classificações de PSS (Aurich et al., 2009; Vasantha et al., 2012) e a maioria das classificações distingue entre três categorias principais de SPS: orientado a produto (o modelo de negócios é orientado a produto, mas alguns serviços são adicionados); orientado ao uso (o produto tradicional ainda desempenha um papel central, mas a entrega se refere ao uso da oferta); e orientado ao resultado (o cliente e o provedor concordam com um resultado e não há nenhum produto predeterminado envolvido, com foco no gerenciamento de processos) (Tukker, 2004).

Quando um produto, serviço ou informação não é entregue corretamente ao cliente, ocorrem problemas diferentes na Cadeia de Suprimentos. Desse modo, existe uma dificuldade em mapear o fluxo de valor nas relações da cadeia de suprimentos para inovar em produtos e serviços (Das, 2017; Romero e Rossi, 2017). Sistema produto-serviço sustentável é uma questão crítica e disruptiva que precisa ser tratada para garantir o valor do SPS ao longo de seu ciclo de vida, nota-se a importância da cadeia para integrar o desenvolvimento e entrega de solução com base em SPS maior do que ofertas tradicionais. Estudos que abordam esses tópicos sistemicamente são necessários, e o objetivo deste estudo é identificar o fluxo de valor para o cliente e como medir em cadeias de suprimento para ofertas Sistemas de Produtos-Serviços sustentáveis, através de uma Revisão Sistemática de Literatura (SLR).

Este trabalho é justificado pelo escasso número de estudos que identificam e medem o fluxo de valor nas Cadeias de Suprimentos de diferentes tipos de PSS sustentáveis. Além disso, há uma demanda por estudos voltados para a inovação. Na literatura, existem estudos que confrontam esses sujeitos separadamente: os princípios de valor na abordagem *Lean* aplicados à cadeia de suprimentos (Marodin et al., 2017); Cadeia de Suprimentos e SPS (Chirumalla, 2013); e valor na abordagem *Lean* e SPS sustentável (Pacheco et al., 2016; Mourtzis et al., 2017). No entanto, existem poucos estudos que cobrem todas as práticas e integram os três temas (Li e Found, 2016). Neste estudo, examinamos o fluxo de valor na Cadeia de Suprimentos para o PSS sustentável. Com uma Revisão Sistemática da Literatura, investigamos as seguintes questões de pesquisa:

Q1. Quais são os métodos para identificar o fluxo de valor nas Cadeias de Suprimentos dos diferentes tipos de SPS sustentável?

Q2. Quais métricas são usadas para medir o fluxo de valor da cadeia de suprimentos no SPS sustentável?

Q3. Quais são os futuros estudos necessários para a Cadeia de Suprimentos, *Lean* e Sistema Produto-Serviço Sustentável?

Este estudo espera responder a essas perguntas e suas respostas ajudarão a entender as relações entre a cadeia de suprimentos, o valor e o SPS sustentável. O estudo tem como objetivo contribuir para a definição de tópicos para pesquisas futuras e fornecer informações úteis para serem utilizadas nos processos de tomada de decisão por gestores das áreas de Cadeia de Suprimentos e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

2.2. METODOLOGIA DE PESQUISA E ANÁLISE DE DADOS

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é usada como uma ferramenta-chave para gerenciar a diversidade de conhecimento disponível para consulta e para permitir que pesquisadores avaliem o estado da arte e especifiquem questões de pesquisa. Para isso, o estudo seguiu os passos apresentados por Tranfield et al. (2003), que delimitam princípios específicos a serem aplicados às RSLs para orientar os pesquisadores na busca, classificação e interpretação dos achados.

Aumenta a legitimidade e a confiabilidade dos resultados (Tranfield et al., 2003), fornecendo aos pesquisadores uma base confiável para a formulação de opiniões e considerações para futuras pesquisas. As RSLs também devem ser transparentes e fornecer diretrizes para ajudar a identificar contribuições importantes para uma área de pesquisa específica (Denyer e Tranfield, 2009). Avaliações estruturadas são geralmente conduzidas usando um ciclo iterativo de definição de palavras-chave, pesquisando a literatura e conduzindo a análise (Rousseau et al., 2008; Saunders et al., 2009). Para a realização do estudo, o método foi estruturado em três etapas: i) coleta de estudos sobre o tema (resultados de busca), ii) análise de dados e iii) análise de conteúdo (Denyer e Tranfield, 2009).

A etapa de coleta de estudos sobre o tema (i) analisa a quantidade de artigos priorizados com base em uma adaptação do método de Soosay e Hyland (2015), através da busca inicial nas bases de dados e exclusão pelos critérios do PRISMA de Moher et al., (2009).

Na análise de dados (ii), este artigo baseou-se nos primeiros cinco passos do *Methodi Ordinatio* proposta por Pagani et al. (2015), também utilizado por Campos et al. (2017), em que foram identificados os periódicos que publicaram os artigos do tema pesquisado, seus

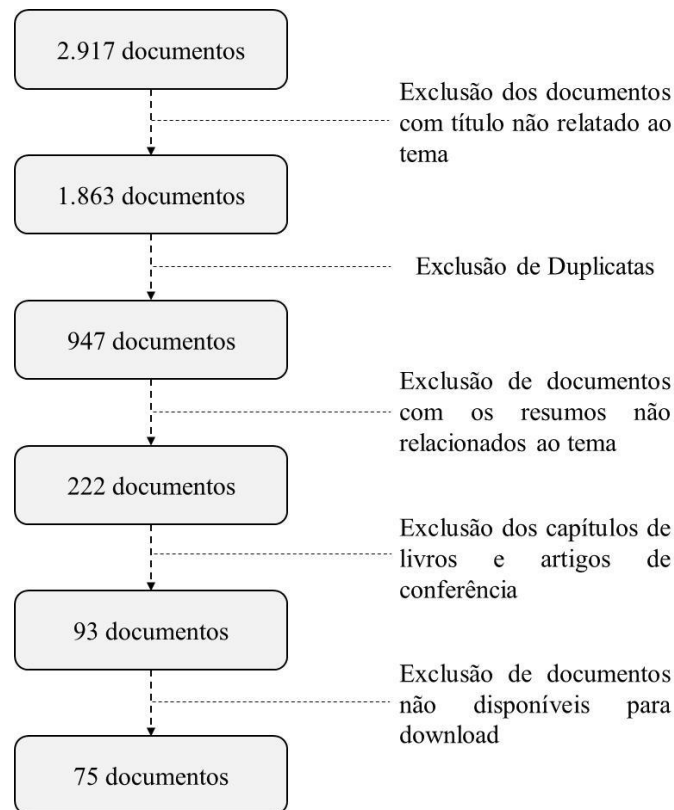
respectivos anos de publicação e o país do primeiro autor. Utilizou-se a abordagem de extração de dados sugerida por Tranfield et al. (2003), com os achados avaliados independentemente, depois comparados e analisados.

A análise de conteúdo (iii) seguiu Bauer e Gaskell (2000) e Saunders et al. (2009, onde foram identificados o conteúdo interno aos trabalhos relatados ao fluxo de valor da Cadeia de Suprimentos em Sistemas de Produto-Serviço Sustentáveis. Em seguida, a análise concentrou-se nas métricas e indicadores de valor Lean aplicados à Cadeia de Suprimentos e ao SPS sustentável. Também identificou e analisou tendências de pesquisa e lacunas em estudos de valor em Cadeia de Suprimentos quando as ofertas são desenvolvidas seguindo a lógica SPS. Essas tendências e lacunas são apresentadas como oportunidades para futuros estudos. Como Tranfield et al. (2003) recomendam testar a adequação teórica dos artigos, o conteúdo foi analisado para identificar as teorias subjacentes à literatura sobre a influência do valor na Cadeia de Suprimentos no contexto do Sistema de Produto-Serviço sustentável.

2.1.1. Resultados da Pesquisa

Os seguintes *strings* de pesquisa foram definidos: *String 1 (Lean AND (“Product-Service System” OR PSS) AND Sustainab*)*; *String 2 (Lean AND (“Product-Service System” OR PSS) AND “Supply Chain”)*; e *String 3 (Lean AND Value AND “Supply Chain” AND (“Product-Service System” OR PSS))*. Utilizando uma base temporal de 19 anos (2000-2018), uma busca por artigos nas bases de dados: Web of Science (13); Science Direct (1720); Scopus (33); Emerald (68); Wiley Online (744); e, Taylor & Francis (339). Esses bancos de dados cobrem um número representativo de periódicos de diferentes áreas, com impacto significativo. Inicialmente, a pesquisa encontrou 2917 artigos (Figura 4). Os documentos foram levados ao software gerenciador de referências Mendeley © e realizadas as exclusões.

Figura 4 Número de artigos encontrados nos critérios de exclusão

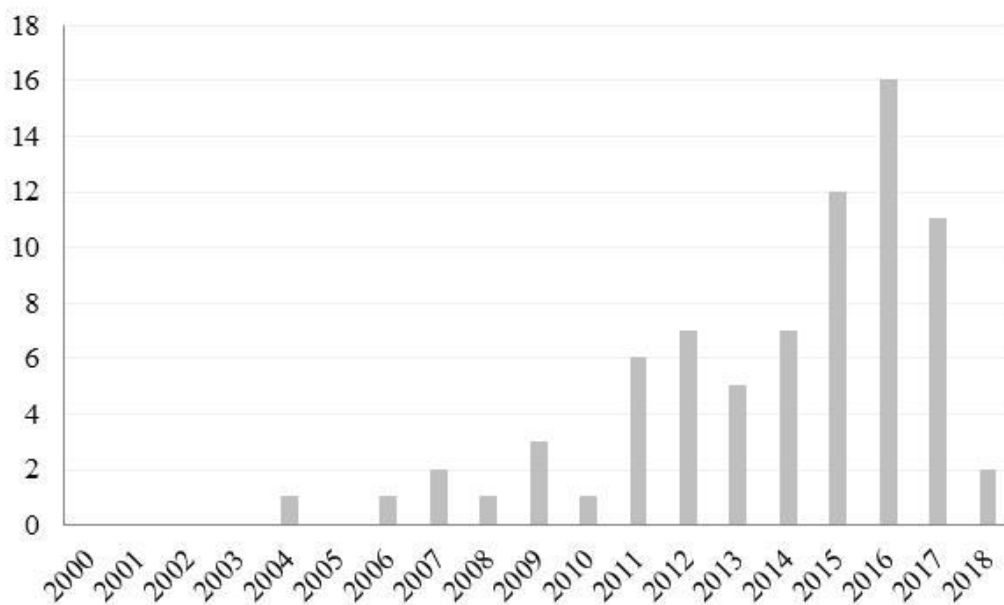


Após a exclusão de títulos e resumos não relacionados ao tema, capítulos de livros, trabalhos de conferência e duplicatas, delimitou-se um período de 19 anos, pois abrange o estabelecimento do conceito de valor sob as abordagens Lean, SPS Sustentável e Cadeia de Suprimentos. Após os procedimentos de filtragem, 75 documentos foram considerados adequados para compor o portfólio de artigos.

2.2.2. Análises dos dados

A Figura 5 mostra a tendência na quantidade de artigos publicados nas duas últimas décadas sobre duas ou três áreas relacionadas ao valor (*Lean*) na Cadeia de Suprimentos no contexto de SPS sustentáveis.

Figura 5 – Número total de artigos publicados entre 2000 e 2018



Além do baixo número de publicações de 2000 a 2010, há um fluxo constante de pesquisas nos anos seguintes, dado o crescente interesse no Lean e Cadeia de Suprimentos no contexto de um SPS sustentável. O maior número de publicações foi registrado entre 2011 e 2018. Da mesma forma, a partir da miríade de pesquisas realizadas ao longo dos anos para discernir os elementos dessas palavras-chave, é necessário identificar os princípios e métricas *Lean* focados em alocar valor às Cadeias de Suprimentos no contexto de SPS sustentáveis.

Após considerar o número de artigos sobre Lean, Cadeia de Suprimentos e SPS, identificou-se os periódicos com publicações mais frequentes (Tabela 2). Os principais foram *Procedia CIRP* (17 artigos) e *Journal of Cleaner Production* (10 artigos).

Tabela 1- Journals mais frequentes que contribuíram pelas áreas pesquisadas

Journal	Quantidade
Procedia CIRP	17
Journal of Cleaner Production	10
Production Planning & Control	4
International Journal of Operations & Production Manag	4
International Journal of Production Research	4
International Journal of Computer Integrated Manufacturing	4
Engineering Management Journal	3
Journal of Manufacturing Technology Management	3
Business Strategy and the Environment	2
International Journal of Product Development	2
Systems Engineering	2
International Journal of Management Reviews	2
Journal of Manufacturing Systems	2
Supply Chain Forum: An International Journal	1
CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology	1
Benchmarking: An International Journal	1
Foresight	1
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	1
International Journal of Consumer Studies	1
International Journal of Productivity and Performance Management	1
Journal of Engineering Design	1
Journal of Engineering, Design and Technology	1
Journal of Enterprise Transformation	1
Journal of Service Theory and Practice	1
Measuring Business Excellence	1
Production and Operations Management	1
Strategic Change	1
International Journal of Advanced Logistics	1
Computers in Industry	1

Os journals apresentados na Tabela 2 não se dedicam apenas à publicação de pesquisas sobre *Lean* e Cadeia de Suprimentos no contexto de SPS sustentáveis, mas também outras áreas de conhecimento.

Além disso, os artigos foram analisados com base na nacionalidade do primeiro autor, depois classificados por continente e seus respectivos países: Europa, com 70,7% das publicações, com o Reino Unido com o maior número de contribuintes (13), seguidos da Alemanha (9), Grécia (6), Suécia (6), Itália (5), Finlândia (3), Dinamarca (2), Países Baixos (2), Áustria (1), Bélgica (1), França (1), Noruega (1), Portugal (1), Roménia (1) e Suíça (1); Ásia, com 14,7% das publicações, com Índia (5), China (3), Japão (2) e Hong Kong (1); América, com 12% das publicações, com os Estados Unidos da América (4), Brasil (3), Canadá (1) e México (1); África com 1,3% das publicações, com o Egito (1); e Austrália, com 1,3% das publicações, da Austrália (1).

Dos 75 artigos analisados, 35% deles adotaram métodos qualitativos, 28% foram revisões de literatura, 14% aplicaram estudos de caso, 11% desenvolveram frameworks ou novos métodos, 7% adotaram métodos quantitativos, 5% aplicaram *surveys*. Com o aumento das pesquisas sobre práticas *Lean* e Cadeia de Suprimentos no contexto da SPS sustentável, vários autores adotaram métodos qualitativos e revisões de literatura, uma vez que essa área é considerada inovadora e disruptiva.

2.3. RESULTADOS

Com uma visão geral das publicações vinculada as áreas da pesquisa, alguns assuntos-chave baseados na RSL foram examinados e discutidos.

2.3.1. Integração entre *Lean/Valor*, Cadeia de Suprimentos e SPS Sustentável

Inicialmente, as áreas (*Lean/Valor*, Cadeia de Suprimentos e SPS sustentável) foram identificadas nos artigos estudados, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 2 – Áreas pesquisadas pelos autores

Autor	Lean/valor	Cadeia de Suprimentos	SPS Sustentável
Adrodegari <i>et al.</i> , (2017)	X		X
Ali and Deif (2016)	X	X	X
Anttonen (2010)		X	X
Aurich <i>et al.</i> , (2006)	X		X
Baines <i>et al.</i> , (2009)		X	X
Bankole <i>et al.</i> , (2012)		X	X
Barnett <i>et al.</i> , (2013)		X	X
Bendul <i>et al.</i>, (2017)	X	X	X
Bertoni <i>et al.</i> , (2015)	X		X
Bevilacqua <i>et al.</i> , (2016)	X	X	
Biege <i>et al.</i> , (2012)		X	X
Brad <i>et al.</i> , (2016)	X	X	
Chan <i>et al.</i> , (2016)		X	X
Coster <i>et al.</i>, (2012)	X	X	X
Das (2017)	X	X	X
Dombrowski and Malorny (2017)	X		X
Emmanuel-Ebikake <i>et al.</i> , (2014)		X	X
Enaldi and Shehab (2015)	X		X
Enquist <i>et al.</i> , (2015)		X	X
Fayezi <i>et al.</i> , (2016)		X	X
Gallo <i>et al.</i> , (2018)		X	X
Gautam <i>et al.</i> , (2007)	X		X
Gudem <i>et al.</i> , (2013)	X		X
Gutsche (2015)	X		X
Harland & Udin (2014)	X		X
Henshaw <i>et al.</i> , (2011)		X	X
Hoppmann <i>et al.</i> , (2011)	X		X
Huang <i>et al.</i>, (2012)	X	X	X
Isaksson <i>et al.</i> , (2009)		X	X
Jasti and Kodali (2014a)	X	X	X
Jasti and Kodali (2014b)	X	X	
Johansson and Sundin (2014)	X		X
Kang and Wimmer (2008)	X		X
Kantola <i>et al.</i>, (2017)	X	X	X
Khan <i>et al.</i> , (2011)	X	X	
Kimita <i>et al.</i> , (2016)	X		X
Koning <i>et al.</i> , (2015)	X		X
Kreye <i>et al.</i> , (2016)	X		X
Kurilova-Palisaitiene <i>et al.</i>, (2018)	X	X	X
Lelah <i>et al.</i> , (2012)		X	X
Letens <i>et al.</i> , (2011)	X	X	
Li and Found (2016)	X	X	X
Lindlöf <i>et al.</i> , (2013)	X		X
MacBryde <i>et al.</i>, (2013)	X	X	X
Mitra (2014)		X	X
Morlock and Meier (2015)	X		X
Mourtzis <i>et al.</i> , (2016a)	X		X
Mourtzis <i>et al.</i> , (2016b)	X		X
Mourtzis <i>et al.</i> , (2016c)	X		X
Mourtzis <i>et al.</i> , (2017a)	X		X
Mourtzis <i>et al.</i> , (2017b)		X	X
Mourtzis <i>et al.</i> , (2017c)	X		X

Nemoto <i>et al.</i> , (2015)	X		X
Nepal <i>et al.</i> , (2011)	X	X	
Neves-Silva <i>et al.</i> , (2016)	X		X
Oppenheim (2004)	X		X
Pacheco <i>et al.</i> , (2016)	X		X
Pawar <i>et al.</i> , (2009)	X		X
Rauch <i>et al.</i> , (2016)	X		X
Resta <i>et al.</i>, (2015)	X	X	X
Rodrigues <i>et al.</i> , (2016)	X		X
Romero and Rossi (2017)	X	X	X
Salgado and Dekkers (2017)	X	X	
Sassanelli <i>et al.</i> , (2015)	X		X
Schaltegger and Wagner (2011)	X		X
Schenkel <i>et al.</i> , (2015)	X	X	
Schulze <i>et al.</i> , (2013)	X		X
Siyam <i>et al.</i> , (2015)	X		X
Talbot <i>et al.</i> , (2007)	X	X	
Tortorella <i>et al.</i> , (2015)	X	X	
Valkokari <i>et al.</i>, (2014)	X	X	X
Wang <i>et al.</i> , (2012)	X		X
Yang <i>et al.</i>, (2017)	X	X	X
Zhu <i>et al.</i> , (2012)		X	X
Zine <i>et al.</i> , (2016)	X		X

Entre os autores que enfocaram as três áreas estão: Valkokari et al., (2014); Romero e Rossi (2017); Resta et al. (2015); MacBryde et al., (2013); Li e Found (2016); Jasti e Kodali (2014a); Huang et al., (2012); Das (2017); Yang et al., (2017); Kurilova-Palisaitiene et al., (2018); Kantola et al., (2017); Coster et al., (2012); Bendul et al., (2017); e Ali e Deif (2016), conforme destacado em negrito na Tabela 2. Em relação ao aspecto metodológico e ao desenvolvimento dos estudos, Li e Found (2016), Yang et al., (2017), Kantola et al., (2017) e Das (2017) desenvolveram RSLs sobre Valor das abordagens *Lean*, SPS e Cadeia de Suprimentos, nas quais identificaram o estado da arte do conhecimento e conexões entre as áreas, com os dois estudos originando um *framework* que auxilia uma empresa na implementação de diferentes elementos para a prática da gestão sustentável da cadeia de suprimentos.

Os outros autores que desenvolveram RSLs foram Jasti e Kodali (2014a), Huang et al., (2012) e Bendul et al., (2017), mas o foco deles foi no *Lean* e Cadeia de Suprimentos, que

contou com estudos relacionados à SPS sustentável. Seus estudos resultaram em uma crescente demanda por estudos sobre fluxo de valor e desenvolvimento de produtos, com foco na eliminação de desperdícios. Huang et al. (2012) propuseram um modelo inovador para um SPS orientado a serviços, vinculando também as áreas de Cadeia de Suprimentos e *Lean*. Coster et al., (2012), Valkokari et al., (2014), Resta et al., (2015) e Kurilova-Palisaitiene et al., (2018) conduziram estudos de caso nos quais exploraram as mudanças necessárias nas indústrias de manufatura em rede e o desenvolvimento de um SPS orientado para o produto. Os autores também desenvolveram um *roadmapping* (Valkokari et al., 2014) e um framework (Resta et al., 2015), ambos os métodos focados em descrever as oportunidades e desafios do desenvolvimento de negócios sustentáveis e analisar as operações de SPS baseadas no *Lean Thinking*.

Romero e Rossi (2017) demonstraram a compatibilidade da economia circular e dos princípios *Lean* no SPS, MacBryde et al. (2013) investigaram o uso de conceitos de *High Value Manufacturing* em empresas escocesas de pequeno e médio porte e definiram como eles estão sendo utilizados para ganhar vantagem competitiva. Ali e Deif (2016) apresentaram um modelo dinâmico para medir o grau de flexibilidade do sistema em condições de demanda dinâmica usando uma nova métrica.

2.3.2. Fluxo de Valor na Cadeia de Suprimentos para SPS Sustentável

Como citado por Womack et al. (1991), existem cinco princípios Lean: identificar o valor; identificar o fluxo de valor; fazer o fluxo de valor; deixar o cliente fluir; e melhoria contínua. Como o foco deste estudo é identificar e mensurar valores identificou autores que trabalham com esses princípios (Tabela 4).

Tabela 3 – Princípios de valor do Lean e autores que citaram

Princípios Lean	Autores
Identificar o valor	Coster et al., (2012); Valkokari et al., (2014); Romero and Rossi, (2017); Resta et al., (2015); MacBryde et al., (2013); Li and Found, (2016); Jasti and Kodali, (2014a); Huang et al., (2012); Das, (2017); Ali and Deif, (2016); Yang et al., (2017); Kantola et al., (2017); Bendul et al., (2017); Kurilova-Palisaitiene et al., (2018)
Identificar o fluxo de valor	Valkokari et al., (2014); Romero and Rossi, (2017); Resta et al., (2015); MacBryde et al., (2013); Li and Found, (2016); Das, (2017); Ali and Deif, (2016); Bendul et al., (2017); Yang et al., (2017); Kurilova-Palisaitiene et al., (2018)
Fazer o fluxo de valor	Coster et al., (2012); Romero and Rossi, (2017); Resta et al., (2015); MacBryde et al., (2013); Yang et al., (2017); Kantola et al., (2017); Kurilova-Palisaitiene et al., (2018)

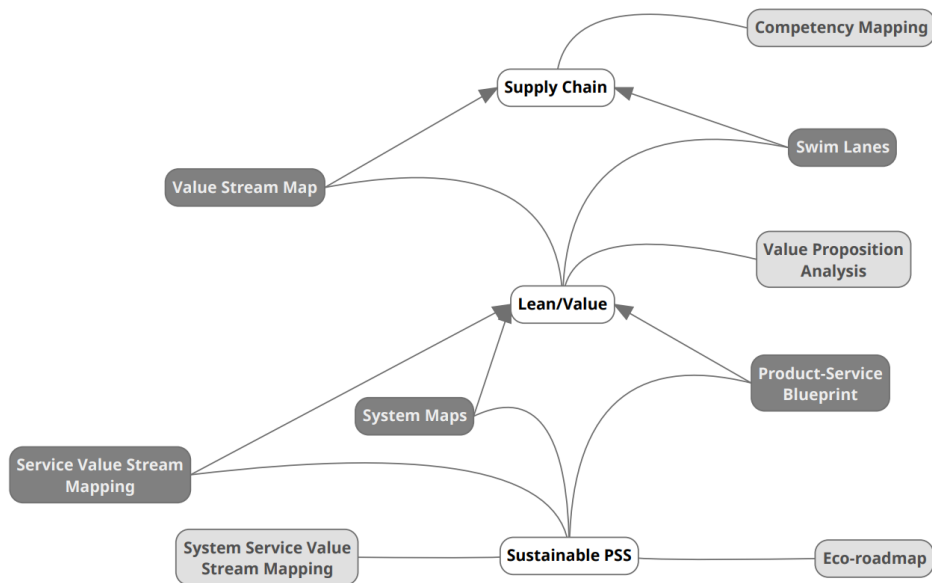
Para identificar valor na cadeia de suprimentos para o SPS, os autores utilizaram algumas ferramentas para mapear o fluxo de valor e seus processos, como *System Map* (Ali e Deif, 2016), usados para mapear o fluxo de valor, produtos e serviços entre os interessados (Lindhahl et al., 2014), *Product-Service Blueprint* (Enquist et al., 2015) usado para mapear o fluxo de processos desenvolvidos nas áreas de produto, serviço e suporte (Geum e Park, 2011), *Value Proposition Analysis* (MacBryde et al. ., 2013, Yang et al., 2017) mapearam os problemas e demandas dos clientes e como resolvê-los e proporcionar ganhos com um produto ou serviço específico.

O método *Swim lanes* é utilizado para confrontar setores industriais com as atividades desenvolvidas em um processo (Dombrowski and Malorny, 2017; Li and Found, 2016; Jasti and Kodali, 2014a; Ali and Deif, 2016), e *Value Stream Mapping* é um método de gerenciamento simplificado para analisar o estado atual e projetar um estado futuro para os eventos que levam um produto ou serviço desde o início até o cliente (Lindlöf et al., 2013; Tortorella et al., 2015; Nepal et al., 2011; Hoppmann et al., 2011; Schulze et al., 2013; Letens et al., 2011; Wang et al., 2012; Jasti and Kodali, 2014a; Gudem et al., 2013; Oppenheim 2004; Biege et al., 2012; Siyam et al., 2015; Bertoni et al., 2015; Dombrowski and Malorny, 2017; Kimita et al., 2016; Pacheco et al., 2016; Yang et al., 2017). O *Competency Mapping* é

um processo de identificação de competências-chave para uma organização, os trabalhos e funções dentro dela (Resta et al., 2015; Romero and Rossi, 2017; Valkokari et al., 2014).

Existem outros métodos usados para mapeamento do fluxo de valor na Cadeia de Suprimentos para vários tipos de SPS sustentáveis, como *Service System Value Stream Mapping*, usado para otimizar a produtividade dos provedores de serviços (Yang et al., 2017); *Service Value Stream Mapping*, que melhora o desempenho de um serviço, focando e resolvendo seus problemas (Kantola et al., 2017); Eco-roadmap, que é comparável ao roadmap da tecnologia de produtos, mas com foco na sustentabilidade (Coster et al., 2012). A Figura 6 apresenta o mapa mental feito com o software on-line MindMup 2, onde são conectados os métodos de mapeamento do fluxo de valor com as áreas estudadas, em que as linhas com setas partem de uma área correlacionada e as sem setas da área principal. É de três cores diferentes, como branco (áreas principais), cinza claro (métodos ligados a apenas uma área) e cinza escuro (métodos relacionados a duas ou mais áreas estudadas). Por exemplo, o método *Swim Lanes* vem da área *Lean/Value*, mas também pode ser usado para mapear a Cadeia de Suprimentos.

