

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PAULO DO CARMO JÚNIOR**

**UMA ABORDAGEM *LEAN THINKING* NA MELHORIA DA GESTÃO**  
**DO PROCESSO DE COLHEITA DE CITRUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

Prof. Dr. Jorge Alberto Achcar  
Orientador

Araraquara, SP – Brasil  
2016

#### FICHA CATALOGRÁFICA

C285a Carmo Junior, Paulo do  
Uma abordagem *Lean Thinking* na melhoria da gestão do processo de colheita de  
citrus/ Paulo do Carmo Júnior - Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2016.  
125f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Jorge Alberto Achcar

1. Lean Thinking 2. Lean Production 3. Citrus Harvesting 4. Statistical analyzes

CDU 62-1

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARMO, PAULO JÚNIOR. *Uma abordagem Lean Thinking na melhoria da gestão do processo de colheita de citrus*. 2016. 105 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Centro Universitário de Araraquara, Araraquara-SP.

#### ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Paulo do Carmo Júnior

TÍTULO DO TRABALHO: Uma abordagem *Lean Thinking* na melhoria da gestão do processo de colheita de citrus.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2016

Conforme LFI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede ao Centro Universitário de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



Paulo do Carmo Júnior  
Rua Voluntários da Pátria, 1309 e 1295 - Centro  
14801-320 - Araraquara - SP  
[pcjuniorbr@uol.com.br](mailto:pcjuniorbr@uol.com.br)



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA - UNIARA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: PAULO DO CARMO JUNIOR

TÍTULO DO TRABALHO:

*"UMA ABORDAGEM LEAN THINKING NA MELHORIA DA GESTÃO DO PROCESSO DE COLHEITA DE CITRUS"*

Assinatura do(a) Examinador(a)	Conceito
 _____ Prof(a). Dr(a). Jorge Alberto Achcar (orientador(a)) Centro Universitário de Araraquara - UNIARA	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado ( ) Reprovado
 _____ Prof(a). Dr(a). Roberto Molina de Souza Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado ( ) Reprovado
 _____ Prof(a). Dr(a). Carlos Magno de Oliveira Valente Centro Universitário de Araraquara - UNIARA	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado ( ) Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 01/07/2016

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). Jorge Alberto Achcar (orientador(a))

Por primícia, a Deus, o Pai, início e fim de tudo. A Jesus, o filho, que ensinou que só pelo amor alcançamos nossos objetivos. Ao Espírito Santo, que nos ilumina na busca pelo conhecimento, e a Maria, a mãe, que sempre “passa na frente” tirando os obstáculos de nossos caminhos.

A minha esposa, Denise, companheira inseparável. Aos meus filhos, João Pedro e Marina, o que demais importante tenho na vida e que, na simplicidade e alegria das crianças, sempre nos lembram de que tudo deveria ser simples. São eles que tornam divertida e única esta incrível jornada que é a vida.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Dr. Jorge Alberto Achar, sempre disposto a ajudar e a resolver problemas, seu exemplo do que é ser um pesquisador foi uma lição aprendida nessa dissertação e que me acompanhará pela vida.

A Éder Jonas Giroto, por sua disposição ímpar que tornou possível a implantação prática desse projeto. A equipe do projeto: Diogo, Fátima, Fernando, Maurício e Pedro Devito, pela competência, disponibilidade e união, pois o trabalho em equipe fez a real diferença nesta caminhada.

A mamãe Marli por ceder gentilmente sua casa nesses dias de dedicação integral ao trabalho, seu amor e carinho foram fundamentais. As minhas irmãs, Fabíola, pelo apoio logístico, e Tatiana, pelo auxílio na correção nas nossas intermináveis e intensas revisões. A minha prima Denise, pelo auxílio do Português e da boa escrita, tarefa sempre árdua aos praticantes das ciências exatas.

A minha sogra Thereza e minha cunhada Simone por cuidarem da minha família enquanto buscava desvendar os caminhos do *Lean Thinking*. E ao meu papai, professor Paulo do Carmo, que já foi ao encontro do Pai, pelo exemplo de vida, pela paixão pela família e pela educação, e pela lição que a honestidade é sempre um bem a ser preservado, fundamentos que me acompanham pela vida.

## RESUMO

A filosofia *Lean Thinking* surgiu baseada no Sistema Toyota de Produção e está fortemente ligada a aplicações práticas na área de manufatura. Entretanto seus conceitos, fundamentos e ferramentas têm se espalhado a diversos outros setores. O objetivo dessa pesquisa é melhorar o gerenciamento do processo de colheita de citrus pela implantação do pensamento enxuto na busca de novos caminhos e abordagens a um setor tão tradicional que é a agricultura. A pesquisa busca auxiliar a citricultura, área de grande importância para o agronegócio brasileiro e na qual o Brasil é o maior produtor mundial e também o maior exportador com 79% do mercado externo. O foco é a área de colheita, que tem destacada importância na cadeia de negócio do citrus, com 44% do custo operacional de uma fazenda. O método de pesquisa utilizado, conforme classificação de Turrioni e Mello (2012) foi a pesquisa-ação, em que o pesquisador é participante representativo da situação ou problema e estava envolvido de modo cooperativo com a criação de uma equipe responsável por aplicar o pensamento enxuto ao processo de colheita de citrus na empresa objeto da pesquisa. Também se utilizou a revisão de literatura, através de uma revisão histórica em busca de entender o tema e selecionar os conceitos e ferramentas mais adequados a esse caso real. Seguiu-se pelo aprofundamento dos principais pontos selecionados e, por fim, o estudo da aplicação concreta do *Lean Thinking* em vários estudos de casos, com a finalidade de destacar as melhores práticas e minimizar a ocorrência dos problemas. A implantação seguiu a prescrição clássica de Rother e Shook (2012) do mapeamento do fluxo de valor, com a criação do mapa do estado atual, do mapa do estado futuro, do plano de ação e sua implantação. Foram utilizadas ferramentas complementares como o uso da estatística para trazer os problemas à tona e do *Business Process Management Notation*– BPMN, para especificar os principais *stakeholders* do processo. Por fim, foram detalhadas duas soluções reais implantadas: a solução do problema de entrada dos colhedores e a melhoria no processo de apontamento e carregamento da colheita. Houve uma grande diferença entre as bases do *Lean*, formado por suas raízes no STP, e fortemente baseada em aplicações na manufatura, com seus processos em ambientes controlados, grande foco em automação e em equipes multifuncionais com um bom grau de instrução, e a realidade do processo de colheita de citrus, baseada em operações quase que totalmente manuais e trabalhadores com baixo grau de instrução. Alguns conceitos fundamentais como o aumento de produtividade e diminuição de custos pela completa eliminação do desperdício em suas mais diversas formas, conforme Ohno (1997), ou a ideia

de melhoria contínua, através do *Kaizen* descrito em Imai (2011) foram mais simples de se adaptar. Outras, como a utilização de equipes multifuncionais e na delegação das tarefas de controle e qualidade para a produção, conforme Liker (2005), muito complexas. Mesmo com essas dificuldades, o início da jornada rumo ao pensamento enxuto foi feito e resultados concretos foram alcançados.

**Palavras-chave:** Pensamento enxuto. Produção enxuta. Colheita de citrus. Análises estatísticas.

## ABSTRACT

*The Lean Thinking philosophy emerged based on the Toyota Production System and is closely linked to practical applications in manufacturing. However its concepts, fundamentals and tools have been spread to many other sectors. The objective of this research is to describe the adaptation of strategies and Lean Thinking tools to citrus harvest process in the search for new ways and approaches to such a traditional industry that is agriculture. The research seeks to assist the citrus industry, a very important area for agribusiness in which Brazil is the world's largest producer and the largest exporter with 79% of the export market. The main focus is the area of harvest, which in the citrus business chain is the one with lower productivity and operational developments. The research method used as classification from Turrioni and Mello (2012), was action research, in which researchers and participants representing the situation or problem were involved in a cooperative manner with the creation of a team responsible for applying the Lean Thinking to the citrus crop in the process object of the research. Also it was used the literature review, through a historical review seeking to understand the topic and select the most appropriate concepts and tools in this actual case. This was followed by a deepening of the main points selected, and finally, the study of the application of Lean Thinking in several case studies, in order to highlight best practices and minimize the occurrence of problems. The deployment followed the classic prescription from Rother and Shook (2012) of the value stream mapping, with the creation of the current state map, map of the future state, the action plan and its implementation. Additional tools such as statistical methods have been used to bring problems to the surface and the Business Process Management Notation - BPMN, to specify key players and stakeholders in the process. Finally, it was detailed two real solutions deployed: the improvement of the entry of lanyards and the improvement in the process of appointment and loading the harvest. Big differences were found between the Lean based on the STP, and strongly focus on manufacture applications, with process in controlled environment, with main goals in automation and multi-function teams, generally with high instruction level, and the citrus harvesting reality, strongly based on manual operations and workers with low level of education. Some fundamental concepts such as increased productivity and cost savings from the complete elimination of waste in its various forms, based on Ohno (1997), or the continuous improvement idea, based on Imai (2011), were simpler to be implemented. Other solutions, such as multi-function teams e tasks delegations such as quality control, Liker*



*(2005), was very difficult to be implement. In spite of all the problems, the Lean Thinking implement journey was start and some result was achieved.*

**Keywords:** Lean thinking. Lean production. Citrus harvest. Statistical analyzes.

## Lista de Figuras

Figura 1 - Esquema da estrutura da dissertação. ....	23
Figura 2 - Relação entre valor, custo e desperdícios. ....	40
Figura 3 - Processos internos e clientes internos. ....	42
Figura 4 - Mapa do estado atual do processo de maçã. ....	50
Figura 5 - Mapa do estado futuro do processo de maçã. ....	51
Figura 6- Classificação da pesquisa científica em engenharia de produção.....	54
Figura 7 – Visão macro da cadeia de citrus.....	59
Figura 8- Fluxo macro do processo de colheita.....	60
Figura 9 - Processo atual da colheita de citrus. ....	66
Figura 10 - Mapa do estado atual. ....	67
Figura 11 - Proposta do novo processo de colheita de citrus. ....	70
Figura 12 - Mapa do estado futuro. ....	73
Figura 13 – Gráfico de médias de produtividade versus turmas. ....	76
Figura 14 – Gráfico de médias de produtividade versus anos de trabalho. ....	78
Figura 15 - Gráficos de resíduos para análise ANOVA por ano de experiência. ....	79
Figura 16 – Gráfico de médias de produtividade versus faixas etárias. ....	80
Figura 17- Gráficos de resíduos para o modelo de regressão linear múltipla. ....	83
Figura 18- Gráficos de resíduos para o modelo de regressão linear múltipla com interações. ....	84
Figura 19 - Nova proposta logística para a entrada e saída dos colhedores .....	88
Figura 20 - Primeira geração do leitor de identificação biométrica. ....	90
Figura 21 - Segunda geração do leitor de identificação biométrica. ....	91
Figura 22 - Terceira geração do leitor de identificação biométrica.....	92
Figura 23 - Quarta geração do leitor de identificação biométrica. ....	93
Figura 24 – Modelo atual do processo de apontamento do volume colhido. ....	94
Figura 25- Evolução dos modelos de chip RFID a serem fixados na alça do bag. ....	96
Figura 26- Evolução das formas de fixação do chip RFID na alça do bag. ....	96
Figura 27 - Formas de identificação visual dos bags para o colhedor.....	97
Figura 28 - Evolução do sistema de pesagem.....	98
Figura 29 - Evolução da fixação e proteção da antena de leitura do chip de RFID. ....	98
Figura 30 - Caixa de proteção.....	99
Figura 31 - Módulo de pesagem e dispositivo eletrônico para controlar toda a operação. ....	100
Figura 32 - Modelo futuro do processo de apontamento do volume colhido.....	101

Figura 33 - Carregadeira completa com todos os dispositivos instalados.....	102
Figura 34 – Lista dos atores do processo e suas atividades.....	116
Figura 35 - Fluxo atual do processo de contratação de turma.....	117
Figura 36 - Fluxo proposto para o processo de contratação de turma.....	118

## Lista de Quadros

Quadro 1 - Produção agrícola do Brasil em relação à produção mundial. ....	17
Quadro 2 - Divisão evolutiva do <i>Lean Thinking</i> na visão de Stone. ....	25
Quadro 3- Divisão evolutiva do <i>Lean Thinking</i> na visão de Hines, Holweg e Rich. ....	26
Quadro 4- Prazo e etapas para o Salto Enxuto. ....	34
Quadro 5- As três capacidades do sistema Toyota de produção. ....	36
Quadro 6 - Os 14 princípios administrativos do modelo Toyota. ....	38
Quadro 7- pontos comuns na implantação das cadeias de negócio: produtos frescos, leite e derivados, cereais e carnes. ....	49
Quadro 8 – Cálculo do número de bags colhidos. ....	68
Quadro 9 - resumo do processo de frutas direto do campo para as escolas de Londres. ....	111
Quadro 10 - Principais pontos da aplicação do Lean Thinking na cadeia do alho poro. ....	112
Quadro 11 - Principais pontos na implantação do Lean Thinking na indústria de carnes. ....	113
Quadro 12 - Principais pontos na implantação do Lean Thinking na indústria leiteira. ....	114
Quadro 13 - Principais pontos na implantação do Lean Thinking na indústria de cereais. ....	115
Quadro 14 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual – página 1/3. ....	119
Quadro 15 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual – página 2/3. ....	120
Quadro 16 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual – página 3/3. ....	121
Quadro 17 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo futuro - 1/3. ....	122
Quadro 18 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual - 2/3. ....	123
Quadro 19 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual - 3/3. ....	124
Quadro 20 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Resumo. ....	124
Quadro 21 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Lista de Documentos. ....	125

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Análise estatística descritiva (médias) da produtividade por turma (caixas/dias trabalhados). .....	75
Tabela 2 - ANOVA da produtividade por turma (caixas/dias trabalhados). .....	77
Tabela 3 - Análise estatística descritiva da produtividade por fatores .....	81
Tabela 4 - ANOVA da produtividade por fator.....	81

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção.

MARKSTRAT - organização que desenvolve conhecimentos em Marketing e Estratégia por meio de atividades de pesquisa e ensino, aplicando-os nas corporações juntamente aos conceitos de Gestão de Organizações e Análise Financeira.

USDA – United States Department of Agriculture. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

MIT - Massachusetts Institute of Technology.

STP – Sistema Toyota de Produção.

## Sumário

1	Introdução .....	17
	1.1 Contextualização do problema da pesquisa.....	17
	1.2 Objetivos.....	19
	1.3 Justificativas .....	19
	1.4 Desenvolvimento da pesquisa .....	20
	1.5 Estrutura do trabalho .....	21
2	<i>Lean Thinking</i> .....	24
	2.1 Evolução Histórica .....	24
	2.1.1 <i>Fase de descobertas: 1970- 1990</i> .....	26
	2.1.2 Fase de disseminação: 1991 – 1996.....	29
	2.1.3 Fase de Implantação: 1997 – 2000 .....	34
	2.1.4 Fase empresa: 2001 – 2005.....	36
	2.1.5 Fase de desempenho: 2001 – 2005 .....	37
	2.2 Conceitos e ferramentas.....	38
	2.2.1 Desperdícios.....	39
	2.2.2 O conceito de valor .....	40
	2.2.3 A ferramenta do fluxo de valor .....	42
	2.3 Estudo da aplicação prática do <i>Lean Thinking</i> .....	44
	2.3.1 Aplicação do <i>Lean Thinking</i> na indústria de produtos frescos .....	45
	2.4 Business Process Modeling Notation – BPMN.....	51
	2.5 Contribuições da revisão teórica.....	52
3	Metodologia .....	54
	3.1 Metodologia operacional .....	56
4	Pesquisa-ação.....	58
	4.1 Criar uma visão macro da cadeia de valor.....	58
	4.2 Delimitar a cadeia de valor .....	59
	4.3 Definir ferramentas, princípios e conceitos a serem utilizados .....	60
	4.4 Conhecer o processo de colheita .....	60
	4.5 Conhecer o objeto da pesquisa .....	61
	4.6 Selecionar stakeholders e definir quais serão atendidos.....	62
	4.7 Ressaltar conceitos .....	63
	4.8 Aplicar a ferramenta do fluxo de valor.....	64

4.8.1	Definir o valor.....	64
4.8.2	Criar o mapa do estado atual.....	65
4.8.3	Criar o mapa do estado futuro.....	70
4.8.4	Criar um plano de ação .....	73
4.9	Detalhar os processo e classificar as atividades .....	74
4.10	Utilizar de técnicas estatísticas para trazer os problemas à tona .....	75
4.10.1	Análise 1 – Produtividade média por turma e colhedor.....	75
4.10.2	Análise 2 – fatores que podem afetar a produtividade.....	77
4.10.3	Análise 3 – Fatores conjuntos que podem afetar a produtividade .....	82
4.10.4	Resultado das análises estatísticas .....	84
4.11	Implantar o plano proposto .....	86
4.11.1	O problema da entrada dos colhedores .....	86
4.11.2	O problema do apontamento do volume colhido.....	93
5	Considerações finais .....	103
5.1	Atendimento ao objetivo proposto .....	103
5.2	Resultados práticos alcançados .....	105
5.3	Sugestões para trabalhos futuros .....	106
	Referências .....	107
	Anexos.....	111



# 1 Introdução

Na introdução, apresentam-se a contextualização, o problema e as questões que norteiam o desenvolvimento da pesquisa. Também se apresentam os objetivos e o método de desenvolvimento pelo qual a pesquisa foi estruturada.

## 1.1 Contextualização do problema da pesquisa

O Brasil é um país com vocação para o agronegócio com suas imensas áreas de terra agricultáveis, clima adequado e boa tecnologia para a produção de alimentos. Segundo compilação da Markestrat, descrita em Neves et al. (2012), a partir de dados do USDA, é o maior produtor mundial de suco de laranja, café e açúcar, segundo na produção de soja e carne bovina.

Entre esses setores mais produtivos é, no suco de laranja, que o país mostra sua liderança. Segundo Neves et al. (2012), o Brasil detém mais de 50% da produção mundial de suco de laranja, exporta 98% do que produz e consegue 79% de participação no mercado mundial exportador. A cada cinco copos de laranja consumidos no mundo, três são brasileiros. No Quadro 1, há a posição do Brasil perante o mundo relacionado a vários produtos agrícolas.

Quadro 1 - Produção agrícola do Brasil em relação à produção mundial.

Produto	Produção		Exportações	
	Posição	Participação %	Posição	Participação %
Suco de laranja	1°	62	1°	79
Café	1°	35	1°	29
Carne Bovina	2°	16	1°	20
Carne de frango	3°	16	1°	36
Açúcar	1°	24	1°	47
Etanol	2°	30	1°	50
Soja (grão)	2°	27	2°	32
Soja (farelo)	4°	16	2°	24
Soja (óleo)	4°	17	2°	16
Milho	3°	7	3°	10
Carne suína	4°	3	4°	10
Algodão	4°	8	5°	6
Leite	6°	6	4°	7

Fonte: Neves et al. (2012).

Nesse setor, o Brasil alcançou uma notável eficiência com a utilização de *know-how* nacional desde o plantio, cultivo e colheita da laranja, até a fabricação de suco, em um integrado sistema logístico que leva, em navios tanques especializados, o produto para os consumidores europeus, norte-americanos e asiáticos. Em 2009, estima-se que o PIB do setor citrícola tenha alcançado U\$ 6,5 bilhões, o que corresponde a cerca de 2% do Agronegócio Brasileiro, conforme Neves et al. (2012).

Apesar desses números superlativos e da liderança mundial do Brasil no setor de citrus, segundo Rigolin e Tersi (2005), o processo de colheita de citrus tem apresentado pequena evolução operacional e pouca atenção dos produtores no seu planejamento e execução.