Figura 6 Mental map of the stream mapping methods according to the areas



Esses estudos mostram que o tipo de PSS, de acordo com Tukker (2004), influencia o que está sendo transferido dentro da Cadeia de Suprimentos. Em relação ao SPS orientado ao produto, o fluxo principal é composto de bens tangíveis (insumos, produtos e outros materiais) (Valkokari et al., 2014; Resta et al., 2015); no caso do SPS orientado ao uso, é constituído pela troca de informações e produtos que representam o principal fluxo de valor (MacBrie et al., 2013). O SPS orientado para resultados transfere principalmente informações (Enquist et al., 2015; Dombrowski e Malorny, 2017; Ali e Deif, 2016).

2.3.3. Métricas para mensurar o fluxo de valor na cadeia de suprimentos em ofertas SPS sustentáveis

Nesta seção, identificou-se as métricas utilizadas pelos nove autores que estudaram as três áreas (Valor/Lean, SPS Sustentável e Cadeia de Suprimentos) e os autores que usaram *Key Process Indicators*, de acordo com a nomenclatura *Lean*. As métricas mencionadas para medir o valor e o fluxo de valor das Cadeias de Suprimentos no SPS sustentável são apresentadas na Tabela 5.

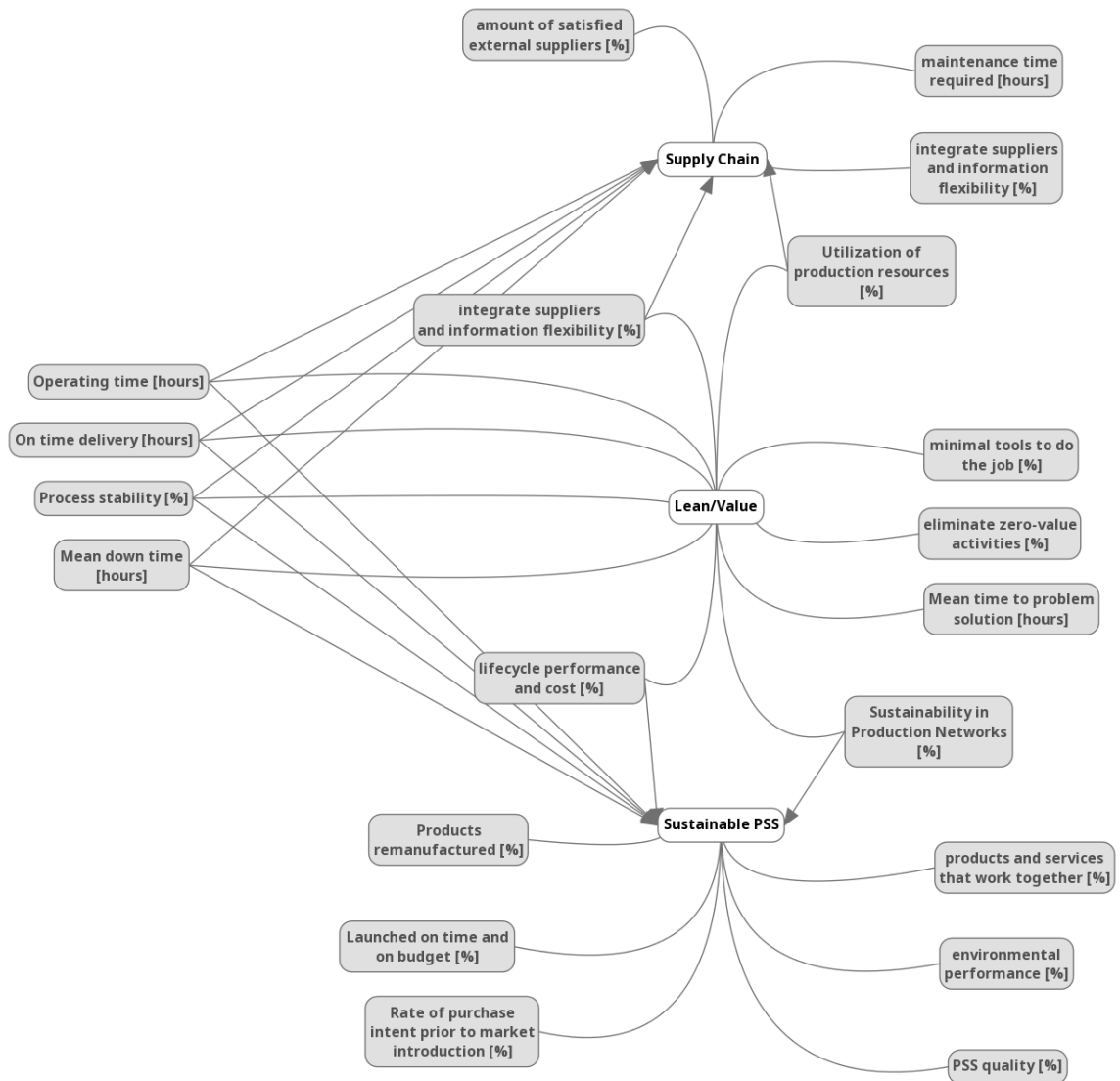
Tabela 4 Metricas para mensuração do valor e fluxo de valor na Cadeia de Suprimentos em SPS sustentável

Métricas	Autores
Tempo de operação [horas]	Morlock and Meier, (2015); Rodrigues et al., (2016)
Tempo médio de inatividade [horas]	Mourtzis et al., (2016b); Mourtzis et al., (2016c); Morlock and Meier, (2015)
Entrega no tempo [horas]	Mourtzis et al., (2016b); Mourtzis et al., (2016c); Morlock and Meier, (2015)
Qualidade no SPS [%]	Mourtzis et al., (2016b); Mourtzis et al., (2016c)
Estabilidade do processo [%]	Mourtzis et al., (2016b); Mourtzis et al., (2016c); Morlock and Meier, (2015)
Sustentabilidade nas Redes de Produção [%]	Valkokari et al., (2014)
Produtos e serviços que funcionam juntos [%]	Romero and Rossi, (2017)
Quantidade de fornecedores externos satisfeitos [%]	Resta et al., (2015)
Ferramentas mínimas para fazer o trabalho [%]	Huang et al., (2012)
Desempenho ambiental [%]	Rodrigues et al., (2016); Das, (2017);

	Mourtzis et al., (2017a)
Tempo de manutenção necessário [horas]	Neves-Silva et al., (2016); Mourtzis et al.,(2017b)
Prazos de entrega curtos [%]	Bendul et al., (2017)
Utilização de recursos de produção [%]	Bendul et al., (2017)
Remanufatura de produtos [%]	Kurilova-Palisaitiene et al.,(2018)
Custo de produção [US\$]	Bendul et al., (2017)
Taxa de intenção de compra antes da introdução no mercado [%]	Rodrigues et al., (2016)
Eliminar atividades de valor zero [%]	Ali and Deif, (2016)
Integrar fornecedores e flexibilidade de informações [%]	Ali and Deif, (2016); Rodrigues et al., (2016); Neves-Silva et al., (2016)
Desempenho do ciclo de vida e custo [%]	Mourtzis et al., (2017a)
Tempo médio para solução do problema [horas]	Morlock and Meier, (2015)
Lançado a tempo e dentro do orçamento [%]	Morlock and Meier, (2015); Rodrigues et al., (2016)

De acordo com métricas previamente estabelecidas, Neves-Silva et al. (2016) e Valkokari et al., (2014) relatam a dificuldade de implementar as métricas em empresas que mensuram o fluxo de valor nas Cadeias de Suprimentos de diferentes SPSs Sustentáveis. A Figura 7 apresenta o mapeamento mental criado com o software on-line MindMup 2, onde as métricas são conectadas às áreas principais, nas quais as linhas com setas partem de uma área correlacionada e aquelas sem setas da área principal. É de três cores diferentes, como branco (áreas principais), cinza claro (métodos ligados a apenas uma área) e cinza escuro (métodos relacionados a duas ou mais áreas estudadas). Por exemplo, a métrica Tempo de operação [horas] vem da área *Lean*, porém também pode ser usada para mapear as ofertas da Cadeia de suprimentos em SPS sustentável.

Figura 7 Mapa mental das métricas relacionadas às áreas estudadas



Conforme mostrado na Figura 7, há quatro métricas (tempo de operação [horas]; tempo médio de inatividade [horas]; entrega no prazo [horas]; estabilidade do processo [%]) vinculadas às três áreas e quatro outras métricas vinculadas a dois áreas correlacionadas; os outros estão ligados a apenas uma das áreas (*Lean/Valor*, *Cadeia de Suprimentos* ou *SPS sustentável*).

2.3.4. Futuras pesquisas na Cadeia de Suprimentos, *Lean* e SPS sustentável

Os autores que desenvolveram RSLs e *frameworks* propõem a aplicação de estudos de caso e adaptações a outros tipos de SPS (Tukker, 2004), como o SPS orientado a produtos (Resta et al., 2015; Li e Found, 2016).

Ali e Deif (2016) e Jasti e Kodali (2014a) relatam a necessidade de expandir a pesquisa não apenas em *Lean Manufacturing*, mas em *Lean Supply Chain*, *Lean Product Development*, *Lean Enterprise* e *Lean* no Sistema Produto-Serviço, e aplicar o modelo dinâmico para outras configurações de fabricação e serviços. Valkokari et al. (2014) e Huang et al. (2012) corroboram a importância do contato dos gerentes responsáveis pelo Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos com os formuladores de políticas, avaliam os modelos de negócios orientados à sustentabilidade e integram *gateways* para se adequarem à implementação do SPS. Existe a necessidade de desenvolver um modelo estruturado baseado nos resultados do modelo de mensuração para investigar o impacto das diferentes dimensões das práticas de Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável nas operações (Das, 2017).

MacBryde et al. (2013) relatam a necessidade de explorar a Cadeia de Suprimentos longitudinalmente, desde o fornecedor de matéria-prima até o usuário final, para entender em que medida a otimização de fabricação de alto valor pode ser incorporada. Os autores Romero e Rossi (2017) relatam a necessidade de identificar como uma empresa pode materializar Sistemas de Serviço-Produto *Lean* de uma maneira circular, onde é necessário coordenar a cadeia e a rede de valores de um ciclo fechado.

Entre os estudos de autores, os mais relevantes são os de Enaldi e Shehab (2015), pois se propõem a desenvolver um índice *Lean SPS*, para fornecer às empresas uma medida quantitativa da flexibilidade do SPS. Lelah et al. (2012) relatam a necessidade de desenvolver

um modelo futuro que inclua uma descrição mais detalhada, o papel do usuário e suas atividades durante a criação de valor. No entanto, Harland e Uddin (2014) confirmam a demanda para classificar os tipos de projetos de produtos de plataforma para pesquisadores e gerentes de P&D.

Bendul et al. (2017) propõem uma pesquisa para explicar como desenvolver cadeias de suprimentos sustentáveis, semelhante ao proposto por Costler et al. (2012), que corroboram a necessidade de estender uma resposta estratégica aos *drivers* de sustentabilidade. Kantola et al. (2017) relatam uma demanda para desenvolver, testar e implementar soluções sustentáveis e atividades de suporte para alcançar abordagens holísticas.

Por fim, os autores Yang et al. (2017) e Kurilova-Palisaitiene et al. (2018) confirmam a necessidade de impactar significativamente o entendimento do valor na indústria e outras áreas, bem como validar esta informação para os gerentes interessados em usar a abordagem *Lean* para remanufaturar e desenvolver produtos e serviços, ou seja, em toda cadeia para valorizar o fluxo.

Entre os outros autores, alguns têm futuros estudos significativos, como Ali e Deif (2016), que propõem a necessidade de estender o fluxo de valor para outras configurações dinâmicas na Cadeia de Suprimentos e desenvolvimento de produtos e serviços. Assim, como o trabalho proposto por Enaldi e Shehab (2015), que sugerem o desenvolvimento de um índice *Lean* SPS para fornecer às empresas uma medida quantitativa para a flexibilidade do SPS.

2.4. CONCLUSÃO

Essa RSL indica que pesquisadores e profissionais devem trabalhar juntos para encontrar soluções sistêmicas. Uma análise dos últimos 19 anos de publicações revela que há uma demanda por temas relacionados aos aspectos sociais e ambientais que poderiam ser estimulados por periódicos especializados e influentes em questões especiais. Especificamente relacionado a outras questões de pesquisa, estas são as principais descobertas:

Q1. Quais são os métodos para identificar o fluxo de valor nas cadeias de suprimento do SPS sustentável?

Para tanto, considerando o período de 2000 a 2018, foi realizada uma análise dos autores que trabalham com as três áreas (Cadeia de suprimentos, *Lean* e SPS sustentável), no entanto, foi desenvolvida uma análise para identificar o fluxo de valor na cadeia de suprimentos. Gestão para ofertas sustentáveis de SPS. Esta análise fornece uma visão geral de dois tópicos principais de classificação: Fluxo de Valor da Cadeia de Suprimentos: Métodos de Mapeamento de Processos e Fluxo de Valor; e, Tipo de SPS no valor de transferência na Cadeia de Fornecimento: orientada para o produto (bens tangíveis), SPS orientada para o uso (troca de informações e produtos) e SPS orientada para resultados (informação).

Em relação aos métodos de mapeamento de processos e fluxo de valor, a análise mostrou que os autores propõem ferramentas de gerenciamento. Ferramentas para mapear o fluxo de valor na Cadeia de Suprimentos são amplamente utilizadas, como mapas do sistema, plano de serviço do produto, raias, análise de proposição de valor, mapeamento do fluxo de valor, mapeamento do fluxo de valor de serviço, mapa de fluxo de valor de serviço e eco-

roadmap. Além disso, foi analisada a influência do tipo de SPS em relação ao fluxo de valor na Cadeia de Suprimentos.

Q2. Quais métricas são usadas para medir o fluxo de valor da cadeia de suprimentos no SPS sustentável?

As principais métricas para medir o fluxo de valor da cadeia de suprimentos em ofertas sustentáveis de SPS são: Tempo de operação [horas]; Tempo médio de inatividade [horas]; Em tempo de entrega [horas]; Estabilidade do processo [%]; Uso de recursos de produção [%], Integrar fornecedores e flexibilidade de informações [%]; Desempenho do ciclo de vida e custo [%]; e Sustentabilidade nas redes de produção [%].

Os autores propuseram algumas pesquisas que poderiam ser desenvolvidas por estudos futuros, também considerados por autores que estudam a cadeia de suprimentos, *Lean* e SPS sustentável.

Q3. Quais são os futuros estudos necessários para cadeia de suprimentos, Lean e SPS?

Entre as futuras possibilidades de pesquisa apresentadas pelos estudos que cobrem as três áreas estudadas, há a necessidade de expandir a pesquisa não apenas sobre *Lean Manufacturing*, mas também sobre *Lean Supply Chain*, *Lean Product Development*, *Lean Enterprise* e *Lean* no SPS. Os estudos devem desenvolver um modelo que inclua uma descrição mais detalhada dos usuários, seu papel e suas atividades durante a criação de valor. No entanto, há uma necessidade de impactar significativamente a compreensão e a identificação do fluxo de valor na indústria e como medi-lo.

Como proposta pelos autores deste estudo, em relação a mensuração e a identificação do valor na Cadeia de Suprimentos para ofertas sustentáveis de SPS, as práticas ainda não são difundidas na literatura. Este estudo discutiu pontos no desenho de métodos de mensuração de

valor na cadeia, visando ser implementado na cadeia de suprimentos para ofertas de SPS como uma ferramenta estratégica para o gerenciamento da cadeia de suprimentos, visando melhorias de processos e satisfação de *stakeholders*. Um modelo de referência de medição de desempenho orientado para a Cadeia de Suprimentos pode ser desenvolvido, integrando métodos e métodos de medição para identificar o fluxo de valor na Cadeia de Suprimentos para ofertas sustentáveis de SPS. Essa estrutura deve fornecer informações sobre indicadores-chave como tipos de sistemas de serviços e produtos. Os custos de diferentes atividades da cadeia de suprimentos nos níveis global, nacional e regional. Como pesquisas futuras sugere-se o desenvolvimento de ofertas para diferentes tipos de SPS sustentáveis para identificar o fluxo de valor na Cadeia de Suprimentos como um estudo de caso, também o desenvolvimento de um *framework* que valide este estudo para próximos trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrodegari, F., Saccani, N., Kowalkowski, C. and Vilo, J. (2017), “PSS business model conceptualization and application”, *Production, Planning and Control*, Vol. 28, No. 15, pp. 1251-1263.

Ali, H. and Deif, A. (2016), “Assessing leanness level with demand dynamics in a multi-stage production system”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 27, No. 5, pp. 614-639.

Anttonen, M. (2010), “Greening from the Front to the Back Door? A Typology of Chemical and Resource Management Services”, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 19, pp. 199-215.

Aurich, J.C., Fuchs, C. and Wagenknecht, C. (2006), “Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14, pp. 1480-1494.

Aurich, J.C., Wolf, N., Siener, M. and Schweitzer, E. (2009), “Configuration of product-service systems”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 20, No. 5, pp.591-605.

- Baines, T., Lightfoot, H., Peppard, J., Johnson, M., Tiwari, A., Shehab, E. and Swink, E. (2009), "Towards an operations strategy for product-centric servitization", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29, No. 5, pp. 494-519.
- Bajwa, S.S., Wang, X., Duc, A.N. and Abrahamsson, P. (2016). "Failures to be celebrated: an analysis of major pivots of software startups". *Empirical Software Engineering*, Vol. 22, No. 5, pp. 2373–2408.
- Baldassarre, B., Calabretta, G., Bocken, N.M.P. and Jaskiewicz, T. (2017), "Bridging sustainable business model innovation and user-driven innovation: A process for sustainable value proposition design", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 147, No. 1, pp. 175-186.
- Bankole, O.O., Roy, R., Shehab, E., Cheruvu, K. and Johns, T. (2012), "Product–service system affordability in defence and aerospace industries: state-of-the-art and current industrial practice", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 25, No. 5, pp. 398-416.
- Barnett, N.J., Parry, G., Saad, M., Newnes, L.B. and Goh, Y.M. (2013), "Servitization: Is a Paradigm Shift in the Business Model and Service Enterprise Required?", *Strategic Change*, Vol. 22, pp. 145-156.
- Bauer, M.W. and Gaskell, G. (2000), "*Qualitative Researching with Text, Image and Sound*", London: Sage, Chapter 1.
- Bendul, J., Rosca, E., Pivovarova, D. (2017), "Sustainable supply chain models for base of the pyramid", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 162, pp. 107-120.
- Bertoni, A., Bertoni, B., Panarotto, M., Johansson, C. and Larsson, T. (2015), "Expanding Value Driven Design to meet Lean Product Service Development", *Procedia CIRP*, Vol. 30, pp. 197-202.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F.E. and Sanctis, I.D. (2016), "Lean practices implementation and their relationships with operational responsiveness and company performance: an Italian study", *International Journal of Production Research*, Vol. 55, No. 3, pp. 769-794.
- Biege, S., Lay, G. and Buschak, D. "Mapping service processes in manufacturing companies: industrial service blueprinting", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 32, No. 8, pp. 932-957.

- Brad, S., Murar, M. and Brad, E. (2016). "Methodology for lean design of disruptive innovations", *Procedia CIRP*, Vol. 50, pp. 153-159.
- Campos, E.A.R., Paula, I.C., Pagani, R.N. and Guarineri, P. (2017), "Reverse logistics for the end-of-life of and end-of-use products in the pharmaceutical industry: a systematic literature review", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 22, No. 4, pp.375-392.
- Chan, T., Wong, C.W.Y., Lai, K., Lun, V.Y.H., Ng, C.T. and Ngai, E.W.T. (2016), "Green Service: Construct Development and Measurement Validation", *Productions and Operations Management*, Vol. 25, No. 3, pp. 432–457.
- Chirumalla, K. (2013), "Managing Knowledge for Product-Service System Innovation: The Role of Web 2.0 Technologies", *Research-Technology Management*, pp. 45-53
- Coster, R.J., Bateria, R.J., Plant, A.V.C. (2012), "Supply Chain Implications of Sustainable Design Strategies For Electronics Products", *International Journal of Advanceds Logistics*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-20.
- Das, D. (2017), "Development and validation of a scale for measuring Sustainable Supply Chain Management practices and performance", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 164, pp. 1344-1362.
- Denyer, D. and Tranfield, D. (2009), "Producing a systematic review", in Buchanan, D. and Bryman, A. (Eds), *The Sage Handbook of Organizational Research Methods*, Sage Publications, London, pp. 671-689.
- Dombrowski, U. and Malorny, C. (2017), "Service planning as support process for a Lean After Sales Service", *Procedia CIRP*, Vol. 64, pp. 324-329.
- Elnadi, M. and Shehab, E. (2014), "A Conceptual Model for Evaluating Product-Service Systems Leanness in UK Manufacturing Companies", *Procedia CIRP*, Vol. 22, pp. 281 – 286.
- Emmanuel-Ebikake, O., Roy, R. and Shehab, E. (2014), "Supplier sustainability assessment for the UK defence industry", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 63, No. 8, pp. 968-990.
- Enquist, B., Sebhatu, S.P. and Johnson, M. (2015), "Transcendence for business logics in value networks for sustainable service business", *Journal of Service Theory and Practice*, Vol. 25, No. 2, pp. 181-197.

- Fayezi, S., Zutshi, A. and O'Loughlin, A. (2016), "Understanding and Development of Supply Chain Agility and Flexibility: A Structured Literature Review", *International Journal of Management Reviews*, Vol. 00, pp. 1–30.
- Fercoq, A., Lamouri, S. and Carbone, V. (2016), "Lean/Green integration focused on waste reduction techniques", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 137, No. 1, pp. 567-578.
- Gallo, P.J., Antolin-Lopez, R., Montiel, I. (2018), "Associative Sustainable Business Models: Cases in the bean-to-bar chocolate industry", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 174, pp. 905-916.
- Gautam, N., Chinnam, R.B. and Singh, N. (2007), "Design reuse framework: a perspective for lean development", *International Journal of Product Development*, Vol. 4, No. 5, pp. 485-507.
- Geum, Y. and Park, Y. (2011), "Designing the sustainable product-service integration: a product-service blueprint approach", *Journal of Cleaner Production*, v. 19, pp. 1601-1614.
- Goebel, D.L., Marshall, G.W. and Locander, W.B. (2003), "Enhancing purchasing's strategic reputation: evidence and recommendations for future research", *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 39 No. 2, pp. 4-13.
- Gudem, M., Steinert, M. and Welo, T. (2014), "From lean product development to lean innovation: searching for a more valid approach for promoting utilitarian and emotional value", *International Journal of Innovation and Technology Management*, Vol. 11, No, 2, pp. 1-20.
- Gudem, M., Steinert, M., Welo, T. and Leifer, L. (2013), "Redefining customer value in lean product development design projects", *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol. 11, No. 1, pp. 71-89.
- Gutsche, K. (2015), "Sustainable factor input in product-service operation", *Procedia CIRP*, Vol. 30, pp. 144-148.
- Hansen, M.T. and Birkinshaw, J. (2007), "The Innovation Value Chain", *Harvard Business Review*, pp. 121-138.

- Harland, P.E. and Uddin, Z. (2014), “Effects of product platform development: fostering lean product development and production”, *International Journal of Product Development*, Vol. 19, No. 6, pp. 259-285.
- Henshaw, M.J.C., Morcos, M.C., Siemieniuch, C. and Sinclair, M.A. (2011), “Identification of Induced Complexity in Product Service System Enterprises”, *Journal of Enterprise Transformation*, Vol. 1, No. 4, pp. 269-289.
- Hoppmann, J., Rebentisch, E., Dombrowski, E. and Zahn, T. (2011), “A Framework for Organizing Lean Product Development”, *Engineering Management Journal*, Vol. 23, No. 1, pp. 3-15.
- Huang, G.Q., Qu, T., Zhang, Y. and Yang, H.D. (2012), “RFID-enabled product-service system for automotive part and accessory manufacturing alliances”, *International Journal of Production Research*, Vol. 50, No. 14, pp. 3821-3840.
- Isaksson, O., Larsson, T.C. and Rönnbäck, A.Ö. (2009), “Development of product-service systems: challenges and opportunities for the manufacturing firm”, *Journal of Engineering Design*, Vol. 20, No. 4, pp. 329–348.
- Jasti, N.V.K. and Kodali, R. (2014a), “Lean production: literature review and trends”, *International Journal of Production Research*, Vol. 53, No. 3, pp. 867-885.
- Jasti, N.V.K. and Kodali, R. (2014b), “Validity and reliability of lean product development frameworks in Indian manufacturing industry”, *Measuring Business Excellence*, Vol. 18, No. 4, pp. 27-53.
- Johansson, G. and Sundin, E. (2014), “Lean and green product development: two sides of the same coin?”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 85, pp. 104-121.
- Kang, M. and Wimmer, R. (2008), “Product service systems as systemic cures for obese consumption and production”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, pp. 1146-1152.
- Kantola, J., Liu, Y., Peura, P., Leeuw, T., Zhang, Y., Naaranoja, M., Segev, A., Huisinigh, D. (2017), “Innovative products and services for sustainable societal development: Current reality, future potential and challenges”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 162, pp. 1-10.

- Khan, M.S., Al-Ashaab, A., Shehab, E., Haque, B., Ewers, P., Sorli, M. and Sopelana, A. (2013), "Towards lean product and process development", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 26, No. 12, pp. 1105-1116.
- Kimita, K., Sugino, R., Rossi, M. and Shimomura, Y. (2016), "Framework for Analyzing Customer Involvement in Product-Service Systems", *Procedia CIRP*, Vol. 47, pp. 54-59.
- Koning, J.I.J.C., Crul, M.R.M., Wever, R. and Brezet, J.C. (2015), "Sustainable consumption in Vietnam: an explorative study among the urban middle class", *International Journal of Consumer Studies*, Vol. 39, pp. 608-618.
- Kreye, M.E. (2016), "Employee motivation in product-service system providers", *Production Planning & Control*, Vol. 27, No. 15, pp. 1249-1259.
- Kurilova-Palisaitiene, J., Sundin, E., Poksinska, B. (2018), "Remanufacturing challenges and possible lean improvements", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 172, pp. 3225-3238.
- Lahy, A., Li, A.Q., Found, P., Syntetos, A., Wilson, M. and Ayiomamitou, N. (2017), "Developing a product–service system through a productisation strategy: a case from the 3PL industry", *International Journal of Production Research*, pp. 1-17.
- Lelah, A., Mathieux, F., Brissaud, D. and Vincent, D. (2012), "Collaborative network with SMEs providing a backbone for urban PSS: a model and initial sustainability analysis", *Production Planning & Control*, Vol. 23, No. 4, pp. 299–314.
- Letens, A., Farris, J.A. and Van Aken, E.M. (2011), "A Multilevel Framework for Lean Product Development System Design", *Engineering Management Journal*, Vol. 23, No. 1, pp. 69-85.
- Li, A.Q. and Found, P. (2016), "Lean and Green Supply Chain for the Product-Service System (PSS): The Literature Review and a Conceptual Framework", *Procedia CIRP*, Vol. 47, pp. 162-167.
- Liker, J.K. (2004), *The Toyota Way 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill, New York, NY.
- Lindahl, M., Sakao, T. and Carlsson, E. (2014), "Actor's and System Maps for Integrated Product Service Offerings – Practical Experience from Two Companies", *Procedia CIRP*, v. 16, pp. 320-325.

- Lindlöf, L., Söderberg, B. and Persson, M. (2013), “Practices supporting knowledge transfer – an analysis of lean product development”, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 26, No. 12, pp. 1128-1135.
- MacBryde, J., Paton, S. and Clegg, B. (2013), “Understanding high-value manufacturing in Scottish SMEs”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 33, No. 12, pp. 1579-1598.
- Marodin, G.A., Frank, A.G., Tortorella, G.L. and Saurin, T.A. (2016), “Contextual factors and lean production implementation in the Brazilian automotive supply chain”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 21, No. 4, pp.417-432.
- Marodin, G.A., Tortorella, G.L., Frank, A.G. and Godinho Filho, M. (2017), “The moderating effect of Lean supply chain management on the impact of Lean shop floor practices on quality and inventory”. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 22, No. 6, pp.473-485.
- Martinez, V., Bastl, M., Kingston, J. and Evans, S. (2010), “Challenges in transforming manufacturing organisations into product-service providers”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 21, No. 4, pp. 449-469.
- Mitra, S. (2015), “A Framework for Research on Green Supply Chain Management”, *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 15, No. 1, pp. 34-51.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. and Altman, D.G. (2009), “Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement”, *PLoS Med*, Vol. 6 No. 7, doi: 10.1371/journal.pmed.1000097.
- Mont, O. (2002), “Clarifying the Concept of Product-Service System”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 10, No. 3, pp. 237-245.
- Morgan, J. and Liker, J.K. (2006), *Toyota’s product development system: integrating people, process and technology*, Productivity Press, New York, NY.
- Morlock, F. and Meier, H. (2015), “Service Value Stream Mapping in Industrial Product-Service System Performance Management”, *Procedia CIRP*, Vol. 30, pp. 457-461.