Neves et al. (2012) reforçam que o processo de colheita ainda é praticamente manual e exerce impacto considerável, tanto no mercado de trabalho quanto nos custos de produção. No ano de 2009, foram utilizados 121.332 empregos diretos no cultivo de citrus e as operações de colheita e carregamento equivalem, em média, a 44% do custo de produção. É um paradoxo ter essa excelência na cadeia citrícola e o processo de colheita ser ainda tão manual.

Além disso, dois fatores têm forçado uma mudança no setor: o custo da produção subiu 70% mas o custo da mão de obra subiu 160% entre 2002 e 2009, conforme Neves et al. (2012), e houve uma sensível diminuição da mão de obra disponível, decorrentes principalmente da baixa remuneração e dos programas de auxílio de renda.

Frente a esses desafios, qual abordagem da literatura da Engenharia da Produção deve-se utilizar para melhorar o gerenciamento do processo de colheita de Citrus?

A filosofia *Lean Thinking* surgiu baseada no Sistema Toyota de Produção e está fortemente ligada a aplicações práticas na área de manufatura, conforme prescrição de Hines et al. (2004). Com sua generalização, a partir de seus cinco princípios fundamentais especificados por Womack e Jones (1996), seus conceitos, princípios e ferramentas têm se difundido para diversos setores, principalmente após a Toyota ter se tornado a maior indústria automobilística do mundo (BAINES et al., 2006).

Seu enfoque é prover uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos – menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais dos clientes e procurar saber exatamente do que eles precisam (WOMACK e JONES, 1996).

Isso tem levado diversas empresas a adaptar seus conceitos às suas áreas de atuação como forma de prover mudanças realmente efetivas nas suas operações, inclusive na agricultura, uma das atividades produtivas mais tradicionais.

Entretanto, a adaptação do *Lean Thinking* ao setor da colheita de citrus não é simples. Nesse setor, a mão de obra utilizada apresenta baixa escolaridade e treinamento. Não há formação de equipes multifuncionais nem treinamento adequado aos colhedores. A remuneração é baixa e o estímulo à educação ou a progressão na carreira inexistem.

Outro grande desafio na melhoria do processo de colheita de citrus é a falta de mecanização. Ohno (1997) destaca que a automação, juntamente com o *Just-in-time* são as bases do Sistema Toyota de Produção. Apesar da evolução da tecnologia, ainda não há, nem no Brasil nem no mundo, uma máquina comercialmente viável, para fazer a colheita mecanizada, logo há de trabalhar em melhorar a eficiência da colheita manual e dos processos de transporte e controle.

Diante do desafio de melhorar a gestão do processo de colheita, que hoje é processo muito manual e que apresenta custos crescentes e falta de mão de obra, deve-se a importância dessa pesquisa: pode-se utilizar o *Lean Thinking*, seus princípios, ferramentas e técnicas, ao processo de colheita de citrus como forma de melhorar sua gestão?

## 1.2 Objetivos

Como objetivo principal, a pesquisa buscou melhorar o gerenciamento do processo de colheita de citrus pela implantação de conceitos, fundamentos e ferramentas *Lean Thinking*. Visando ao alcance desse objetivo primário, foram estabelecidos objetivos específicos, a saber:

- Criar o mapa de valor do estado atual e futuro do processo de colheita;
- Propor um plano de ação baseado nos mapas construídos;
- Implantar projetos pilotos práticos a partir dos principais problemas encontrados;

## 1.3 Justificativas

A execução da presente pesquisa pode ser justificada tanto com relação à importância do tema para a economia brasileira, quanto ao fundamento teórico utilizado de suporte ao trabalho: o *Lean Thinking*.

Com relação ao tema, é inegável a grande importância da cadeia de citrus para o agronegócio brasileiro e para o país. Conforme já descrito, a citricultura é uma atividade importante tanto na balança comercial quanto na geração de emprego e renda.

Quanto ao suporte teórico, o Pensamento Enxuto surgiu baseado no Sistema Toyota de Produção, descrito em Emiliani (2006). Este sistema revolucionou a indústria automobilística

com sua filosofia de melhoria contínua e um conjunto de técnicas que levou a Toyota a ser a maior indústria automobilística do mundo (BAINES et al., 2006).

Posteriormente, este sistema evoluiu, com a criação dos cinco princípios, e espalhou-se por diversos segmentos e empresas, conforme descrito por Womack e Jones (1996), sendo uma técnica empregada com sucesso.

Quanto ao uso das ferramentas selecionadas, como o mapa de fluxo de valor (ROTHER e SHOOK, 2012), o *Kaizen* (IMAI, 2011) e a técnica do *Poka-yoke* (SHINGO, 1996), já são técnicas amplamente prescritas pela literatura sobre o tema.

#### **1.4 Desenvolvimento da pesquisa**

Para o desenvolvimento da pesquisa partiu-se de um problema concreto: a colheita de citrus é ineficiente no Brasil. Inicialmente há algumas hipóteses das causas destas ineficiências:

- O processo é praticamente todo manual: A automação ainda não é possível. O processo manual limita o aumento da produtividade. Além disso, o grau de instrução é baixo, a remuneração também e inexistente progressão na carreira;
- Uso intensivo de mão de obra: mão de obra é pouco qualificada e a produtividade é baixa;
- Escassez de mão de obra: como há pouca mão de obra disponível, utiliza-se o que tem;
- Falta de medições e acompanhamento: não se sabe ao certo onde estão os problemas;
- Demora-se a detectar a mão de obra muito ineficiente, conforme padrões de eficiência mínimos preestabelecidos;
- Muitos apontamentos manuais: isso gera insegurança, erros e possíveis desvios;
- O processo, apesar de conhecido, não é padronizado.

É importante destacar que o fato da colheita ser um trabalho basicamente manual, não implica necessariamente em baixa produtividade. Ohno (1997), um dos criadores do Sistema Toyota de Produção já destacava em 1970 que a automação não é necessariamente, a solução para a produtividade, mas sim ter um método adequado de trabalho. A automação é apenas mais uma ferramenta no complexo aspecto do aumento da produtividade.

Reforça ainda o autor que a automação só deve ser iniciada depois de esgotadas todas as melhorias do processo tal qual ele se encontra. Tentar automatizar o processo errado não vai resolver as deficiências existentes. Só vai mascarar o problema.

O problema e suas prováveis causas foram o ponto de partida para a pesquisa e gerou o objetivo principal: como melhorar o gerenciamento do processo de colheita de citrus? Foram estabelecidas algumas premissas antes de iniciar a pesquisa propriamente dita:

- Selecionar uma base teórica adequada, na literatura da Engenharia de Produção, que suporte tanto a pesquisa como as melhorias desejadas e, após uma pesquisa inicial, o tema do *Lean Thinking* foi escolhido;
- Conhecer o processo da colheita de citrus no detalhe, evidenciando as ineficiências – a teoria deve ajudar;
- Com o processo conhecido, as causas raízes dos problemas identificadas e pela utilização de uma técnica adequada para evidenciar isso, aliada a um bom suporte teórico, pode-se propor as soluções.

Em seguida o desenvolvimento da pesquisa foi dividido em três fases. Na primeira fase, a revisão bibliográfica sobre o referencial teórico do *Lean Thinking*.

Na segunda etapa, baseado nesse levantamento bibliográfico, foi planejado, utilizando os principais conceitos, ferramentas e técnicas do assunto estudado, aqueles que poderiam ser utilizados no objetivo da pesquisa. Esse planejamento foi feito não só pelo pesquisador, mas também pela equipe que trabalhou efetivamente na execução do projeto.

Por fim, na terceira etapa, aplicou-se o que foi planejado com correções de rota e adição de outros tópicos não inicialmente planejados, sempre visando à consecução dos objetivos almejados.

Ainda é importante destacar que o processo foi interativo, ou seja, não foi feito todo um estudo inicial e depois a aplicação das técnicas, alguns tópicos foram selecionados, estudados e implantados paralelamente.

## **1.5 Estrutura do trabalho**

Além da introdução, que apresenta os aspectos fundamentais de qualquer investigação científica, como a contextualização do problema, a questão da pesquisa, o objetivo principal e específico, as justificativas e a divisão do desenvolvimento da pesquisa, o presente trabalho possui cinco seções.

Na segunda seção, introduz-se uma revisão bibliográfica sobre o tema *Lean Thinking*. Essa revisão, por sua vez, foi subdividida em três partes:

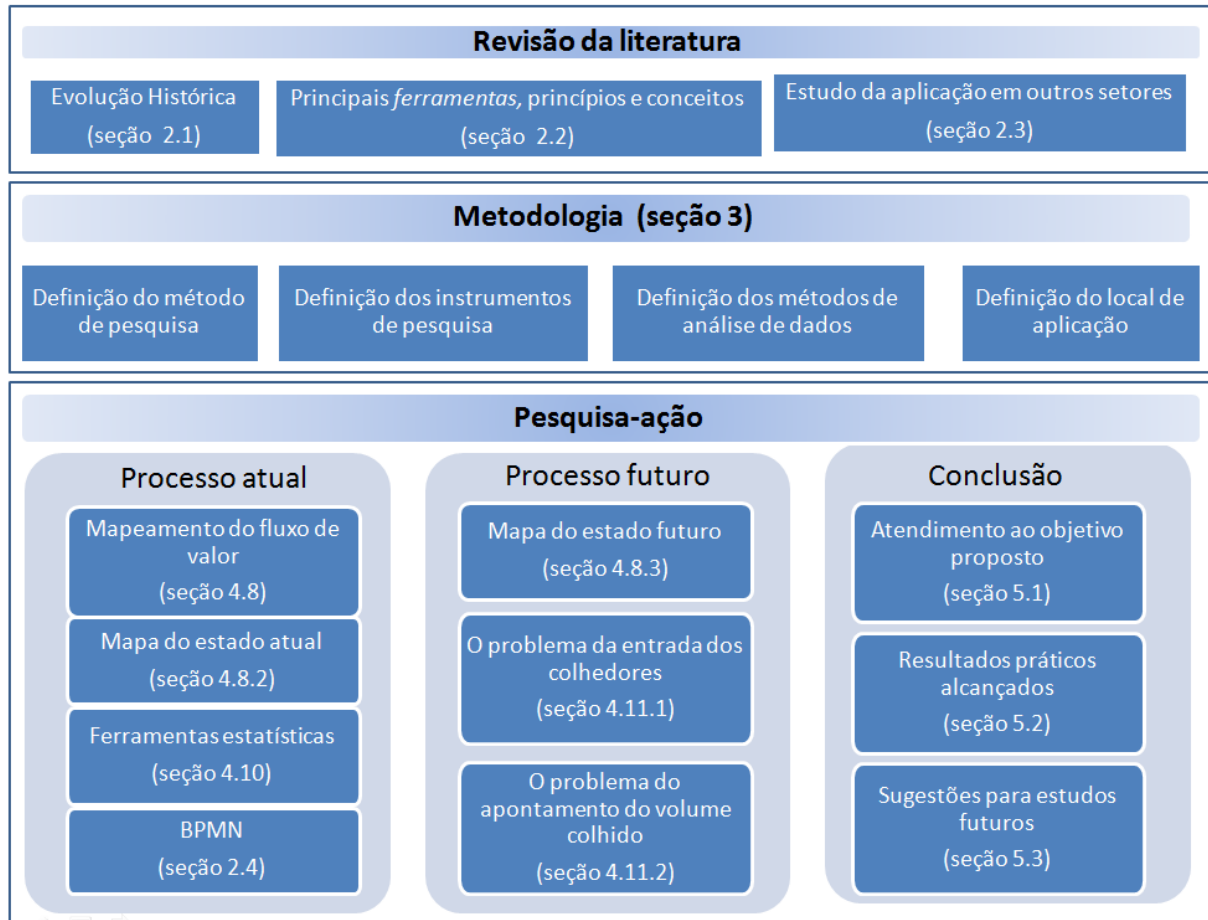
- a) A evolução histórica do conceito, no qual se buscou reconstruir a evolução e principais características do tema. Foram selecionados os principais autores e obras, tanto em livros como em artigos científicos. Grande parte dos autores clássicos sobre o tema foi estudado;
- b) O estudo das principais ferramentas e princípios de implantação do Pensamento Enxuto mais aptos a serem utilizados nesse caso concreto;
- c) A compilação da aplicação prática do *Lean Thinking* em outros setores como forma de buscar um conjunto de práticas mais usuais na implantação;

Na terceira seção, foi apresentada a metodologia adotada na pesquisa. Há uma especificação do local de aplicação da pesquisa-ação e os procedimentos operacionais utilizados.

Na quarta seção, foram detalhadas a pesquisa-ação e todas as implantações feitas. Há uma comparação com o prescrito na literatura e os efeitos práticos.

Na quinta e última seção, apresentaram-se as conclusões da pesquisa, suas contribuições e sugestões de trabalhos futuros. Na figura 1, apresenta-se um esquema da estrutura do trabalho.

Figura 1 - Esquema da estrutura da dissertação.



Fonte: elaborado pelo autor.

## 2 *Lean Thinking*

O estudo do *Lean Thinking*, neste capítulo, foi dividido em três partes, cada qual com um objetivo específico: a evolução histórica do conceito buscou o entendimento sobre o tema e sua evolução, sempre com o foco nos conceitos e ferramentas que seriam mais adequadas à aplicação prática; o estudo das principais ferramentas e princípios selecionados visou ao aprofundamento dos tópicos da teoria que seriam efetivamente utilizados; o estudo da aplicação do *Lean Thinking*, em outros setores, buscou destacar as melhores práticas e minimizar a ocorrência dos problemas.

### 2.1 Evolução Histórica

O estudo sobre o tema do *Lean Thinking* foi baseado na revisão sistemática de dois artigos publicados na literatura: os artigos de Stone (2012) e em Hines et al. (2004). Ambos fizeram, em artigos separados, uma cuidadosa revisão histórica de toda a literatura disponível sobre o *Lean Thinking*, mostrando sua evolução histórica, principais autores e as mudanças na filosofia no transcorrer do tempo.

Esse estudo teve dois objetivos: entender, na profundidade necessária, o tema e, selecionar, dentre os diversos conceitos, fundamentos e técnicas, aquelas mais adequadas à aplicação prática, objeto dessa pesquisa.

De Stone (2012), seguiu-se a divisão evolutiva do tema que o dividiu em cinco grandes períodos apresentados na Quadro 2, e de Hines et al. (2004), conforme apresenta a Quadro 3, selecionaram-se alguns conceitos, como a diferenciação entre desperdício e valor e também sobre a mudança fundamental do conceito do *Lean*, de uma visão apenas operacional para uma visão também estratégica, fundamentada no conceito de valor com foco no cliente.

É importante destacar que uma vez já feita a escolha por ambos os autores dos principais artigos sobre o *Lean Thinking*, essa pesquisa utilizou o critério de disponibilidade para selecionar os que foram efetivamente pesquisados.



Quadro 2 - Divisão evolutiva do *Lean Thinking* na visão de Stone.

Revisão Sistemática da Literatura - Evolução histórica do Lean Thinking					
Ano	1970 - 1990	1991 - 1996	1997 - 2000	2001 - 2005	2006 - 2009
Fase	Descobrimto	Disseminação	Implementação	Empresa	Performace
<b>Atividades Primárias</b>	1973 crise do petróleo espalha o interesse nos métodos japoneses. Resultado da publicação do estudo IMVP do MIT.	Princípios Lean implementados na manufatura Americana, tais como TQM, JIT, etc	Lean Thinking elevado ao nível estratégico de implantação	Métodos de análise do fluxo de valor expandem o uso além do setor de manufatura para o setor de serviço	Toyota Way articula capital humano e aspectos relacionados a cultura organizacional
<b>Número de publicações</b>	11	31	28	56	67
<b>Exemplos de autores na literatura</b>	<b>Krafcik (1988a, b), Drucker (1971), Sugimori et al (1977), Womack et al. (1990), Shingo and Dilon (1989), Schonberg (1996)</b>	Warnecke and Huser (1995), Upadhyhy (1992), Berkely (1992), Green (1994), Shadur et al. (1995), <b>Womack and Jones (1996b, 1994)</b>	Kippenberg (1997), <b>Spear and Bowen (1999)</b> , Yingling et al. (2000), MacDuffie and Helper (1997), Cappely and Rogovsky (1998)	Fairris and Tohyama (2002), Doolean and Hacker (2005), <b>Emiliani and Stec (2005)</b> , Sawney and Chason (2005), Paez et al. (2005), <b>Hines et al. (2004)</b> , Gough and Fastenau (2004), <b>Liker (2004)</b> , Nightingale and Mize (2002)	Takeuchi et al. (2008), <b>Baines et al. (2006)</b> , <b>Emiliani (2006)</b> , <b>Liker and Morgan (2006)</b> , Mehri (2006), Graff (2007), Saurin and Ferreira (2009), Wan and Chen (2008), Bayou and De Korvin (2008)

Fonte: Stone (2012).

\*Em negrito artigos lidos pelo autor.

Quadro 3- Divisão evolutiva do *Lean Thinking* na visão de Hines, Holweg e Rich.

<b>The evolution of the Lean Thinking</b>				
<b>Phases</b>	<b>1980-1990 Awareness</b>	<b>1990-mid 1990 Quality</b>	<b>Mid 1990-2000 Quality, cost and delivery</b>	<b>2000 + Value System</b>
<b>Literature Theme</b>	Dissemination of shop-floor practices	Best practice movement, benchmarking leading do emulating	Value stream thinking, lean enterprise, collaboration in the supply chain	Capabilty at system level
<b>Focus</b>	JIT tecniques, cost	Cost, training and promotion, TQM, process reengineering	Cost, process flow to support flow	Value and cost, tactical to strategic, integrated suply chain
<b>Key business process</b>	Manufacturing, shop floor only	Manufacturing and materials management	Order fulfilment	Integrated process, such order fulfilment and new product development
<b>Industry sector</b>	Automotive - vehicle assembly	Automotive - vehicle and component assembly	Manufacturing in general - oftem focused on repetitive manufacturing	High and low volume manufacturing, extension into service sectors
<b>Literature</b>	<b>Shingo (1981, 1988)</b> Schonberger (1982, 1986) Monden (1983) <b>Ohno (1988)</b> Mather (1998)	<b>Womack et al. (1990)</b> Hammer (1990) Stalk and Hout (1990) Harrison (1992) Andersen Consulting (1993, 1994)	Lamming (1993) MacBeth and Ferguson (1994) <b>Womack and Jones (1994, 1996)</b> <b>Rother and Shook (1998)</b>	Bateman (2000) <b>Hines and Taylor (2000)</b> Holweg and Pil (2001) Abbas et al. (2001) <b>Hines et al. (2002)</b>

Fonte: Hines et al. (2004).

\*Em negrito artigos lidos pelo autor.

### 2.1.1 *Fase de descobertas: 1970- 1990*

A fase de descobertas surgiu com a crise do petróleo, que aumentou o interesse pelos métodos de administração japoneses onde se observa que apesar da grande crise mundial, a empresa automobilística Toyota se destaca no uso desses métodos na obtenção de excelentes resultados.

Os primeiros artigos a surgirem na literatura foram os artigos de Drucker (1971), quando o termo *Lean* ainda nem tinha sido cunhado e o artigo de Sugimori et al. (1997), um dos primeiros artigos a reportar o sistema Toyota de produção, STP (Sistema Toyota de Produção). Essa fase termina com o livro de Womack et al. (1992), “A Máquina que Mudou o

Mundo”, que, a partir de um estudo do MIT (Massachusetts Institute of Technology), é mostrado ao mundo um novo sistema de produção.

Um dos primeiros artigos a tratar a forma japonesa de administrar foi o artigo de Drucker (1971), que já alertava que há muito a aprender com o gerenciamento japonês. Na época deste artigo, ainda não havia surgido o termo *Lean*, mas as características da administração japonesa começam a serem definidas, com o delineamento de três pontos essenciais que são bases do STP e futuramente do próprio Pensamento Enxuto.

O primeiro ponto é relativo à decisão por consenso, com as escolhas de negócio exaustivamente discutidas pela corporação e analisadas de muitas formas antes das decisões serem efetivamente aplicadas. Entretanto, uma vez tomada uma decisão, toda a corporação move-se insistentemente em busca da sua total implantação.