- Mourtzis, D., Boli, N. and Fotia, S. (2017b), “Knowledge-based estimation of maintenance time for complex engineered-to-order products based on KPIs Monitoring: a PSS Approach”, *Procedia CIRP*, Vol. 63, pp. 236-241.
- Mourtzis, D., Fotia, S. and Vlachou, E. (2016c), “PSS Design Evaluation via KPIs and Lean Design assistance supported by Context Sensitivity tools”, *Procedia CIRP*, Vol. 56, pp. 496-501.
- Mourtzis, D., Fotia, S. and Vlachou, E. (2017c), “Lean rules extraction methodology for lean PSS design via key performance indicators monitoring”, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 42, pp. 233-243.
- Mourtzis, D., Fotia, S., Gamito, M., Neves-Silva, R., Correia, A., Spindler, P., Pezzotta, G. and Rossi, M. (2016b), “PSS Design Considering Feedback from the Entire Product-Service Lifecycle and Social Media”, *Procedia CIRP*, Vol. 47, pp. 156-161.
- Mourtzis, D., Fotia, S., Vlachou, E. and Koutoupes, A. (2017a), “A Lean PSS design and evaluation framework supported by KPI monitoring and context sensitivity tools”, *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 5, pp. 1-15.
- Mourtzis, D., Papathanasiou, P. and Fotia, S. (2016a), “Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry”, *Procedia CIRP*, Vol. 50, pp. 198-203.
- Nemoto, Y., Akasaka, F. and Shimomura, Y. (2015), “A framework for managing and utilizing product–service system design knowledge”, *Production Planning & Control*, Vol. 26, No. 15, pp. 1278–1289.
- Nepal, B. P., Yadav, O.P. and Solanki, R. (2011), “Improving the NPD Process by Applying Lean Principles: A Case Study”, *Engineering Management Journal*, Vol. 23, No. 1, pp. 52-68.
- Neves-Silva, R., Pina, P., Spindler, P., Pezzotta, G., Mourtzis, D., Lazoi, M., Ntalaperas, D. and Campos, A.R. (2016), “Supporting context sensitive lean product service engineering”, *Procedia CIRP*, Vol. 47, pp. 138-143.
- Oppenheim, B.W. (2004), “Lean Product Development Flow”, *Systems Engineering*, Vol. 7, No. 4, pp. 352-376.

- Pacheco, D.A.J., Caten, C.S., Navas, H.V.G., Jung, C.F., Cruz-Machado, V. and Lopes, G.H.N. (2016), "Systematic eco-innovation in Lean PSS environment: an integrated model", *Procedia CIRP*, Vol. 47, pp. 466-471.
- Pagani, R.N., Kovaleski, J.L. and Resende, L.M. (2015), "Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication", *Scientometrics*, Vol. 105, pp. 2109-2135.
- Papadopoulou, T.C. and Ozbayrak, M. (2005), "Leanness: experiences from the journey to date", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 16 No. 7, pp. 784-807.
- Pawar, K.S., Beltagui, A. and Riedel, J.C.K.H. (2009), "The PSO triangle: designing product, service and organisation to create value", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29, No. 5, pp. 468-493.
- Pérez, L., Paulino, V.D.S. and Cambra-Fierro, J. (2017), "Taking advantage of disruptive innovation through changes in value networks: insights from the space industry", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 22, No. 2, pp.97-106.
- Rauch, E., Dallasega, P. and Matt, D.T. (2016), "The way from Lean Product Development (LPD) to Smart Product Development (SPD)", *Procedia CIRP*, Vol. 50, pp. 26-31.
- Resta, B., Powell, D., Gaiardelli, P. and Dotti, S. (2015), "Towards a framework for lean operations in product-oriented product service systems", *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 9, pp. 12-22.
- Rodrigues, V.P., Pigosso, D.C.A. and McAloone, T.C. (2016), "Process-related key performance indicators for measuring sustainability performance of ecodesign implementation into product development", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 139, pp. 416-428.
- Romero, D. and Rossi, M. (2017), "Towards Circular Lean Product-Service Systems", *Procedia CIRP*, Vol. 64, pp. 13-18.
- Rousseau, D.M., Manning, J. and Denyer, D. (2008), "Evidence in management and organizational science: assembling the field's full weight of scientific knowledge through syntheses", *The Academy of Management Annals*, Vol. 2, No. 1, pp.475-515.

- Salgado, E.G., Dekkers, R. (2017), “Lean Product Development: Nothing New Under the Sun?”, *International Journal of Management Reviews*, Vol. 0, pp. 1-31.
- Sanders, N. and Premus, R. (2005), “Modeling the relationship between firm IT capability, collaboration, and performance”, *Journal of Business Logistics*, Vol. 26 No. 1, pp. 1-23.
- Sassanelli, C., Pezzotta, G., Rossi, M., Terzi, S. and Cavalieri, S. (2015), “Towards a Lean Product Service Systems (PSS) Design: state of the art, opportunities and challenges”, *Procedia CIRP*, Vol. 30, pp. 191-196.
- Schaltegger, S. and Wagner, M. (2011), “Sustainable Entrepreneurship and Sustainability Innovation: Categories and Interactions”, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 20, pp. 222–237.
- Schenkel, M., Caniëls, M.C.J., Krikke, H., van der Laan, E. (2015), “Understanding value creation in closed loop supply chains – Past findings and future directions”, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 37, No. 3, pp. 729-745.
- Schulze, A., Schmitt, P., Heinzen, M., Mayrl, P., Heller, D. and Boutellier, R. (2013), “Exploring the 4I framework of organisational learning in product development: value stream mapping as a facilitator”, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 26, No. 12, pp. 1136-1150.
- Siyam, G.I., Wynn, D.C. and Clarkson, P.J. (2015), “Review of Value and Lean in Complex Product Development”, *Systems Engineering*, Vol. 18, No. 2, pp. 192-207.
- Soosay, C.A., Hyland, P.W. and Ferrer, M. (2008), “Supply chain collaboration: capabilities for continuous innovation”, *Supply Chain Management – An International Journal*, Vol. 13 No. 2, pp. 160-169.
- Talbot, S., Lefebvre, E. and Lefebvre, L. (2007), “Closed-loop supply chain activities and derived benefits in manufacturing SMEs”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 18, No. 6, pp. 627-658.
- Tischner, U. and Vezzoli, C. (2009), “Product-service systems; tools and cases, design for sustainability (D4S): a step-by-step approach”, *United Nations Environment Program (UNEP)*, Delft, May 27-29, pp. 95-103.

- Tortorella, G.L., Marodin, G.A., Fettermann, D.C. and Fogliatto, F.S. (2015), "Relationships between lean product development enablers and problems", *International Journal of Production Research*, Vol. 54, pp. 2837-2855.
- Tranfield, D., Denyer, D. and Smart, P. (2003), "Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review", *British Journal of Management*, Vol. 14, pp. 207-222.
- Tukker, A. (2004), "Eight Types of Product–Service System: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet", *Business Strategy and the Environment*, Vol. 13, pp. 246-260.
- Valkokari, K., Valkokari, P., Palomäki, K., Uusitalo, T., Reunanen, M., Macchi, M., Rana, P. and Liyanage, J.P. (2014), "Road-mapping the business potential of sustainability within the European manufacturing industry", *Foresight*, Vol. 16, No. 4, pp. 360-384.
- Vasantha, G., Roy, R., Lelah, A. and Brissaud, D. (2012), "A review of product-service systems design methodologies", *Journal of Engineering Design*, Vol. 23, No. 9, pp.635-659.
- Verrier, B., Rose, B. and Caillaud, E. (2016), "Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 116, No. 1, pp. 150-156.
- Wang, L., Ming, X.G., Kong, F.B., Li, D. and Wang, P.P. (2012), "Focus on implementation: a framework for lean product development", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 23, No. 1, pp. 4-24.
- Ward, A.C. (2007), *Lean Product and Process Development*, Lean Enterprise Institute, Cambridge, MA.
- Welo, T. and Ringen, G. (2015), "Investigating Lean development practices in SE companies: A comparative study between sectors", *Procedia Computer Science*, Vol. 44, No. 1, pp. 234-243.
- Welo, T., Olsen, T.O. and Gudem, M. (2012), "Enhancing product innovation through a customer-centered, Lean framework", *International Journal of Innovation and Technology Management*, Vol. 9, No. 6, pp. 1-28.
- Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D. (1991), *The Machine that Changed the World*, HarperCollins, New York, NY.

- Yang, M., Evans, S., Vladimirova, D., Rana, P. (2017), “Value uncaptured perspective for sustainable business model innovation”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 140, pp. 1794-1804.
- Zhang, Y., Ren, S., Liu, Y., Sakao, T. and Huisingh, D. (2017), “A framework for Big Data driven product lifecycle management”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 159, No. 1, pp. 229-240.
- Zhu, H., Gao, J. and Cai, Q. (2015), “A product-service system using requirement analysis and knowledge management technologies”, *Kybernetes*, Vol. 44, No. 5, pp. 823-842.
- Zhu, H., Gao, J., Li, D. and Tang, D. (2012), “A Web-based Product Service System for aerospace maintenance, repair and overhaul services”, *Computers in Industry*, Vol. 63, pp. 338-348.
- Zine, P.U., Kulkarn, M.S., Ray, A.K. and Chawla, R. (2016), “A conceptual framework for product service system design for machine tools”, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 23, No. 5, pp. 1227-1248.

3. ARTIGO 2: FRAMEWORK PARA SELEÇÃO DE PRÁTICAS LEAN NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS: O ESTUDO DE CASO DE UMA AGROINDUSTRIAL BRASILEIRA

Artigo submetido ao **Journal of Cleaner Production** (Qualis A1; Fator de Impacto 5.715) em 15/11/2017, retornou com Minor Revision 17/12/2017, resubmetido 15/01/2018, retornou com Minor Revision 17/02/2018 e resubmetido 23/02/2018, o qual retornou com outra Minor Revision 19/03/2018 e resubmetido 21/03/2018. Em processo de avaliação final.

Abstract: A literatura apresenta diferentes formas de melhorar o desempenho do processo de desenvolvimento de produtos visando inovação e sustentabilidade. Para tanto, os princípios *Lean* são amplamente disseminados como meio de eliminação de desperdícios, proposição de valor e melhoria contínua no desenvolvimento de produtos. No entanto, operacionalizar a adoção de tais princípios requer conhecimento das práticas adequadas para cada etapa e a tipologia do Lean Product Development. A literatura apresenta práticas e ferramentas focadas especificamente no *Lean*, porém não existe um processo de desenvolvimento de produtos com uma visão sistêmica do processo. O objetivo deste estudo é preencher essa lacuna, propondo um *framework* com ferramentas e práticas a serem implementadas no *Lean Product Development* e oferece um guia personalizável para implementar o *framework*. As ferramentas e práticas que abordam o *Lean Product Development* foram divididas em fases, resultando em 17 estudos e 42 ferramentas/práticas. Aplicou-se o *framework* proposto ao caso de uma agroindústria de processamento de frutas para desenvolver de forma sustentável uma solução inovadora (Amido Modificado Catiônico, Aniônico, Hidrofóbico em forma de Pré-Gel) para preservação de frutos e eliminação de desperdícios durante o processo de desenvolvimento do produto. O desenvolvimento deste produto foi apoiado por práticas e ferramentas Lean, oferecendo conhecimento reutilizável, que preservou os frutos pelo dobro do prazo de validade. A solução proposta apresentou uma preservação de 56 dias, obtendo um rendimento 25% maior em comparação com a melhor solução de conservação atual (dióxido de enxofre). Além de eliminar a necessidade de compra de um novo equipamento, pois compreende um processo similar ao já existente no processamento de frutas.

Key Words: New Product Development; Lean Product Development; Lean Practices; Sustainable Product; Agro-industrial.

3.1. INTRODUÇÃO

O sucesso das organizações depende do número de produtos de sucesso que elas inserem no mercado (Hu et al., 2017). Buscando competitividade, muitas empresas adotaram estratégias de inovação com foco em atividades inovadoras, altamente qualificadas e de grande valor (Marcon et al., 2017; Zhang et al., 2017). O desenvolvimento de produtos (DP) está entre essas atividades que fornece produtos com recursos, funções e tecnologias que contribuem para satisfazer as necessidades dos clientes (Dobrotă e Dobrotă, 2018; Fraccascia et al., 2018). Neste contexto, por se caracterizarem pela produção impulsionada, as indústrias agrícolas apresentam dificuldades de inovação devido ao fato de seus produtos serem derivados da agricultura e da pecuária (Nagaratnam et al., 2016). Essas empresas sofrem uma gama crescente de pressões corporativas que afetam diretamente suas operações de manufatura (Bolaji et al., 2018).

O foco no valor e na eliminação de desperdícios durante os processos de produção propostos pelos princípios do *Lean Manufacturing* é amplamente conhecido (Ward, 2007; Verrier et al., 2016; Kurilova-Palisaitiene et al., 2018). Fercoq et al. (2016) afirmou que a implementação *Lean* é um processo natural na evolução do nível de maturidade das empresas, uma vez que agrega benefícios e elimina os desperdícios. No entanto, Morgan e Liker (2006) relatam que a abordagem *Lean* pode ser ampliada além do foco na melhoria de processos e operações de manufatura através da aplicação de princípios *Lean*, em áreas como *Lean Innovation* (Hoppmann et al., 2011; Welo et al., 2012), *Lean Startup* (Bajwa et al., 2016; Baldassare et al., 2017) e *Lean Product Development* (Gudem et al., 2014; Welo e Ringen, 2015).

Os defensores da abordagem *Lean* já enfatizaram o uso da metodologia em organizações distintas, no entanto, as empresas ainda lutam para adaptar os princípios que foram inicialmente projetados para organizações de manufatura para diferentes contextos e objetivos (Alhuraish et al., 2017). Neste contexto, é relevante destacar a aplicação do *Lean* no Desenvolvimento de Novos Produtos (*New Product Development* - NPD) como um novo nível de melhoria no gerenciamento de processos das empresas, que foi denominado *Lean Product Development* (LPD). Os principais tópicos da LPD abordados pelos autores identificados na literatura foram: desperdícios em processos de DP (Nepal et al., 2011; Lidlöf et al., 2013), ferramentas e técnicas para LPD (Letens et al., 2011; Hoppmann e cols. , 2011; Tyagi et al., 2015) e barreiras de LPD (León e Farris, 2011).

Na literatura, poucos trabalhos forneceram uma abordagem mais sistêmica, indicando ferramentas e práticas *Lean* no NPD. A aplicação de ferramentas e práticas é uma forma de implementar princípios e práticas *Lean* no NPD. Tal fato é apoiado por vários autores (Haque e James-Moore, 2004; Cooper e Edgett, 2008; Letens et al., 2011). Assim, este estudo propõe um *framework* com ferramentas e práticas a serem implementadas em todo o LPD. Além disso, este estudo oferece um guia personalizável para a aplicação da estrutura em diferentes tipologias de projeto. As principais contribuições deste estudo são bidirecionais, a saber: (i) fornecer um guia para permitir que as equipes selecionem práticas de LPD para casos específicos; e, (ii) a aplicação empírica do *framework* proposto em um caso real de LPD para fornecer evidências de sua robustez e aplicabilidade em cenários reais.

Diferentemente das empresas fabricantes, especialmente as automotivas, as empresas agroindustriais ainda realizam alguns processos artesanais (Nuhoff-Isakhanyan et al., 2017). As pesquisas nessa área ainda apontam para diversas oportunidades voltadas à sustentabilidade, principalmente em novas versões de processos e inovações de produtos com

menor uso de recursos naturais (Skoronski et al., 2016; Souza e Alves, 2018). Este estudo de caso traz a perspectiva Lean de eliminação de desperdícios e o foco no valor para o desenvolvimento de uma solução que preserva as propriedades dos frutos por períodos mais longos, evitando o desperdício de frutas. O resultado da aplicação da estrutura LPD em uma empresa de processamento de frutas levou ao desenvolvimento de um amido modificado que é uma inovação agroindustrial com características não tóxicas e biodegradáveis por meio de uma modificação química, física enxertada no amido de mandioca natural (BeMiller and Whistler, 2009).

Em suma, após esta introdução, este estudo apresenta a definição de LPD, práticas e modelos de referência da revisão de literatura na Seção 2. Posteriormente, na Seção 3, é discutido os métodos utilizados para o desenvolvimento da estrutura de LPD e as etapas do estudo de caso são explicadas. A seção 4 descreve a aplicação da estrutura de LPD ao desenvolvimento de uma solução inovadora para preservar frutas e eliminar desperdícios durante o processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa de processamento de frutas. Finalmente, a Seção 5 explica as implicações gerenciais da estrutura de LPD proposta por este estudo e, a Seção 6 conclui com um resumo dos resultados e apresenta as limitações e sugestões para estudos futuros.

3.2. REVISÃO DA LITERATURA

O NPD tradicional apresenta vários tipos de desperdícios (Ulrich e Eppinger, 2015). Para otimizar o NPD, os princípios *Lean* podem ser usados na identificação de valor, fluxo de valor, eliminação de desperdícios e melhoria contínua. A solução que torna o desenvolvimento de produtos mais sustentável foi denominada LPD (Haque and James-Moore, 2004). O LPD compreende um conjunto de ferramentas e práticas que devem ser

projetadas para executar de forma consistente as atividades de DP de maneira eficiente e eficaz, através da criação de conhecimento reutilizável (Hines et al., 2006; Ward, 2007). Nesse sentido, a LPD é uma oficina de conhecimento e, como tal, pode ser continuamente aprimorada por meio do uso de ferramentas adaptáveis aos processos de fabricação repetitiva, a fim de eliminar desperdícios e sincronizar as atividades com defeito (Rauniar e Rawski, 2012).

Rossi et al. (2012) sugeriram uma metodologia de cinco etapas para melhorar um processo de LPD existente: (i) identificar e avaliar desperdícios, (ii) priorizar desperdícios, (iii) analisar a situação atual no nível de subprocesso, (iv) analisar a situação crítica dos subprocessos, e (v) implementar ações corretivas. Em relação à estrutura da LPD, Womack et al. (1991) identificaram quatro características principais da LPD, a saber: liderança, trabalho em equipe, comunicação e desenvolvimento simultâneo. Da mesma forma, Morgan e Liker (2006) descreveram uma abordagem sistêmica para LPD em que treze princípios são distribuídos em três subsistemas (processos, pessoal qualificado e ferramentas e tecnologias) que interagem constantemente entre si. Segundo os autores, a aplicação bem-sucedida desses princípios permite alcançar resultados sustentáveis que irão apoiar a vantagem competitiva da empresa.

Vários métodos têm sido propostos para melhorar o processo convencional de DP, no entanto, tais métodos não correspondem às melhorias inovadoras observadas na LPD (Morgan e Liker, 2006; Letens et al., 2011). A aplicação do LPD se concentra em sugerir soluções e contramedidas baseadas na análise de desperdícios e perdas no processo atual de desenvolvimento de produtos (Hines et al., 2006; Johansson e Sundin, 2014). No entanto, ferramentas e técnicas focadas na integração e coordenação do desenvolvimento do produto

são essenciais para melhorar o fluxo interno da empresa como um todo (Letens et al., 2011; Rauniar e Rawski, 2012).

Quanto às práticas *Lean*, Ciccullo et al. (2018) relatou que a literatura é rica em contribuições notáveis que definem os pilares do *Lean Manufacturing*. Wang et al. (2012) afirmou que há três aspectos principais necessários para estabelecer o LPD: (i) experiência para coleta de design e ferramentas / técnicas de *feedback*, (ii) design de produto, ferramentas e técnicas de desenvolvimento, e (iii) engenheiro chefe e ferramentas de organização/técnicas. Womack et al. (1991) identificaram um conjunto das principais práticas de LPD, a saber, a existência de gerentes de projeto, equipes multifuncionais, engenharia concorrente baseada em conjuntos e tomada de decisão envolvendo todos os membros da equipe. A Tabela 6 apresenta a frequência das ferramentas e práticas de LPD abordadas por 17 autores que propuseram estruturas estruturadas de LPD, que foram essenciais para o desenvolvimento de um novo *framework*. Na última coluna à direita, informamos o número de vezes que cada ferramenta é usada nos artigos selecionados.

Tabela 5 – Práticas do *Lean Product Development*

Práticas LPD	Ward et al. (1995)	Sobek et al. (1998)	Sobek et al. (1999)	Kennedy (2003)	Oliver et al. (2004)	Haque and James-Moore (2004)	Kato (2005)	Morgan and Liker (2006)	Ward (2007)	Cooper and Edgett (2008)	Kennedy et al. (2008)	Oehmen and Rebenich (2010)	Bergmann (2010)	Oppenheim et al. (2011)	Letens et al. (2011)	Khan et al. (2011)	Wang et al. (2012)	Total
Chief Engineer (Shusa)	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	15
Trade-off curves	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	14
Construct Prototype	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X			X	X	X	13
Verification List	X	X	X	X		X		X	X		X		X	X				11
Report product performance	X	X	X	X					X	X		X	X	X	X		X	11
Portfolio Management			X	X	X				X	X	X	X			X	X		10
Set-Based Concurrent Engineer	X			X	X	X	X	X	X		X				X	X	X	10
Life cycle assessment		X							X	X	X		X	X	X	X	X	9
Work Breakdown Structure	X	X	X	X			X		X			X		X			X	9
A3-PDCA		X	X		X		X	X	X		X		X			X	X	9

Quality Function Deployment	X	X	X		X	X				X	X	X	8
DfX (Design for Excellence)					X	X	X	X	X		X	X	8
Stakeholder Map					X	X			X	X	X	X	7
A3 Report		X			X	X	X	X	X			X	7
Install Obeya				X		X	X	X	X			X	6
Kanban Board	X					X			X	X	X		6
Pugh Matrix			X	X		X		X				X	6
Key Process Indicators								X	X	X		X	6
Kaizen Blitz				X		X			X		X	X	5
Genchi and Genbustu to Gemba				X		X	X		X			X	5
Report Discontinuation Product	X							X	X	X	X		5
Nemawashi			X			X			X			X	4
Functional Modeling	X	X				X						X	4
Value Engineer	X		X			X							4
Hansei						X		X	X			X	4
Failure Mode and Effect Analysis						X			X	X	X	X	4
Jidoka						X			X			X	3
Just in time	X								X	X			3
Product Development Value Stream Map				X				X			X		3
SPC (Statistical Process Control)				X			X		X				3
DOE (Design of Experiments)					X			X		X			3
Poka Yoke									X	X		X	3
Identify Sensei	X						X						2
Morphological Matrix	X								X				2
Cost Modelling								X		X			2
Andon							X				X		2
SMED							X				X		2
BCG Matrix		X											1
Marketing Plan									X				1
Empathy Map	X												1
KJ Analysis												X	1
3Ps (Preparation/Product/Process)						X							1

A liderança do engenheiro-chefe é citada por 15 dos 17 autores estudados na Tabela 6. O engenheiro-chefe (Shusa) segue uma visão compartilhada da empresa e é responsável pela seleção dos projetos a serem desenvolvidos, e os produtos a serem produzidos e comercializado (Matsui et al., 2007). Deng et al. (2017) enfatizaram que a execução de curvas de *trade-off* permite que a análise de sensibilidade preveja o comportamento do sistema sob diferentes configurações, conforme citado por 14 autores.

No campo da gestão de operações, os *frameworks* são instrumentos utilizados para discutir a metodologia a ser seguida para atingir os objetivos da organização (Boone et al.,

2017). Para implementar os princípios de LPD em uma indústria, vários pesquisadores, profissionais e consultores propuseram diferentes estruturas estruturadas para organizar o processo de desenvolvimento de produtos *Lean*. Essas estruturas fornecem suporte para atingir as metas organizacionais no campo de desenvolvimento de produtos e para atender às necessidades dos consumidores. A Tabela 7 apresenta as fases do LPD citadas pelos autores que introduziram tais fases nos estudos analisados.

Tabela 6 - Lean Product Development Phases

LPD phases	Ward et al. (1995)	Sobek et al. (1998)	Sobek et al. (1999)	Kennedy (2003)	Oliver et al. (2004)	Haque and James-Moore (2004)	Kato (2005)	Morgan and Liker (2006)	Ward (2007)	Cooper and Edgett (2008)	Kennedy et al. (2008)	Oehmen and Rebenitch (2010)	Bergmann (2010)	Oppenheim et al. (2011)	Letens et al. (2011)	Khan et al. (2011)	Wang et al. (2012)	Total	
Strategies and Portfolio	X		X					X	X	X		X	X	X	X	X	X	11	
Project Management										X	X		X		X	X	X	6	
Needs and Requirements	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17
Concept System	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13
Detailed Project				X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	11	
Testing and Validation	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	15
Manufacturing	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17
Product Launch			X	X		X	X	X			X	X			X	X	X	10	
Monitoring and Discontinuity						X		X		X		X			X	X	X	7	

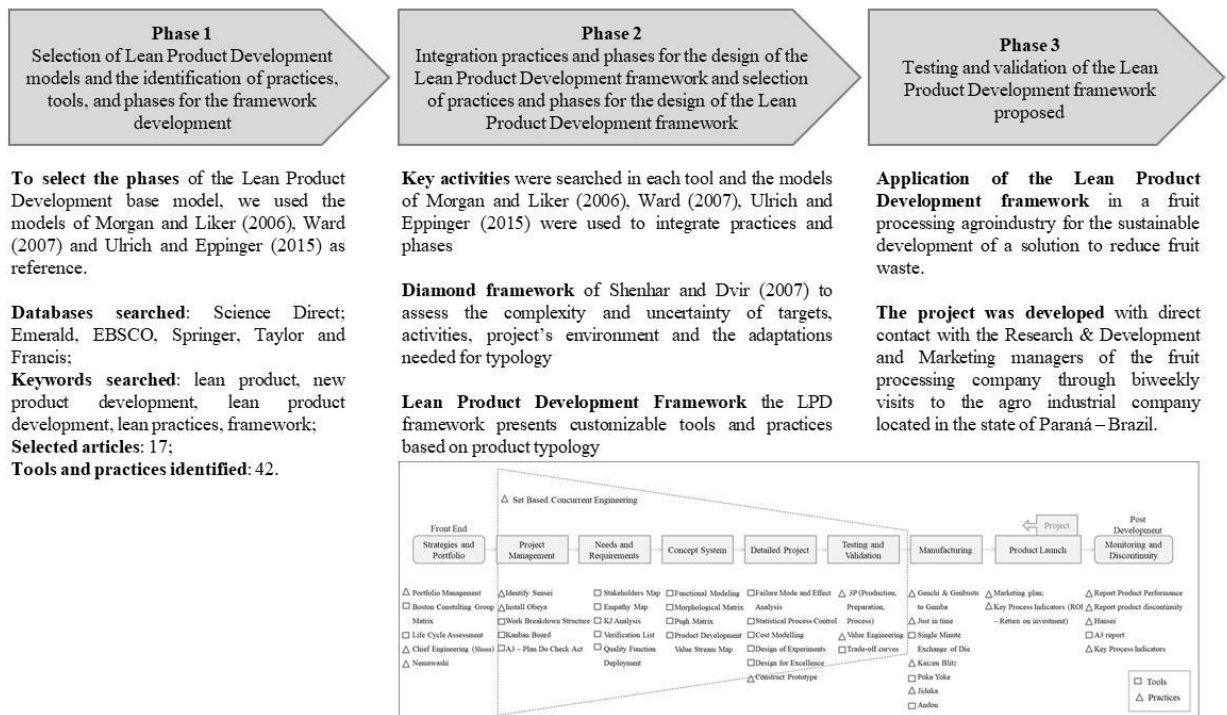
As Necessidades e Requisitos e as fases de Manufatura foram utilizadas por 17 autores, seguidos da fase de Testes e Validação (15 autores). As fases propostas nos modelos de processos de LPD analisados (Tabela 7) servem de base para conectar as práticas e ferramentas (Tabela 4) dentro do arcabouço apresentado neste estudo.