O segundo ponto levantado por Drucker (1997) é relacionado ao foco total nos problemas com a busca pelas suas causas primárias antes de ir à busca da solução.

Por fim, há a decisão da empresa que busca um consenso geral na maneira de abordar os assuntos e na forma de resolvê-los, contrapondo a cultura ocidental na qual, uma decisão após ser tomada tem que ser negociada para ser implantada. Já na gestão japonesa, que privilegia o consenso e a busca pelas causas raízes dos problemas, as decisões, quando tomadas, não devem surpreender mais ninguém pois, já foi estabelecida pela própria corporação.

Outro artigo que caracterizou esta fase inicial foi o artigo de Sugimori et al. (1997), que primeiramente descreveu o sistema Toyota de produção e alguns dos seus subsistemas como o *Kanban* e o *Just-in-Time*, incluindo ainda a descrição das características básicas da cultura japonesa que influenciaram a estrutura do sistema Toyota.

A primeira dessas características foi o entendimento das particularidades geográficas do Japão que, por sua falta de recursos naturais, precisa importar praticamente tudo que consome o que forçou os japoneses a focarem suas indústrias em três pontos: produzir produtos com melhor qualidade, adicionar valor e diminuir os custos.

O segundo ponto destacado é o conceito de trabalho com as seguintes características: (1) uma consciência do trabalho em grupo, da igualdade e do desejo de melhorar; (2) alto grau de habilidade decorrente do alto grau de instrução; (3) baixa diferença entre trabalhadores do chão de fábrica e a alta gerência; (4) chance de promoção dos trabalhadores do chão de fábrica aos cargos de gerência;

É importante salientar que somente no ano de 1988, com o artigo de Krafcik (1998), “*Triumph of the Lean Production System*”, é que surge o termo *Lean production system* que

ênfatiza as seguintes características: níveis de estoque mantidos no mínimo diminuem o custo e mostram os problemas de qualidade; fluxo de produção contínuo; a qualidade deve ser parte do processo; não devem existir áreas específicas para reparos.

É interessante observar que o objetivo do artigo de Krafcik (1998) não foi estudar o sistema de produção da Toyota, mas responder à seguinte pergunta: a produtividade e os níveis de qualidade na indústria automobilística são determinados pela localização da fábrica? O estudo foi feito com esse foco e, na busca desse objetivo, foi encontrada uma nova forma de produção denominada *lean production*.

O artigo de Krafcik (1998) conclui que é um mito dizer que a produtividade ou a qualidade é mais ou menos predeterminada pela localização da fábrica ou que um alto grau de tecnologia empregada também já pré-determina a qualidade ou a produtividade. Ambos os fatores parecem estar muito mais relacionados à cultura organizacional e à existência de uma gestão de produção adequada.

Outro ponto destacado nesse artigo foi relacionado aos trabalhadores, que no sistema de produção *Lean*, fazem outras tarefas além das tradicionais, como o controle de qualidade e atividades de manutenção preventiva e ainda destaca que a tecnologia/automação é utilizada como uma ferramenta de auxílio e não um fim em si só.

O artigo foi feito a partir de um estudo do MIT - *International Motor Vehicle Program*, que consistia em um estudo global da indústria automobilística, que procurou identificar as diferenças dos diversos sistemas de produção das montadoras existentes na época e qual a razão de algumas fábricas serem mais produtivas do que outras.

Após a publicação do artigo de Krafcik (1998), o termo *lean production* foi amplamente popularizado por Womack et al. (1992) no livro “A máquina que mudou o mundo”, publicado com intuito de divulgação dos resultados do programa realizado pelo MIT e apresentação de novos estudos e novas informações sobre o revolucionário sistema da Toyota foram publicadas.

É interessante ressaltar que tanto Womack quanto Krafcik reconheceram que a palavra *production* não conseguiu definir exatamente o que era o conceito correto de *Lean*

Se entendemos *Lean* corretamente, entendemos *production* erroneamente. Desde o começo, sabíamos que o sistema de produção *Lean* incluía o desenvolvimento de produto, gestão dos fornecedores, apoio ao cliente e gestão geral da companhia como um todo. E isso ficou bem claro no volume de 1990 “A Máquina que Mudou o Mundo”. Mas, quando dissemos “sistema de produção”, em 1988, o mundo ouviu “fábricas”. Então, talvez tivesse sido melhor John ter usado o título *The Triumph of the Lean Management System* - o triunfo do sistema de gestão *Lean* (WOMACK e KRAFCIK, 2013).

No livro “A máquina que mudou o mundo”, Womack et al. (1992) fazem uma reconstituição histórica dos sistemas de produção, começando pelas características do sistema artesanal, sua evolução para o sistema de produção em massa e as novas ideias dos sistemas de produção enxuto.

O sistema artesanal era caracterizado por uso de ferramentas simples, mão de obra altamente especializada e produtos fabricados sob encomendas. Isso gerava baixo volume de produção e custos altos.

Já os sistemas de produção em massa, que surgiram a partir de Henri Ford, no início do século vinte, eram caracterizados por alto volume de produção de produtos padronizados, pequena variedade de produtos, funcionários pouco especializados e que faziam apenas tarefas unitárias e simples. Os custos diminuíram drasticamente, mas havia alto nível de estoque e pouca variabilidade de produtos ofertados.

O sistema de produção enxuta surgiu no Japão visando contrapor-se ao sistema de produção em massa na busca por aumentar a variedade de produtos ofertados, principalmente pela diminuição no estoque e em constantes progressos na diminuição do tempo de *setup* das máquinas. Também aumentou a qualificação dos funcionários, procurando criar equipes multifuncionais, que, além das tarefas propriamente ditas da produção, exerciam o controle de qualidade e de manutenção preventiva.

O livro de Womack et al. (1992) foi tão importante que marcou a troca de fase do conhecimento para a disseminação com o termo *Lean* utilizado fortemente para descrever o sistema Toyota de produção. Nessa fase ambos os termos – *lean production* e STP eram praticamente sinônimos.

### **2.1.2 Fase de disseminação: 1991 – 1996**

Depois da publicação de Womack et al. (1990) e de outros artigos/livros descrevendo o STP, tais como os artigos de Shingo (1996) e Ohno (1997) o conceito de *lean production*, associado ao STP, se disseminou. As principais ferramentas do STP como *Just-in-time*, *Kanban* e outras passaram a ser estudadas e novos artigos sobre o tema surgiram.

Três obras foram marcantes nessa época sobre o tema: o livro de Ohno (1997): “O sistema Toyota de produção – além da produção em larga escala”, o livro de Shingo (1996): “O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção” e o livro de Womack e Jones (1996): “A mentalidade enxuta nas empresas *Lean Thinking*”.

Ohno, um dos criadores do Sistema Toyota de Produção (STP), descreve em seu livro “O sistema Toyota de produção – além da produção em larga escala de 1997” (OHNO, 1997), as bases do STP e é muito interessante notar que, apesar do STP ter sido criado para contrapor-se ao sistema de produção em massa, o próprio Ohno descreve que se baseou fortemente nos trabalhos de Henry Ford.

Há um elemento universal, o qual Ford denominou “eficiência verdadeira”. Ford disse que a eficiência é simplesmente uma questão de realizar um trabalho usando os melhores métodos conhecidos, não os piores. O Sistema Toyota de Produção trabalha com a mesma ideia. A eficiência nunca é uma função de quantidade e velocidade (OHNO, 1997, p. 96).

Outra característica de Ohno é sua objetividade quanto aos caminhos a seguir. Logo no prefácio do livro, ele já determina: “o objetivo mais importante do STP tem sido aumentar a eficiência pela eliminação consistente e completa de desperdícios” e complementa “antes de se empreender uma implacável perseguição ao desperdício em suas variadas formas é necessário entender sua natureza”. Segundo Ohno (1997) são sete os grandes tipos de perdas sem agregação de valor: superprodução, espera, transporte, processamento demais, estoque, movimentação desnecessária e os defeitos.

O autor também alterou a lógica da produção em massa, que se organizava como um sistema empurrado, sempre produzindo a partir de uma programação. Ele inverteu o fluxo, criando o sistema puxado, ou seja, é o cliente que puxa a produção. O fim da linha de produção é tomado como ponto inicial.

“Tudo que estamos fazendo é olhar a linha do tempo. Do momento que o freguês nos entrega o pedido até o ponto em que recebemos o pagamento. Estamos reduzindo essa linha do tempo removendo os desperdícios que não agregam valor. Resumindo é reduzir a linha do tempo pela eliminação de quaisquer desperdícios” (OHNO, 1997).

Para Ohno (1997), a base do STP é a absoluta eliminação dos desperdícios, e os dois pilares necessários à sustentação são o *Just-in-time* e a automação.

O *Just-in-time* significa que, em um processo em fluxo, as partes necessárias à montagem alcançam a linha de produção no momento em que são necessários e na quantidade necessária. É a busca pelo estoque zero – afinal Ohno considerava o estoque o maior dos desperdícios. O *Kanban* foi a ferramenta criada pela Toyota para implantar o *Just-in-time*.

Quanto à automação, Ohno (1997) prescrevia que não é simplesmente automatizar um processo mas, dar inteligência às máquinas para não produzir componentes defeituosos. Para a Toyota, a automação é aquela onde as máquinas possuem um dispositivo de parada

automática quando uma peça com defeito é produzida. O próprio equipamento tem a habilidade própria de identificar as peças boas e as peças ruins, sem o controle de um operador.

Também é importante destacar que o autor defendia que a automação só deveria ser iniciada depois de se esgotar as opções de melhoria manuais do processo. Primeiro há a reestruturação dos processos e a implantação das melhorias necessárias, só depois a automação deve ser implantada. Caso contrário há o risco de se desviar do foco principal dos problemas.

A segunda obra marcante dessa fase foi o livro de Shingo: “O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção” (SHINGO, 1996). Enquanto o livro de Ohno tem uma visão mais conceitual e administrativa, o livro de Shingo tem uma visão mais técnica. Ele enfatiza pontos como: a necessidade de operadores gerenciarem múltiplas máquinas, a busca pela eficiência pela diminuição de custos, a necessidade da busca das causas raízes dos problemas inclusive com a parada da linha de produção, redução de tempos de *setup* e inúmeros exemplos práticos de soluções técnicas para diversos problemas.

Uma das maiores contribuições de Shingo e que foi decisiva para o sucesso do STP, foi relacionada à redução dos tempos de *setup* das máquinas. Ele criou o sistema SMED – *single minute exchange of die*, que revolucionou a troca rápida de ferramentas separando-a em três estágios conceituais:

- 1) Separação das operações de *setup* interno e externo: identifica claramente quais as operações atuais devem ser executadas enquanto a máquina está parada (*setup* interno), e quais podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo);
- 2) Conversão de *setup* interno em externo: esse é o ponto central. É necessário revisar cada operação para encontrar maneiras de converter *setups* internos em externos;
- 3) Melhoria sistemática de cada operação básica do *setup* interno e externo: é preciso verificar cuidadosamente cada operação buscando diminuir seu tempo, sempre na busca do dígito único.

A troca rápida de ferramentas (TRF) surgiu como resultados das análises teóricas e práticas das melhorias nos *setups*, tanto internos (operações realizadas quando a máquina está parada) como externos (operações realizadas quando a máquina está em funcionamento) (SHINGO, 2000, p. 51).

Outra contribuição importante de Shingo foi a criação e formalização do sistema de controle de defeito zero, ressaltando a aplicação da técnica conhecida como *Poka-Yoke*, definida como “um mecanismo de detecção de erros e defeitos, no qual 100% dos itens produzidos são inspecionados, trabalhando independentemente da atenção do operador” (SHINGO, 2000).

Outro texto introduzido nessa época, talvez a obra mais significativa dessa fase e que realmente deu grande impulso para a disseminação do *Lean* foi o livro de Womack e Jones (1996) – “A Mentalidade Enxuta nas empresas *Lean Thinking*”, publicado em 1996. Esse livro introduziu os cinco princípios do *Lean*, levando o conceito a deixar apenas uma visão de chão de fábrica para uma visão mais estratégica.

Essa obra também mostrou a implantação da filosofia *Lean* em diversas empresas, incluindo um caso simples (empresa Lantech); um caso mais complexo (empresa Wiremold) e um caso muito complexo (empresa Pratt & Whitney) e com isso mostrou que o *Lean* poderia ser utilizado em qualquer tipo de empresa.

O primeiro princípio, e o mais importante, é a ideia de valor, ponto essencial do pensamento enxuto, valor este que só pode ser definido e criado a partir da percepção do cliente final. O valor, portanto, se consegue quando o cliente recebe o produto desejado, no momento requerido e pelo preço que está disposto a pagar, conforme lecionado por Terry e Smith (2011).

O primeiro princípio requer uma atenção maior pois frequentemente a determinação do valor de um produto começa no cenário errado, onde o produtor quer apenas manter o produto de forma que está sendo fabricado e o cliente só enxerga pequenas variações do que está recebendo.

O segundo princípio refere-se ao fluxo de valor e a tarefa de levar um produto específico (bem, serviço ou ambos em conjunto), a passar por três tarefas críticas:

- a) A tarefa de solução de problemas, que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia;
- b) A tarefa de gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um cronograma detalhado;
- c) A tarefa da transformação física, que vai da matéria prima até o produto nas mãos do cliente;



Nesse mapeamento do fluxo de valor, devem-se separar os processos em três tipos: aqueles que realmente criam valor, conforme percebido pelo cliente, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade e, por fim, aqueles que não agregam valor e devem ser simplesmente eliminados.

Uma vez que o valor tenha sido especificado com precisão e o fluxo de valor mapeado, bem como os desperdícios eliminados, é necessário que as etapas que criam valor fluam e assim define-se o terceiro princípio.

O próprio Womack reconhece que o pensamento em fluxo é contra intuitivo, pois para a maioria das pessoas o trabalho deve ser organizado por departamentos e lotes mas o foco do Pensamento Enxuto é converter departamentos e lotes em equipes de produto e fluxo.

O quarto princípio é a produção puxada que, em termos simples, significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite.

Dessa forma se observa que os quatro primeiros princípios interagem entre si e, quanto mais se tenta implantá-los, mais os desperdícios ocultos são expostos e passíveis de serem eliminados.

O quinto princípio está relacionado à premissa da Toyota, que afirma que sempre existirá uma forma melhor de executar um processo e é último passo para a mentalidade enxuta. Womack e Jones (1996) têm uma visão muito particular do que é a perfeição no ideal *Lean*

“À medida que as organizações começarem a especificar valor com precisão, identificarem o fluxo de valor total, à medida que fizerem com que os passos para a criação de valor fluam continuamente, e deixem que os clientes puxem o valor, algo muito estranho começará a acontecer. Ocorre aos envolvidos que o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros é infinito e, ao mesmo tempo oferece um produto que se aproxima ainda mais do que o cliente realmente quer. De repente, a perfeição, o quinto e último conceito do pensamento enxuto não parece uma ideia maluca” (WOMACK e JONES, 1996).

No fundo, a perfeição é como o infinito. Tentar imaginá-lo, e chegar lá, na verdade é impossível, mas o esforço para fazê-lo oferece a inspiração e a direção essenciais para o progresso ao longo do caminho.

No livro preparado por Womack e Jones (1996) também é analisado a implantação do *Lean* em várias empresas de diferentes segmentos e criam um plano de ação para a implantação da visão *Lean Thinking* em qualquer segmento (ver Quadro 4).

Nessa época também começam a surgir algumas críticas à implantação *Lean*, descrevendo a como traumática – (ver por exemplo, TAIRA, 1996; ANTONI, 1996; KOSKELA, 1992) que também ressaltam que outras ideias ficaram em segundo plano, como o papel dos operários dentro do processo produtivo, pois esse ponto é um dos elementos mais importantes dentro da cadeia e que torna possível a implantação das melhorias.

O termo *Lean production* começa a ser chamado nessa época, de *lean management*, principalmente pelos princípios formulados por Womack e Jones (1996).

Quadro 4- Prazo e etapas para o Salto Enxuto.

<b>Fase</b>	<b>Etapas Específicas</b>	<b>Prazo</b>
<b>Inicie o processo</b>	Encontre um agente de mudança Conheça as técnicas do pensamento enxuto Encontre uma alavancagem Mapeie os fluxos de valor Inicie o <i>kaikaku</i> Expanda seu escopo	Seis meses iniciais
<b>Crie uma nova organização</b>	Reorganiza-se por famílias de produtos Crie uma função enxuta Desenvolva uma política para o excesso de pessoal Desenvolva uma estratégia de crescimento Elimine os "cabeças-duras" Instale a mentalidade da perfeição	Seis meses até dois anos
<b>Instale sistemas de negócios</b>	Implemente a contabilidade enxuta Implemente a transparência Inicie o desdobramento das diretrizes Implemente o aprendizado do pensamento enxuto Encontre equipamentos do tamanho certo	Anos três e quatro
<b>Termine a transformação</b>	Aplique essas etapas a seus fornecedores/clientes Desenvolva uma estratégia global Transição da melhoria de cima para baixo para de baixo para cima	final do ano cinco

Fonte: Womack e Jones (1996).

### 2.1.3 Fase de Implantação: 1997 – 2000

Nesta fase, após os princípios elaborados por Womack e Jones (1996), o *Lean* passa a combinar não só um conjunto de técnicas, mas um sistema mais coerente, deixando uma visão eminentemente de chão de fábrica para uma visão mais estratégica, conforme prescreve Hines et al. (2004). Um dos principais trabalhos dessa fase é o artigo de Spear e Bowen (1999) “Decodificando o DNA do sistema de produção da Toyota de 1999”.

Nesse artigo, após um detalhado estudo sobre o STP, os autores identificam quatro regras fundamentais que definem o sistema da Toyota.

A regra número um refere-se a como trabalham as pessoas e prescreve que todos os trabalhos devem ser minuciosamente padronizados em termos de conteúdo, sequência, tempo e resultado, buscando a implantação da melhor forma de trabalho conhecido para qualquer processo.

Dessa forma, qualquer trabalhador terá as informações de maneira satisfatória de como deve executar uma tarefa, caso contrário cada um pode encontrar formas diferentes de executar suas tarefas, possivelmente gerando menor qualidade, produtividade e maiores dificuldades no momento de se identificar problemas ou erros.

A regra número dois refere-se a como as pessoas se conectam, e define que todas as conexões cliente-fornecedor devem ser diretas e, deve existir sempre um caminho único para enviar e receber respostas. Novamente a regra demonstra a constante busca do STP em garantir previsibilidade e segurança ao processo, no qual cada pessoa deve saber exatamente o que fazer em cada situação – ou pelos menos ter um método estabelecido para enfrentar os problemas.

A terceira regra relaciona-se a como se constrói a cadeia de produção, e prescreve que todos os fluxos de serviços e produtos devem ser simples e diretos, um claro retorno às lições de simplicidade que Ohno sempre enfatizou. O caminho sempre indicará alguém que poderá ajudar na solução do problema.

Por fim, a quarta regra trata da maneira de como se obter melhorias e remete à base de todo sistema Toyota e até mesmo das lições de Henry Ford, afirmando que todas as melhorias devem ser feitas em conformidade com o método científico, sempre trazendo os problemas à tona e perguntando cinco vezes por quê. As melhorias devem ser realizadas em todos os níveis hierárquicos da organização, de acordo com métodos científicos e sob a orientação das pessoas indicadas.

Outro trabalho importante dessa fase foi o artigo de Fujimoto (2012), que descreve o sistema Toyota de produção como resultado de um processo evolutivo de construção de capacidades, o que ele chama de *“evolution of Toyota style capability”*, conforme apresentado na Quadro 5.

Quadro 5- As três capacidades do sistema Toyota de produção.

As três capacidades do sistema Toyota de produção		
Manufatura rotinizada	rotinas estáticas	capacidade de manter um alto nível de performance em produtividade, qualidade, lead time e flexibilidade. Isso envolve uma organização consistente e um grande conjunto de rotinas para o funcionamento diário da empresa. Na Toyota é uma estrutura complexa mas que funciona de forma simples.
Melhoria rotinizada	rotinas dinâmicas	É a capacidade de prover melhorias constantes e consistentes aos processos. Isso é feito através de um conjunto de rotinas dinâmicas que facilita a novas soluções e revisões constantes dos processos existentes.
de aprendizado evolutivo	sem rotinas dinâmicas	É a capacidade de aprender diariamente, "learn anyway", não importa de onde o conhecimento vem. É a capacidade de estender as capacidades já existentes.

Fonte: Fujimoto (2012).

Nessa fase, também surgem duas visões opostas de como se implantar o *Lean*: uma visão voltada à aplicação do *kaikaku*, por Womack e Jones (1996), focando nos melhoramentos via ruptura drástica nas operações e outra visão baseada no *kaizen*, por Imai (2011), e sua filosofia de melhoramento contínuo.

#### 2.1.4 Fase empresa: 2001 – 2005

Womack e Jones (1996) inspiraram muitas organizações a expandir a aplicação do *Lean* além do chão de fábrica, indo para as áreas de comando e até da empresa como um todo, e os métodos de análise do fluxo de valor expandem o uso além do setor de manufatura para o setor de serviço.

Uma das publicações mais marcante desta fase foi o livro de Rother e Shook, publicado em 1999, Aprendendo a Enxergar – um mapeamento do fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. O livro busca estabelecer um “*road map*” para a implantação prática do *Lean* para toda a empresa, que consiste em cinco passos fundamentais:

- 1) Selecionar uma família de produto;
- 2) O mapa do estado atual;
- 3) O mapa do estado futuro;
- 4) Definir um plano de ação;
- 5) Implantar o plano proposto.

Outro trabalho marcante desta fase é o artigo de Hines et al. (2004), que consiste em uma revisão da literatura *Lean*, mostrando a evolução do Pensamento Enxuto de uma perspectiva inicial mais voltada ao chão de fábrica e o foco exclusivo nas tarefas de eliminação dos desperdícios, para uma visão mais gerencial e voltada ao conceito de valor criado e valorização pela perspectiva do cliente.

Nesta fase também surgem vários artigos relacionados à necessidade de valorização dos recursos humanos, gerado pelo foco excessivo nas reduções de desperdícios em detrimento da construção de um sistema *Lean*, que deveria conjugar redução nos custos mas também a valorização do capital humano (ver por exemplo, BRANDENBURG e ELLINGER, 2003).

### **2.1.5 Fase de desempenho: 2001 – 2005**

Com a Toyota tornando-se líder das empresas automobilísticas no mundo, conforme Baines et al. (2006) há uma nova onda de estudo do “*Toyota Way*”, com o resgate dos autores clássicos como Ohno e Shingo, e uma mudança sensível na visão *Lean*, que passa a articular capital humano e aspectos relacionados à cultura organizacional, conforme Stone (2012).

Emiliani (2006) recorda que as lições de Ohno (1997) indicavam dois objetivos principais do sistema Toyota: a eficiência produtiva pela consistente eliminação do desperdício e o igual respeito ao capital humano, e que este segundo princípio foi ignorado e mal compreendido nas primeiras implantações *Lean*.

Somente nesta fase, com o advento do *Toyota Way*, esses dois pontos foram revistos e elevados a princípios fundamentais pela Toyota: “melhoramento contínuo” e “respeito pelas pessoas”.

Um dos principais trabalhos dessa fase foi o artigo de Liker (2005), “O Modelo Toyota”, no qual o autor sistematiza 14 princípios de gestão que tornaram a Toyota a principal empresa automobilística do mundo e mostra a clara transformação da filosofia *Lean* de uma visão meramente operacional para uma visão gerencial (ver Quadro 6).

Quadro 6 - Os 14 princípios administrativos do modelo Toyota.

<b>Tópico</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Princípios</b>
O processo certo produzirá os resultados certos	Eliminação das perdas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar um fluxo de processo para trazer os problemas à tona;</li> <li>• Utilizar de sistemas puxados para evitar a superprodução;</li> <li>• Nivelar a carga de trabalho (<i>Heijunka</i> - produção nivelada);</li> <li>• Construir uma cultura de parar e resolver problemas, para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa (automação);</li> <li>• Tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacitação dos funcionários;</li> <li>• Utilizar o controle visual para que nenhum problema fique oculto;</li> <li>• utilizar somente tecnologia confiável e totalmente testada, que atenda aos funcionários e processos;</li> </ul>
Valorização da organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros	Respeitá-los, desafiá-los e desenvolvê-los	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, vivam a filosofia e ensinem aos outros;</li> <li>• Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa;</li> <li>• Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar;</li> </ul>
Solução de problemas	Aprendizagem e melhorias contínuas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver por si para compreender completamente a situação (<i>Genchi Genbutu</i>);</li> <li>• Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as operações; implementá-las com rapidez;</li> <li>• Tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão incansável (<i>Hansei</i>) e pela melhoria contínua (<i>kaizen</i>);</li> </ul>
Filosofia de longo prazo	Pensamento de longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;</li> </ul>

Fonte: Liker (2005).

## 2.2 Conceitos e ferramentas

A partir da revisão histórica do *Lean Thinking*, foram selecionados alguns conceitos, fundamentos e ferramentas mais adequados a sustentar a implantação prática dessa pesquisa e que precisam ser mais detalhados para oferecer melhor suporte teórico.

### 2.2.1 Desperdícios

Para Ohno (1997), um dos criadores do Sistema Toyota de Produção, um de seus principais objetivos é aumentar a eficiência da operação pela eliminação completa e consistente dos desperdícios em suas variadas formas. Para isso, primeiramente, é necessário entender sua natureza.

Segundo Ohno (1997), são sete os grandes tipos de perdas sem agregação de valor: no desperdício da **superprodução**, há produção de itens para os quais não há demanda, gerando custo com pessoal, com estoque e com logística para criar e manter produtos produzidos sem necessidade. Já na **espera**, um dos desperdícios mais comuns é o tempo gasto sem trabalho. A priori, qualquer **transporte** é um desperdício, logo, todas as movimentações, de materiais e informações, devem ser revistas e analisadas. O **processamento demasiado** refere-se aos passos desnecessários para processar uma peça, ou ainda, o processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou projeto de baixa qualidade e, até quando se oferecem produtos com qualidade superior à necessária.

Ainda segundo o mesmo autor, o **estoque** é o maior dos desperdícios, pois dele se derivam muitos outros. O excesso de estoque gera custo para mantê-lo, trabalho feito desnecessariamente para gerá-lo, além de esconder outros problemas de produção como: a geração de peças com defeitos, desbalanceamento da produção e atrasos na entrega. Para Shingo (1996), a busca pelo estoque zero é a pedra fundamental da eliminação do desperdício.

Há ainda o desperdício da **movimentação desnecessária** por parte dos funcionários, geralmente originados por problemas no layout da área de trabalho, pela não padronização das operações ou ainda pelo surgimento de estoque, que gera a movimentação extra de produtos.

Por fim, um dos mais comuns são os **defeitos**, que geram um desperdício em cascata: consertar, retrabalhar ou substituir, além da necessidade de inspeção para evitar os defeitos. Segundo Liker (2005), inspecionar significa perda de manuseio, tempo e esforço, pois em um processo consistente, os produtos serão gerados sem defeito.

Outro tópico essencial quando se analisam os desperdícios, é focar na classificação das atividades elaborada por Womack e Jones (1996), com foco na perspectiva do cliente: atividades que geram valor devem ser mantidas; atividades que não geram valor para o cliente final, mas que devem ser mantidas, pois geram valor para qualquer dos *stakeholders* ou são obrigatórias; atividades que simplesmente não geram valor e devem ser eliminadas.

### 2.2.2 O conceito de valor

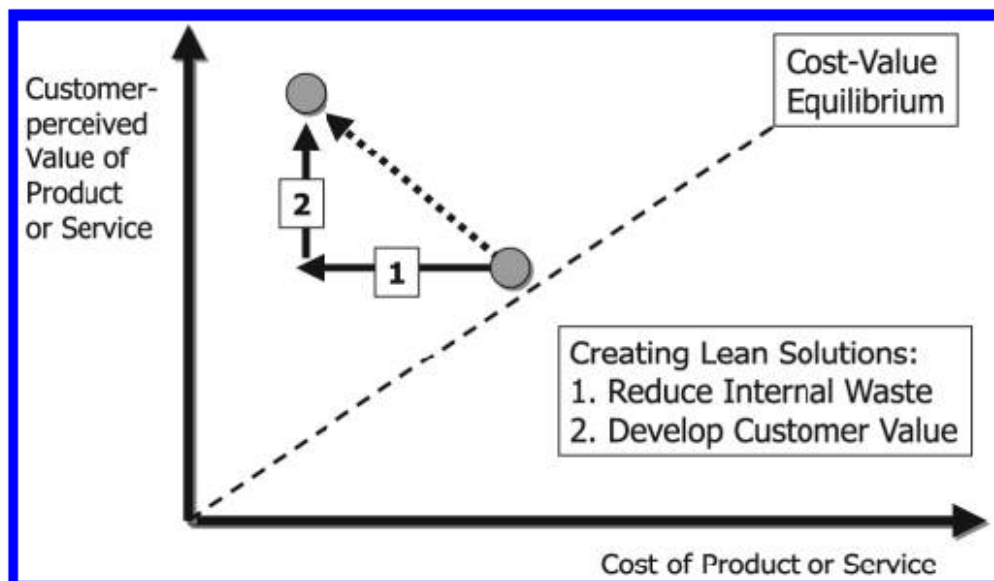
Um dos pontos centrais do Pensamento Enxuto é o conceito de valor. Nessa direção Hines et al. (2004) destacam que o *Lean* estava apenas restrito a uma visão de chão de fábrica e a eliminação do desperdício, e foi entendido e propagado apenas como uma forma de diminuir o custo pela eliminação desse fator.

Em outro artigo, Womack e Jones (1996) estabeleceram o valor como o primeiro dos cinco princípios *Lean* e mudaram o foco da estratégia *Lean*: o valor passou a depender do cliente, e houve uma ampliação do conceito, para agregar quaisquer mudanças desejadas e aceitas pelo cliente, quer seja agregando novos produtos ou serviços, quer seja eliminando os desperdícios.

Com isso, o conceito de desperdício mudou e passou a ser entendido como qualquer atividade (OHNO, 1997), ou comportamento (EMILIANI, 1998), que adiciona custo, mas não adiciona valor, conforme percebido pelo cliente final (WOMACK e JONES, 1996).

Hines et al. (2004) também reforçam que há dois aspectos que devem ser analisados quando se analisa o valor: o valor é automaticamente criado se um desperdício é eliminado, pois está associado a uma redução de custo e, conseqüentemente, gera valor para o cliente (ver Figura 2). O valor também é criado se novas melhorias ao produto ou aos serviços são oferecidas e aceitas pelo cliente.

Figura 2 - Relação entre valor, custo e desperdícios.



Fonte: Hines et al. (2004).



Entretanto reduzir custo e aumentar valor para o cliente podem ser atividades contraditórias, pois a redução de custo pode envolver diminuição da qualidade do produto.

A busca desse complexo equilíbrio é um dos pontos fundamentais. A redução dos custos via redução dos desperdícios devem ser feitas apenas baseadas nas atividades que não geram valor para o cliente, caso contrário pode ser reduzida a qualidade.

Apesar de fundamental, essa nova visão de valor estava muito ligada a empresas de manufatura e a uma noção linear do processo, a qual limitou muito a implantação do sistema *Lean* a outras atividades.

Harmon (2011) descreve outros atributos que se devem analisar para melhor caracterizar o valor: primeiramente, o processo não é uma linha reta que caminha para o cliente. Na cadeia produtiva, em muitos setores, principalmente no de serviço, o cliente interage com o processo diversas vezes e não apenas no final quando recebe o produto ou serviço. Logo, deve-se analisar cada interação do cliente com o processo e não apenas a do final da cadeia.

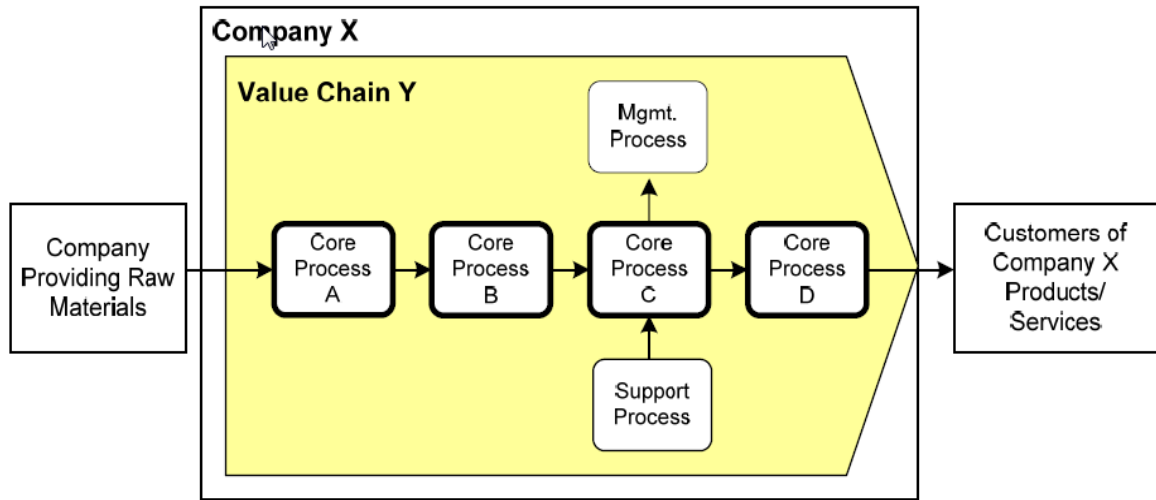
O segundo ponto destacado por Harmon (2011) é quantos *stakeholders* serão monitorados. Evidentemente, é preciso monitorar o processo do ponto de vista do cliente final, que é o principal *stakeholder*. Afinal, se ele não desejar o produto e não estiver disposto a arcar com seu custo, nenhuma estratégia será válida. Entretanto, na prática, há outras pessoas importantes no processo que também devem ser atendidas e satisfeitas.

Normalmente o governo é um importante *stakeholders* pois pode inviabilizar o próprio funcionamento a empresa. Os controladores e acionistas também são importantes, pois são investidores do negócio que necessitam ter seus interesses preservados.

Novos *stakeholders* também pode surgir dependendo da área da atuação, como a própria comunidade através da necessidade da preservação ambiental. Portanto, no mapeamento do fluxo de valor e na obtenção deste valor, é necessário analisar e decidir quais são os *stakeholders* existentes e quais serão atendidos.

O terceiro ponto baseia-se em um modelo que define como sub-processos internos ou atividades produzam valor. Harmon (2011) explica esse ponto através de um exemplo. Na Figura 3, há uma empresa X que possui uma cadeia de valor Y. Essa cadeia possui quatro processos principais, A, B, C, D e dois processos de suporte. Ela também recebe informações de outra empresa e produz matéria prima para um cliente. Esse pode não ser necessariamente o cliente final da cadeia de valor, mas apenas um distribuidor, por exemplo.

Figura 3 - Processos internos e clientes internos.



Fonte: Harmon (2011).

Se olharmos para essa cadeia de valor, estaremos focados no cliente final, só que essa cadeia pode ser apenas um elo de uma cadeia de valor muito maior, e, neste caso, o cliente final pode ser outro. Entretanto, do ponto de vista de análise dessa cadeia há que analisar o seu cliente final.

A mesma análise pode ser feita para os processos internos da cadeia de valor, cujo cliente do processo A é o processo B e assim por diante. Logo, na análise da cadeia de valor, deve-se dividi-la em partes menores e sempre analisar quem gera valor para quem, tanto do ponto de vista da ligação entre cadeias de valor dentro de uma maior, quanto nos processos internos de cada cadeia.

O importante é que cada processo individualmente e a cadeia como um todo produzam valor, ou para o processo seguinte, ou para o cliente da sua cadeia ou mesmo para qualquer um dos *stakeholders* envolvidos.

### 2.2.3 A ferramenta do fluxo de valor

Segundo Rother e Shook (2012) p.3, “um fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto”, e possui como objetivos principais a observação em tempo real do fluxo de materiais e de informação, do cliente até a matéria-prima, e a visualização das perdas no processo.

Hines e Taylor (2000) complementam a ideia da necessidade de se ter uma visão geral do processo antes de se iniciar o detalhamento de qualquer atividade. Essa abordagem garante alguns benefícios, tais como: visualização do fluxo do processo, identificação dos

desperdícios, agrupamento dos princípios *Lean*, criação de uma relação entre o fluxo físico e o de informações, além de ser a base para um plano integrado de ação.

Apesar de parecer simples, o mapeamento o fluxo de valor pode se tornar complicado devido à falta de padronização da operação, conforme descreve Liker (2005) ou ainda, segundo o mesmo autor, pela necessidade de existir uma pessoa que realmente conheça o processo em detalhes para auxiliar na construção do mapa.

Dal Forno et al. (2014), através de uma análise sistemática na literatura, lista um conjunto de problemas, desafios e limitações da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor, que devem ser cuidadosamente analisados antes de se iniciar qualquer mapeamento:

- 1) A escolha do produto: pela ótica *Lean*, o mapeamento do fluxo de valor visa eliminar os desperdícios, na visão de Ohno (1997), conforme percebido pelo cliente, tal qual descreve Womack e Jones (1996) e, desse modo, há uma relação direta com os produtos produzidos. Entretanto, a eliminação de desperdícios para um determinado item pode não ter o mesmo efeito para outros e, em alguns casos, pode até torná-los mais difíceis. Por isso, pode haver grande dificuldade em se escolher o correto item a ser mapeado. Essa é a razão pela escolha da família de produto ser a primeira tarefa definida por Rother e Shook (2012) para o mapeamento do fluxo de valor;
- 2) Processo com pouca estabilidade: se o processo a ser mapeado altera-se constantemente, o mapa de fluxo de valor não vai indicar a realidade e terá pouco efeito prático. Em vista disso, é muito importante a padronização do processo antes de se iniciar o mapeamento, conforme lição de Liker (2005) e de Dennis (2008);
- 3) Mensuração inadequada dos dados do processo: nem sempre é simples obter informações confiáveis e fidedignas do processo. Como o mapeamento do fluxo de valor é baseado em dados do processo, informações incorretas podem levar a conclusões inadequadas.

Hines (1998) citam outras limitações da ferramenta tais como: baixo entendimento da posição da empresa na cadeia de valor; falta de ligação entre a visão estratégica e o fluxo de valor; “miopia do chão de fábrica” não contemplando outros processos do negócio; e baixo foco nos recursos humanos e na cultura interna da empresa.

De maneira complementar, Hines e Rich (1997) descrevem sete ferramentas que podem auxiliar na construção do mapeamento do fluxo de valor, sendo uma delas essencial

para a construção do mapa do estado atual: o mapeamento das atividades do processo, que pode ser descrita através de seus cinco estágios:

- 1) O estudo do fluxo do processo;
- 2) A identificação dos desperdícios;
- 3) A verificação do processo e sua reorganização mais efetiva;
- 4) A busca de um fluxo padrão mais adequado, incluindo um *layout* mais apropriado e melhores rotas de transporte;
- 5) A confirmação de que tudo o que foi feito é realmente necessário e se não há uma superposição de atividades.

O processo de mapeamento das atividades envolve alguns passos como: detalhar cada uma das atividades do processo; classificar cada atividade em operação, transporte, inspeção e armazenagem; determinar se há máquinas utilizadas, qual é o local de cada tarefa, à distância percorrida, o tempo gasto e quantas pessoas são utilizadas.