3.3. MÉTODO

Para a integração de práticas e fases, buscaram-se as principais atividades em cada ferramenta. Também usamos os modelos de Morgan e Liker (2006) [LPD], Ward (2007) [LPD] e Ulrich e Eppinger (2015) [NPD] como base. Para a seleção das práticas de LPD,

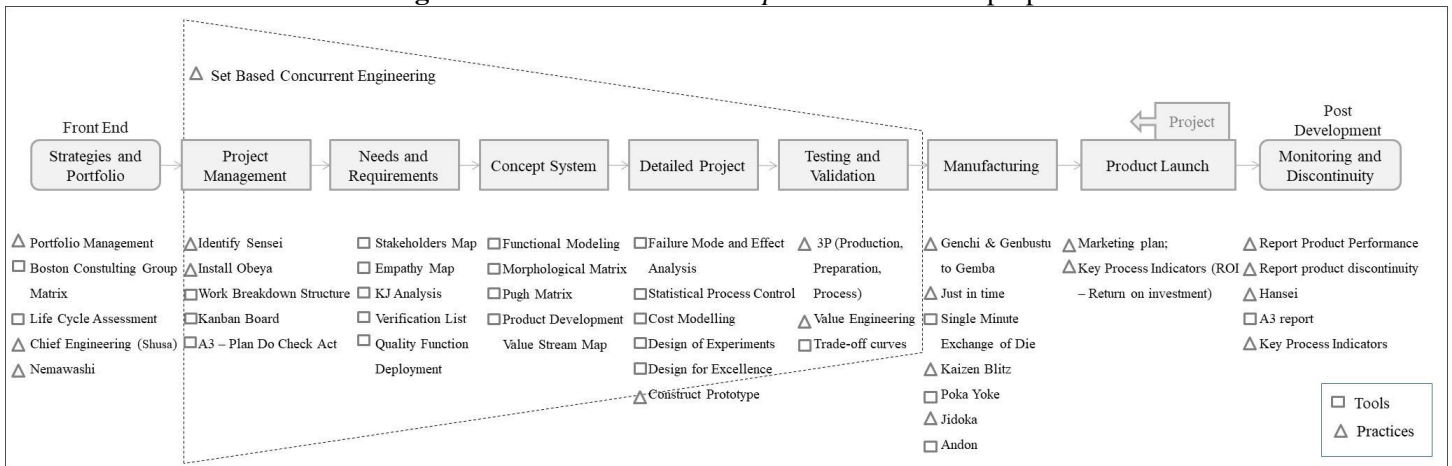
utilizou-se o *framework* Diamante de Shenhar e Dvir (2007), que, através do conjunto de dimensões, avalia a complexidade e a incerteza de metas, atividades e o ambiente onde o projeto está inserido e, assim, adapta-o à tipologia necessária. A Figura 8 apresenta a sequência metodológica seguida por este estudo, bem como a descrição de cada etapa.

Figura 8 – Research design and methodological steps



Com base nos autores apresentados na Tabela 6 e 7, desenvolveu-se um *framework* de LPD personalizável agrupando fases, ferramentas e práticas semelhantes anteriormente citadas. O resultado compreende três fases macro e nove fases, a saber: Front End (Estratégias e Portfólio), Projeto (Gerenciamento de Projetos, Necessidades e Requisitos, Sistema Conceitual, Projeto Detalhado, Testes e Validação, Fabricação e Lançamento de Produtos) e Pós-Desenvolvimento (Monitoramento e Descontinuidade). Como mostra a Figura 9, o *framework* LPD apresenta ferramentas e práticas customizáveis baseadas na tipologia do projeto.

Figura 9- Lean Product Development Framework proposto



Os processos detalhados do *framework* LPD, juntamente com as principais atividades, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 7- Associação de práticas e ferramentas para as fases do LPD

Phase	Main Activities
Strategies and Portfolio	To select possible projects (Portfolio Management); to evaluate the projects to be developed (BCG Matrix); to quantify the product's environmental impacts (Life Cycle Assessment); to choose the best projects to be developed (Chief Engineering); to establish the basis of the projects' propositions (Nemawashi)
Project Management	To identify the project leader (Identify sensei); To install a big project room (Install obeya); To subdivide the deliverables (Work Breakdown Structure); To optimize workflow (Kanban Board); To identify the premises and the solutions (A3-PDCA)
Needs and Requirements	To map the stakeholders involved (Stakeholder Map); To determine stakeholders' needs (Empathy Map); To group information based on affinity (KJ Analysis); To design a checklist for easy data collection (Verification list); To quantify the requirements that meet consumers' needs (Quality Function Deployment)
Concept System	To define the function of system's internal processes with the aid of data flow diagrams (Functional Modelling); To develop sets of concepts with alternatives (Morphological Matrix); To compare several concepts and choose the best one (Pugh Matrix); To assess product value stream and its takt time (Product Development Value Stream Mapping)
Detailed Project	To systematize a group of activities to detect possible failures and evaluate their effects on the project/process (Failure Mode and Effect Analysis); To monitor and control the projects in order to obtain a product in conformance (Statistical Process Control); To reduce costs and estimate elements with validated principles (Cost Modelling); To plan the experiments in order to define data to be collected in a given experiment enabling higher statistical precision and lower costs (Design of Experiments); To define the design for each sector of the project development (Design for Excellence); To develop the prototype in a practical and intelligent manner (Construct Prototype)
Testing and Validation	To design an experiment with the project team and to arrange the production process to assess the best project according to lead time, productivity, safety, and cost aspects (3 P's – Presentation, Practice, and Production); To apply value engineering concepts to attain the highest product value at the lowest cost (Value Engineering); To analyze interaction charts to evaluate the best project (Trade-off curves); The Shusa must choose the best project.
Manufacturing	Sensei and their team must tour the shop floor to identify problems in the source (Genchi and Genbutsu to Gemba); To determine what must be produced, transported and bought in the right time (Just in Time); To reduce equipment setup time, minimizing unproductive periods in the Gemba (Single Minute Exchange of Die); To gather employees of several

	sectors during a week in order to identify and improve processes (Kaizen Blitz); To implement foolproof mechanisms to avoid errors and defects in the production process and in the execution of activities (Poka Yoke); Process automation where the operator controls the gemba (Jidoka); Signs of process productivity and process failures (Andon)
Product Launch	To develop the sales, distribution and market launch plan (Marketing plan); Assess return on Investment (Key Process Indicators – Return of Investment); Product Launch
Monitoring and Discontinuity	To describe the product's market performance (Report Product Performance); To register the product life plan for discontinuity (Report Product Discontinuity); To reflect on the project to admit errors (Hansei); To fill in the A3 report based on the hansei and to propose solutions to the problems and the key results (A3-Report); To measure the LPD performance indicators (Key Process Indicators)

Analisando a Tabela 8, observa-se que as principais atividades dependem do tipo projeto/produto, onde são apresentadas as atividades a serem realizadas em cada fase do *framework* do LPD. As entregas do *framework* são as seguintes: o produto a ser desenvolvido, o lançamento do produto e a descontinuidade do produto. Projetos que usam a abordagem de engenharia simultânea baseada em concorrência (SBCE) devem ser desenvolvidos projetos simultaneamente, desde as fases de gerenciamento de projetos até as fases de teste e validação.

Existem tipologias de projeto para avaliar quais práticas e ferramentas devem ser utilizadas nos projetos a serem desenvolvidos. O *Framework* Diamante de Shenhar e Dvir (2007) é um *framework* composto por quatro eixos/dimensões que compreendem três ou quatro tipos de projetos, sendo eles: Novidade (derivativo, plataforma ou inédito), Tecnologia (baixa, média, alta, superalta), Complexidade (conjunto, sistema, grupo) e Passo (regular, rápido/competitivo, tempo-crítico e urgente). Os tipos de projeto são marcados nos semi-eixos de um plano cartesiano, onde cada tipo de projeto se refere a uma dimensão, formando um diamante.

Várias características definem o tipo de projeto, este estudo considerará as variáveis do *Framework* Diamante propostas por Shenhar e Dvir (2007), onde os autores propõem uma

visão multidimensional para adaptar o modelo de referência às singularidades de cada projeto. O conjunto de dimensões avalia a complexidade e as incertezas das metas, atividades e ambiente em que o projeto está inserido.

Para o teste do *framework*, buscamos uma agroindústria interessada em desenvolver produtos de forma sustentável. Uma empresa beneficiadora de frutas com problemas de desperdícios de frutas foi selecionada. Entramos em contato diretamente com o CEO da empresa, que demonstrou interesse em implementar a abordagem Lean no processo de desenvolvimento de produtos. Realizamos uma entrevista não estruturada para mapear o processo atual, identificar os problemas e propor contramedidas para o projeto.

3.4. RESULTADOS

3.4.1. Introdução ao estudo de caso e ao *framework* LPD proposto

O estudo de caso é derivado de um projeto para testar o *framework* LPD em uma beneficiadora de frutas no estado do Paraná. A empresa é responsável pelo processamento de aproximadamente 200 mil toneladas de alimentos por ano, sendo 155 mil toneladas de frutas e 45 mil toneladas de hortaliças.

O portfólio da empresa é composto por projetos de produção e transporte de frutas e vegetais. Essa agroindústria buscou implementar a abordagem Lean em seus processos de fabricação e em seus processos de desenvolvimento de produtos de forma sustentável.

Atualmente, a preservação de frutas elaboradas pela empresa segue um processo de higienização com Hipoclorito de Sódio (NaClO) e a aplicação de um amido natural de mandioca, ambos cozidos em solução a 10% em água. No entanto, esse é um processo ineficiente, já que a empresa tem uma taxa de desperdício de 31%. A demanda por um

produto que elimina o desperdício de frutas se justifica, pelo fato do Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com uma produção estimada de 44 milhões de toneladas em 2017. Além disso, estima-se que 40% da produção de frutas se deteriorará antes consumo (IBGE, 2017).

3.4.2. Estratégias e Portfólio

Esta fase tem como objetivo descrever o portfólio de produtos da empresa e a demanda por novos produtos, além de estudar as estratégias para produtos de sucesso (Kirilova e Vaklieva-Bancheva, 2017). Como o projeto da empresa é caracterizado por um tipo de projeto de novidade da Plataforma, a Matriz Boston Consulting Group caracteriza-se como importante, pois posiciona produtos que já existem no mercado e futuros, com isso, mapeia oportunidades de economizar, considerando a melhor alternativa (Sobek et al. , 1998; Letens et al., 2011).

A Tabela 9 apresenta a Matriz BCG dos projetos que podem ser desenvolvidos pela empresa e o respectivo tempo de preservação de frutos proposto pelo departamento de marketing, avaliando a alternativa com o melhor desempenho.

Tabela 8 – Matriz BCG dos produtos existentes

		Quota de mercado relativo	
		Alto	Baixo
Crescimento do mercado	Alto	Amido Modificado Catiônico, Aniônico, Hidrofóbico em forma de Pré-gel (AMCAHPG) – 56 dias Dióxido Sulfúrico – 42 dias Cera com carbenzadina (0,1%) – 30/48 dias	Radiação Iônica – 35 dias Biofilme de cera de carnaúba – 35 dias
	Baixo	Biofilme de amido de pinhão – 28 dias	Biofilme de amido da fruta de logo – 21 dias

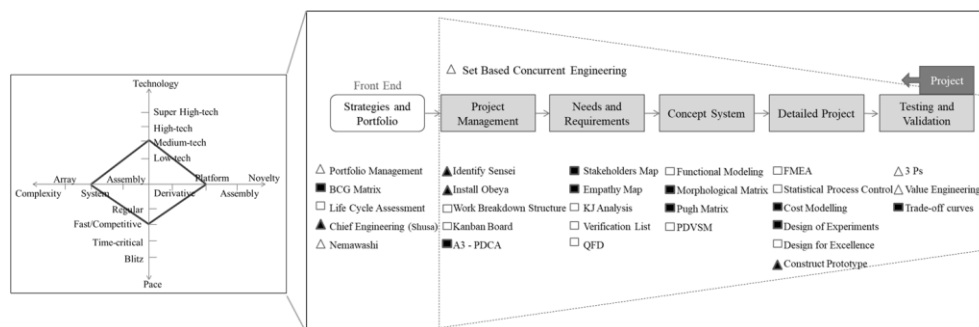
Com base na Tabela 9, a equipe de planejamento estratégico da empresa agroindustrial realizou a gestão do portfólio (Oehmen e Rebentich, 2010; Letens et al., 2011), onde selecionaram o método de conservação através do Amido Modificado Catiônico, Aniônico,

Hidrofóbico em forma de Pré-Gel (AMCAHPG) devido à sua maior participação relativa de mercado e considerando que em experimentos anteriores o método preservou a fruta pelo maior período de tempo (56 dias). A minuta deste estudo definiu esse tipo de método de preservação por apresentar viabilidade financeira e pela similaridade com o atual método de aplicação do biofilme de frutos utilizado pela empresa. Os outros métodos de preservação não foram escolhidos porque os processos de aplicação do filme foram diferentes dos processos atuais na empresa de processamento de frutas.

3.4.3. Gestão de Projetos

Esta etapa refere-se à aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos requisitos do projeto (Marcelino-Sabada et al., 2015). Após a escolha do produto a ser desenvolvido, aplicou-se o *Framework* Diamante para identificar a tipologia de projeto em estudo, que representa a categoria de projeto em desenvolvimento pela empresa de beneficiamento de frutas (Shenhar e Dvir, 2007). Para escolher o produto a ser manufaturado, este estudo de caso aplicou uma versão simplificada do *framework* LPD, conforme apresentado na Figura 10, onde foram selecionadas as práticas e ferramentas das fases macro *Front End* e *Project*. Para ilustrar o uso do *framework*, algumas ferramentas serão discutidas neste estudo. Escolhemos o *Front End* e algumas fases da macro fase *Project* para analisar a solução a ser fabricada.

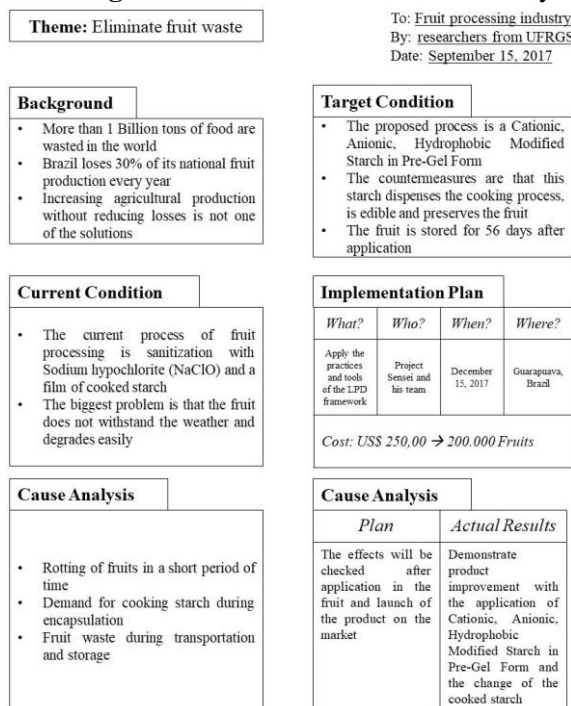
Figura 10 – Framework Diamante e ilustração da aplicação do framework LPD



O projeto de desenvolvimento de produto é classificado como plataforma em novidade e complexidade para a agroindústria, o tempo de desenvolvimento do projeto é rápido/competitivo (safras sazonais) e o produto tem nível médio de tecnologia, pois é semelhante ao processo atual da empresa biofilme de amido, de acordo com a equipe do projeto. A Figura 10 apresenta as ferramentas e práticas a serem aplicadas ao projeto da empresa de processamento de frutas. O gerente de marketing da empresa foi escolhido como o sensei devido à complexidade do sistema do projeto (Ward et al., 1995; Ward, 2007).

A sala de obeya é o local onde os membros da equipe compartilharam informações do projeto com o objetivo de auxiliar a equipe a identificar equívocos e questões multifuncionais (Kennedy, 2003; Morgan e Liker, 2006; Bergmann, 2010; Khan et al., 2011). Como a novidade do projeto foi definida como Plataforma, é essencial aplicar a ferramenta A3-PDCA (Figura 11), que é composta por sete elementos orientados pelo ciclo de aprendizagem de melhoria contínua (Kennedy et al., 2008; Khan et al., 2011; Wang et al., 2012).

Figure 11 - A3-PDCA of the case study



O A3-PDCA avaliou a questão do desperdício de frutas no Brasil e no mundo e a situação atual da empresa processadora de frutas, bem como as causas dos problemas. Além disso, propôs-se um biofilme AMCAHPG para preservação de frutos e planejou-se sua implementação.

3.4.4. Necessidades e Requisitos

Necessidades e Requisitos é uma fase que visa à compreensão das necessidades dos consumidores em requisitos técnicos, o que exige diálogo entre as diferentes equipes envolvidas (Majava et al., 2014). Como este é um projeto inovador de plataforma, é necessário desenvolver o mapa de partes interessadas para identificar as principais partes envolvidas no projeto (Haque e James-Moore, 2004; Oehmen e Rebentich, 2010) e o mapa de empatia para identificar o que o usuário é sentimento (Ward et al., 1995; Moul et al., 2012). As ferramentas são mostradas na Figura 12 e na Figura 13, respectivamente.

Figura 12 – Mapa de Stakeholders

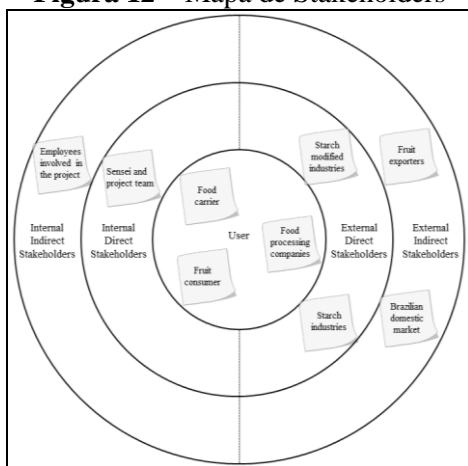
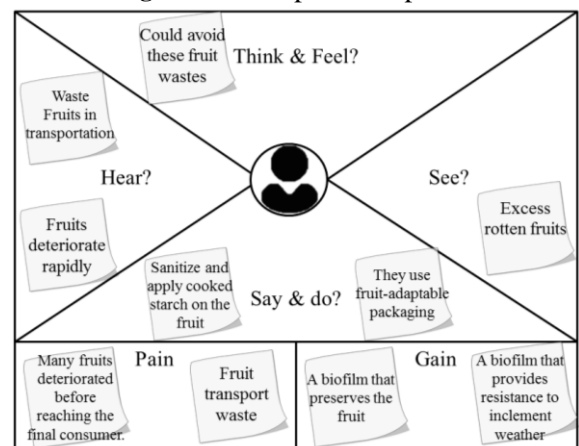


Figura 13 – Mapa de Empatia

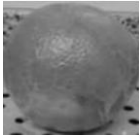










O mapa dos *stakeholders* sugere que os usuários do produto são: empresas de processamento de frutas, companhias de navegação e consumidores finais de frutas. Depois que os usuários foram reconhecidos, o mapa de empatia identificou o que os consumidores exigem de um biofilme que preserva a fruta e fornece resistência ao intemperismo.

3.4.5. Sistema Conceitual

O Sistema Conceitual avalia as necessidades e os requisitos exigidos pelos consumidores com o objetivo de comercializar o produto no prazo, dentro do orçamento e de acordo com as especificações exigidas (Bhuiyan, 2011). Como o projeto apresenta um nível de complexidade do Sistema, é importante desenvolver a matriz morfológica apresentada na Tabela 10 (Bergmann, 2010; Álvarez e Ritchey, 2015).

Tabela 9 – Matriz Morfológica

	Solução Princípio 1	Solução Princípio 2	Solução Princípio 3
Para preservar a fruta			
Para adaptar ao tipo de fruta			
Para embalar a fruta			

A matriz morfológica identificou a demanda dos usuários por preservar, embalar e se adaptar ao tipo de fruta. Portanto, como o projeto apresenta um nível de tecnologia intermediário, foi aplicada a matriz Pugh (Tabela 11), que é formada pela escala de ponderação de importância (de 1 a 5, sendo 5 muito fundamental e 1 pouco fundamental) para avaliar os requisitos do produto estabelecidos do consumidor (Ulrich e Eppinger, 2015).

Tabela 10 – Matriz Pugh

Criteria	Requirements	Importance Weight	Concept 1 (Biofilm/ Fruit without pit/ Cardboard sheets)	Concept 2 (Vacuum/ Fruit with pit/ Wrapped in paper)	Concept 3 (Preserve/ Sensitive fruit/ In boxes)
Demand from the external client	Reduced expenses with energy for refrigeration	2	1	0	1
	Ease of unpacking/unwrapping	3	1	0	-1
	Increased selling price	5	1	1	0
	Maintain flavor	4	1	1	0
	Fruit suitable for consumption	5	1	1	-1
Demand from the internal client	Supplier's availability of raw material	4	1	0	0
	Compatibility with existing processes	3	1	0	0
	Existence of a national supplier	3	1	0	0

	Small number of new items	2	1	0	-1
Demands from the intermediate client	Ease of transportation	3	1	1	0
	Ease of storage	3	1	1	0
	Adaptability to the current situations	4	1	0	-1
Costs	Comparison with the target cost	3	1	1	0
	Norm/legislation compliance	2	1	1	0
	Sum		46	25	-12

Através da Matriz Pugh, optou-se pelo Conceito 1 (Fruto sem caroço com biofilme e embalado com folhas de papelão) por apresentar a melhor avaliação e é semelhante ao existente na empresa de processamento de frutas.

3.4.6. Projeto Detalhado

A fase de Projeto Detalhado investiga a viabilidade financeira e avalia as propriedades físico-químicas dos produtos em desenvolvimento (Bhuiyan, 2011). A modelagem de custos, em que o preço e a quantidade para desenvolver um novo produto/serviço são avaliados, é necessária devido ao ritmo rápido e competitivo do projeto (Oppenheim et al., 2011; Al-Roomi et al., 2013). A Tabela 12 apresenta a modelagem de custos para produzir uma tonelada de AMCAHPG, apresentando o material necessário, as quantidades e os preços.

Tabela 11 – Modelagem de custo

Matéria Prima	Quantidade (S.I)	Preço (US\$)
Cassava Starch	869 Kg	630,85
AKD (Alkyl ketene dimmer)	100 Kg	132,20
Monochloroacetic acid	30 Kg	204,77
3-chloro 2-hydroxypropyl trimethylammonium chloride	1 L	117,94
Total 1 Ton		1.085,76

O custo para produzir uma tonelada de AMCAHPG é de US\$ 1.085,76. Este amido sofre um processo de pré-gelatinização, isentando o processo de cozimento, exigindo uma solução de H₂O de 10% a 100 m³. Esta solução pode preservar até 2 milhões de frutas.

A técnica de Projeto de Experimentos é importante para projetos de níveis intermediários de tecnologia, compreendendo uma abordagem eficiente para otimizar

processos químicos (Cooper e Edgett, 2008; Weissman e Anderson, 2015). O objetivo desta ferramenta é avaliar se a viscosidade do amido está relacionada com a modificação do tipo de amido (Fator A) e com o valor do pH do amido (Fator B). A variável de resposta do experimento é a viscosidade do amido em segundos (s).

Esta variável apresenta as características do tipo: mais estável, melhor. Essas características surgem de aplicações de amido em indústrias que exigem uma menor taxa de variabilidade (diferença absoluta entre as taxas máxima e mínima) na viscosidade da matéria-prima. Os fatores de controle são o tipo de amido (A) em dois níveis e o pH do amido (b) em 12 níveis.

Os dados de viscosidade foram recuperados com a ajuda de um copo medidor de viscosidade Ford de 5 mm e duas buretas (HCl e NaOH a 2%), ambas colocadas em um tripé para a adição das taxas de solução. O controle da variação do pH ocorreu pela adição de ± 2 mL de HCl para reduzir o pH e ± 2 mL de NaOH 2% para aumento do pH. O experimento foi realizado duas vezes e os resultados dos testes de viscosidade versus pH são apresentados na Tabela 13.

Tabela 12 - Viscosidade versus teste de pH test do amido natural e AMCAHPG

pH type	pH	Natural Starch's Viscosity (s)		CAHMSPGF's Viscosity (s)	
		Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Basic	11.				
	25	58.46	57.52	5.30	5.29
	11	61.32	60.24	5.37	5.34
	10	69.54	68.48	5.52	5.48
	9	74.61	73.54	5.88	5.83
Neutral	8	89.43	88.75	6.45	6.37
	7	102.27	101.58	6.58	6.53
Alkaline	6	122.49	121.35	6.74	6.72
	5	147.32	146.52	7.34	7.31
	4	162.46	158.14	7.40	7.41
	3	80.61	82.52	7.87	7.82
	2	63.12	65.78	8.02	7.98
	1	39.27	41.95	8.71	8.68

A Tabela 14 apresenta a ANOVA de dois fatores do experimento.

Tabela 13 - Two-way ANOVA do experimento

Variance Source	SS	Df	MS	F	p-value
Type of starch	81286.89	1	81286.89	89109.80	0.000
pH	15218.17	11	1383.47	1516.61	0.000
Interactions	14947.79	11	1358.89	1489.67	0.000
Error	21.89	24	0.91		
Total	111474.74	47			

Os dados da Tabela 14 mostram que os principais efeitos e a interação entre os tipos de amido e pH são significativos em relação à variável resposta da viscosidade (valor de $p=0,000$), ou seja, os tipos de amido são distintos. O gráfico da Figura 14 apresenta as taxas médias de viscosidade de cada nível de pH para ambos os tipos de amido. A escala no eixo horizontal é invertida para retratar a evolução do pH de básico (11,25) para ácido (1). Devido ao tipo de estudo atual e à característica “mais estável, melhor” da variável resposta, a comparação múltipla de médias foi essencial. Isso se deve ao fato de que era necessária uma análise direta da amplitude entre as taxas mínima e máxima de viscosidade do amido. Além disso, o gráfico mostra que o AMCAHPG é indicado para uso em indústrias. Devido ao fator “mais estável, melhor” da viscosidade do amido, o modelo linear simples de baixo coeficiente angular (uma ligeira inclinação da linha) explica o comportamento da viscosidade do AMCAHPG em relação à variação do pH e é o modelo desejado, uma vez que é o melhor ajuste para este fim.