Hines e Taylor (2000) também complementam os cinco estágios, incluindo a verificação de que essas atividades se encontram na lista dos sete desperdícios de Ohno (1997) e também as classifica quanto às três regras de Womack e Jones (1996): atividades que geram valor devem ser mantidas; atividades que não geram valor para o cliente final, mas que devem ser mantidas, pois geram valor para qualquer dos *stakeholders* ou são obrigatórias; e atividades que simplesmente não geram valor e devam ser eliminadas.

### **2.3 Estudo da aplicação prática do *Lean Thinking***

Neste tópico foi feita a compilação da aplicação prática do *Lean Thinking* em diversos casos práticos como forma de buscar um conjunto de práticas mais usuais na implantação. Assim, buscou-se criar um roteiro prévio para minimizar os riscos inerentes a qualquer implantação prática de um conceito teórico.

Os casos escolhidos e verificados guardam similaridade com o objeto principal desta pesquisa-ação que é a colheita de citrus. Todos os casos estudados estão relacionados à agricultura e conduzidos pela *Cardiff Business School*, uma universidade britânica, relacionados a várias indústrias do setor alimentício, organizadas no *Food Chain Centre*, um escritório da Grã-Bretanha relacionado a alimentos. Os setores estudados foram:

- Cadeia produtiva de produtos frescos: oito artigos - (Food Chain Centre - Fresh Produce Industry, 2007);
- Cadeia produtora de leite e derivados: oito artigos - (Food Chain Centre - Dairy Industry, 2007);
- Cadeia produtora de cereais: oito artigos - (Food Chain Centre - Cereals Industry, 2007);
- Cadeia produtora de carnes: vinte e um artigos - (Food Chain Centre - Red Meat Industry, 2007);

A estratégia foi especificar em maiores detalhes a implantação na cadeia de produtos frescos, detalhando o estudo de caso da produção de fruta fresca para 16.000 escolas públicas do Reino Unido – que guarda maior similaridade com o processo da colheita de citrus, buscando focar nas experiências que poderiam ser replicadas no objeto dessa pesquisa. Para as demais cadeias produtivas, foi feito apenas uma compilação dos principais pontos em quadros comparativos (ver anexos em um apêndice no final desta dissertação – quadros 9,10,11,12,13,14).

### **2.3.1 Aplicação do *Lean Thinking* na indústria de produtos frescos**

Uma das aplicações práticas analisadas envolve o projeto piloto de aplicação do *Lean Thinking* na indústria de produtos frescos que compreende os seguintes produtos: batata, maçã, alho poro, ervas, ervilhas e alface.

O ponto inicial da implantação foi traçar os objetivos macros para o projeto piloto, que foram:

- Demonstrar como desperdícios podem ser identificados;
- Identificar questões genéricas, enfrentados pelo setor;
- Prover possíveis soluções que podem ser adotadas para diminuir custos;
- Iniciar o trabalho pela identificação dos desperdícios e com foco na entrega do valor.

Foi utilizado como suporte teórico para esta aplicação alguns princípios do *Lean Thinking*, como a especificação da cadeia de valor, não do ponto de vista de cada negócio individualmente mas do ponto de vista do cliente; a clara distinção entre as atividades que agregam valor e as que não agregam valor; a construção do fluxo do processo pela cadeia de

negócio produto a produto; sempre que possível produzir pelo pedido do cliente – produção puxada, e a busca da perfeição na revisão da cadeia de negócio.

Definido o setor a ser analisado, os objetivos macros e alguns princípios teóricos para suportar a implantação, foi determinado os passos a serem seguidos:

- Escolher um produto final como foco para seguir a cadeia produtiva. Isto reduz a complexidade da análise;
- Criar um time de cada parte do negócio onde todos trabalham juntos: produtor (fazenda), o processador e o varejista;
- Ter um facilitador técnico para a equipe.

Um dos principais pontos a destacar foi a tática adotada de “aprender fazendo”, ou seja, não é uma simples consultoria mais um auxílio para que os próprios participantes da cadeia encontrem soluções para seus próprios problemas.

O caminho seguido baseou-se nos ensinamentos de Rother e Shook (2012), com a criação do mapa do estado atual, tendo como foco as operações e não os aspectos financeiros. O objetivo primário era melhorar o desempenho operacional. O mapa do estado atual foi criado com as seguintes características:

- 1) Fluxo do produto: mostrar o caminho percorrido pelo produto desde o seu estágio inicial até o final. Através das regras de Womack e Jones (1996), identificar as atividades que agregam ou não valor. Para isto a análise tem que ser pelo ponto de vista do cliente, sempre questionando se iria pagar pela atividade feita, conforme lição de Terry e Smith (2011);
- 2) Fluxo da informação;
- 3) *Timeline*: o tempo que o produto leva em cada etapa e quanto ele adiciona de valor;
- 4) Coletar dados de medição de desempenho
  - a. Não correto na primeira vez;
  - b. Entregas no prazo combinado;
  - c. Produtividade de pessoal;
  - d. Devoluções;
  - e. Tempo efetivo de utilização dos equipamentos;
  - f. Valor adicionado por pessoa;
  - g. Espaço utilizado.

Após o mapa do estado atual criado é preciso analisar os problemas e procurar por melhorias. Criar uma cadeia futura do processo. Para isto é importante saber exatamente o que o cliente quer do produto. Isto é essencial para eliminar o que não é necessário. No levantamento 95% do tempo entre a colheita e o consumidor é tempo desperdiçado: ou por uma espera desnecessária, um dos sete desperdícios especificado por Ohno (1997) ou por uma atividade que não agrega valor.

Após a implantação do projeto piloto, foram resumidos os principais pontos encontrados e as melhorias necessárias.

- 1) Entender a cadeia de valor do ponto de vista do cliente: cada parte da cadeia de negócio deve identificar o que representa valor para seu cliente imediatamente seguinte, o conceito de Harmon (2011), que um processo individualmente e a cadeia como um todo produzam valor, ou para o processo seguinte, ou para o cliente da sua cadeia ou mesmo para qualquer um dos *stakeholders* envolvidos: produtor para o *packing*, este para o varejista, e este para o cliente. Geralmente cada um tem a sua visão de valor e geralmente não é a que seu cliente necessariamente vê;
- 2) Rastrear e reduzir as perdas do produto através da cadeia. Perdas podem ser definidas como qualquer coisa que estragar, danificar, perder ou diminuir a qualidade do produto ou seu preço;
  - Procurar qualquer perda em cada estágio da cadeia: plantio, crescimento, colheita, processamento, embalagem, transporte, armazenamento e venda. Apesar de separadamente as perdas não serem grandes, quando tudo foi somado, encontrou-se números entre 30% a 50% entre produtos estragados, perdidos ou sujeitos a reprocessos;
  - Fazer a análise das causas raízes das perdas, os cinco porquês, conceitos de Imai (2011) e Liker (2005);
  - Apesar de ser uma área em que há uma perda inevitável, pois são produtos perecíveis, é necessário classificar as perdas em controláveis e incontroláveis. Uma das soluções foi diminuir o tempo de colheita. Colhe-se menos, mas há mais produção pois as perdas são diminuídas.
- 3) Gerenciar a demanda: É necessário analisar cuidadosamente a demanda para identificar quais são as razões para os picos. O ideal é haver um fluxo contínuo e constante evitando oscilações muito grandes. Assim haverá previsibilidade;

#### 4) Gerenciamento da operação: dividido em três partes

- Eficiência na plantação;
- Colheita: A maioria da colheita é feita por máquinas caras e sofisticadas. Não há controle de produtividade das máquinas e, portanto não é possível saber se elas são eficientes ou não. É necessário aplicar o conceito de eficácia global dos equipamentos – *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Baseado nestes dados algumas questões devem ser respondidas
  - Há a correta quantidade de equipamentos e pessoas para fazer a colheita;
  - Estes recursos estão sendo utilizados na sua máxima capacidade;
  - Há alguma capacidade de produção escondida;
- Operações do processo: Neste ponto um conjunto de perguntas devem ser feitas buscando melhorar a eficiência operacional. Importante destacar que as perguntas seguem a lógica da identificação dos sete tipos de desperdícios especificados por Ohno (1997):
  - As informações de produtividade das máquinas estão sendo automaticamente recolhidas? A produtividade é posteriormente analisada? Em muitos casos os dados não são coletados nem analisados. Nos casos em que há análise a eficiência estava em torno de 50% onde o correto seria de 80%;
  - Há superprodução?
  - Há dupla manipulação do colhido? Em muitos casos ocorrem por um layout ineficiente;
  - Há paradas de manutenção programadas? Geralmente não há;
  - Há operadores ou máquinas paradas? Quais são as causas?
  - Há deslocamentos desnecessários?
  - Há perdas de qualidade do produto pela ineficiência da colheita?

Depois de analisar todos os artigos da cadeia de produtos frescos, leites e derivados, cereais e carne, os pontos comuns nas implantações foram sistematizados na Quadro 7. Nos anexos há os detalhamentos dos pontos implantados em cada uma das cadeias estudadas.

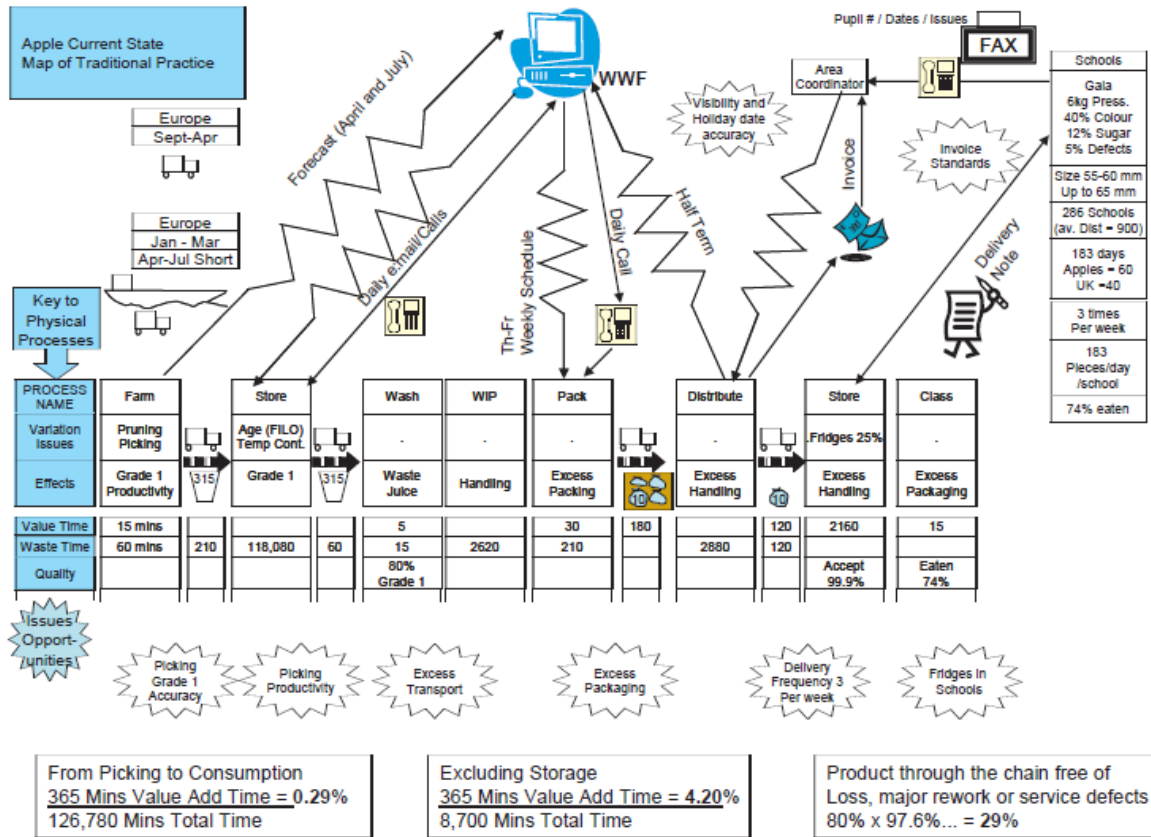


Quadro 7- pontos comuns na implantação das cadeias de negócio: produtos frescos, leite e derivados, cereais e carnes.

Definir objetivos macros	O que se quer melhorar. Pontos comuns: <ul style="list-style-type: none"> <li>• eliminar os desperdícios;</li> <li>• fazer com que os produtos percorram a cadeia da maneira mais rápida possível;</li> </ul>
definir o valor	o valor não deve ser definido pela empresa mas sim pelo cliente. A pergunta frente cada atividade é: o cliente está disposto a pagar por isso?
Delimitar e analisar uma cadeia de negócio	tem que estar claro a cadeia de negócio que será analisada e qual sua delimitação. Todos artigos procuraram seguir um produto específico desde a produção até a entrega ao cliente final. Isso é o recomendado pela teoria (Womack e Jones, 1996) mas não é simples de fazer. No caso específico dessa dissertação não foi a escolha do autor, que delimitou o estudo ao processo de colheita de citrus.
Passos executados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• criar equipe de trabalho com todos os componentes da cadeia</li> <li>• construir o mapa do estado atual</li> <li>• determinação dos desperdícios</li> <li>• criação do mapa do estado futuro</li> </ul>
Mudanças implementadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maioria dos casos buscou diminuir o prazo de entrega do produto. Busca pela diminuição do estoque (Ohno, 1997) e ter sempre produtos "frescos" para os cliente;</li> <li>• busca por diminuir o efeito da amplitude da demanda.</li> <li>• cooperação na cadeia. Não adianta soluções separadas em cada elo da cadeia se não pensar no todo. Uma melhoria isolada pode até melhor um processo mas pode prejudicar outros. Soluções integradas e equipe com representantes de cada elo da cadeia;</li> <li>• maneiras de medir a operação. Adoção do overall equipment effectiveness para medir máquinas e equipamentos</li> <li>• melhorias no layout da operação;</li> </ul>

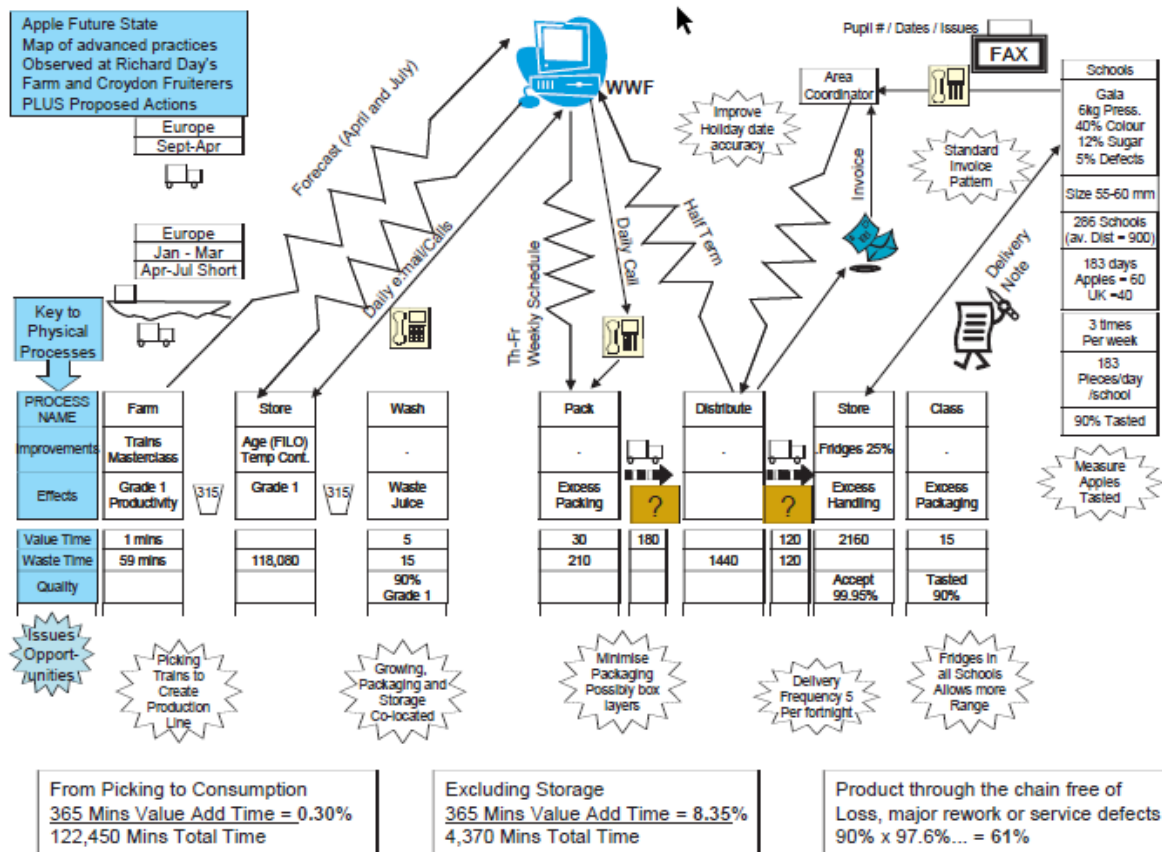
Fonte: Food Chain Centre (2007).

Figura 4 - Mapa do estado atual do processo de maçã.



Fonte: An Apple day – A case study of the school fruit and vegetable scheme. (Food Chain Centre - Fresh Produce Industry, 2007);

Figura 5 - Mapa do estado futuro do processo de maçã.



Fonte: An Apple day – A case study of the school fruit and vegetable scheme. (Food Chain Centre - Fresh Produce Industry, 2007);

## 2.4 Business Process Modeling Notation – BPMN

Segundo Burton (2013) um processo de negócio de uma organização claramente descreve o trabalho executado por todos os recursos envolvidos na criação de resultados de valor para seus clientes e stakeholders.

Para suportar esses processos de negócio criou-se na literatura o *Business Process Management*, que segundo Van der Alst (2004), inclui um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas para suportar o desenho, o gerenciamento e a análise desses processos de negócio. Segundo o mesmo autor o BPM pode ser considerado uma extensão do clássico Workflow Management – WFM.

Para descrever esses processos de negócio foi desenvolvido pelo *Business Process Management Initiative* e atualmente mantido pelo *Object Management Group* uma notação que busca prover uma maneira simples de descrever os processos de negócio, utilizando de uma notação comum.

Segundo White (2004) o BPMN provém objetos de fluxo, objetos de conexão, linhas e artefatos. Esses elementos básicos são utilizados para modelar fluxos de sequência, atividades, eventos, roles e processos hierárquicos.

Nessa pesquisa o BPMN foi utilizado para descrever as interações entre os processos e os principais stakeholders e para detalhar os processos administrativos como a contratação dos colhedores.

## 2.5 Contribuições da revisão teórica

A primeira e fundamental contribuição da revisão teórica foi a constatação da importância dos autores clássicos e de seus conceitos e princípios. Independentemente da cadeia de negócio ou empresa onde o Pensamento Enxuto for aplicado, conceitos como o de desperdício de Ohno (1997), ou as três formas de classificação das atividades de Womack e Jones (2004), ou ainda os cinco princípios formulados pelos mesmos autores, ou ainda a teoria do SMED e do *poka-yoka* de Shingo (1996) são sempre aplicáveis.

Podemos incluir nesse rol as quatro regras de Spear e Bowen (1999), o conceito de valor não linear de Harmon (2011) e a ferramenta do fluxo de valor de Rother e Shook (2012).

Esses conceitos devem ser sempre revisitados pois formam a base da implantação do Pensamento Enxuto e nos remete a sua essência que é buscar sempre a simplicidade, “sempre prover uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos – menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais dos clientes e procurar saber exatamente do que eles precisam” (WOMACK e JONES, 1996).

Outra importante constatação é a influência da cultura japonesa no *Lean*. Foco na dedicação, no trabalho de melhoria contínua, na busca por trabalhadores com grau de instrução e trabalho em equipes multifuncionais. Esse ponto é um dos grandes desafios da implantação do *Lean* em atividades como a da colheita de citrus que não contam com essa realidade.

Outro tópico importante foi a constatação da evolução do Lean com relação ao tratamento das pessoas. No início o foco foi muito na diminuição de custos e em funcionários fazendo muitas tarefas distintas, o que gerou muitas críticas para o excesso de trabalho. A palavra desperdício foi largamente entendida simples corte de custos mas a partir da *performance phase* em 2001, há um claro resgate da necessidade de valorizar a mão de obra e respeitar o capital humano (EMILIANI, 2006).

Por fim, no entendimento desse autor, há que se destacar um padrão nas implantações *Lean* e a possibilidade da construção de um roteiro teórico que possa guiar a jornada rumo ao Pensamento Enxuto. Esse guia, baseado fortemente no trabalho de Hines e Taylor (2000) – *Going Lean* pode ser revisto no tópico 3.1 dessa dissertação.

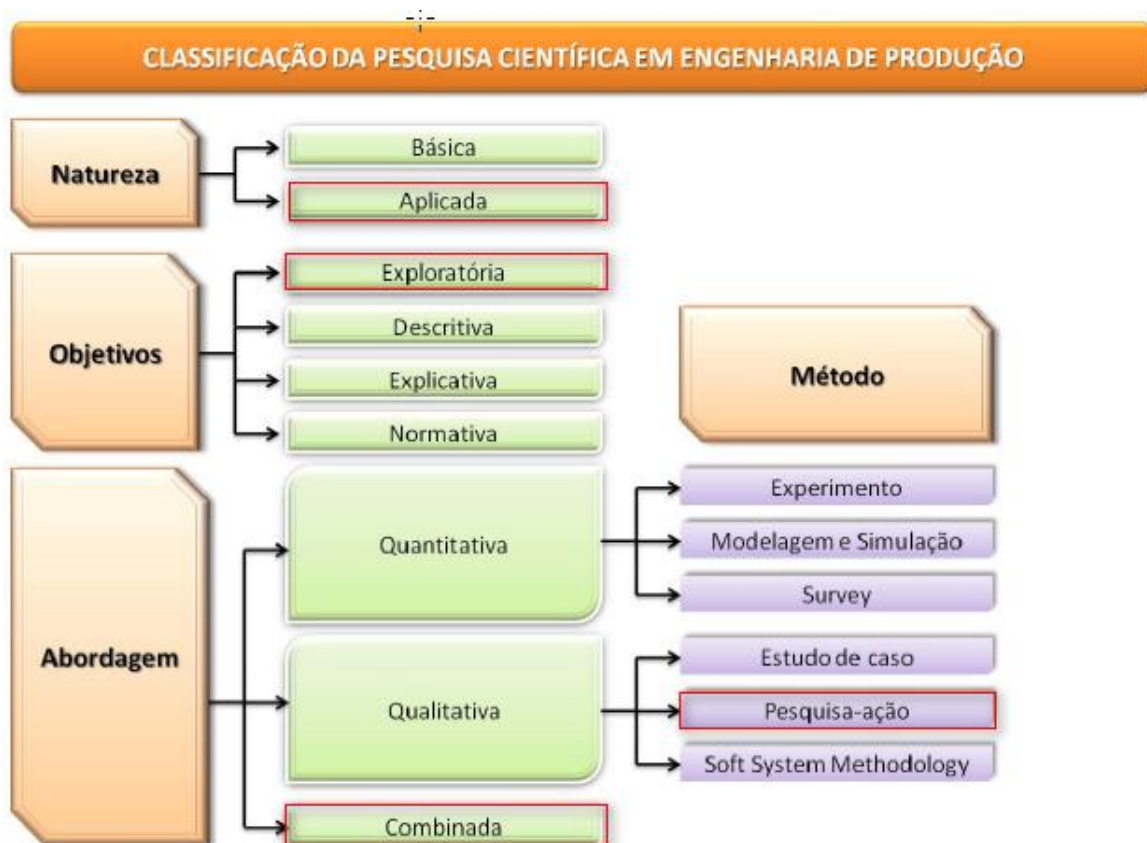
### 3 Metodologia

Essa pesquisa seguiu a classificação metodológica proposta por Turrioni e Mello (2012), conforme se observa na Figura 6. Quanto a sua natureza é aplicada, pois se caracteriza por seu interesse prático e seus resultados são aplicados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Quanto aos seus objetivos à pesquisa é exploratória pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito. Já quanto à forma de abordar o problema a presente pesquisa é combinada, pois agrega tanto aspectos quantitativos, através do uso de técnicas estatísticas, e também qualitativo pois nem todos os aspectos estudados foram traduzidos em números, há análise descritiva de dados e dos processos.

Do ponto de vista dos métodos o presente trabalho classifica-se como pesquisa-ação em que o pesquisador e demais participantes representativos da situação ou problema estavam envolvidos de modo cooperativo com a criação de uma equipe responsável por aplicar o Pensamento Enxuto ao processo de colheita de citrus na empresa objeto da pesquisa. Essa foi a abordagem mais adequada pois o pesquisador foi o coordenador da equipe de implantação.

Figura 6- Classificação da pesquisa científica em engenharia de produção.



Fonte: Turrioni e Mello (2012).

Utilizou-se ainda a teoria, revisão da literatura, como fonte de conhecimento para selecionar conceitos, fundamentos e ferramentas mais adequadas à utilização prática na atividade produtiva selecionada.

Foi constituída uma equipe específica para o projeto, responsável por revisar o processo e detalhar cada atividade. A mesma equipe ficou responsável por dirimir as dúvidas e criar o mapa do estado atual. Posteriormente, por meio de consulta a outras instâncias da empresa, a equipe buscou formas de melhorar o processo e sugerir o mapa do estado futuro, o qual será analisado pela instância superior das áreas envolvidas. Posteriormente um plano de ação foi delineado e algumas ações implantadas.

O local de aplicação da pesquisa foi selecionado de maneira específica, por seu porte médio e variabilidade de situações representativas do setor. O período de análise foi de janeiro/2014 até abril/2015.

Quanto à técnica de coleta de dados foi utilizada a consulta ao banco de dados da empresa para selecionar informações necessárias a utilização da estatística para o problema da produtividade dos colhedores. A técnica da observação do processo foi largamente utilizada na construção do mapa do estado atual, buscando seguir o produto por todo seu fluxo de valor.

Foi também utilizado de entrevistas não estruturadas com vários operadores do processo visando detalhar o funcionamento do mesmo além de colher informações e sugestões relevantes para o mapa do estado futuro.

A técnica utilizada para descrever o processo foi o mapeamento do fluxo de valor MFV, seguindo prescrição de Rother e Shook (2012). Também foi utilizado o *Business Process Management Notation* – BPMN para descrever o fluxo dos processos e identificar os principais *stakeholders*.

### 3.1 Metodologia operacional

Baseado na teoria e nos artigos práticos estudados foi criado um roteiro prévio de pontos que devem ser sempre verificados ao analisar o processo. Esses pontos foram essenciais para buscar uma uniformidade de atuação da equipe além de uma forma de simplificar e resumir a teoria do *Lean Thinking* estudada. O roteiro teve como base o artigo de Hines e Taylor (2000), *Going Lean*, além de adicionar outros autores à estrutura base proposta.

- 1) Estabelecer a visão macro da cadeia de valor: baseado nas lições de Hines e Taylor (2000), o processo de mapeamento deve se iniciar por uma visão geral do processo – *understating the big picture*. Nesse contexto é necessário ter uma visão macro de toda a cadeia onde a pesquisa está inserida para depois delimitar a parte que será efetivamente detalhada.
- 2) Delimitar a parte da cadeia de valor que será exaustivamente analisada: a partir da visão macro, é necessário delimitar o que será realmente revisado. Fazer a implantação do *Lean* para toda cadeia é uma tarefa muito grande. Neste trabalho, delimitou-se o estudo ao processo de colheita, com foco no que ocorre no interior da fazenda: a entrada e saída dos colhedores, colheita e seu carregamento até a fábrica;
- 3) Definir as ferramentas, princípios e conceitos a serem aplicados. Apesar de o *Lean* oferecer um conjunto pronto de ferramentas e conceitos, cada estudo é único e, por isso, é necessário revisar e escolher cada ferramenta, princípios e conceitos serão efetivamente utilizados nessa pesquisa;
- 4) Conhecer o processo a ser estudado;
- 5) Conhecer o objeto da pesquisa;
- 6) Identificar os *stakeholders* e definir quais se deseja monitorar e atender, conforme lição de Harmon (2011);
- 7) Ressaltar um conjunto de conceitos que devem ser sempre observados em todo o projeto;
- 8) Utilizar a prescrição clássica de Rother e Shook (2012) de mapeamento do fluxo de valor
  - a. Selecionar uma família de produto;
  - b. O mapa do estado atual;
  - c. O mapa do estado futuro;
  - d. Definir um plano de ação;



- 9) Mapear detalhadamente cada atividade: é o que Hines e Taylor (2000) definem como realizar uma análise detalhada de cada atividade - *detailed mapping* e classificar cada atividade encontrada nas três regras de Womack e Jones (1996): atividades que geram valor devem ser mantidas; atividades que não geram valor para o cliente final, mas que devem ser mantidas, pois geram valor para qualquer dos *stakeholders* ou são obrigatórias; atividades que simplesmente não geram valor e devem ser eliminadas;
- 10) Implantar o plano proposto;

Resumindo, além de “ir para ver” (LIKER, 2005), e caminhar pela fábrica desenhando as etapas do processamento, de materiais e informações, (ROTHER e SHOOK, 2012), e perguntar “por que” cinco vezes (LIKER, 2005), é preciso sempre questionar a validade de cada atividade, frente aquilo que a teoria já detecta ser um desperdício.

## 4 Pesquisa-ação

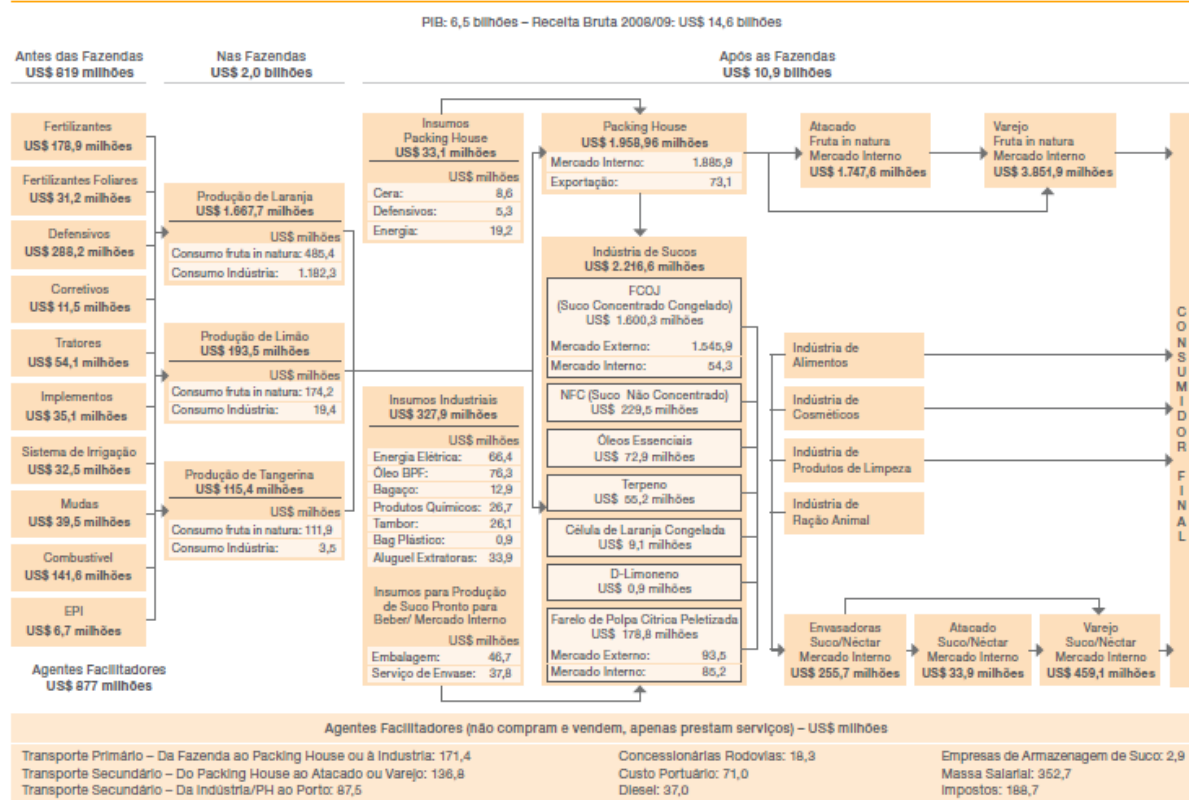
A pesquisa buscou seguir o roteiro prático proposto fazendo algumas adaptações no decorrer do processo.

### 4.1 Criar uma visão macro da cadeia de valor

A cadeia de valor analisada nessa pesquisa foi a de citrus. Baseada na lição de Neves et al. (2012) podemos caracterizar, de uma maneira macro, essa cadeia com os seguintes componentes:

- 1) **Antes da fazenda:** antes de iniciar ou manter uma plantação de citrus há um conjunto de atividades necessárias para isso. Um dos pontos a destacar nesse componente da cadeia é a formação de mudas para garantir plantas saudáveis e todo o complexo de máquinas e fertilizantes necessário;
- 2) **Na fazenda:** as atividades na fazenda consistem basicamente em: plantar, adubar, fazer os tratamentos fitossanitários para manter as plantas saudáveis, colher e realizar o transporte da fruta até nas fábricas ou nos packing houses;
- 3) **Indústria:** responsável pela transformação da fruta em suco e nos seus diversos subprodutos. Também é responsável pela entrega do produto final até os diversos diferentes consumidores primários;
- 4) **Packing house:** responsável pelo tratamento da fruta in natura;
- 5) **Envasadoras/Atacado/Varejo:** responsáveis pela embalagem do suco a granel e entrega ao consumidor final. Essa etapa da cadeia pode variar dependendo do tipo de produto: fruta in natura ou suco;

Figura 7 – Visão macro da cadeia de citrus



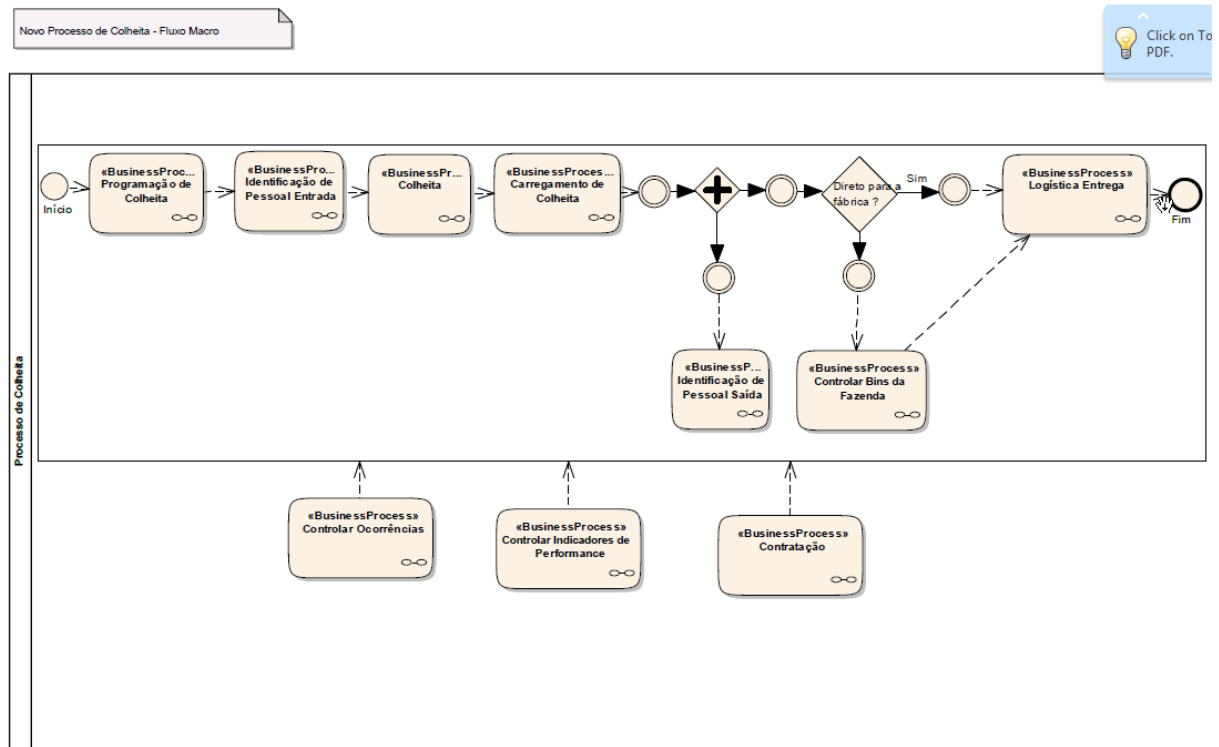
Fonte: Neves et al. (2012)

## 4.2 Delimitar a cadeia de valor

Como a cadeia de valor de citrinos é extensa, para o escopo dessa pesquisa houve a delimitação do que vai ser analisado, restringindo à atividade de colheita que compreende: processo de contratação dos colhedores, controle da entrada e saída na fazenda dos colhedores, processo de colheita da fruta, carregamento da fruta colhida e entrega do volume colhido na fábrica.

A delimitação da cadeia define o escopo da pesquisa e facilita o foco do pesquisador. Também torna mais claro a definição dos processos. Foi utilizada a notação BPMN para demonstrar o processo que foi estudado. Cada processo macro é um *business process* que será sucessivamente detalhado até o nível de cada atividade realizada.

Figura 8- Fluxo macro do processo de colheita



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

### 4.3 Definir ferramentas, princípios e conceitos a serem utilizados

Após a delimitação da cadeia, é necessário definir quais ferramentas serão efetivamente utilizadas dentre as inúmeras possibilidades apresentadas pela literatura:

- 1) A ferramenta de mapeamento do fluxo de valor é a ferramenta principal;
- 2) Será utilizado o BPMN para detalhar cada processo, principalmente os administrativos;
- 3) Será utilizado o modelo de processos de Harmon que entende que cada subprocessos internos ou atividades deve produzir valor para seu subprocesso seguinte. A notação BMPN também será utilizada nesse mapeamento;
- 4) Após o mapeamento do processo e a identificação de cada atividade, será utilizada a classificação das três atividades de Womack e Jones (1996).

### 4.4 Conhecer o processo de colheita

O processo de colheita de citrus é uma atividade basicamente manual, logo a produtividade da mão de obra exerce grande influência no resultado final do setor. Os colhedores são organizados em grupos, chamados de turmas. Esses grupos variam de vinte a quarenta colhedores e mais um responsável, conhecido como líder de colheita.

O dia-a-dia consiste em seguir uma programação de colheita feita a partir de dois fatores: a necessidade de laranja para abastecer as fábricas e o tempo de maturação da fruta. Com base nessa programação, as turmas são distribuídas no campo e cada uma possui uma área física para colher. Os colhedores, por sua vez, também são distribuídos nessas mesmas áreas designadas.

A colheita em si é muito simples: cada colhedor possui uma sacola menor, na qual recolhe as laranjas do pé. Também possui uma sacola maior, chamada de *bag*, que comporta, em média, 540 kg. A sacola menor é carregada e descarregada na maior. Assim que a turma reúne carga suficiente para encher um caminhão, há uma máquina carregadeira que alça mecanicamente as sacolas maiores e despeja a laranja a granel no veículo, o qual possui dois destinos: ou leva a carga até um depósito temporário na portaria da fazenda ou a leva diretamente para a fábrica. No primeiro caso, a laranja é novamente carregada em carretas maiores e transportada até a fábrica.

#### **4.5 Conhecer o objeto da pesquisa**

A fazenda escolhida para a implantação da pesquisa localiza-se no município de Rincão. É uma fazenda de porte médio dentre as demais da agroindústria onde o processo foi implantado. Ela foi escolhida pela proximidade com a sede da empresa além de possuir características tanto das fazendas menores como das maiores. Útil destacar que as fazendas da agroindústria se localizam no Estado de Minas Gerais e de São Paulo. Portanto 60 km da fazenda até uma fábrica pode ser considerado, no contexto da pesquisa, uma fazenda próxima.