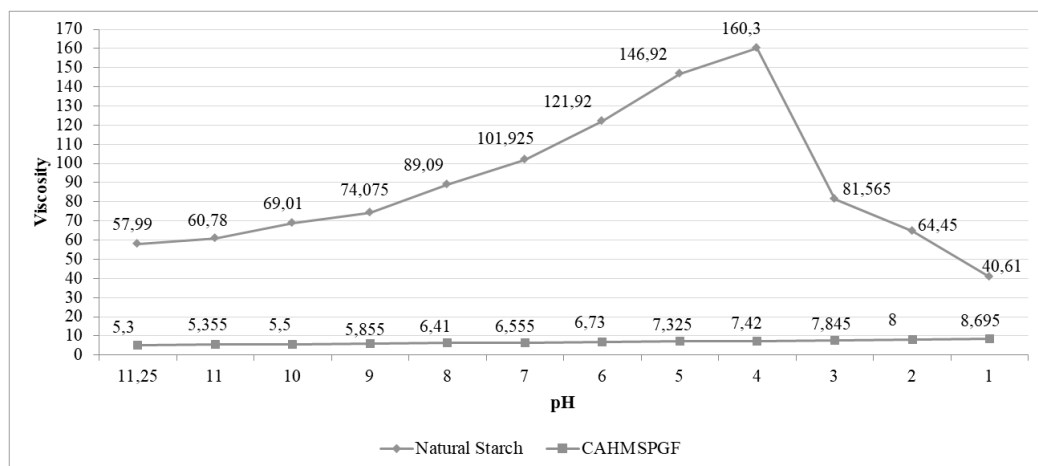






Figura 14 - As taxas médias de viscosidade de pH para o Amido Natural e o AMCAHPG

Desenvolver o protótipo do produto considera-se importante, já que o projeto é do tipo novidade da Plataforma, onde um protótipo é uma maneira de apresentar o produto em desenvolvimento da melhor maneira possível (Letens et al., 2011; Wang et al., 2012). Dois casos foram realizados para avaliar a duração da preservação da fruta (fruta sanitizada e fruta higienizada com biofilme de AMCAHPG). Para esse fim, os frutos foram higienizados com 2 mL de cloro para 1000 mL de água, e eles foram deixados em repouso por 10 minutos para secar. Em seguida, realizou-se a mistura de AMCAHPG com água (composta de 100g de amido a cada 1000 ml de água).

Em seguida, a fruta foi imersa na mistura. O revestimento da mistura foi de aproximadamente 0,1mm de espessura e os frutos foram armazenados à temperatura ambiente (25°C). O experimento foi observado diariamente ao longo de 56 dias por meio de figuras e anotações. O experimento foi realizado três vezes e está apresentado na Tabela 15.

Table 14 – Condição da fruta recém colhida e com 56 dias

Sanitized fruit		Sanitized fruit with CAHMSPGF biofilm	
Freshly harvested	After 56 days	Freshly harvested	After 56 days
			

Não houve variação considerável entre a fruta recém-colhida com o biofilme do AMCAHPG e a fruta após 56 dias, pois a camada protetora garantiu a impermeabilidade das frutas, liberando-o do contato com a umidade e outros contaminantes. No entanto, a fruta que foi apenas higienizado apresentou alterações, apodrecendo completamente, e eliminando a presença do líquido da fruta.

3.4.7. Teste e Validação

A fase de Teste e Validação investiga se o projeto em desenvolvimento irá ou não levar o produto para a fase de fabricação (Ulrich e Eppinger, 2015). As curvas de trade-off são ferramentas importantes para este projeto, uma vez que apresentam tecnologia intermediária, facilitando a decisão sobre se o produto se juntará ao processo de manufatura (Morgan e Liker, 2006; Ward, 2007). A análise físico-química foi realizada três vezes com a fruta higienizada (recém-colhido e após 56 dias) e com a fruta higienizada com biofilme de AMCAHPG (recém-colhido e após 56 dias) conforme apresentado na Tabela 15, onde a concentração de brix, densidade, massa, diâmetro e pH foram identificados. Este experimento é apresentado na Tabela 16.

Tabela 15 - Experimento com frutas higienizadas e com frutas higienizadas com AMCAHPG

Material used	Type of Analysis	Sanitized fruit		Sanitized fruit with CAHMSPGF	
		Freshly harvested	After 56 days	Freshly harvested	After 56 days
Refractometer	Brix concentration (g/ml)	10.7	*	10.18	9.32
Densitometer	Density (kg/m ³)	9.4	*	9.38	8.85
Pachymeter	Diameter (cm)	14.12	8.52	13.74	13.68
pH meter	pH (mol/L ¹)	3.59	*	3.63	4.19
Analytical Balance	Mass (g)	192.8	38.6	187.9	182.6

* Not measured since the sanitized fruit did not present any liquid after 56 days.

Os resultados mostraram que o fruto foi higienizado e perdeu 80% da massa inicial, enquanto que o fruto higienizado com o biofilme de CAHMSPGF reduziu apenas 2,82% da massa inicial. Posteriormente, como as curvas de trade-off (Figura 15) foram executadas para identificar as variações da produção físico-química do produto.

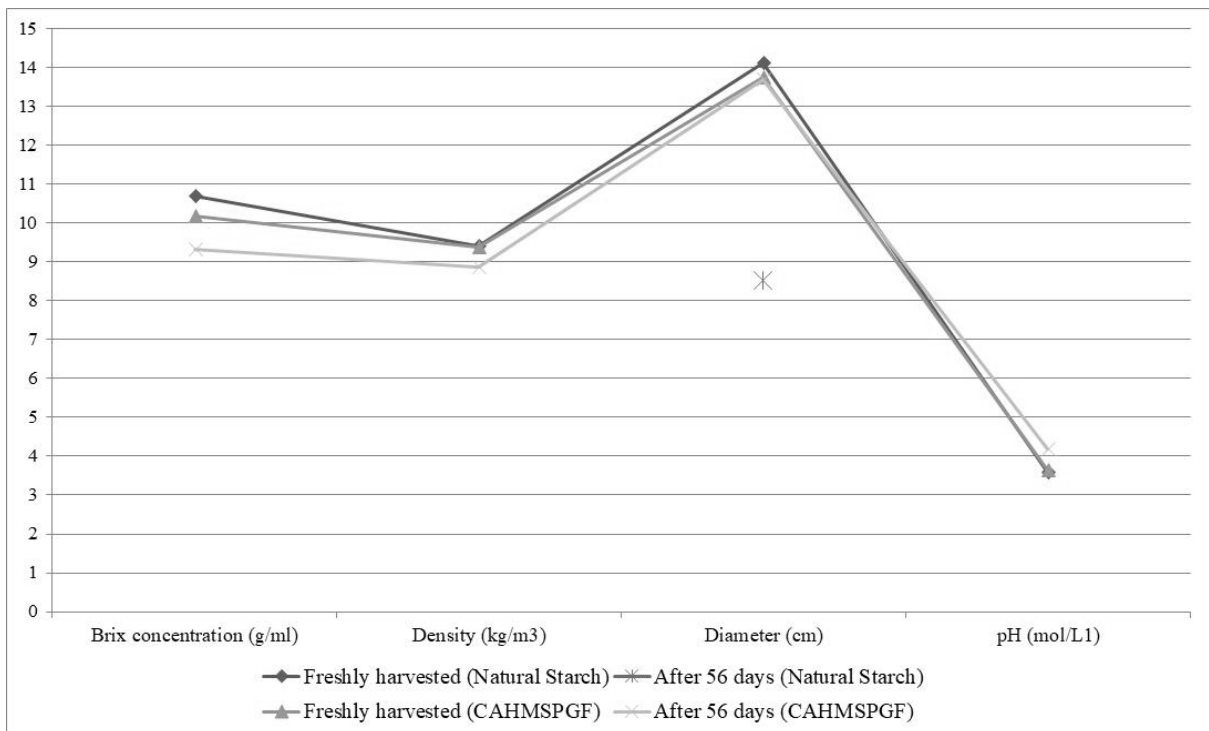


Figura 15 – Curvas de Trade-off das análises físico-químicas

A fruta higienizada com o biofilme do AMCAHPG apresentou estabilidade nas análises físico-químicas, porém a fruta higienizado após 56 dias não permitiu medir pH, densidade e concentração de brix, uma vez que o fruto não apresentou nenhum suco (líquido). Assim, os gestores decidiram escolher o CAHMSPGF para prosseguir para a fase de manufatura.

3.5. IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

O estudo de caso possibilitou o uso e aplicação do *framework* nas agroindústrias, como demonstra a adoção da empresa de processamento de frutas. Especialmente, o *framework* tem o potencial de desenvolver produtos juntamente com a metodologia Lean, contribuindo para o aumento dos benefícios econômicos da empresa de processamento de frutas e para aumentar o impacto ambiental do ciclo de vida completo do produto.

Em seguida, apresentamos as implicações para ajudar os gerentes da indústria a tomar decisões mais efetivas sobre o ciclo de vida do produto. Inicialmente, descobrimos que o *framework* de LPD proposta é adaptável ao tipo de projeto a ser desenvolvido. As empresas que pretendem desenvolver produtos podem empregar a prática *Set Based Concurrent Engineering*, desenvolvendo vários produtos em paralelo, evitando, por vezes, o retrabalho. Portanto, o *framework* proposto pode ser implementado em vários setores industriais, apoiando uma inclinação sustentável para o ciclo de vida do produto.

Após uma investigação mais profunda, o estudo de caso da empresa de processamento de frutas permite concluir que a aplicação atual do *framework* pode ser estendida para beneficiar outras empresas. De acordo com o *framework* do LPD proposto, os processos podem ser executados de maneira mais eficiente nas organizações de manufatura. Por fim, os *Shusas* de outras empresas de manufatura podem usar o *hansei* nos projetos para diagnosticar os desperdícios atuais da empresa e propor contramedidas. O *framework* proposto prevê a possibilidade de desenvolver produtos otimizados e eliminar o desperdício em empresas de manufatura. A aplicação das práticas Lean torna os processos mais experimentais e serve de exemplo para a transformação dos processos agroindustriais em direção a operações mais sustentáveis.

3.6. CONCLUSÕES

Em vista dos objetivos propostos, criou-se um *framework* com ferramentas e práticas em todo o LPD, juntamente com uma diretriz personalizável para a implementação dos princípios Lean no NPD. Essas diretrizes capacitam a equipe a selecionar práticas de acordo com a tipologia do projeto com base no *framework* Diamante. Para testar o *framework*,

aplicou-se a uma empresa de processamento de frutas para o desenvolvimento do AMCAHPG para preservação de frutas e eliminação de desperdícios.

A aplicação deste caso demonstrou a aplicação dos princípios *Lean* de valor no processo de DP. O *framework* contribuiu para a aplicação deste projeto de melhoria, desenvolvendo um novo produto similar ao existente. A viabilidade físico-química e econômica do novo produto também foi avaliada.

Este estudo contribui para o desenvolvimento de uma perspectiva didática para o processo, auxiliando na implementação do LPD, nivelando o conhecimento *Lean* e facilitando o aprendizado e a implementação sistêmica das ferramentas e práticas *Lean* aplicáveis ao processo de DP das agroindústrias e demais áreas de atuação à indústria manufatureira. Em estudos futuros, pretende-se disseminar e replicar o conhecimento tanto em agroindústrias quanto no ensino de práticas *Lean*.

AGRADECIMENTOS

The authors would like to acknowledge the financial support of CAPES - Coordination of Improvement of Higher Level Personnel and CPNq - National Council for Scientific and Technological Development.

REFERENCES

- Alhuraish, I., Robledo, C., Kobi, A., 2017. A comparative exploration of lean manufacturing and six sigma in terms of their critical success factors. *J. Clean. Prod.* 164, 325-337. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.146
- Al-Roomi, M., Al-Ebrahim, S., Buqrais, S., Ahmad, I., 2013. Cloud Computing Pricing Models: A Survey. *J. Grid Distr. Comput.* 6, 93-106. doi: 10.14257/ijgdc.2013.6.5.09
- Álvarez, A., Ritchey, T., 2015. Applications of General Morphological Analysis: From Engineering Design to Policy Analysis. *Acta Morphol. Gen.* 4, 1-40.

- Bajwa, S.S., Wang, X., Duc, A.N., Abrahamsson, P., 2016. Failures to be celebrated: an analysis of major pivots of software startups. *Empir. Softw. Eng.* 22, 2373–2408. doi: 10.1007/s10664-016-9458-0
- Baldassarre, B., Calabretta, G., Bocken, N.M.P., Jaskiewicz, T., 2017. Bridging sustainable business model innovation and user-driven innovation: A process for sustainable value proposition design. *J. Clean. Prod.* 147, 175-186. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.01.081
- BeMiller, J., Whistler, R., 2009. *Starch: chemistry and technology*. 3rd Ed. Elsevier, Amsterdam.
- Bergman, C., 2010. How lean is Swedish product development?: a study of lean practices in large Swedish companies. Thesis (Master in Mechanical Engineering). Örebro University, Örebro, Sweden, 37 p.
- Bhuiyan, N., 2011. A framework for successful new product development. *J. Ind. Eng. Manag.* 4, 746-770. doi: 10.3926/jiem.334
- Bolaji, B.O., Olanipekun, M.U., Adekunle, A.A., Adeleke, A.E., 2018. An analysis of noise and its environmental burden on the example of Nigerian manufacturing companies. *J. Clean. Prod.* 172, 1800-1806. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.007>
- Boone, C.A., Skipper, J.B., Hazen, B.T., 2017. A framework for investigating the role of big data in service parts management. *J. Clean. Prod.* 153, 687-691. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.09.201
- Ciccullo, F., Pero, M., Caridi, M., Gosling, J., Purvis, L., 2018. Integrating the environmental and social sustainability pillars into the lean and agile supply chain management paradigms: A literature review and future research directions. *J. Clean. Prod.* 172, 2336-2350. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.176
- Cooper, R.G., Edgett, S.J., 2008. Maximizing productivity in product development. *Res. Technol. Manage.* 51, 47-58.
- Deng, X., Gibson, J., Wang, P., 2017. Management of trade-offs between cultivated land conversions and land productivity in Shandong Province. *J. Clean. Prod.* 142, 767-774. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.04.050
- Dobrotă, D., Dobrotă, G., 2018. An innovative method in the regeneration of waste rubber and the sustainable development. *J. Clean. Prod.* 172, 3591-3599. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.03.022
- Fercoq, A., Lamouri, S., Carbone, V., 2016. Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. *J. Clean. Prod.* 137, 567-578. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.107
- Fraccascia, L., Giannoccaro, I., Albino, V., 2018. Green product development: What does the country product space imply?. *J. Clean. Prod.* 170, 1076-1088. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.09.190

- Gudem, M., Steinert, M., Welo, T., 2014. From lean product development to lean innovation: searching for a more valid approach for promoting utilitarian and emotional value. *Int. J. Innov. Technol. Manag.* 11, 1-20. doi: 10.1142/S0219877014500084
- Haque, B., James-Moore, M., 2004. Applying lean thinking to new product introduction. *J. Eng. Design.* 15, 1-31. doi: 10.1080/0954482031000150125
- Hines, P., Francis, M., Found, P., 2006. Towards lean product lifecycle management. *J. Manuf. Technol. Manag.* 17, 866-887. doi: 10.1108/17410380610688214
- Hoppmann, J., Rebentisch, E., Dombrowski, U., Zahn, T., 2011. A Framework for Organizing Lean Product Development. *Eng. Manag. J.* 23, 3-15. doi: 10.1080/10429247.2011.11431883
- Hu, D., Wang, Y., Huang, J., Huang, H., 2017. How do different innovation forms mediate the relationship between environmental regulation and performance? *J. Clean. Prod.* 161, 466-476. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.05.152
- IBGE, 2017. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Confronto das Safras de 2016 e 2017 – Brasil. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201705_5.shtm (accessed 05 November 2017)
- Johansson, G., Sundin, E., 2014. Lean and green product development: two sides of the same coin?. *J. Clean. Prod.* 85, 104-121. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.04.005
- Kato, J., 2005. Development of a process for continuous creation of lean value in product development organizations. Thesis (Master in Mechanical Engineering). MIT, Cambridge, USA, 206 p.
- Kennedy, M.N., 2003. Product development for the lean enterprise: why Toyota's system is four times more productive and how you can implement it. Oaklea Press, Vancouver.
- Kennedy, M.N., Harmon, K., Minnock, E., 2008. Ready, Set, dominate: implement Toyota's set-based learning for developing products and nobody can catch you. Oaklea Press, Vancouver.
- Khan, M.S., Al-Ashaab, A., Shehab, E., Haque, B., Ewers, P., Sorli, M., Sopelana, A., 2011. Towards lean product and process development. *Int. J. Comput.-Integr. Manuf.* 26, 1105-1116. doi: 10.1080/0951192X.2011.608723
- Kirilova, E.G., Vaklieva-Bancheva, N.G., 2017. Environmentally friendly management of dairy supply chain for designing a green products' portfolio. *J. Clean. Prod.* Doi: 10.1016/j.jclepro.2017.08.188.
- Kurilova-Palisaitiene, J., Sundin, E., Poksinska, B., 2018. Remanufacturing challenges and possible lean improvements. *J. Clean. Prod.* 172, 3225-3236. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.023

- León, H.C.M., Farris, J.A., 2011. Lean Product Development Research: Current State and Future Directions. *Eng. Manag. J.* 23, 29-51. doi: 10.1080/10429247.2011.11431885
- Letens, G., Farris, J.A., Van Aken, E.M., 2011. A multilevel framework for lean product development system design. *Eng. Manag. J.* 23, 69-85. doi: 10.1080/10429247.2011.11431887
- Lidlöf, L., Södeberg, B., Persson, M., 2003. Practices supporting knowledge transfer – an analysis of lean product development. *Int. J. Comput.-Integr. Manuf.* 26, 1128-1135. doi: 10.1080/0951192X.2011.651160
- Majava, J., Nuottila, J., Haapasalo, H., Law, K.M.Y., 2014. Customer Needs in Market-Driven Product Development: Product Management and R&D Standpoints. *Technol. Invest.* 5, 16-25. doi: 10.4236/ti.2014.51003
- Marcelino-Sadaba, S., Gonzalez-Jaen, L.F., Perez-Ezcurdia, A., 2015. Using project management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a framework definition. *J. Clean. Prod.* 99, 1-16. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.03.020
- Marcon, A., de Medeiros, J.F., Ribeiro, J.L.D., 2017. Innovation and environmentally sustainable economy: Identifying the best practices developed by multinationals in Brazil. *J. Clean. Prod.* 160, 83–97. doi:10.1016/j.jclepro.2017.02.101
- Matsui, Y., Filippini, R., Kitanaka, H., Sato, O., 2007. A comparative analysis of new product development by Italian and Japanese manufacturing companies: a case study. *Int. J. Prod. Econ.* 110, 16-24. doi: 10.1016/j.ijpe.2007.02.007
- Morgan, J., Liker, J.K., 2006. *Toyota's product development system: integrating people, process and technology.* Productivity Press, New York.
- Moul, C., Hawes, D.J., Dadds, M.R., 2017. Mapping the developmental pathways of child conduct problems through the neurobiology of empathy. *Neurosci. Biobehav. R.* doi: 10.1016/j.neubiorev.2017.03.016
- Nagaratnam, B.H., Rahman, M.E., Mirasa, A.K., Mannan, M.A., Lame, S.O., 2016. Workability and heat of hydration of self-compacting concrete incorporating agro-industrial waste. *J. Clean. Prod.* 112, 882-894. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.05.112
- Nepal, B.P., Yadav, O.P., Solanki, R., 2011. Improving the NPD Process by Applying Lean Principles: A Case Study. *Eng. Manag. J.* 23, 52-68. doi: 10.1080/10429247.2011.11431886
- Nuhoff-Isakhanyan, G., Wubben, E.F.M., Omta, O.S.W.F., Pascucci, S., 2017. Network structure in sustainable agro-industrial parks. *J. Clean. Prod.* 141, 1209-1220. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.09.196
- Oehmen, J., Rebentich, E., 2010. *Waste in lean product development.* MIT Lean Advancement Initiative, Cambridge.

- Oliver, N., Dostaler, I., Dewberry, E., 2004. New product development benchmarks: the Japanese, North American and UK consumer electronics industries. *J. High Technol. Manag. Res.* 15, 249-265. doi: 10.1016/j.hitech.2004.03.006
- Oppenheim, B.W., Murman, E.M., Secor, D.A., 2010. Lean enablers for systems engineering. *Syst. Eng.* 14, 29-55. doi: 10.1002/sys.20161
- Rauniar, R., Rawski, G., 2012. Organizational structuring and project team structuring in integrated product development project. *Int. J. Prod. Econ.* 135, 939-952. doi: 10.1016/j.ijpe.2011.11.009
- Rossi, M., Kerga, E., Taisch, M., Terzi S., 2012. Learning Methodologies to Diffuse Lean Product Development to Industries. *Int. Fed. Info. Proc.* 388, 287–298. doi: 10.1007/978-3-642-35758-9_25
- Shenhar, A.J., Dvir, D., 2007. Reinventing Project Management: The Diamond Approach to Successful Growth and Innovation. *Harvard Bus. Rev.* 1, 1-288.
- Skoronski, E., Oliveira, D.C., Fernandes, M., Silva, G.F., Magalhães, M.L.B., João, J.J., 2016. Valorization of agro-industrial by-products: analysis of biodiesel production from porcine fat waste. *J. Clean. Prod.* 112, 2553-2559. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.10.026
- Sobek, D., Liker, J., Ward, A., 1998. Another look at how Toyota integrates product development. *Harvard Bus. Rev.* 76, 1-12.
- Sobek, D., Ward, A., Liker, J., 1999. Toyota's principles of set-based concurrent engineering. *MIT Sloan Manage. Rev.*, Cambridge.
- Souza, J.P.E., Alves, J.M., 2018. Lean-integrated management system: A model for sustainability improvement. *J. Clean. Prod.* 172, 2667-2682. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.144
- Tyagi, S., Cai, X., Yang, K., Chambers, T., 2015. Lean tools and methods to support efficient knowledge creation. *Int. J. Inf. Manag.* 35, 204–214. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2014.12.007
- Ulrich, K., Eppinger, S., 2015. *Product Design and Development*. 6th Edition. McGraw-Hill Education, New York.
- Verrier, B., Rose, B., Caillaud., 2016. Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model. *J. Clean Prod.* 116, 150-156. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.12.022
- Wang, L., Ming, X., Kong, F., Li, D., Wang, P., 2012. Focus on implementation: a framework for lean product development. *J. Manuf. Technol. Manag.* 23, 4-24. doi: 10.1108/17410381211196267
- Ward, A., Liker, J., Cristiano, J., Sobek, D., 1995. The second Toyota paradox: how delaying decisions can make better cars faster. *MIT Sloan Manage. Rev.*, Cambridge.

- Ward, A.C., 2007. *Lean Product and Process Development*. Lean Enterprise Institute, Cambridge.
- Weissman, S.A., Anderson, N.G., 2015. Design of Experiments (DoE) and Process Optimization: A Review of Recent Publications. *Org. Process Res. Dev.* 19, 1605-1633. doi: 10.1021/op500169m
- Welo, T., Olsen, T.O., Gudem, M., 2012. Enhancing product innovation through a customer-centered, Lean framework. *Int. J. Innov. Technol. Manag.* 9, 1-28. doi: 10.1142/S0219877012500411
- Welo, T., Ringen, G., 2015. Investigating Lean development practices in SE companies: A comparative study between sectors. *Procedia Comput. Sci.* 44, 234-243. doi: 10.1016/j.procs.2015.03.056
- Womack, J., Jones D., Roos, D., 1991. *The machine that changed the world: the story of Lean production*. Harper Perennial, Massachusetts.
- Zhang, Y., Ren, S., Liu, Y., Sakao, T., Huisinigh, D., 2017. A framework for Big Data driven product lifecycle management. *J. Clean. Prod.* 159, 229-240. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.04.172

4. ARTIGO 3: SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO SUSTENTÁVEL: SOLUÇÃO DE SECAGEM E ARMAZENAGEM DE GRÃOS LIMPA

Artigo será submetido ao Journal **Agricultural Systems** (Qualis A1; Fator de Impacto 2.571).

Resumo: O processo de secagem e armazenagem de grãos atualmente praticado no Brasil é essencialmente realizado por meio da queima de lenha, com alta demanda de recursos naturais, falta de segurança aos operadores e ainda, alto índice de resíduos e poluentes ao meio ambiente. Considerado um método remoto, políticas públicas encaminham-se para restringir esse tipo de secagem a partir do ano de 2020. Visando desenvolver uma solução sustentável para secagem e armazenagem de grãos, este estudo propõe um método para desenvolver a oferta para um sistema produto-serviço sustentável para a gestão do processo de secagem e armazenagem de grãos. Inicialmente uma survey foi conduzida com 354 agricultores de pequeno, médio e grande porte para o levantamento dos requisitos demandados pelos agricultores da região sul do Brasil e, ainda, estimar a demanda e a disposição a pagar por possíveis alternativas de solução. Os principais resultados apontaram dentre os requisitos priorizados, encontram-se o menor % de impurezas e resíduos (8,09%) e não apresentar odor ou cheiro (7,03%). Para apresentar a solução proposta foi desenhado um System Maps elaborado a partir dos requisitos priorizados e do mapeamento de processo considerando demandas dos stakeholders e o ciclo de vida de um sistema produto-serviço sustentável. Já no contexto em relação à disposição do agricultor em pagar a solução, 200 agricultores (56,5%) optaram pela opção de compra, resultando em um PSS orientado ao produto. Em uma visão contextual, conclui-se que para implementar a solução proposta, ainda é necessário investimentos consideráveis relativo à questões governamentais, tecnológicas e ambientais..

Palavras-Chave: Secagem de grãos; Armazenagem de grãos; Sistema Produto-Serviço.

4.1. INTRODUÇÃO

Em uma projeção realizada pela Food and Agriculture Organization das United Nations, destaca-se que a população mundial será de 9,6 bilhões até 2050, o que implica que a produção de produtos agrícolas precisaria dobrar para acompanhar as demandas projetadas do crescimento da população (Foley et al., 2011; Wang et al., 2017). Para atender a demanda de grãos resultante do crescimento populacional, altos insumos de fertilizantes, combustíveis e pesticidas têm sido um caminho primário para alcançar sistemas de produção de grãos de alto rendimento. No entanto, as práticas agrícolas excessivas causam contribuições significativas de consequências ambientais negativas (McMichael et al., 2007; Ju et al., 2009; Liu et al., 2013).

A produção mundial de grãos, de acordo com as estimativas para a safra 2017/18, atingirá um total de 1,323 bilhões de toneladas, concentrada em três principais países produtores: Estados Unidos (384,4 milhões de toneladas), Brasil (226,04 milhões de toneladas) e China (223,9 milhões de toneladas) representando 63,06% da produção mundial (USDA, 2017; CONAB, 2018). Junto com o crescimento da população e da produção agrícola, crescem as taxas de consumo de commodities agrícolas, como soja, milho, arroz e trigo (Kearney, 2010; Tilman et al., 2011), isso se dá devido às crescentes demandas não alimentares para bioenergia (Müller et al., 2008).

A agricultura vem desempenhando forte impacto no meio ambiente e na alimentação humana (Popkin et al., 2012; Jones et al., 2016), porém a quantidade de alimentos desperdiçados é crescente, principalmente no pós-colheita (Gustavsson, et al., 2011; Alexander et al., 2017). O foco deste estudo é o processo pós-colheita, na qual ocorre a secagem, que consiste na redução da umidade de grãos, protegendo o grão de possíveis

contaminações, tendo grande importância na indústria devido à facilitação a armazenagem, conservação e estabilização físico-química dos grãos (Babilis & Belessiotis, 2004).

A contaminação ocorre durante o processo de secagem de grãos ocorre por meio de métodos tradicionais de secagem, como a queima de lenha e gás liquefeito de petróleo (GLP) os mais comuns. A secagem com lenha apresenta algumas desvantagens como dificuldade de controle da temperatura, necessidade de demanda por mão de obra especializada, impactos ambientais, presença de resíduos, odores e contaminantes como os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) (Lima et al., 2017). No caso do GLP, o principal problema é o custo alto do combustível e a logística do mesmo para a secagem de grãos (Caffrey et al., 2014).

Nota-se que todos os envolvidos (agricultores, indústrias e demais organizações) no sistemas agrícolas demandam de uma solução sustentável para a secagem e armazenagem de grãos (Weick, 2001; Tilman and Clark, 2015), com a finalidade de atender as necessidades do agricultor, economizar recursos energéticos, fortalecer a biodiversidade e diminuir o uso de lenha como combustível (Wilson e Tisdell, 2001).

Dentre os métodos existentes para atender a demanda do consumidor identificando o valor demandado, encontra-se o Product-Service System (PSS), que é uma solução que busca entregar valor ao cliente e atender seus requisitos, gerando menor impacto ambiental em relação à oferta tradicional, também é considerada uma junção de produtos tangíveis com serviços intangíveis, projetados e combinados para em conjunto, satisfazer as necessidades específicas do cliente (Zhu et al., 2015; Kuijken et al., 2017).

Diversas classificações de PSS são encontradas na literatura (Aurich et al., 2009; Vasantha et al., 2012), porém uma está consolidada, esta classifica-se em três categorias principais de PSS, sendo elas: PSS orientado ao produto (o modelo de negócios é orientado

para vendas de produtos, mas alguns serviços são adicionados); PSS orientado ao uso (o produto tradicional ainda desempenha um papel central, mas o modelo de negócios não está voltado para a venda de produtos); e, PSS orientado ao resultado (o cliente e o provedor concordam com um resultado, e não há um produto predeterminado envolvido, mas sim a gestão da oferta) (Tukker, 2004). Sousa-Zomer & Miguel (2018) relatam que o PSS sustentável apresenta um viés para ofertas sustentáveis em soluções que visam ser entregues aos clientes, eliminando tudo que não é requisito para o solicitante da oferta.

Existem trabalhos de PSS sustentável na agroindústria (Levine, 2003; Nuhoff-Isakhanyan et al., 2017), porém focados em entregar um produto e apenas oferecer serviços de manutenção, sem oferecer uma solução que analise as demandas dos *stakeholders* durante o ciclo de vida do produto, numa visão ampliada que integre produto-serviço. Portanto, preencher essa lacuna é o objetivo deste trabalho, desenvolvendo uma solução sustentável para secagem e armazenagem de grãos, propondo um método para oferecer um sistema produto-serviço sustentável para a gestão do processo de secagem e armazenagem de grãos. Nesta solução, através de uma *survey* demandada por uma Startup propõe uma solução de sistema produto-serviço da gestão do processo de secagem e um equipamento eco eficiente para secagem por queima de oxi-hidrogênio extraído da água. Para tanto, este trabalho contribui com as seguintes questões de pesquisa: Q1. Quais são os principais requisitos da solução de secagem e armazenagem de grãos que os agricultores priorizam? Q2. Quais são os principais processos que a empresa deve realizar para atender esses requisitos dos agricultores? Q3. Qual modelo de negócio o agricultor mais se interessa? Aluguel ou Compra? E quanto estaria disposto a pagar?

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

A origem do estudo foi motivada pela necessidade de uma Startup incubada em uma Instituição de Ensino Superior Pública da região sul do Brasil, visando melhorar aspectos técnicos e práticos da sua oferta. A empresa mencionada atua no mercado brasileiro de secagem de grãos, e apresenta uma alternativa ao processo tradicional de secagem de grãos, realizando-o através da queima de oxi-hidrogênio extraído da água. Essa Startup possui oito funcionários e atualmente encontra-se em fase de expansão, implementando fábrica própria. O estudo proposto tem o intuito de auxiliar no desenvolvimento da oferta da empresa por meio da elucidação das demandas dos agricultores, assim como a priorização dos requisitos para a gestão do processo de secagem e armazenagem dos grãos orientados pelos clientes.

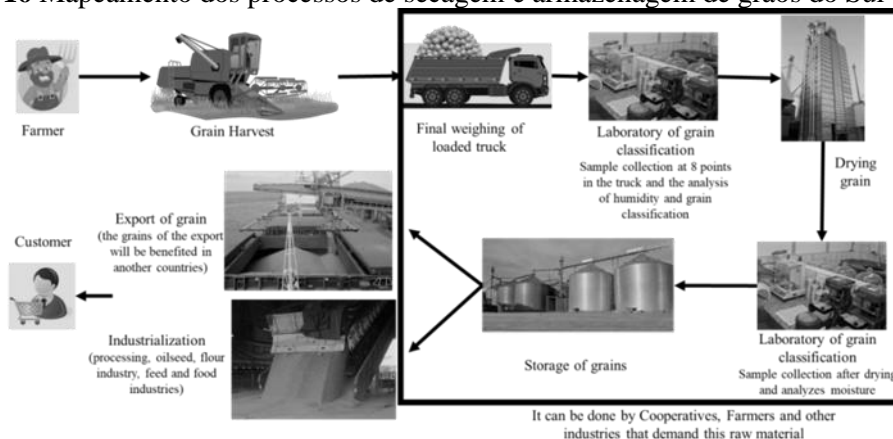
A pesquisa se caracteriza como conclusiva e envolve um estudo de caso, neste exemplo o desenvolvimento de uma máquina para realizar o processo de secagem de grãos por queima de oxi-hidrogênio extraído da água, buscando resolver os problemas causados pela secagem a lenha (contaminação e impacto ambiental) e à GLP (logística e custo de matéria-prima). No entanto, para desenvolver a oferta PSS sustentável, propõe-se uma visão ampliada, que transcende o produto e oferece uma solução para a gestão do processo considerando o serviço que abrange aspectos de aluguel e consultoria, além de tecnologias de análise de dados que auxiliem o produtor mais do que realizar o processo de secagem e armazenagem, oferecendo uma solução que melhore a qualidade do processo e do produto. O método utilizado para propor soluções em ofertas PSS sustentável, parte da premissa desenhada no modelo de negócio, o qual, o benefício é a qualidade dos grãos, eficiência do processo, menor impacto ambiental e serviço de suporte e aluguel. No andamento da pesquisa, desenvolveu-se um PSS sustentável, o qual adapta esses modelos para a entrega do

produto e o ambiente de prestação de serviços em um aspecto mais amplo, contudo gerando uma solução composta por produtos e serviços sustentáveis (Sousa-Zomer & Miguel, 2018).

4.2.1. Definindo o processo de secagem e armazenagem de grãos

Os processos de secagem e armazenagem de grãos na Região Sul do Brasil foram mapeados, sendo ilustrados na Figura 16.

Figura 16 Mapeamento dos processos de secagem e armazenagem de grãos do Sul do Brasil



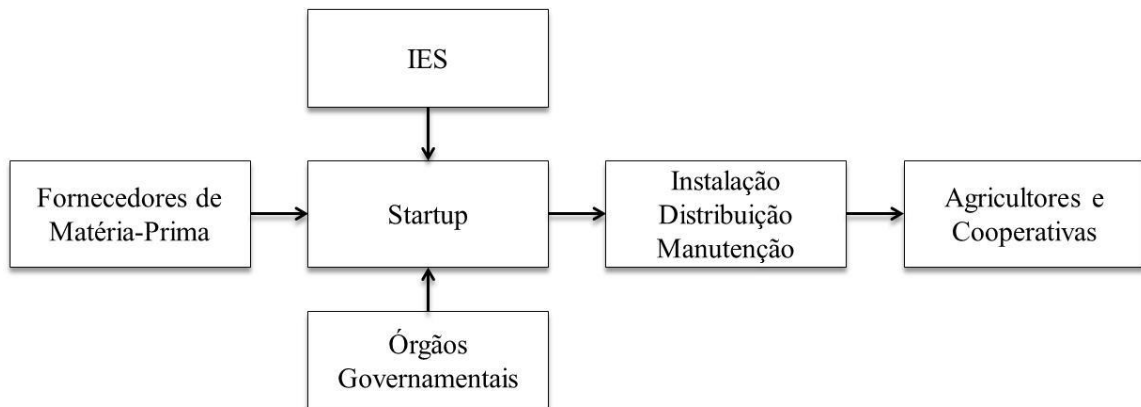
Fonte: Adaptadas de Kumar and Kalita (2017).

Este estudo tem como foco propor uma solução produto-serviço nos stakeholders presentes nas etapas do quadrado, sendo: Pesagem final do caminhão cheio; Laboratório de Classificação de grãos (Coleta de X [até 15 toneladas – 5 pontos; de 15 à 30 toneladas – 8 pontos; e, maior que 30 toneladas – 15 pontos (CONAB, 2015)] amostras no caminhão para analisar a umidade e a qualidade dos grãos); Secagem de grãos; Laboratório de Classificação de grão (Coleta da amostra após da secagem e realizar analyses da mistura); e, Armazenagem de grãos. Internamente a esse processo, especificamente no processo de secagem de grãos, atualmente existem três tipos de combustíveis que são mais utilizados para a secagem de grãos, sendo através da queima de lenha, pelo uso de gás liquefeito de petróleo e ar natural.

4.2.2. Desenvolvimento da Survey

Este estudo visa entregar esse processo anteriormente citado, diretamente ao agricultor, para isso buscou-se identificar os requisitos dos agricultores através de entrevistas não estruturadas aplicadas a cinco especialistas na área de agronomia, engenharia de produção e de órgãos regulamentadores, e sua validação por outros três especialistas, sendo eles dois especialistas no processo de secagem de grãos e um especialista em serviços. Os *stakeholders* do processo de secagem e armazenagem de grãos da região sul do Brasil foram mapeados, sendo ilustrados na Figura 17.

Figura 17 Mapeamento dos *stakeholders* do processo de secagem e armazenagem de grãos



Este estudo tem como foco propor uma solução produto-serviço incluindo os *stakeholders* presentes na Figura 18, em especial os fornecedores, agricultores e cooperativas e receptoras de grãos. O questionário resultante do processo iterativo de desenvolvimento buscou entender quais os processos de secagem utilizados, se esses eram próprios ou de terceiros, quais os aspectos mais importantes para cada requisito de alta ordem, e quais o requisito de alta ordem mais importante ao respondente, isto é, buscou-se a priorização dentro dos grupos e entre grupos. Ainda, os respondentes caracterizaram aspectos demográficos e geográficos. Os requisitos de alta ordem foram divididos em quatro, sendo eles (i) qualidade

dos grãos, (ii) eficiência do processo, (iii) impacto ambiental e (iv) serviços de suporte e aluguel, todos requisitos compostos por sete aspectos com exceção do último, possuindo apenas seis.

Para determinar as atitudes dos agricultores em relação ao estado atual do processo de secagem e armazenagem de grãos e seu interesse futuro em uma solução produto-serviço, foi elaborada uma pesquisa quantitativa através de um questionário enviado aos agricultores nos três estados da região sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). A pesquisa foi preparada em português em formato *on-line* na plataforma Google® Form, disposto em PDF no link: goo.gl/5RZkDg. A pesquisa foi dividida em seis seções principais: Situação atual do processo de secagem e armazenagem; Priorização dos requisitos dos agricultores no processo de secagem e armazenagem de grãos; Disposição a pagar; Compra; Aluguel; e, Perfil do respondente (Tabela 17).

Tabela 16 Sumário da *Survey* e questões

Seção	Questões	Possíveis respostas
Situação atual do processo de secagem e armazenagem	Tipo de cultura	Soja; milho; trigo; arroz; feijão; outros
	Tamanho da área plantada (ha)	0-99,9 ha; 100-199,9 há; 200-299,9 há; > 300 ha
	Em relação à Renda Agropecuária Bruta anual	Pequeno produtor; médio produtor; grande produtor
	Situação atual da secagem	Não possui silo de secagem; Entrega para cooperativas; Entrega para indústrias alimentícias; Possui silo de secagem com ar natural; Possui silo de secagem a lenha; Possui silo de secagem com GLP.
Avaliação dos requisitos dos agricultores no processo de secagem e armazenagem de grãos	Qualidade dos grãos	Attingir o % umidade do grão; Maior quantidade de grãos inteiros; Menor % de grãos avariados (quebrados, queimados e ardidos); Menor % de impurezas e matérias estranhas; Menor tempo de secagem; Não apresentar odor/cheiro (contaminação); Temperatura uniforme do grão
	Eficiência do Processo	Praticidade e simplicidade do processo; Estabilidade do processo (sem paradas, sem alterações); Disponibilidade de grão seco e armazenado o ano todo; Exatidão nas medições, resultados e análises; Previsão da qualidade do grão em tempo real; Capacidade de secagem e armazenagem ajustável conforme o tamanho da safra; Agilidade do serviço entregue (instalação e locação)
	Impacto Ambiental	Atendimento a legislação; Redução da emissão de poluentes; Redução da geração de resíduos; Redução do consumo de água; Redução do consumo de combustíveis (madeira/GLP); Redução do consumo de energia; Controle da emissão de gás carbônico (CO ₂)
	Serviço de Suporte e Aluguel	Análise precisa de indicadores de qualidade de grãos e do processo na propriedade; A opção de locação do silo e máquina para secagem de grãos; A opção de locação de silos móveis para armazenamento de grãos secos; Disponibilidade de manutenção corretiva e preventiva; Ter o controle do processo à distância (via web); A opção de consultoria e treinamento sobre secagem e armazenagem de grãos

	Ordene a importância de 1 à 4 (onde 1 é o mais importante e 4 menos importante):	Qualidade dos grãos; Eficiência do processo de secagem e armazenagem de grãos; Impacto ambiental do processo de secagem; Serviço de suporte e aluguel.
Disposição a pagar	Escolha da solução de secagem e armazenagem de grãos	Compra do equipamento; Plano de uso de equipamento por meio de Aluguel do equipamento e serviços agregados.
Compra	Considerando que a COMPRA seja a melhor opção, qual opção atende sua necessidade.	Máquina de secagem + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos); Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos); Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) + manutenção preventiva semestral; Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) + manutenção preventiva semestral + gestão da qualidade dos grãos, gestão da secagem e armazenagem dos grãos e monitoramento contínuo à distância.
	Eu CERTAMENTE compraria até o preço de R\$	R\$ XXX.XXX,XX
	TALVEZ comprasse partir R\$	R\$ XXX.XXX,XX
	Eu certamente NÃO compraria se custasse mais que R\$	R\$ XXX.XXX,XX
Aluguel	Considerando que o ALUGUEL seja a melhor opção, qual opção atende sua necessidade.	Máquina de secagem + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos); Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos); Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) + manutenção preventiva semestral; Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) + manutenção preventiva semestral + gestão da qualidade dos grãos, gestão da secagem e armazenagem dos grãos e monitoramento contínuo à distância.
	Eu CERTAMENTE alugaria até o preço mensal de R\$	R\$ XX.XXX,XX
	TALVEZ alugue mensal de R\$	R\$ XX.XXX,XX
	Eu certamente NÃO alugaria se custar mensalmente mais de R\$	R\$ XX.XXX,XX

A seção denominada “Avaliação dos requisitos dos agricultores no processo de secagem e armazenagem de grãos” identifica principais requisitos dos agricultores em relação ao processo analisado, também identifica dentre os requisitos de alta ordem, qual o mais importante para eles. Na seção seguinte, avalia-se a propensão por alugar ou comprar o equipamento, sendo este dado relevante por ser um produto inovador.

Essas questões utilizadas na *Survey* foram baseadas na entrevista com especialistas e pelo relatório anual do MAPA (2017). Em relação às entrevistas com especialistas e stakeholders, os mesmos auxiliaram na identificação dos requisitos em todo o ciclo de vida da solução produto-serviço.

4.2.3. Seleção dos respondentes

A população considerada na pesquisa incluiu agricultores dos três estados da região sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Este estudo teve acesso aos agricultores interessados através de redes sociais, oferecendo um novo processo de secagem e armazenagem de grãos. Em relação à evolução agrícola do Brasil (232 milhões de toneladas), a representatividade do Sul brasileiro é de 39,64%, sendo: 17,9 % do Rio Grande do Sul; 15,2% do Paraná; e, 6,5% de Santa Catarina (IBGE, 2006). Este banco de dados é continuamente mantido para atender aos requisitos legais sobre processos não sustentáveis, lei que estará vigente no Brasil em 2020 (BRASIL, 2008).

4.2.4. Distribuição da survey

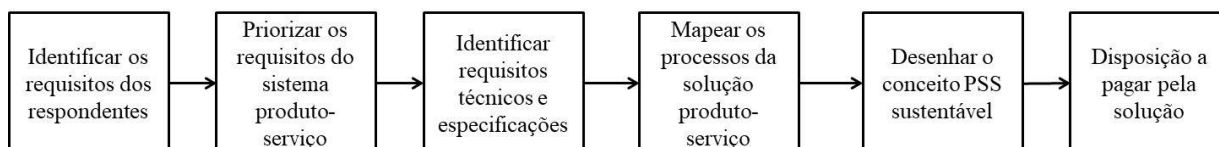
A pesquisa teve base online foi distribuída entre novembro e dezembro de 2017 com uma carta de apresentação contendo uma descrição do estudo, seus objetivos e as instituições de pesquisa envolvidas. O link da pesquisa (goo.gl/5RZkDg) foi fornecido na carta de apresentação inserida no questionário on-line. Os questionários preenchidos foram recebidos nas doze semanas seguintes e a entrada de dados foi validada na análise dos dados.

4.2.5. Análise de dados

Para a preparação de dados, as análises foram estratificadas por porte e tipo de cultura, pois representam demandas diferenciadas (Case et al., 2017). Como medida-resumo para representar a priorização foi utilizado o percentual dos requisitos mais importantes selecionados segundo os respondentes para o processo de secagem e armazenagem de grãos. As análises estatísticas foram utilizadas para a priorização dos requisitos dos agricultores para o processo de secagem e armazenagem de grãos.

Para desenvolver a oferta do sistema produto-serviço sustentável, que entrega aos agricultores a gestão do processo de secagem e armazenagem de grãos, desenvolveu-se um método baseado nos trabalhos de Geum & Park (2011), Desai et al. (2016) e Donatelli et al. (2017) conforme disposto na Figura 18.

Figura 18 – Método para o desenvolvimento de ofertas PSS sustentáveis



As etapas apresentadas na Figura 19 são discutidas pelos métodos na sequência, apenas a etapa de levantamento dos requisitos esta disponível no Desenvolvimento da *Survey* (4.2.2).

4.2.5.1. Priorização dos requisitos

A etapa de priorizar os requisitos do sistema produto-serviço deve seguir os três estágios propostos por Karlsson et al, (1998), sendo eles: Estágio de execução (priorizar os requisitos utilizando a informação que foi fornecida na etapa anterior); Estágio de apresentação (os resultados da execução são exibidos para os interessados, sendo que algumas técnicas de priorização devem ser desenvolvidas antes de apresentar os resultados); e, Estágio de entrega (desenvolver as análises e entregar para os interessados os resultados da pesquisa).

Nesse caso, para identificar os requisitos da solução produto-serviço priorizados foram realizadas análises de percentuais priorizados pela seleção de três requisitos secundários dispostos no grupo do requisito principal, adaptando ao estudo de Bertini Junior & Nicoletti (2019).

4.2.5.2. Identificação dos requisitos técnicos e especificações

Com a identificação dos requisitos, normalmente aspectos subjetivos, os requisitos técnicos são usados para traduzir as demandas do cliente em especificações, por uma equipe multifuncional, cujos constituintes tenham familiaridade com o produto, serviços e os processos de fabricação e entrega de serviços (Drachsler et al., 2008). Neste caso, foram desenvolvidas em conjunto com os *stakeholders* envolvidos na pesquisa e vinculados ao processo de secagem e armazenagem de grãos.

4.2.5.3. Mapeamento do sistema produto-serviço

Depois de identificados os requisitos técnicos e especificações do sistema produto-serviço, foram mapeados os processos do PSS sustentável. O mapeamento do PSS foi conduzido por meio da ferramenta Product-Service Blueprint, o qual consiste de um mapa que representa o sistema produto-serviço e suporte, sendo que os produtos e serviços são sistematicamente combinados para entregar sustentabilidade e valor para o cliente (Geum e Park, 2011).

O mapeamento foi desenvolvido em conjunto com os *stakeholders* envolvidos na cadeia, sendo profissionais das áreas de agronomia, engenheiros de produção e representantes de órgãos regulatórios. Portanto, foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar com conhecimento do processo técnico e conhecimento do modelo de negócio.

Para mapear as áreas de produto, serviço e suporte que deve ser implementada pela Startup, mapeou-se o Product-Service Blueprint para identificar as atividades que a empresa deve desenvolver com a visão do cliente (verde) e processos internos (branco).

4.2.5.4. Desenho da solução do sistema produto-serviço

Tendo os principais requisitos e os principais processos definidos, a tangibilização das demandas priorizadas pelos stakeholders é o desenvolvimento do conceito inicial para a solução PSS. Com o objetivo de ter uma visão clara e completa dos requisitos do PSS, utilizou-se a ferramenta de desenho, System Maps, para desenhar o conceito de PSS. Com esta ferramenta, pode-se facilmente identificar o papel e grau de participação dos clientes no processo, deixando explícitas as atividades que os clientes participam e com quem eles devem entrar em contato, também permite salientar as áreas de interação entre diferentes atores e como o dinheiro circula no sistema PSS (Tischner e Vezzoli, 2017).

A descrição do conceito permite sintetizar os elementos que definem o conceito do PSS, de forma simplificada, indicando os principais itens de valor na solução, o fornecedor, os principais clientes, o tipo de PSS, os produtos e serviços fornecidos, quem tem a propriedade e responsabilidade dos mesmos.

4.2.5.5. Disposição a pagar pela solução produto-serviço

Mapeado o conceito do PSS sustentável, para prospectar sobre as possíveis configurações que os agricultores demandavam objetivando orientar o modelo de negócio para a empresa inovadora, quatro alternativas foram delineadas, baseadas em dois conceitos base: (1) desmaterialização do produto, neste caso, oferecendo uma solução PSS na qual propõe-se o Aluguel do produto; e, (2) materialização do produto, oferecendo a propriedade do produto. No estudo de caso, as seguintes alternativas de ofertas: (i) Máquina de secagem + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos); (ii) Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos); (iii) Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) +

manutenção preventiva semestral; (iv) Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) + manutenção preventiva semestral + gestão da qualidade dos grãos, gestão da secagem e armazenagem dos grãos e monitoramento contínuo à distância.

Em um segundo momento, para estimar a disposição a pagar utilizaram-se os métodos de Wang & Mullahy (2006) e Litt et al., (2010). Para tanto, foram prospectados a intenção da disposição a pagar de acordo com três situações hipotéticas: (a) Certamente não adquiriria a partir do preço de X R\$; (b) Talvez adquirisse em torno de um preço de X R\$; e, (c) Certamente adquiriria até o preço de X R\$. Com o resultado desta análise é possível estimar a disposição a pagar do público alvo para cada alternativa e ainda associar com o tipo de cultura e porte do agricultor. A Figura 19 apresenta uma régua baseado no método de disposição a pagar por cada solução escolhida.

Figura 19 Régua para medir a disposição a pagar



Utilizando a Figura 19, desenvolveu-se uma análise com as médias e os intervalos de confiança (95%) para identificar a disposição a pagar do agricultor que selecionou a opção compra ou aluguel, e quanto estão dispostos a pagar para cada alternativa de solução ofertada.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.3.1. Representatividade da Survey

No total, 354 agricultores retornaram a pesquisa dentro das oito semanas do envio (novembro e dezembro de 2017), sendo respondida uma pesquisa online. Compararam-se as respostas ao inquérito com as estatísticas agrícolas nacionais do Brasil (MAPA, 2017) e, sempre que possível, confrontar as estatísticas nacionais com o porte dos agricultores (Tabela 18). Com algumas discrepâncias, a pesquisa foi representativa dentre os agricultores brasileiros com os três portes. Os entrevistados também foram geograficamente bem distribuídos em todos os estados da região Sul Brasileiro.

Tabela 17 Características dos entrevistados em comparação com as estatísticas nacionais

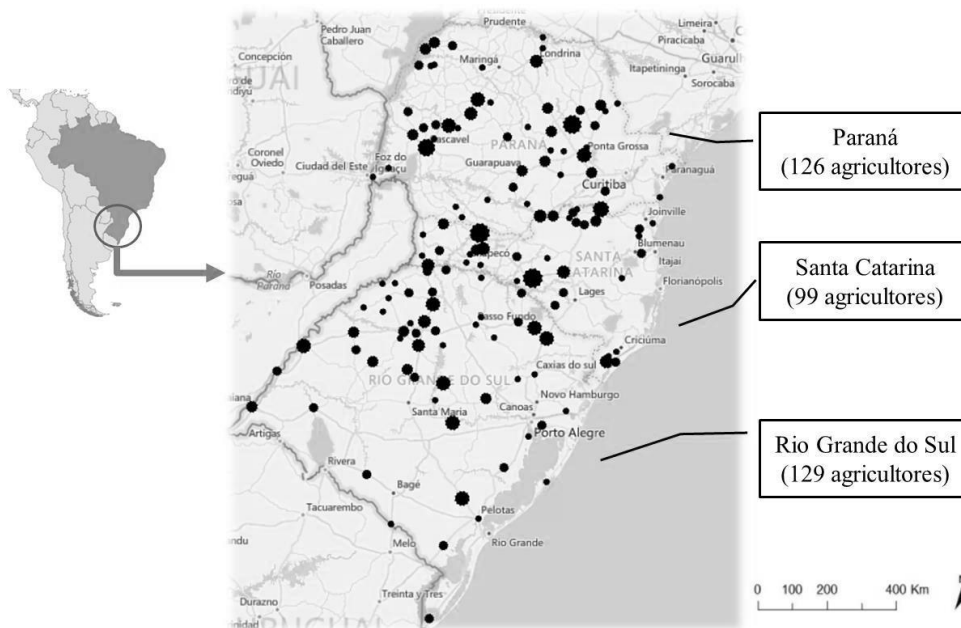
Característica do Agricultor	Resposta	Survey (% de respondentes)	Estatísticas do sul do Brasil (% existente)
Porte (MAPA, 2017)	Pequeno	57,06 %	41,20%
	Médio	30,23 %	58,33%
	Grande	12,71 %	0,45%
Culturas produzidas (MAPA, 2017)	Soja	23,69 %	48,71%
	Milho	26,42 %	40,01%
	Trigo	18,45 %	2,24%
	Arroz	14,85 %	5,15%
	Feijão	10,04 %	1,43%
	Outros ^a	6,55 %	2,46%
Ha plantadas (MAPA, 2017)	0-99,9 ha	48,97 %	93,46%
	100-199,9 ha	29,10 %	1,51%
	200-299,9 ha	8,47 %	1,89%
	> 300 ha	13,56 %	3,14%
Produção por estado (IBGE, 2017)	Paraná	36,44 %	50,81%
	Santa Catarina	27,68 %	8,27%
	Rio Grande do Sul	38,88 %	40,92%
Gender (NA)	Male	86,16 %	NA
	Female	13,84 %	NA

^a 'Other' são os outros grãos produzidos reported from the survey include AveiaX41, SorgoX17 e GirassolX1.

Nota-se que os percentuais da amostra diferem das estatísticas da região sul do Brasil, isso ocorre pela pesquisa ter sido online, porém indica uma amostra representativa. A Figura

20 demonstra a localização geográfica dos agricultores respondentes da pesquisa, conforme citado anteriormente na Tabela 18, quanto maior a quantidade de respondentes por município, maior a circunferência.

Figura 20 Distribuição dos respondentes da pesquisa.



Conforme apresentado Figura 20, nota-se que os agricultores dos estados do Rio Grande do Sul e do Paraná foram os maiores respondentes desta pesquisa.

4.3.2. Situação atual do processo de secagem e armazenagem de grãos

Nesse caso entregar esse processo diretamente ao agricultor, para isso buscou-se identificar os requisitos dos agricultores através de questionários não estruturados aplicados a cinco especialistas na área de agronomia, engenharia de produção e de órgãos regulamentadores, e sua validação por outros três especialistas, sendo eles dois especialistas no processo de secagem de grãos e um especialista em serviços. Com base nas 354 respostas, avaliou-se a situação atual do processo de secagem e armazenagem de grãos, disposto na Tabela 19.

Tabela 18 Situação atual do processo de secagem e armazenagem de grãos

Situação atual	Frequência	Percentual
Não possui silo, porém entrega para cooperativas	138	39,0%
Possui silo de secagem com lenha	61	17,2%
Possui silo de secagem com ar natural	54	15,3%
Possui silo de secagem com GLP (Gás Liquefeito de Petróleo)	52	14,7%
Não possui silo, porém entrega para indústrias alimentícias	35	9,9%
Não possui silo de secagem	14	4,0 %

Nota-se que 39% dos agricultores respondentes da pesquisa entregam seus grãos a cooperativas, isso mostra o quanto o cooperativismo é atuante no Brasil (Borgen & Aarset, 2016). Também foi possível observar a quantidade de agricultores que utilizam o processo de secagem a lenha, podendo contaminar os grãos com a presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), presença de resíduos sólidos e odor (grãos para indústria alimentícia) (Lima et al., 2017). Constatou-se que as cooperativas também utilizam a lenha para secar os grãos, resultando nos mesmos problemas anteriormente citados (Maxwell et al., 2012).