A fazenda encontra-se a 60 km da fábrica onde a laranja é enviada. Devido à sazonalidade a fazenda pode enviar desde 1 carreta com 30.000 kg de laranja a granel, até 17 carretas diárias. Consequentemente pode utilizar de 3 a 20 equipes de colheita, com variação desde 80 a 600 colhedores diariamente.

Essa sazonalidade interfere enormemente na programação e na alocação dos recursos. Por isso, as fazendas da agroindústria são agrupadas em regiões para compartilhar os recursos e mão de obra, garantindo flexibilidade à operação.

A programação do volume a ser colhido e transportado é feita parte centralizada e parte descentralizada. No início da safra é feito uma estimativa de todas as fazendas e predeterminado um volume estimado de colheita para cada mês da safra. Leva-se em conta tanto o histórico de produção, quanto o volume de chuva diário, quanto à variedade da fruta. Esta estimativa é a guia mestre para a evolução da colheita.

Cada fazenda fica responsável por dividir a programação mensal por semana e acompanhar diariamente a maturação da fruta. Também é analisado o histórico de safras passadas, a variedade da laranja e o volume de chuva. Outro ponto determinante é a existência ou não de irrigação.

A programação semanal de colheita é elaborada por cada fazenda e centralizada no departamento de logística que deve definir os recursos necessários para o transporte. Também é centralizado o volume de fruta disponível e transmitido ao departamento industrial que pode redirecionar fruta de uma fábrica para outra ou ainda limitar determinados volumes.

Como a laranja tem um limite de tempo para ser mantida no campo, isso torna a produção hora puxada ora empurrada, embora a segunda prevaleça em 85% dos casos. Geralmente no início e no final da safra, a área industrial pode solicitar fruta específica ou segurar determinada fruta no campo, mas quando a fruta amadurece, o objetivo único é não perder fruta. Portanto toda fruta produzida será enviada para as fábricas e o suco armazenado.

Feita a programação semanal a execução diária da colheita consiste em:

- 1) Separar as turmas para colher a fruta nos respectivos talhões pré-selecionados;
- 2) Identificar os colhedores pela manhã
- 3) Fazer a colheita da laranja e armazenar nos *big-bags* no campo;
- 4) Carregar a fruta nos caminhões, ou nos menores que levam até o Bin na portaria da fazenda ou nos maiores que levam a fruta diretamente para a fábrica, dependendo da possibilidade de entrada ou não do caminhão no interior da fazenda;
- 5) Transportar a fruta até a fábrica;

Diariamente os volumes efetivamente colhidos são sumarizados e a programação é refeita.

#### **4.6 Selecionar stakeholders e definir quais serão atendidos**

Apoiados na lição de Harmon (2011) os stakeholders a serem atendidos foram selecionados.

- 1) Evidentemente que o principal stakeholder a ser atendido é o cliente final, nesse caso o consumidor final do suco de laranja ou da fruta in natura;
- 2) Definido os subprocessos identificamos outros clientes: o cliente principal para o processo de colheita é a fábrica ou o packing house;
- 3) Para o processo de contratação e entrada/saída dos colhedores o principal stakeholder é o governo, pois a correta satisfação das normas é imperativa para a continuidade da operação;

- 4) Os mantenedores da empresa é outro stakeholder importante, pois eles definiram os objetivos principais a serem atendidos pelo projeto;

#### 4.7 Ressaltar conceitos

Há um conjunto de conceitos que devem ser destacados antes de ir a campo para o levantamento específico dos processos e a construção dos mapas do estado atual e futuro. São conceitos imprescindíveis de observação. É praticamente um *check list* a ser observado.

- 1) Lembrar-se da regra de Harmon (2011): subprocessos internos ou atividades devem sempre produzir valor para algum dos stakeholders a serem atendidos ou para o subprocesso seguinte;
- 2) Observar as quatro regras de Spear e Bowen (1999):
  - a. Regra N° 1: Todos os trabalhos devem ser minuciosamente padronizados em termos de conteúdo, sequência, tempo e resultado;
  - b. Regra N° 2: Todas as conexões cliente-fornecedor devem ser diretas, e deve existir um caminho inequívoco de sim ou não para enviar solicitações e receber respostas;
  - c. Regra N° 3: Todos os fluxos de produtos e serviços devem ser simples e diretos;
  - d. Regra N° 4: Todas as melhorias devem estar em conformidade com o método científico.
- 3) Confrontar cada atividade com relação aos desperdícios propostos por Ohno (1997);
- 4) Focar nos dois objetivos fundamentais do Sistema Toyota de Produção: melhoria contínua e respeito pelas pessoas, conforme lição de Emiliani (2006);
- 5) Utilizar da lição descrita por Liker (2005):
  - a. Ir para ver;
  - b. Analisar a situação;
  - c. Usar o fluxo unitário de peças e *andon* para trazer os problemas à tona;
  - d. Perguntar “por que” cinco vezes.

## 4.8 Aplicar a ferramenta do fluxo de valor

O ponto de partida da pesquisa-ação foi a prescrição clássica de Rother e Shook (2012):

- 1) Selecionar uma família de produto;
- 2) O mapa do estado atual;
- 3) O mapa do estado futuro;
- 4) Definir um plano de ação;
- 5) Implantar o plano proposto;

Como só há uma família de produtos, a laranja, a equipe do projeto iniciou com a criação do mapa do estado atual, buscando retratar fielmente como os processos funcionam, a partir do “ir para ver” da operação, caminhando pelo processo da expedição final até os processos anteriores e desenhando, a mão, o mapa do estado atual, conforme a prescrição de Rother e Shook (2012).

Entre as duas visões de como se implantar o Pensamento Enxuto temos: uma visão voltada à aplicação do *kaikaku*, conforme lição de Womack e Jones (1996), focando nos melhoramentos via ruptura drástica nas operações e outra visão baseada no *kaizen*, descrita em Imai (2011), e sua filosofia de melhoramento contínuo, essa pesquisa utilizou a visão do *kaizen*, optando por um processo de melhorias graduais e contínuas.

Ao plano original foram feitas duas alterações: após o mapa do estado atual criado, foi necessário utilizar de técnicas estatísticas, como uma ferramenta complementar, para trazer os problemas à tona, pois o problema da produtividade mostrou-se mais complicado de analisar; além do mapa do estado atual, foi necessário utilizar do BPMN para melhor caracterizar a participação dos diversos envolvidos e dos principais *stakeholders*, conforme prescrição de Harmon (2011).

### 4.8.1 Definir o valor

Para definir o valor precisamos primeiramente encontrar o cliente final. Afinal, como prescreve Womack e Jones (1996), o valor é definido pelo cliente e não pela empresa. No caso da cadeia de citrus, o cliente final são principalmente os consumidores dos Estados Unidos, Europa e Ásia, que recebem grande parte do produto final, o suco pronto de laranja. Para esse cliente final, o produto deve ser natural e fresco, além de ter um preço razoável.

Entretanto, como foi delimitada apenas uma parte da cadeia de valor de citrus, o processo de colheita, por definição de Harmon (2011), deve-se avaliar o valor não só para o



cliente final, mas também para todos os *stakeholders* que desejamos monitorar e atender, logo, tem-se como cliente do processo de colheita:

- a) A fábrica é o cliente desse processo interno. Ela vai receber as laranjas e o produzir. Para este *stakeholder* o valor consiste em:
  - a. Receber laranja em condição ideal para o processamento, sem refugo ou detritos;
  - b. Receber laranja de acordo com as especificações de qualidade necessárias para produzir o suco desejado;
- b) O governo, que define inúmeras regulamentações trabalhistas o que implica em múltiplas condições legais a serem cumpridas. Para este *stakeholder* o cumprimento das normas legais é o valor a ser atendido;
- c) Os controladores da empresa, cujo valor está definido nos objetivos iniciais do projeto: valorizar o colhedor, melhorar a produtividade, simplificar e diminuir o custo da operação, garantir a transparência e a segurança das atividades e das pessoas envolvidas.

#### **4.8.2 Criar o mapa do estado atual**

Baseado nas prescrições de Rother e Shook (2012) de caminhar pelo processo utilizando lápis e papel para descrever o mapa do estado atual, e também apoiado no roteiro prévio de teórico, foi elaborado a descrição do processo – resumido na Figura 9, e o mapa do processo atual, descrito na Figura 10.

Nesse processo de entendimento do processo atual, também se utilizou o mapeamento das atividades do processo descrita através de seus cinco estágios de Hines e Rich (1997).

Figura 9 - Processo atual da colheita de citrus.

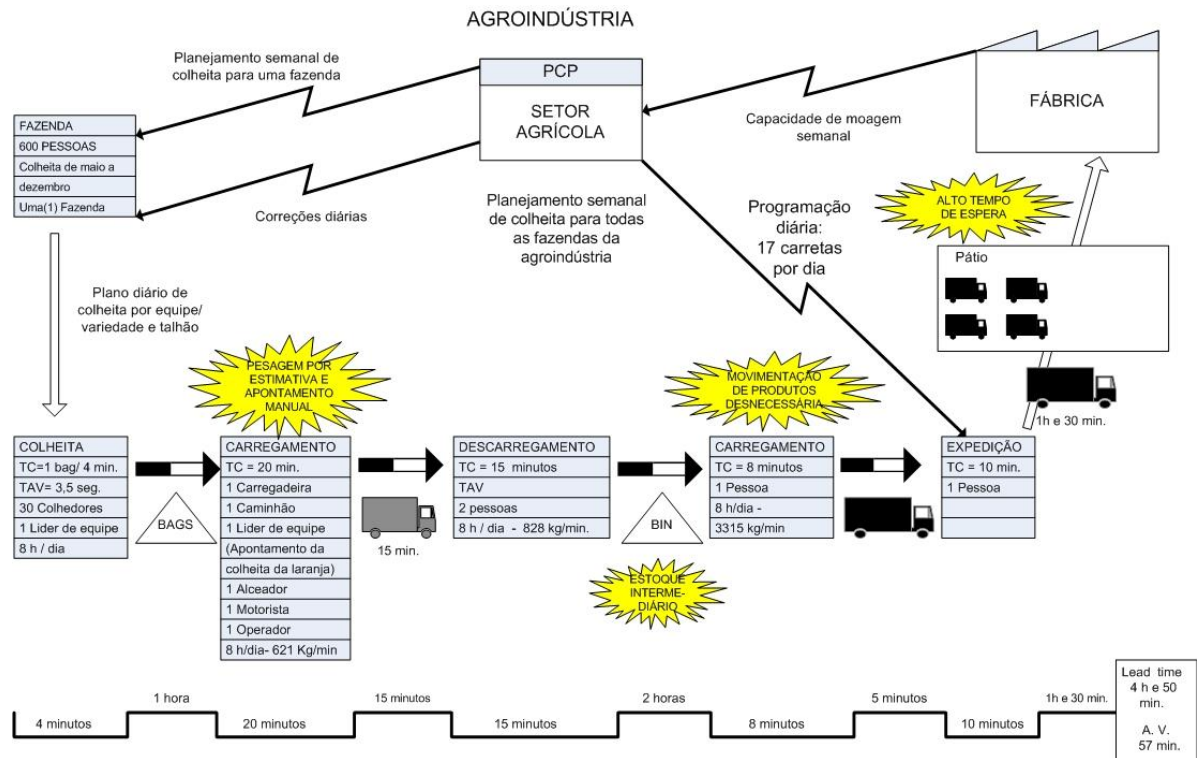


Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 9 foi elaborada em 10-abril-2015 e possui os seguintes componentes:

- 1) Colheita da laranja;
- 2) Carregamento dos *bags* com laranja no caminhão (modelo carregadeira + caminhão);
- 3) Carregamento dos *bags* com laranja no caminhão (modelo carregadeira + caminhão);
- 4) Descarregamento da laranja no Bin;
- 5) Bin (estoque de laranjas) existente na portaria da fazenda;
- 6) Carregamento da laranja na carreta com destino à fábrica;
- 7) Pátio de espera das carretas na fábrica;
- 8) Fábrica.

Figura 10 - Mapa do estado atual.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A figura 10 retrata o processo de colheita de citrus em uma agroindústria e foi elaborado em 30-maio-2015. Pontos a destacar no mapa do estado atual:

- 1) O processo de colheita é totalmente manual e a automação ainda não é viável. O volume colhido é armazenado em *bags* e forma o estoque armazenado na lateral das ruas da área de colheita, que fica aguardando o processo de carregamento;
- 2) No processo de carregamento o encarregado da equipe de colheita realiza, manualmente e por estimativa, o apontamento do volume colhido em um dispositivo eletrônico. Esse dispositivo é similar a um celular onde, no campo, o volume colhido de cada colhedor é digitado. No final do dia as informações são descarregadas eletronicamente para o sistema corporativo da empresa e os dados sumarizados;
- 3) Totalmente carregado, o caminhão segue até a entrada da fazenda onde, através do processo de descarregamento, fica em um depósito temporário, conhecido como *Bin*.
- 4) O processo de carregamento consiste em retirar a laranja do *Bin* e colocar em carretas maiores que leva a fruta até o pátio da fábrica;
- 5) Tanto o processo de descarregamento no *Bin* e carregamento ocasionam movimentos adicionais na fruta, e os impactos na laranja decorrentes desses processos diminuem a resistência do fruto e sua qualidade;

- 6) O processo de expedição consiste em receber a carreta vazia com a respectiva documentação e atualizar o sistema eletrônico na entrada e saída do veículo;
- 7) O processo pátio consiste na carreta aguardar em uma fila de espera até chegar sua vez de descarregar na fábrica.

A determinação dos tempos do mapa do fluxo de valor atual foi feito através de medições diretas feitas em campo. É importante ressaltar a dificuldade de se coletar os tempos pois o processo não é padronizado como na manufatura. Cada turma, cada colhedor, possui uma grande variabilidade de tempo. Foi justamente essa variabilidade constatada no mapeamento dos tempos, principalmente o de colheita, que levou a necessidade de se buscar uma ferramenta específica para medir a produtividade da colheita.

Nesse caso específico, conforme destacado por Dal Forno et al. (2014) é bastante pertinente a crítica que o MFV é uma foto estática do momento. Dependendo do dia da semana, ou do período em que foi feito, as medições variavam muito. No final se decidiu por fixar um dia e medir todos os tempos necessários. Esse seria o padrão estabelecido para criar o mapa.

Quadro 8 – Cálculo do número de bags colhidos

jornada	540	minutos
almoço	60	minutos
tempo entrada	15	minutos
tempo efetivo	465	minutos
turno	1	
turma	30	pessoas
total tempo	13.950	minutos
total bags efetivamente colhidos no dia	110	
bags por colhedor	3,67	
tempo médio para 1 colhedor colher 1 bag	127	minutos
média por colhedor é 1 bag colhido em	120	minutos
<b>colhe-se 1 bag a cada 4 minutos</b>		

Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A única atividade considerada como agregação de valor foi o ato de colher a laranja e colocar na sacola menor. Nesse processo se descartou: tempo para arrumar o bag maior; tempo para colocar a escada na árvore; tempo para subir e descer da escada, tempo de deslocamento ida e volta entre a árvore e o bag maior para descarregar a sacola menor.

Todos os demais processos foram considerados desperdícios: carregamento do caminhão; tempo de deslocamento até o Bin, tempo de descarregamento no Bin, tempo de

espera no Bin, tempo de carregamento da carreta no Bin, tempo de expedição, tempo de deslocamento até a fábrica e tempo no pátio.

Importante ressaltar que algumas atividades que foram consideradas desperdícios, foram enquadradas na classificação de atividades que não agregam valor mas são imprescindíveis.

Após o mapeamento do fluxo de valor do estado atual, cada atividade encontrada foi classificada segundo as três regras de Womack e Jones (1996) e também quanto aos sete desperdícios especificados por Ohno (1997). No mapeamento do fluxo de valor atual esses problemas foram indicados como a explosão do *Kaizen* baseado em Imai (2011), e representaram o foco na construção do mapeamento do fluxo de valor futuro. Segue-se um detalhamento dos problemas encontrados, como apontados na Figura 10:

- 1) O processo de colheita propriamente dito é de difícil melhoria, pois é totalmente manual e ainda não há viabilidade para a automação. Há claramente atividades que não geram valor como o uso de escadas e movimentações constantes para encher o *bag*. Outro ponto detectado é uma grande variabilidade de produtividade entre turmas e entre os colhedores. Esse item deve ser investigado para determinar possíveis melhorias no treinamento, na padronização das operações e no acompanhamento sistemático da produtividade;
- 2) No processo de carregamento há a operação manual do apontamento do volume colhido, que também é impreciso, pois feito por estimativa, o que diminui a confiabilidade e precisão das informações. Conforme prescreve a oitava regra de Liker (2005) é preciso buscar uma tecnologia confiável e plenamente testada que elimine esse processo manual;
- 3) A existência de um estoque temporário, que é o *Bin* na portaria da fazenda, evidencia o maior dos desperdícios apontado por Ohno (1997), que é o estoque. Além de todas as suas clássicas implicações, esse estoque tem um efeito adicional: como a laranja é uma fruta perecível, a necessidade de se descarregar a fruta no *Bin* e carregá-la novamente nas carretas, leva a fruta a sofrer novos impactos e perda de qualidade e durabilidade;
- 4) No pátio da fábrica há o desperdício do tempo de espera dos caminhões, aguardando a vez para descarregar na fábrica.

### 4.8.3 Criar o mapa do estado futuro

Após a elaboração da descrição do processo e a criação do mapa do processo atual, esse trabalho foi apresentado para os principais *stakeholders* e principais usuários do processo. Essa apresentação gerou diversos ajustes no mapa e nas descrições das atividades.

Novamente todo o processo atual foi confrontado com a teoria do *Lean* e com o roteiro proposto, como forma de criar uma base para o desenvolvimento do mapa do processo futuro.

Figura 11 - Proposta do novo processo de colheita de citrus.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 11 foi elaborada em 30-junho-2015 e possui os seguintes componentes:

- 1) Colheita da laranja;
- 2) Carregamento com veículo transbordo;
- 3) Carregamento com veículo transbordo
- 4) Transbordo da laranja na carreta
- 5) Transbordo da laranja na carreta;
- 6) Transbordo da laranja na carreta
- 7) Transporte da laranja da fazenda até a fábrica (cavalo mecânico conectado à carreta);
- 8) Pátio de espera na fábrica operando no sistema cavalo escravo.

Com o mapa do estado atual criado, foi definido o mapa do estado futuro (ver esquema na Figura 12) com algumas propostas de melhoria, destacadas a seguir:

- 1) Eliminar, pela automação, o processo de apontamento manual do volume colhido e da determinação do peso por estimativa, que ocorre pela identificação de cada *bag* por um chip RFID e a colocação na carregadeira de uma antena. Assim que o *bag* for alçado, a antena identifica o colhedor pela leitura do chip RFID, similar ao processo de identificação de um veículo nas praças de pedágio, e na ponta do braço da carregadeira, coloca-se uma balança para determinar automaticamente o peso colhido. Com isso, libera-se o encarregado da equipe dessa atividade que não agrega valor e elimina-se uma tarefa manual, além de garantir precisão no apontamento do volume colhido.

Essa nova sistemática ainda poderá garantir atendimento de um dos objetivos fundamentais do Sistema Toyota de Produção, que é o respeito pelas pessoas, conforme destacado por Emiliani (2006), pois ao precisar o volume colhido, garante-se mais transparência e equidade aos colhedores. Esse processo será detalhado em tópico em separado devido à solução encontrada.