4.3.3. Identificação dos requisitos

Atualmente existe uma preocupação constante com as soluções sustentáveis eco eficientes e que ao mesmo tempo proporcionem a eficiência energética em processos de combustão com combustíveis fósseis. Além disso, as opções existentes no mercado para secagem de grãos não abarcam todas as necessidades relativas aos requisitos básicos de qualidade do produto processado, tais como ausência de odor, contaminantes prejudiciais ao consumidor final e emissão de gás carbônico.

O questionário resultante das entrevistas com os stakeholders participantes da cadeia (agronomia, engenharia de produção e de órgãos regulamentadores) buscou-se entender quais os processos de secagem utilizados, quais os aspectos mais importantes para cada requisito principal, e quais os requisitos secundários são demandados pelos agricultores, na qual em

conjunto com os especialistas buscou-se a priorização dos requisitos primários e secundários. Os requisitos principais foram divididos em quatro, sendo eles (i) qualidade dos grãos, (ii) eficiência do processo, (iii) impacto ambiental e (iv) serviços de suporte e aluguel, todos requisitos compostos por sete aspectos com exceção do último, possuindo apenas seis.

4.3.4. Priorização dos requisitos

Os requisitos principais identificados foram priorizados a partir de um ranking respondido pelos agricultores, sendo priorizado de 1 a 4 (sendo 1 mais importante e 4 menos importante), para a análise dos percentuais de cada requisito principal, realizou-se a soma dos inversos, apresentando sua representatividade na Tabela 20. Já os requisitos secundários foram priorizados através da quantidade de vezes selecionados pelo agricultor em relação ao peso relativo de cada requisito principal. Esta priorização apresenta disposto na Tabela 19.

Tabela 19 Requisitos principais e secundários priorizados

Requisitos principais	Requisitos secundários	Frequência relativa
Qualidade dos grãos (38%)	Atingir o % de umidade do grão	6,68%
	Maior quantidade de grãos inteiros após secagem	4,14%
	Menor % de grãos avariados (queimados ou ardidos)	5,51%
	Menor % de impureza e matérias estranhas	8,09%
	Temperatura uniforme do grão	3,72%
	Não apresentar odor/cheiro (contaminação)	7,03%
	Menor tempo médio de secagem	2,77%
Serviço de suporte e aluguel (24%)	Opção de locação de silos móveis para armazenamento de grãos secos	5,11%
	Disponibilidade de manutenção corretiva e preventiva	3,84%
	A opção de consultoria e treinamento secagem e armazenagem de grãos	4,41%
	Ter controle do processo à distância (via web)	3,74%
	A opção de locação do silo e máquina de secagem de grãos	2,90%
	Análise de indicadores de qualidade de grãos e processo na propriedade	4,05%
Impacto Ambiental (20%)	Atendimento a legislação	2,70%
	Redução da Emissão de poluentes	2,28%
	Controle da emissão de gás carbônico (CO ₂)	2,58%
	Redução da geração de resíduos	2,90%
	Redução do consumo de água	3,20%
	Redução do consumo de combustíveis (madeira/GLP)	3,26%
	Redução do consumo de energia	3,08%
Eficiência de Processo (18%)	Disponibilidade de grão seco e armazenado o ano todo	2,75%
	Capacidade de secagem e armazenagem ajustável ao tamanho da safra	3,04%
	Agilidade do serviço entregue (instalação e locação)	2,71%
	Exatidão nas medições e resultados e análises	2,91%

Previsão da qualidade do grão em tempo real	2,86%
Estabilidade do processo (sem paradas e sem alterações)	1,85%
Praticidade e simplicidade do processo	1,89%

Com os requisitos secundários priorizados apresentados acima os principais requisitos selecionados pelos agricultores são: Menor % de impurezas e resíduos (226 respondentes); Não apresentar odor/cheiro (contaminação) (197 respondentes); Atingir o % de umidade de grãos (187 respondentes); A opção de locação de silos móveis para armazenamento de grãos secos (223 respondentes); e, Menor % de grãos avariados (queimados ou ardidos) (154 respondentes). A quantidade de requisitos secundários com maior % de priorização se deu pelo requisito principal “Qualidade de Grãos” apresentarem uma importância de 38%, seguido pelo Serviço de suporte e aluguel (24%).

4.3.5. Requisitos técnicos e especificações da solução

Após a priorização dos requisitos, foram identificados os requisitos técnicos associados aos requisitos dos agricultores, esses resultam em especificações que são metas a serem atingidas, conforme apresentado na Tabela 21.

Tabela 20 Requisitos Técnico e Especificações priorizados

Requisitos priorizados	Requisitos Técnicos	Especificações
Atingir o % de umidade do grão	Horas para atingir a umidade de 13,5 % (h)	< 7 horas
Maior quantidade de grãos inteiros após secagem	Grãos inteiros após secagem em relação ao total (%)	95%
Menor % de grãos avariados (queimados ou ardidos)	Avaria após secagem (%)	3%
Menor % de impureza e matérias estranhas	Impurezas de secagem (%)	4%
Temperatura uniforme do grão	Padronizar a temperatura	40 - 50 °C
Não apresentar odor/cheiro (contaminação)	Análise sensorial de odor	> 10%
A opção de locação de silos móveis para armazenamento de grãos secos	Contrato de locação de silo de armazenagem com satisfação	> 95%
Disponibilidade de manutenção corretiva e preventiva	Quantidade de visitas semestrais	> 1
A opção de consultoria e treinamento sobre secagem e armazenagem de grãos	Horas de consultoria e capacitação	> 25 horas anuais
Ter controle do processo à distância (via web)	Quantidade de relatórios gerados	> 2 / safra
A opção de locação do silo e máquina de secagem de grãos	Contrato de locação satisfatório	> 95%
Análise precisa de indicadores de qualidade de grãos e do processo na propriedade	Precisão das análises	>95%
Redução da geração de resíduos	Quantidade de resíduo sólido	0 kg

Redução do consumo de água	gerado (kg) Metros cúbicos de água por secagem	< 0,035 m ³
Redução do consumo de combustíveis (madeira/GLP)	Taxa de consumo de combustíveis (kg)	0 kg
Redução do consumo de energia	Energia gasta para secar uma saca (kwt/h)	0,398 kWh
Capacidade de secagem e armazenagem ajustável conforme o tamanho da safra	Capacidade do processo em sacas	2500 sacas
Exatidão nas medições e resultados e análises	Índice de testes de qualidade replicável (%)	100%
Previsão da qualidade do grão em tempo real	Intervalo de tempo entre a medição e resultado (h)	< 2 horas

Com os requisitos técnicos e especificações de cada requisito secundário apresentado, foram identificadas as especificações que a startup deve cumprir ao atingir a solução produto-serviço da gestão do processo de secagem e armazenagem ao agricultor.

4.3.6. Mapeamento do Sistema Produto-Serviço

Para mapear as áreas de produto, serviço e suporte que deve ser implementada pela Startup, mapeou-se o Product-Service Blueprint para identificar as atividades que a empresa deve desenvolver para atender os requisitos principais do cliente (cinza) e os processos internos (branco), o desenvolvimento desta ferramenta se dá através do mapeamento das interações entre o agricultor e a startup, contendo a descrição de cada processo mapeado disposto na Figura 21.

Após a identificação dos processos a serem desenvolvidos através do Product-Service Blueprint, faz-se necessário desenhar o conceito PSS sustentável, para isso foi desenvolvida a ferramenta System Maps (Figura 22), sendo uma descrição visual da organização técnica do sistema produto-serviço, contendo os diferentes atores envolvidos, seus links mútuos e os fluxos de materiais, informação e monetário através do sistema, sendo que, todos relatados aos requisitos priorizados.

O desenvolvimento do Product-Service Blueprint (Figura 21) e System Maps (Figura 22) apresentam diretrizes para que os desenvolvedores possam considerar uma solução que incorpore os requisitos críticos para o público-alvo. Os resultados apontaram uma solução produto-serviço sustentável otimizado aos agricultores, podendo adequar-se a diferentes ofertas e alternativas a serem entregues aos produtores de diversos portes.

4.3.7. Disposição a pagar pela compra ou aluguel da solução

Com base nos 354 questionários respondidos pelos agricultores, foram realizadas análises para identificar o quanto os agricultores estão dispostos a pagar em diferentes casos entre compra e aluguel, como também as diferentes soluções alternativas de ofertas a serem entregues aos agricultores, sendo utilizado abaixo na análise: A1) Máquina de secagem + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos); A2) Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos); A3) Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) + manutenção preventiva semestral; A4) Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) + manutenção preventiva semestral + gestão da qualidade dos grãos, gestão da secagem e armazenagem dos grãos e monitoramento contínuo à distância.

Para isso, desenvolveu-se uma análise com as médias e os intervalos de confiança (95%) para identificar o quanto o agricultor que selecionou a opção compra ou aluguel, estão dispostos a pagar para cada alternativa de solução ofertada (Tabela 22).

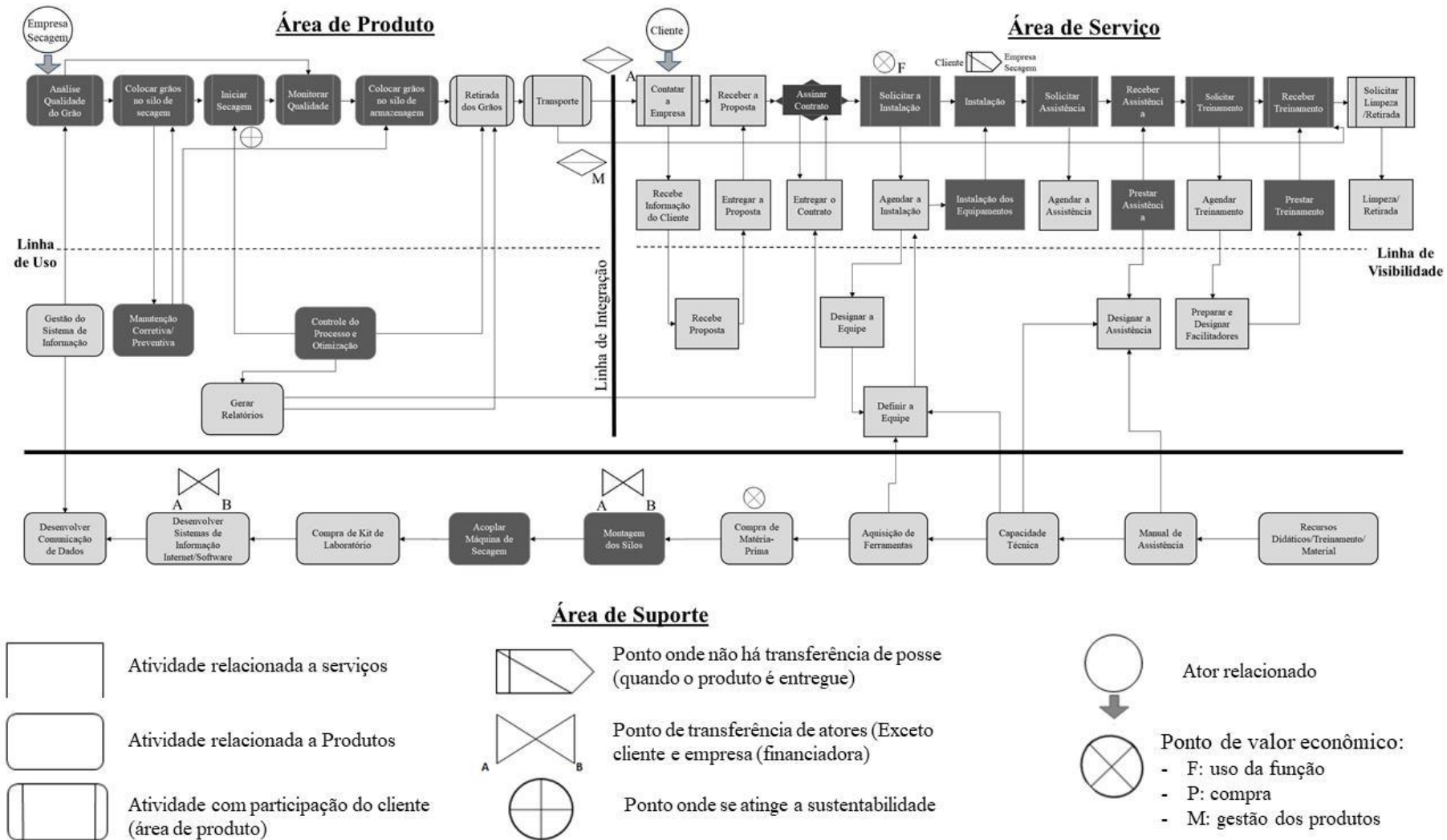


Figura 21 Product-Service Blueprint do PSS orientado ao resultado

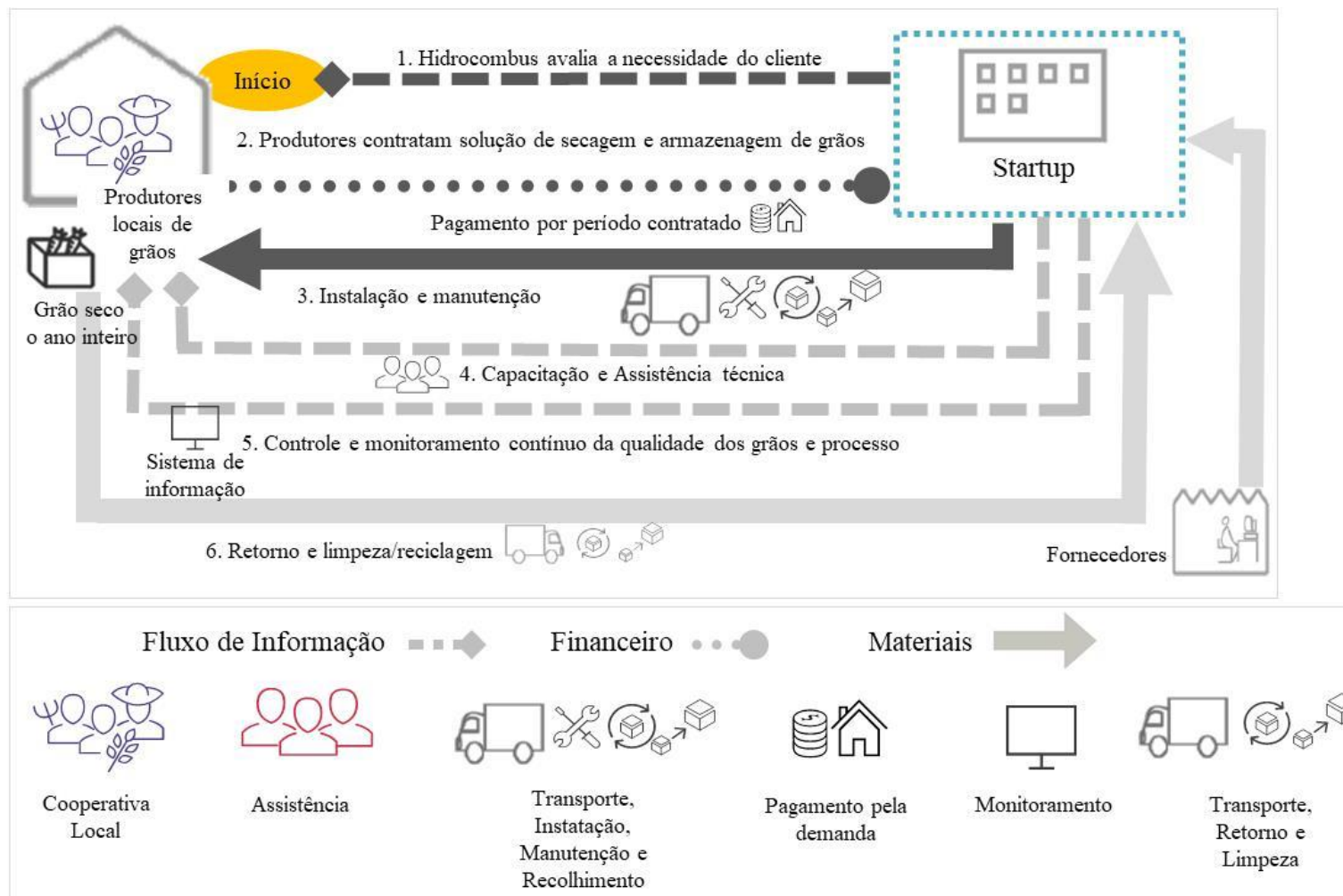


Figura 22 System Maps da Solução Produto-Serviço orientado ao resultado

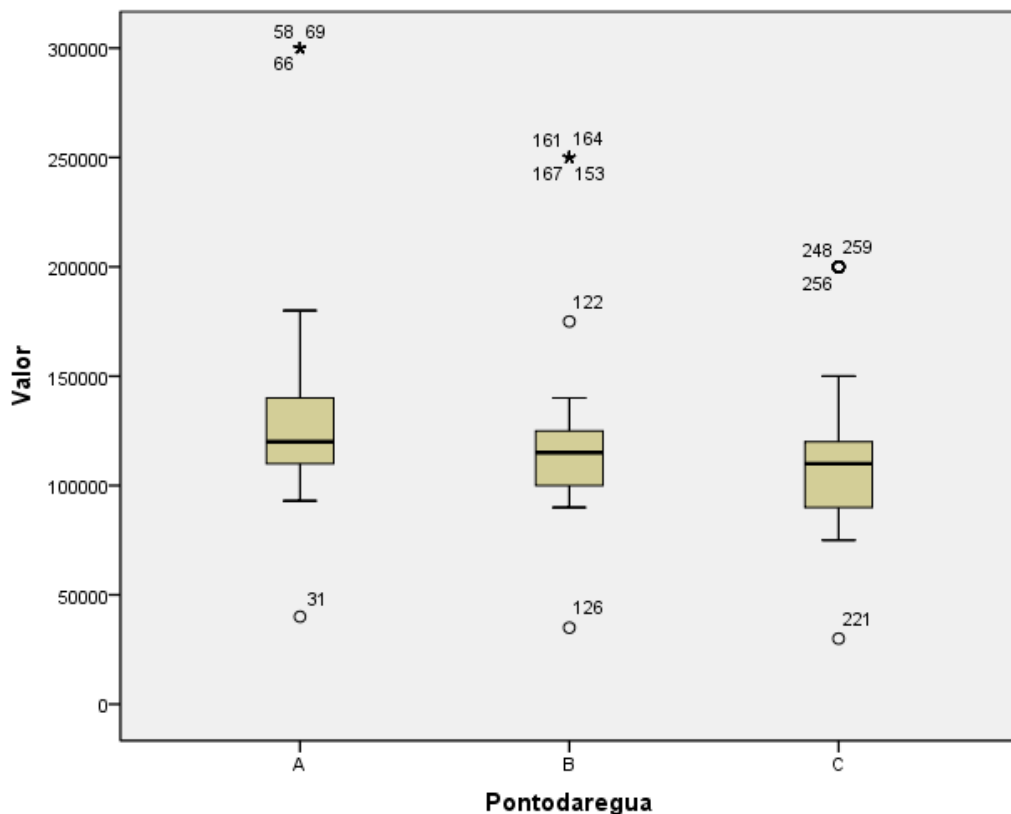
Tabela 21 Médias e intervalo de confiança (95%) das soluções ofertadas

Opção	Tipo de PSS	Alternativa	Amostra	A (R\$)	B (R\$)	C (R\$)
Compra 56,6% $n = 200$	Orientado ao Produto	A1	7,5% $n = 15$	$\bar{X} = 106833,33$ [92975,66; 129556,63] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 99000,00$ [88124,27; 115689,64] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 89733,33$ [81083,33; 100818,18] _{95(1-α)%}
		A2	18,5% $n = 37$	$\bar{X} = 112702,70$ [101206,90; 131434,49] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 105000,00$ [93750,96; 122360,41] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 93108,11$ [83491,49; 108368,30] _{95(1-α)%}
		A3	43,5% $n = 87$	$\bar{X} = 142942,53$ [131067,33; 156804,23] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 129655,17$ [120202,79; 140455,65] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 115712,64$ [108662,89; 123687,86] _{95(1-α)%}
		A4	30,5% $n = 61$	$\bar{X} = 127155,17$ [120755,47; 134166,27] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 121137,93$ [115640,36; 127265,23] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 112275,86$ [107188,82; 118172,70] _{95(1-α)%}
Aluguel 43,5% $n = 154$	Orientado ao uso	A1	5,19% $n = 8$	$\bar{X} = 6775,00$ *	$\bar{X} = 6362,50$ *	$\bar{X} = 5387,50$ *
		A2	34,41% $n = 53$	$\bar{X} = 8549,06$ [7643,83; 9372,88] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 7904,91$ [7077,51; 8670,18] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 7079,25$ [6300,00; 7819,40] _{95(1-α)%}
		A3	33,76% $n = 52$	$\bar{X} = 8000,00$ [7000,00; 8963,63] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 7292,31$ [6345,11; 8244,33] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 6525,00$ [5620,41; 7426,40] _{95(1-α)%}
	Orientado ao resultado	A4	26,24% $n = 41$	$\bar{X} = 7195,12$ [5571,68; 9054,82] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 6265,85$ [4860,07; 7824,79] _{95(1-α)%}	$\bar{X} = 5280,49$ [4105,81; 6590,44] _{95(1-α)%}

Notas. n é o tamanho da amostra; \bar{X} é a média da amostra; 95(1- α)% é o intervalo de confiança (95%); * o tamanho de amostra da A1 para o aluguel não foi significativa para o cálculo do intervalo de confiança 95% pelo método *Bootstrapping*. A (R\$) – Certamente Não adquiriria a partir do preço X R\$; B (R\$) Talvez adquiriria se custasse até X R\$; e, C (R\$) Certamente adquiriria se custasse X R\$.

Como apresentada na Tabela 22, nota-se que na opção compra a Alternativa A3: Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) + manutenção preventiva semestral foi selecionada por uma amostra de 87 respondentes. Para esta alternativa, apresenta-se a análise do comportamento desta oferta, conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 Boxplot da opção compra da alternativa A3 para a opção compra.

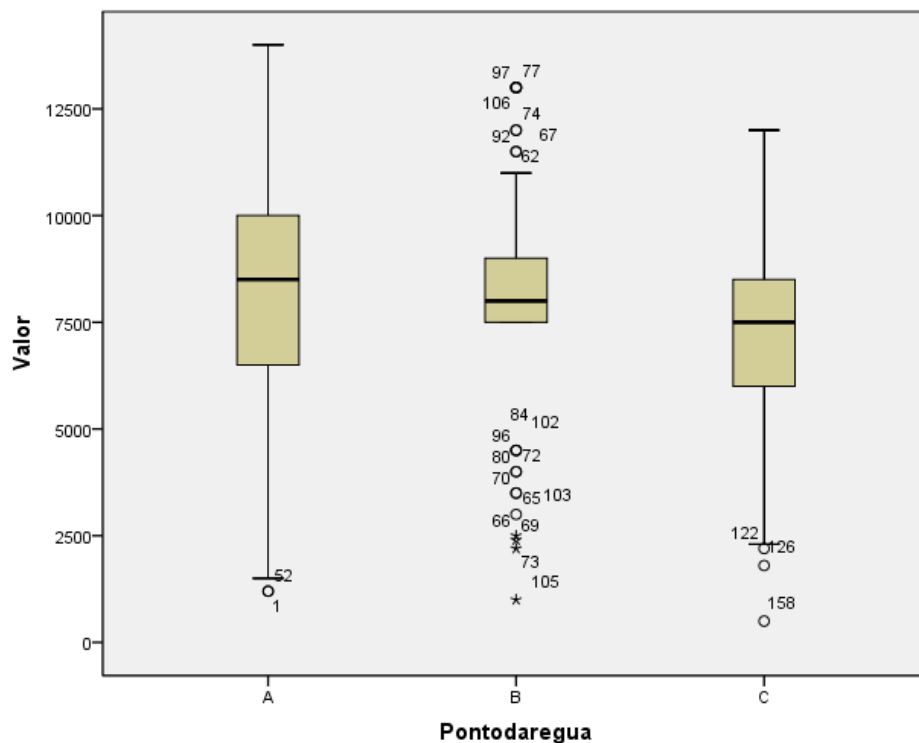


O Ponto A refere-se à distribuição do máximo que o agricultor está disposto a pagar. O centro da caixa mostra a mediana que neste caso é R\$ 120.000,00. Nesta figura, em torno da mediana a caixa representa a amplitude interquartilica (terceiro quartil – primeiro quartil) na qual 50% das observações se encontram. Os valores afastados das hastes verticais representam possíveis outliers que são pontos muito discrepantes da massa de dados (Box).

No ponto B (talvez pagasse em torno de) a mediana é de R\$ 115.000,00 e no ponto C (certamente pagaria mais que) a mediana é de R\$ 110.000,00. Isto porque a distancia das hastes em relação ao tamanho da caixa (Box) é maior no ponto A. Esta análise foi realizada de forma geral, considerando todos os respondentes. Uma análise mais robusta poderia considerar os respondentes por porte (pequeno, médio e grande) para verificar a diferença entre eles, em relação à compra e ao aluguel.

Ainda em relação à Tabela 21, nota-se que na opção aluguel a Alternativa A2: Máquina de secagem + silo de armazenagem móvel + manutenção corretiva durante a garantia (2 anos) foi selecionada por 53 respondentes, como disposto na Figura 24.

Figura 24 Boxplot da opção aluguel da alternativa A2 para a opção aluguel



O Ponto A refere-se ao valor máximo que o agricultor está disposto a pagar. O centro da caixa mostra a mediana que neste caso é R\$ 8.500,00. O Boxplot mostrou maior variação

neste ponto, em relação ao ponto B (talvez pagasse em torno de) a mediana é de R\$ 8.000,00 e do ponto C (certamente pagaria mais que) a mediana é de R\$ 7.500,00.

Essa análise pode ser realizada para cada estrato, e para todas as alternativas. Neste capítulo foram apresentadas as opções que apresentaram maior frequência, os principais requisitos e a cadeia de valor para todo o ciclo de vida do sistema produto-serviço com viés sustentável.

Nota-se ainda pela Tabela 22, que a opção com maior quantidade de agricultores que selecionaram foi a de PSS orientado ao produto, isso mostra que os agricultores da região sul do Brasil não estão prontos para receberem uma solução que seja gerada a partir de um aluguel com opções de consultorias e atendimento à distância como propostos no PSS orientado ao uso e ao resultado.

Isso leva ao empecilho dos agricultores da região sul do Brasil adquirirem serviços por problemas culturais e econômicos, não dispostos a adotar soluções de alugueis voltadas tanto à secagem e armazenagem de grãos, quanto às demais tecnologias oferecidas durante o plantio e colheita de culturas. Este tópico foi discutido posteriormente com os co-fundadores da Startup no sentido de adotar estratégias para uma mudança de hábitos dos produtores locais.

4.4. CONCLUSÕES

O estudo desenvolveu o conceito de uma solução sustentável para secagem e armazenagem de grãos, por meio de um método do sistema produto-serviço sustentável. Os resultados apontaram os requisitos priorizados, o desenho da solução e a disposição a pagar pela gestão do processo de secagem e armazenagem de grãos.

Em relação à disposição a pagar pela solução ofertada, os agricultores relataram que a média para compra da solução é um valor em torno de R\$ 108.800,00, já em relação ao aluguel da solução o valor foi em torno de R\$ 6.325,00. Portanto, em análises relacionadas ao tipo de PSS, nota-se que 56,5% (200 agricultores) optaram pelo PSS orientado ao produto, 32% (113 agricultores) optaram pelo PSS orientado ao uso e 11,5% (41 agricultores) optaram pelo PSS orientado ao resultado. Isto demonstra que os agricultores da região sul do Brasil, não estão preparados para adquirir a gestão da secagem e armazenagem de grãos em forma de aluguel. Este estudo expõe que as questões tecnológicas, financeiras e ambientais são limitadas na busca de melhorias do processo de secagem e armazenagem de grãos na região sul do Brasil, ao lado dos limites de aplicação estabelecidos pelo governo, ou seja, existem barreiras de oferta e demanda. As medidas devem ser implementadas pela parceria entre stakeholders, como a Startup, fornecedores e os agricultores, também com apoio do governo para remover o uso de tecnologias que prejudiquem o meio ambiente, com isso, visando otimizar os processos de secagem e armazenagem de grãos e entregando um preço acessível aos agricultores.

Atendendo a lacuna de trabalhos que desenvolvem solução produto-serviço voltados a agricultura, este estudo entrega um PSS orientado ao produto, ou seja, a gestão da secagem e armazenagem de grãos. O trabalho desenvolvido colaborou para a Startup identificar quais

são as necessidades dos agricultores, os caminhos que devem seguir para atender seus requisitos e a disposição a pagar pela solução entregue. A presença dos stakeholders e de toda a cadeia auxiliaram no desenvolvimento deste estudo e na entrega do PSS orientado ao produto para os agricultores. Portanto, se os agricultores adquirirem essa oferta optariam por um método de secagem sustentável, diferentemente ao combustível atual realizado com a lenha. Esta alternativa daria suporte à solução do processo de secagem e armazenagem de grãos, entregando a gestão como um todo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao suporte financeiro das CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

REFERENCIAS

- Alexander, P., Brown, C., Arneith, A., Finnigan, J., Moran, D., Rounsevelt., M.D.A., 2012. Losses, inefficiencies and waste in the global food system. *Agr. Syst* 153:190-200. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.014>.
- Aurich, J.C., Fuchs, C., Wagenknecht, C., 2006. Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems. *J. Clean. Prod.* 14:1480-1494. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.01.019>.
- Babilis, S.J., Belessiotis, V.G., 2004. Influence of the drying conditions on drying constants and moisture diffusivity during the thin-layer drying of figs. *J. Food Eng.* 65(3):449-458. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.02.005>.
- Bertini Junior, J.R., Nicoletti, M.C., 2019. An iterative boosting-based ensemble for streaming data classification, *Inform. Fusion*, 45:66-78. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2018.01.003>.
- Borgen, S.O., Aarset, B., 2016. Participatory Innovation: Lessons from breeding cooperatives, *Agr. Sys*, 145:99-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.03.002>.
- Brasil., 2008. Utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006. [WWW Document] (URL [http:// www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm) accessed 11.01.17)
- Cafrey, K.R., Veal, M.W., Chinn, M.S., 2014. The farm to biorefinery continuum: A techno-economic and LCA analysis of ethanol production from sweet sorghum juice. *Agr. Syst* 130:55-76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.016>
- Case, S.D.C., Oelofse, M., Hou, Y., Oenema, O., Jensen, L.S., 2017. Farmer perceptions and use of organic waste products as fertilisers – A survey study of potential benefits and barriers, *Agr. Syst* 151:84-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.11.012>.

- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Acompanhamento de Safra Brasileiro. 5(6):1-129. [WWW Document] (URL http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_03_13_14_15_33_grao_marco_2018.pdf accessed 04.06.18)
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2015. Instruções para amostragem de caminhões. 1(1):1-32. [WWW Document] (URL http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_15_09_23_08_boletim_tecnico_de_armazenagem.pdf accessed 04.06.18)
- Desai, A., Lindahl, M., Widgren, M., 2017. Actors and System Maps: A Methodology for Developing Product/Service Systems. In: Matsumoto, M., Masui, K., Fukushige, S., Kondoh, S., 2017. Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design. Springer, Tsukuba, Japan. https://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-0471-1_15.
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockstrom, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D.P.M., 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478: 337-342. <http://dx.doi.org/10.1038/nature10452>.
- Geum, Y., Park, Y., 2011. Designing the sustainable product-service integration: a product-service blueprint approach. *J. Clean. Prod.* 19:1601-1614. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.05.017>
- Groot, J.C.J., Oomen, G.J.M., Rossing, W.A.H., 2012. Multi-objective optimization and design of farming systems. *Agric. Syst.* 110: 63–77. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.03.012>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., Meybeck, A., 2011. Global Food Losses and Food Waste– Extent, Causes and Prevention. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2006.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2017. Levantamento sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. [WWW Document] (URL [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf) accessed 12.18.17).
- Jones, J.W., Antle, J.M., Basso, B., Boote, K.J., Conant, R.T., Foster, I., Godfray, H.C.J., Herrero, M., Howitt, R.E., Janssen, S., Keating, B.A., Munoz-Carpena, R., Porter, C.H., Rosenzweig, C., Wheeler, T.R., 2016. Brief history of agricultural systems modeling. *Agr. Syst* 155:240-254. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.014>.
- Ju, X.T., Xing, G.X., Chen, X.P., Zhang, S.L., Zhang, L.J., Liu, X.J., Cui, Z.J., Yin, B., Christea, P., Zhu, Z.L., Zhang, F.S., 2009. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A* 106:3041-3046. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0813417106>.
- Karlsson, J., C. Wohlin and B. Regnell. 1998. An Evaluation of Methods for Prioritizing Software Requirements. *Information and Software Technology*, 39(14):939-947.
- Kearney, J., 2010. Food consumption trends and drivers. *Philos. Trans. R. Soc. B* 365:2793-2807. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2010.0149>.
- Kuijken, B., Gemser, G., Wijnberg, N.M., 2017. Effective product-service systems: A value-based framework. *Ind. Market. Manag.* 60:33-41. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.04.013>.
- Kumar, D., Kalita, P., 2017. Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries, *Foods*, 6(1):1-22. <https://dx.doi.org/10.3390/foods6010008>.

- Levine, S. H., 2003. Comparing Products and Production in Ecological and Industrial Systems. *J. Ind. Ecol.* 7(2):33-42. <http://doi.org/10.1162/108819803322564334>.
- Lima, R.F., Dionello, R.G., Peralba, M.C.R., Barrionuevo, S., Radunz, L.L., Reichert Júnior, F.W., 2017. PAHs in corn grains submitted to drying with firewood. *Food Chem.* 215:165-170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.164>.
- Litt, A., Khan, U., Shiv, B., 2010. Lusting while loathing parallel counterdriving of wanting and liking. *Psychological Science*, 21(1):118-125. <https://doi.org/10.1177/0956797609355633>.
- Liu, X.J., Zhang, Y., Han, W.X., Tang, A.H., Shen, J.L., Cui, Z.L., Vitousek, P., Erisman, J.W., Goulding, K., Christie, P., Fangmeier, A., Zhang, F.S., 2013. Enhanced nitrogen deposition over China. *Nature* 494:459-462. <http://dx.doi.org/10.1038/nature11917>.
- Malhorta, N.K., 2009. *Marketing Research: An Applied Orientation*. 6th Edition. Pearson: London.
- MAPA, Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply., 2017. Projeções do Agronegócio: Brasil 2016/17 a 2026/27 Projeções de Longo Prazo. [WWW Document] (URL <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2017-a-2027-versao-preliminar-25-07-17.pdf> accessed 12.18.17).
- McMichael, A.J., Powles, J.W., Butler, C.D., Uauy, R., 2007. Food, livestock production, energy, climate change, and health. *Lancet* 370:1253-1263. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61256-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61256-2).
- Müller, A., Schmidhuber, J., Hoogeveen, J., Steduto, P., 2008. Some insights in the effect of growing bio-energy demand on global food security and natural resources. *Water Policy* 10:83-94. <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2008.053>.
- Nuhoff-Isakhanyan, G., Wubben, E.F.M., Omta, O.S.W.F., Pascucci, S., 2017. Network structure in sustainable agro-industrial parks. *J. Clean. Prod.* 141:1209-1220. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.196>.
- Popkin, B.M., Adair, L.S., Ng, S.W., 2012. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr. Rev.* 70: 3–21. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x>.
- Ribeiro, J.L.D., Echeveste, M.E.S., Danilevicz, A.M.F, 2001. A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços. FEENG/UFRGS: Porto Alegre.
- Tilman, D., Clark, M., 2015. Food, agriculture & the environment: can we feed the world & save the Earth? *Daedalus* 144(4):8–23. http://dx.doi.org/10.1162/DAED_a_00350.
- Tukker, A., 2004. Eight Types of Product–Service System: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet. *Bus. Strateg. Environ.* 13:246-260. <http://dx.doi.org/10.1002/bse.414>.
- USDA, United States Department of Agriculture., 2017. *Grain: World Markets and Trade*. Foreign Agricultural Service, Washington, USA.
- Vasanth, G., Roy, R., Lelah, A., Brissaud, D., 2012. A review of product-service systems design methodologies. *J. Eng. Design.* 23(9):635-659. <http://doi.org/10.1080/09544828.2011.639712>.
- Wang, H., Mullahy, J., 2006. Willingness to pay for reducing fatal risk by improving air quality: A contingent valuation study in Chongqing, China. *Science of the Total Environment*, 367:50-57. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.02.049>.
- Wang, X., Chen, Y., Sui, P., Yan, P., Yang, X., Gao, W., 2017. Preliminary analysis on economic and environmental consequences of grain production on different farm sizes in North China Plain. *Agr. Syst* 153:181-189. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.005>.

Weick, C.W., 2001. Agribusiness technology in 2010: directions and challenges. *Technol. Soc.* 23(1):59-72. [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(00\)00035-X](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(00)00035-X).

Wilson, C., Tisdell, C., 2001. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecol. Econ.* 39:449–462. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00238-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00238-5).

Zhu, H., Gao, J., Cai, Q., 2015. A product-service system using requirement analysis and knowledge management technologies, *Kybernetes*, 44(5):823-842. <https://doi.org/10.1108/K-11-2014-0244>.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas e discutidas as principais contribuições práticas e acadêmicas desta Dissertação, bem como as sugestões para futuros trabalhos de pesquisa na área de *Lean* no Processo de Desenvolvimento de Produtos e Serviços.

Baseado no objetivo central, esta Dissertação sustenta a implementação dos princípios *Lean* por meio de ferramentas e métodos associados às fases do processo de desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis na Agroindústria, afirmação esta que sua implementação seja sistêmica atendendo a diferentes tipologias de projeto e PSS, que oriente os gestores na implementação do *Lean* em processos de desenvolvimento de produtos e serviços.

Indicando minimamente as fases e etapas que devem ser seguidas, assim como os mecanismos de controle e mensuração dos resultados, pode estimular e fazer com que as práticas e ferramentas do *Lean Product Development* e do *Lean Product-Service System* sejam implementadas nas empresas de maneira adequada.

Especialmente, defendeu-se o desenvolvimento de um produto e uma solução produto-serviço para duas agroindústrias. Assim, o processo que foi apresentado e discutido neste trabalho, depende diretamente da iniciativa das empresas para que possa ser implementado, sendo que as agroindústrias apresentam dificuldade em implementar processos inovadores e sustentáveis, por oferecem condições estruturais desfavoráveis. Cumpre salientar que as agroindústrias possuem produção empurrada e possuem como matéria-prima grãos, carnes ou frutas, possuindo processos diversas vezes remotos. As organizações em conjunto com o governo possuem o papel de apoiar e fomentar ações que otimizem seus processos industriais.

Embora demonstrasse na pesquisa que os princípios *Lean* oferecem práticas e ferramentas para desenvolver de maneira favorável produtos e serviços, outros métodos também podem oferecer melhorias, tais como: *Lean Product Development* (GUDEM et al., 2014; WELO & RINGEN, 2015); e, *Lean Product-Service System* (ELNADI, SHEHAB & PEPPARD, 2013; SASSANELLI et al., 2015; ROMERO & ROSSI, 2017).

Assim, sob a perspectiva de desenvolver produtos e serviços para agroindústrias através de princípios *Lean*, e seguindo-se as etapas do método *Design Research Methodology*, esta Dissertação foi construída com base em três artigos: No **Artigo 1**, realizou-se uma revisão sistemática da literatura, na qual apontou poucos trabalhos que tratam diretamente as sinergias entre as três áreas discutidas neste estudo: fluxo de valor, *Supply Chain*, e *Sustainable PSS*, o objetivo do estudo foi identificar e mensurar valor para a Gestão da Cadeia de Suprimentos no desenvolvimento de um Sistema Produto-Serviço Sustentável, onde considerando as métricas para mensurar o valor na Gestão da Cadeia de Suprimentos, constatou-se a necessidade de estudos voltados a ofertas de PSS Sustentável que contemplem o ciclo de vida do produto e serviço.

O **Artigo 2** propôs um framework com práticas e ferramentas do *Lean Product Development* e oferece um guia customizável para aplicação do mesmo, este modelo foi dividido em nove fases e 42 práticas e ferramentas, este *framework* foi aplicado em uma agroindústria (beneficiadora de frutas) para o desenvolvimento de um produto inovador e sustentável (Amido Modificado Catiônico, Aniônico, Hidrofóbico em forma de Pré-Gel) para preservação de frutas e eliminação de desperdícios durante o processo de desenvolvimento do produto, essa solução proposta conservou a fruta com 56 dias, 25% superior ao melhor

produto existente no mercado, também dispensando a modificação do processo produtivo, por ser um produto similar ao usado pela beneficiadora de frutas.

Já o **Artigo 3**, objetivou desenvolver uma solução para a gestão secagem e armazenagem de grãos por meio do desenvolvimento de um PSS sustentável orientado ao resultado, para isso mapeou-se a solução produto-serviço, identificou-se quanto estão dispostos a pagar e os requisitos principais e secundários dos agricultores do sul do Brasil. Em relação ao estado atual do processo de secagem e armazenagem de grãos, 39,9% dos respondentes entregam seus grãos para cooperativas, isso expõe o quanto o cooperativismo no Brasil é atuante, e 17,2% dos agricultores possuem silo de secagem a lenha, na qual emite poluentes e contaminantes no ar e no grão. A *survey* mostra que os agricultores estão preocupados com a qualidade de grãos (38%) e com o serviço de suporte e aluguel (24%). Interno a eles, 8,09% relatam a necessidade por menor % de impurezas e resíduos nos grãos e 7,03% demandam dos grãos não apresentar odor/cheiro (contaminação). A pesquisa questionou o quanto os agricultores estariam dispostos a pagar por soluções, sendo que a média em relação à compra da solução foi R\$ 108.800,00, já em relação ao aluguel da solução foi de R\$ 6.325,00.

Em síntese, os três artigos desenvolvidos alcançaram plenamente os objetivos propostos nesta Dissertação e corresponderam adequadamente às etapas do *Design Research Methodology*, de clarificar a pesquisa através de uma análise da literatura, realizar a análise de dados empíricos na literatura, sintetizar as suposições experimentais aplicando em um caso real e validar o estudo através de um estudo aplicado.

5.1. IMPORTÂNCIA PRÁTICA E ACADÊMICA

Para o meio acadêmico, além de ampliar a compreensão e as discussões da literatura de LPD e LPSS no contexto das Agroindústrias (Nuhoff-Isakhanyan et al., 2017), esta Dissertação colaborou no preenchimento de outra lacuna existente, relacionada à necessidade de pesquisas voltadas à elaboração de ferramentas, métodos, modelos e processos que permitam implementar e mensurar as melhorias no processo de desenvolvimento de produtos e serviços. Além disso, este trabalho agregou maior entendimento sobre os principais elementos e fatores que interferem no sucesso ou falha de implementação do LPD, sobretudo no que diz respeito à implementação dos princípios *Lean* no DP e no desenvolvimento de soluções do sistema produto-serviço para agroindústrias.

Do ponto de vista prático, este trabalho proporcionou aos gestores um instrumento metodológico (*framework*) que visa facilitar e tornar mais eficiente a implementação dos princípios *Lean* no desenvolvimento de produtos em agroindústrias. Assim, conclui-se que, esse instrumento pode ser útil para orientar no desenvolvimento de produtos adaptando-se a diferentes tipologias de projeto. Adicionalmente, na identificação dos requisitos e a disposição a pagar dos agricultores, identificou-se quanto a *Startup* deve cobrar pela solução sustentável de secagem e armazenagem de grãos a ser entregue aos agricultores. Face às considerações apresentadas, reconhece-se a consistência teórica e prática deste trabalho de Dissertação.

5.2. LIMITAÇÕES E OPORTUNIDADES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ainda que os resultados alcançados na Dissertação tenham sido considerados satisfatórios, uma das limitações colocadas é que não foi possível aplicar o *framework* LPD em uma amostra tão expressiva de empresas, por razões relacionadas à dificuldade de retorno,

tempo e acessibilidade por parte dos agricultores. Desta forma, uma das oportunidades de trabalho futuro é ampliar a amostra da pesquisa desenvolvida no artigo 2 para além do âmbito de uma beneficiadora, com isso revalidando o *framework* e adaptando a outras tipologias de projeto. Além disso, aumentando-se a representatividade da amostra de agricultores respondentes no Artigo 3, será possível também fazer outros tipos de análises, como por exemplo, aplicar a técnica de estatística multivariada de modelagem de equações estruturais.

Além disso, dentre outras sugestões de futuros trabalhos que também poderão contribuir para dar continuidade à discussão e aprofundamento do tema: “Implementação dos princípios Lean no Processo de Desenvolvimento de Produtos e Serviços para agroindústrias”, abordado nesta Dissertação, destacam-se:

- Comparar os diferentes impactos e resultados da implementação do *framework* LPD em outros tipos de empresas. Nesse sentido, avaliar também quais mudanças deve ser realizado no *framework*;

- Desenvolver uma técnica didática para o ensino do LPD para empresas e universidades; e,

- Replicar a *Survey* para o mercado nacional, garantindo cobrir todo o Brasil quando a *Startup* estiver como empresa estabelecida.

Outra oportunidade de trabalho gerada a partir desta Dissertação é desenvolver um aplicativo composto por *cards sortings* (cartões com definições, método de aplicação e indicação de literatura para aplicar as práticas e ferramentas do LPD), facilitando o conhecimento aos gestores. Adicionalmente, sugere-se estudar no contexto dessa proposta mecanismos de aperfeiçoar o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis para agroindústrias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-ASHAAB, A.; GOLOB, M.; ATTIA, U. M.; KHAN, M.; PARSONS, J.; ANDINO, A.; PEREZ, A.; GUZMAN, P.; ONECHA, A.; KESAVAMOORTHY, S.; MARTINEZ, G.; SHEHAB, E.; BERKES, A.; HAQUE, B.; SORIL, M.; SOPELANA, A. The transformation of product development process into lean environment using set-based concurrent engineering: A case study from an aerospace industry. **Concurrent Engineering: Research and Applications**. v. 0, pp. 1-18, 2013.
- ARES, G. Methodological issues in cross-cultural sensory and consumer research. **Food Quality and Preference**. v. 64, pp. 253–263, 2018.
- AURICH, J. C.; FUCHS, C.; WAGENKNECHT, C. Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems. **Journal of Cleaner Production**. v. 14, pp. 1480-1494, 2006.
- BAYSAN, S.; DURMUŞOĞLU, M. B. Systematic Literature Review for Lean Product Development Principles and Tools. **Sigma Journal Engineering and Natural Sciences**. v. 33, n. 3, pp. 305-323, 2015.
- BLESSING, L. T. M.; CHAKRABARTI, A. **DRM, a Design Research Methodology**. London: Springer-Verlag, 2009.
- BRÉDART, D.; STASSART, P. M. When farmers learn through dialog with their practices: A proposal for a theory of action for agricultural trajectories. **Journal of Rural Studies**. v. 53, pp. 1-13, 2017.
- CARVALHO, A. B.; SILVA, D. C.; GUIMARÃES, G. B.; MONTOVANI, J. V.; ARAÚJO, J. C. **Case Study: Lean Concepts – EMBRAER-EVORA wing assembly line**. In: ICIEOM – International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Guimarães, Portugal, 2012.
- CÉSAR, A. S.; BATALHA, M. O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality. **Energy Policy**. v. 38, pp. 4031-4039, 2010.
- CHUEPENG, S.; SRISUWAN, S.; TONGROON, M. Lean hydrous and anhydrous bioethanol combustion in spark ignition engine at idle. **Energy Conversion and Management**. v. 128, pp. 1-11, 2016.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. São Paulo, 2016.
- EGEA, F. J.; TORRENTE, R. G.; AGUILAR, A. An efficient agro-industrial complex in Almería (Spain): Towards an integrated and sustainable bioeconomy model. **New Biotechnology**. v. 40, pp. 103-112, 2018.
- ELNADI, M.; SHEHAB, E.; PEPPARD, J. **Challenges of Lean Thinking Application in Product-Service System**. Proceedings of the 11th International Conference on Manufacturing Research, Cranfield University, UK, 2013, pp. 461-466.

- FERCOQ, A.; LAMOURI, S.; CARBONE, V. Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. **Journal of Cleaner Production**. v. 137, pp. 567-578, 2016.
- FERNANDES, S. C. **Método de Seleção de ações de melhoria: alcançando os objetivos estratégicos no Processo de Desenvolvimento de Produtos por meio do Gerenciamento de Processos de Negócios**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2016.
- GARRIDO, T.; LECETA, I.; CABA, K.; GUERRERO, P. Chicken feathers as a natural source of sulphur to develop sustainable protein films with enhanced properties. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 106, pp. 523-531, 2018.
- GUDEM, M.; STEINERT, M.; WELO, T. From lean product development to lean innovation: searching for a more valid approach for promoting utilitarian and emotional value. **International Journal of Innovation and Technology Management**. v. 11, pp. 1-20, 2014.
- HAQUE, B.; JAMES-MOORE, M. Applying lean thinking to new product introduction. **Journal of Engineering Design**. v. 15, pp. 1-31, 2004.
- HELFAND, S. M.; MOREIRA, A. R. B.; BRESNYAN, E. W. **Agricultural Productivity and Family Farms in Brazil: Creating Opportunities and Closing Gaps**. Brazil: World Bank Sustainable Development, 2015.
- HINES, P.; FRANCIS, M.; FOUND, P. Towards lean product lifecycle management. **Journal of Manufacturing Technology Management**. v. 17, pp. 866-887, 2006.
- JAMSHIDI, L.; HEYVAERT, M.; DECLERCQ, L.; FERNÁNDEZ-CASTILLA, B.; FERRON, J. M.; MOEYAERT, M.; BERETVAS, S. N.; ONGHENA, P.; NOORTGATE, W. V. Methodological quality of meta-analyses of single-case experimental studies. **Research in Developmental Disabilities**, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.12.016>
- JOHANSSON, G.; SUNDIN, E. Lean and green product development: two sides of the same coin?. **Journal of Cleaner Production**. v. 85, pp. 104-121, 2014.
- LIKER, J. K. **The Toyota Way 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 2004.
- LIKER, J. K. **The Toyota Way 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. McGraw-Hill: New York, 2004.
- MARODIN, G. A.; FRANK, A. G.; TORTORELLA, G. L.; SAURIN, T. A. Contextual factors and lean production implementation in the Brazilian automotive supply chain. **Supply Chain Management: An International Journal**. v. 21, n. 4, pp.417-432, 2016.
- MORGAN, J.; LIKER, J. K. **Toyota's product development system: integrating people, process and technology**. New York: Productivity Press, 2006.

NAGARATNAM, B. H.; RAHMAN, M. E.; MIRASA, A. K.; MANNAN, M. A.; LAME, S. O. Workability and heat of hydration of self-compacting concrete incorporating agro-industrial waste. **Journal of Cleaner Production**. v. 112, pp. 882-894, 2016.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 2015.

PAPADOPOULOU, T. C.; OZBAYRAK, M. Leanness: experiences from the journey to date. **Journal of Manufacturing Technology Management**. v. 16, n. 7, pp. 784-807, 2005.

PAPAPETROU, M.; CIPOLLINA, A.; COMMARE, U. L.; MICALÉ, G.; ZARAGOZA, G.; KOSMADAKIS, G. Assessment of methodologies and data used to calculate desalination costs. **Desalination**. v. 419, pp. 8-19, 2017.

PIERONI, M. P. **Proposta de um método para o Desenvolvimento de uma Arquitetura de Processos de Negócios para apoiar a transição de empresas de manufatura para provedoras de Sistema Produto-Serviço (PSS)**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2017.

PINHEIRO, L. M. P.; TOLEDO, J. C. Application of lean approach in the product development process: a survey on Brazilian industrial companies. **Gestão e Produção**. v. 23, n. 2, pp. 320-332, 2016.

RAUNIAR, R.; RAWSKI, G. Organizational structuring and project team structuring in integrated product development project. **International Journal of Production Economics**. v. 135, pp. 939-952, 2012.

ROMERO, D.; ROSSI, M. Towards Circular Lean Product-Service Systems. **Procedia CIRP**. v. 64, pp. 13-18, 2017.

SÁNCHEZ-ROQUE, Y.; PÉREZ-LUNA, Y. D. C.; PÉREZ-LUNA, E.; HERNÁNDEZ, R. B.; SALDAÑA-TRINDAD, S. Evaluation of different agroindustrial waste on the effect of different carcass characteristics and physiological and biochemical parameters in broilers chicken. **Veterinary World**. v. 10, n. 4, pp. 368-374, 2017.

SASSANELLI, C.; PEZZOTTA, G.; ROSSI, M.; TERZI, S.; CAVALIERI, S. Towards a Lean Product Service Systems (PSS) Design: state of the art, opportunities and challenges. **Procedia CIRP**, v. 30, 2015, pp. 191-196.

SEHNEM, S.; OLIVEIRA, G. P. Analysis of the supplier and agribusiness relationship. **Journal of Cleaner Production**. v. 168, pp. 1335-1347, 2017.

SILVA, C. A.; MHLANGA, N. **Innovative policies and institutions to support agro-industries development**. FAO – Food and Agriculture Organization of the United States. Rome, 2011.

- SOINI, K.; JURGILEVICH, A.; PIETIKAINEN, J.; KORHONEN-KURKI, K. **Universities responding to the call for sustainability: A typology of sustainability centres.** *Journal of Cleaner Production.* v. 170, pp. 1423-1432, 2018.
- TISCHNER, U.; VEZZOLI, C. **Product-service systems; tools and cases, design for sustainability (D4S): a step-by-step approach.** Delft: United Nations Environment Program. pp. 95-103, 2009.
- TUKKER, A. Eight Types of Product–Service System: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet. **Business Strategy and the Environment.** v. 13, pp. 246-260, 2004.
- ULRICH, K.; EPPINGER, S. **Product Design and Development.** 6th Edition. New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- VASANTHA, G.; ROY, R.; LELAH, A.; BRISSAUD, D. A review of product-service systems design methodologies. **Journal of Engineering Design.** v. 23, n. 9, pp.635-659, 2012.
- VENKATESH, V.; BROWN, S. A.; BALA, H. Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems. **Mis Quarterly.** v. 37, n. 1, pp. 21-54.
- VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E. Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model. **Journal of Cleaner Production.** v. 116, pp. 150-156, 2016.
- WARD, A. C. **Lean Product and Process Development.** Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2007.
- WEICK, C.W. Agribusiness technology in 2010: directions and challenges. **Technology in Society,** v. 23, n. 1, 2001, pp. 59-72.
- WELO, T.; RINGEN, G. Investigating Lean development practices in SE companies: A comparative study between sectors. **Procedia Computer Science.** v. 44, pp. 234-243, 2015.
- WIERINGA, R. Empirical research methods for technology validation: Scaling up to practice. **The Journal of Systems and Software.** v. 95, pp. 19-31, 2014.
- ZAHAN, Z.; OTHMAN, M. Z.; MUSTER, T. H. Anaerobic digestion/co-digestion kinetic potentials of different agro-industrial wastes: A comparative batch study for C/N optimisation. **Waste Management.** v. 71, pp. 663-674, 2018.
- ZINE, P. U.; KULKARNI, M. S.; RAY, A. K.; CHAWLA, R. A conceptual framework for product service system design for machine tools. **Benchmarking: An International Journal.** v. 23, n. 5, pp. 1227-1248, 2016.