- 2) Eliminar a necessidade do estoque no *Bin* da fazenda: baseado na experiência das usinas de açúcar e etanol, que já funcionam com uma operação similar, segue a proposta de adaptação para a colheita de citrus:
  - a. Substituir o método atual carregadeira/caminhão por um único caminhão do tipo transbordo, que se autocarrega;
  - b. Implantar o processo cavalo-escravo, o qual consiste em caminhões com a capacidade de desconectar o cavalo mecânico da sua respectiva carreta. Com isso, nas ruas mais largas da fazenda, o veículo que irá levar a fruta para a fábrica deixa estacionada uma carreta vazia e leva outra carregada;
  - c. O carregamento dos *bag* 's passa a ser feito pelo caminhão transbordo. Após ele estar carregado vai até a carreta vazia estacionada e transborda a carga. Com isso a operação que possuía uma carregadeira e um caminhão para levar a fruta até o Bin na portaria da fazenda, transforma-se em apenas um veículo;

- d. O cavalo mecânico que traz uma carreta vazia da fábrica desengata a vazia e engata uma cheia, dirigindo-se diretamente para o pátio da fábrica.

Com essa solução elimina-se o desperdício do estoque, apontado por Ohno (1997) como o maior dos desperdícios, elimina-se ainda toda a parte física do *Bin*, os operadores, a movimentação desnecessária da fruta e o processo de descarregamento e carregamento no *Bin*.

Além dessas melhorias, há um significativo aumento na qualidade da fruta, por sofrer menos impactos. A troca da solução carregadeira/caminhão pelo transbordo elimina um dos veículos e um operador. Há ainda o ganho da operação cavalo-escravo que aumenta a utilização do cavalo mecânico.

3) Eliminar o tempo de espera no pátio da fábrica: a solução encontrada para diminuir o desperdício do tempo de espera é baseada na solução já utilizada no Estado da Flórida, Estados Unidos, e consiste em:

- a) Implantar o processo cavalo-escravo pela utilização, no pátio da fábrica, do mesmo processo utilizado na fazenda. Assim, a carreta que vem da fazenda desconecta o cavalo mecânico e estaciona a carreta cheia no pátio da fábrica e conecta outra carreta vazia para retornar à fazenda e realizar novo carregamento;
- b) Há um caminhão menor no pátio da fábrica com a única função de levar a carreta com carga até a fábrica para realizar o processo do descarregamento da fruta. Posteriormente, o motorista estaciona a carreta vazia que irá iniciar novo ciclo.

Essa solução complementa o processo da fazenda garantindo uma diminuição do desperdício no tempo de espera. Nessa sistemática, um cavalo mecânico pode utilizar três carretas, sendo necessária apenas a troca de motorista.

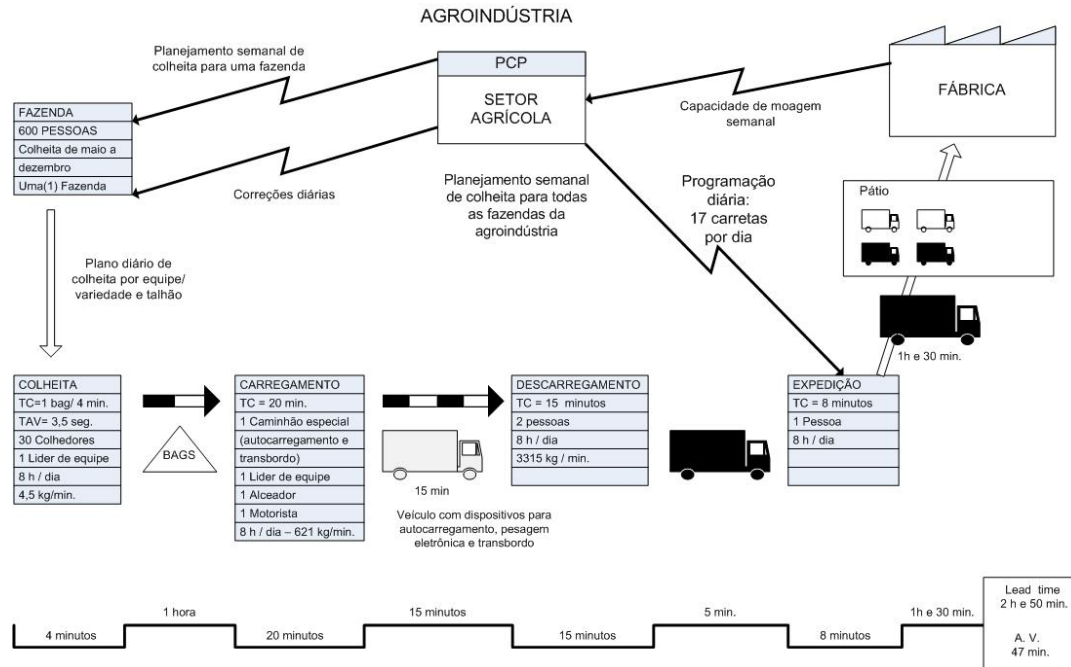
Na prática já existe um projeto piloto, na fazenda objeto da pesquisa, utilizando-se o RFID nos *bag's* e da antena na carregadeira, para o automático reconhecimento do colhedor, combinada com a balança na ponta da alça da carregadeira para pesar o *bag*. Também se encontra em teste a solução do transbordo.

Muitas das soluções definidas no mapa do estado futuro, já têm utilização prática em outras culturas: o transbordamento é amplamente utilizado nas fazendas de cana de açúcar, e a prática do cavalo escravo, para o pátio da fábrica, é utilizada nas unidades fabris de suco de laranja, da Flórida, Estados Unidos. A aplicação concreta nesse projeto depende do



detalhamento financeiro da viabilidade de ambas as soluções na citricultura nacional (ver Figura 12).

Figura 12 - Mapa do estado futuro.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 12 refere-se a nova proposta para o processo de colheita na agroindústria citrícola e foi elaborado em 30-outubro-2015.

#### 4.8.4 Criar um plano de ação

Após a construção do fluxo do processo futuro a equipe da pesquisa apresentou o trabalho para os *stakeholders* e pessoas chaves operacionais.

Na apresentação, foi detectada a falta de uma análise financeira do custo estimado das alterações propostas. Certamente haverá um custo elevado de troca de toda a operação e isso precisa ser quantificado. Outra definição foi de sempre iniciar as alterações por meio de projetos pilotos para mitigar o risco de descontinuidade da operação.

A partir dessas premissas dos *stakeholders* foi elaborado um plano de ação:

- 1) Elaborar uma estimativa financeira do custo de implantação do projeto, dividindo entre as adaptações para as fazendas e para a indústria;
- 2) Buscar formas de melhorar a produtividade dos colhedores. Como a ferramenta do mapeamento do fluxo de valor não foi suficiente para propor melhorias para o processo específico da produtividade dos colhedores deve-se buscar outra ferramenta complementar para essa investigação;

- 3) Enfrentar o problema da entrada e identificação dos colhedores pois foi detectado no levantamento do processo, um grande desperdício de tempo e de movimentação na entrada dos colhedores, além da necessidade de aumentar a segurança de que todos os colhedores estão efetivamente presentes na fazenda;
- 4) Procurar uma forma de eliminar a determinação do volume colhido por estimativa pois isso está causando insegurança ao processo, além de não valorizar o trabalho do colhedor que nunca tem certeza exata do real volume colhido;
- 5) Melhorar o fluxo de informações e a disponibilidade dos dados para diminuir o tempo de espera dos veículos.

#### **4.9 Detalhar os processo e classificar as atividades**

Após o plano de ação esboçado foi necessários detalhar cada processo e atividades. É o que Hines e Taylor (2000) definem como realizar uma análise detalhada de cada atividade - *detailed mapping*. A ferramenta do fluxo de valor tem uma visão que precisa ser complementada.

Para tanto cada subprocesso foi exaustivamente detalhado, primeiro através do BPMN com a criação dos fluxos do subprocesso e depois pela classificação de cada atividade pelas regras de Womack e Jones (1996): atividades que geram valor devem ser mantidas; atividades que não geram valor para o cliente final, mas que devem ser mantidas, pois geram valor para qualquer dos *stakeholders* ou são obrigatórias; atividades que simplesmente não geram valor e devem ser eliminadas.

Para mostrar, nessa pesquisa, um exemplo desse detalhamento, pois o material total do projeto seria muito extenso, há um exemplo de classificação de tarefas para o processo de contratação de turmas. Primeiro parte-se do fluxo do processo através da utilização da notação BPMN, descritos nos anexos nas figuras 34, 35 e 36.

Após a construção do fluxo do processo, cada atividade é listada e classificada frente as 3 regras de Womack e Jones (1996):

- 1) Processo atual: nos anexos nos quadros 14,15,16;
- 2) Processo futuro: nos anexos nos quadros 17,18,19;
- 3) Resumo comparativo entre o processo atual e futuro: nos anexos quadro 20;
- 4) Lista dos documentos encontrados, quadro 21 nos anexos: como é um processo administrativo cada documento encontrado é catalogado e identificado se é feito de forma manual ou via sistema informatizado. Note que foi possível eliminar documentos ou torná-los automáticos via sistema informatizado.

#### 4.10 Utilizar de técnicas estatísticas para trazer os problemas à tona

Um dos aspectos essenciais do *Lean Thinking* é a utilização de diversas ferramentas para mostrar quais são os reais problemas enfrentados. Técnicas como o mapeamento do fluxo de valor de Rother e Shook (2012), controle visual de Liker (2005) e a técnica do 5S de Imai (2011) são todas utilizadas para trazer os problemas à tona e certificar que nenhum deles fique oculto.

Entretanto, nessa implantação prática do *Lean Thinking* ao processo de colheita de citrus, foi necessário utilizar outra ferramenta, a estatística, para mostrar alguns problemas relacionados à produtividade da colheita de citrus, que as ferramentas tradicionais não mostraram.

O universo analisado foi a totalidade das caixas colhidas por cada um dos trabalhadores rurais da fazenda objeto da pesquisa, no período de maio/2014 até dezembro/2014. Esse período escolhido não foi aleatório, mas baseado no fato que a colheita de citrus é uma atividade temporária e, portanto, buscou o período de maior produção, evitando valores de baixa produtividade que poderiam influir nos resultados.

##### 4.10.1 Análise 1 – Produtividade média por turma e colhedor

Os dados utilizados para a análise foram: o número da turma, número do colhedor, quantidade de colhedores pertencentes a cada turma, número de dias efetivamente trabalhados por cada colhedor, número de caixas colhidas. Inicialmente, foi feita uma análise descritiva dos dados que gerou os seguintes resultados dados na Tabela 1 (Ntotal=4331; número de observações em cada turma, respectivamente: 40, 31, 37, 49, 25, 25, 44, 32, 36, 20, 31, 16, 30, 23, 32, 188, 179, 103, 298, 35, 198, 95, 74, 229, 131, 233, 192, 97, 182, 157, 240, 172, 172, 195, 195, 132, 181, 182).

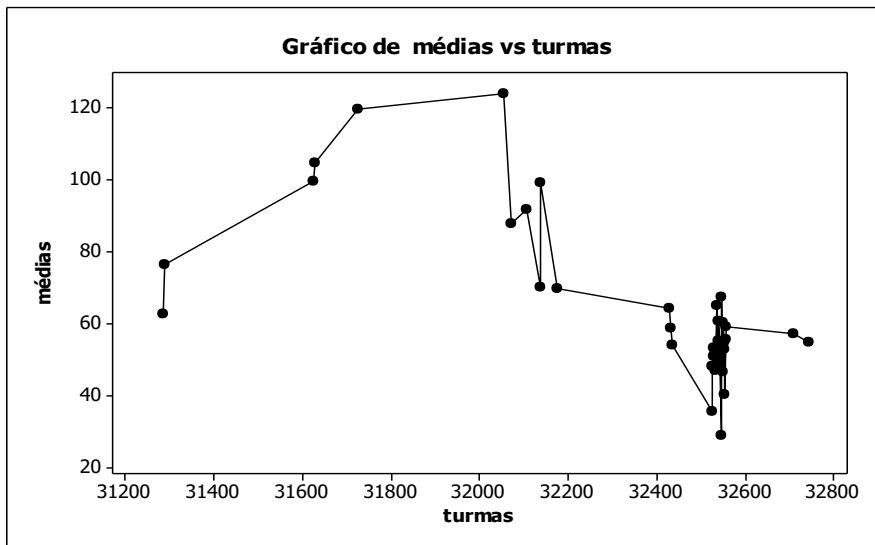
Tabela 1 - Análise estatística descritiva (médias) da produtividade por turma (caixas/dias trabalhados).

62,38	76,32	99,36	104,55	119,66	124,00	87,68	91,56	69,97
99,06	69,76	64,08	58,59	53,96	35,35	47,91	53,01	50,62
52,08	46,90	64,91	47,62	49,80	55,02	60,65	53,70	47,45
28,71	67,37	46,59	59,98	52,57	54,82	39,93	55,38	58,94
56,99	54,71							

Fonte: elaborado pelo autor.

Essa grande variabilidade também pode ser observada na Figura 13 (gráfico de médias de produtividade por turmas).

Figura 13 – Gráfico de médias de produtividade versus turmas.



Fonte: elaborado pelo autor.

Pela análise descritiva dos dados de produtividade das turmas, chegou-se a seguinte conclusão: aparentemente há grandes diferenças entre as médias de produtividade média entre turmas. Quais serão as razões dessa grande variação de produtividade entre turmas que apresentam a mesma condição e o mesmo local de trabalho?

Para confirmar a possível diferença nas médias de produtividade entre as turmas, foi aplicado o método estatístico ANOVA - (Análise de Variância), com os dados transformados  $\log(\text{prod média})$  em busca da melhor normalidade dos resíduos, uma suposição necessária para validar as inferências.

A Análise de Variância (ANOVA) é uma metodologia estatística para testar se um determinado fator tem efeito significativo sobre a variável dependente Y. Supondo  $\mu_j$  representando o verdadeiro valor da média da variável dependente classificada em diferentes níveis de um fator, significa que, para o nível j, a técnica de ANOVA testa a hipótese de que não existem diferenças entre as médias  $\mu_j$ , assumindo que não há diferenças entre a variabilidade das observações em cada grupo (variância constante). Para mais detalhes sobre ANOVA, recomenda-se a leitura de Montgomery e Runger (2011). Na Tabela 2, temos os resultados da ANOVA com uma classificação.

Tabela 2 - ANOVA da produtividade por turma (caixas/dias trabalhados).

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	quadrado médio	estatística	valor P
Turma_num	37	266,66	7,207	43,42	<0,001
Error	4293	712,51	0,166		
Total	4330	979,18			

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dos resultados da Tabela 2, concluímos que há diferenças significativas entre turmas (valor-p < 0,05). As suposições necessárias para validar as inferências obtidas pela técnica estatística ANOVA (normalidade dos resíduos, variância constante) foram verificadas a partir de gráficos de resíduos. Esse procedimento também foi utilizado para outras aplicações de ANOVA que são apresentadas nessa dissertação.

De forma similar, foi observado que há grandes diferenças entre as médias de produtividade entre os trabalhadores. Novamente, quais serão as razões dessa grande variação de produtividade entre os colhedores que apresentam a mesma condição e local de trabalho? Também foi aplicada uma análise de variância, ANOVA, confirmando o resultado: há diferenças significativas entre os colhedores (valor-p < 0,05).

Com essa análise preliminar, já foi identificado, utilizando-se métodos estatísticos descritivos, que há problemas com relação à produtividade entre as turmas e os colhedores. Se existe tal variabilidade, problemas como falta de padronização, uniformização de procedimentos de colheita e falta de acompanhamento sistemático da produtividade devem ocorrer.

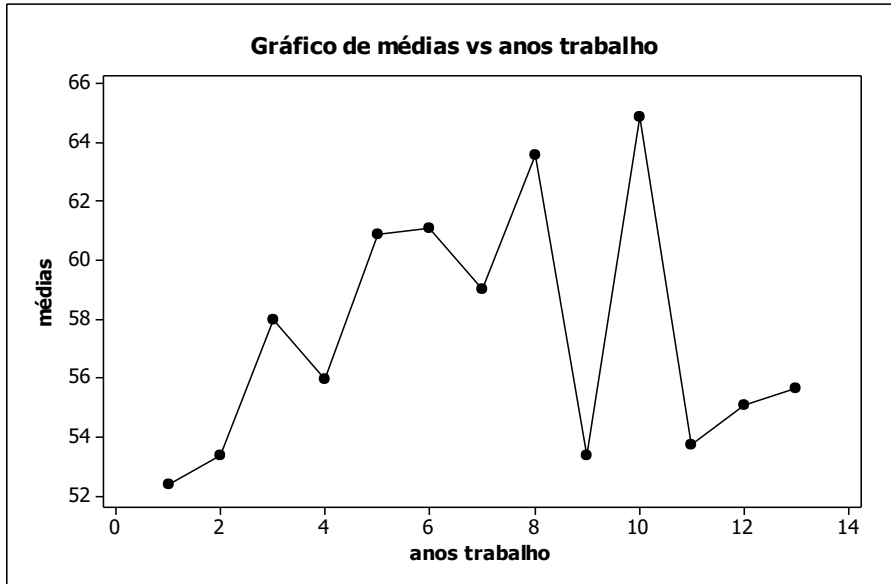
#### **4.10.2 Análise 2 – fatores que podem afetar a produtividade**

Com vistas a entender as razões dessas variabilidades, pois tanto as turmas como os colhedores encontram-se sujeitos às mesmas condições de trabalho e exercem a atividade de colheita na mesma fazenda, selecionou-se um conjunto de variáveis que podem influenciar a produtividade: experiência dos colhedores na colheita de citrus, traduzida no número de anos trabalhados; o gênero de cada colhedor, masculino ou feminino; a idade dos colhedores e, se a dispensa dos colhedores no período de experiência influencia ou não a produtividade.

#### 4.10.2.1 Experiência do trabalhador – anos trabalhados

Na Tabela 3 e Figura 14, observam-se as médias de produtividade versus anos de trabalho.

Figura 14 – Gráfico de médias de produtividade versus anos de trabalho.



Fonte: elaborado pelo autor.

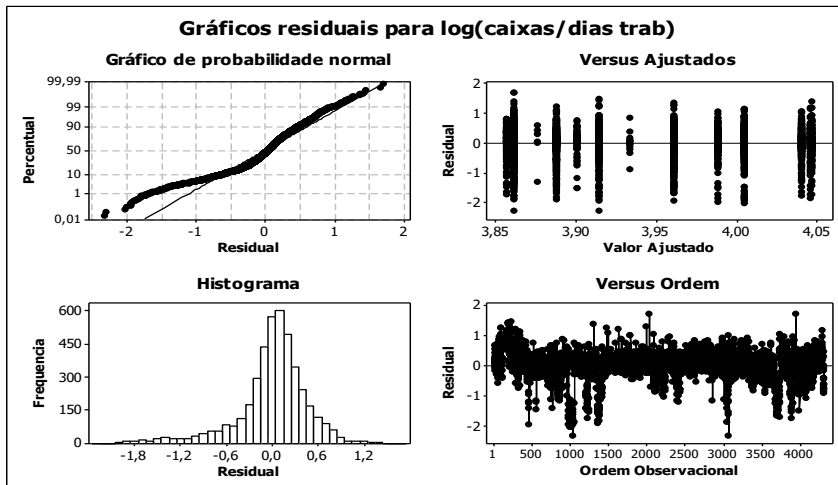
A partir dos resultados dados na Tabela 3 e Figura 14, observa-se que aparentemente há diferenças entre as médias de produtividade para trabalhadores com anos trabalhados diferentes. Também se verifica que há uma faixa mais produtiva com relação à experiência. Aparentemente entre cinco e dez anos trabalhados é o período de maior produtividade – menos o nono ano trabalhado que está fora da média. Nos anos iniciais, a produtividade aumenta gradualmente e, nos anos maiores que dez anos, diminui.

Para confirmar a igualdade das médias de produtividade foi usado o método ANOVA - (Análise de Variância), com os dados transformados  $\log(\text{prod média})$  em busca da melhor normalidade dos resíduos.

A partir dos resultados dados na Tabela 3, confirma-se que há diferenças entre as médias de produtividade para trabalhadores com anos trabalhados diferentes (valor- $p < 0,05$ ).

A partir dos gráficos dados na Figura 15, observa-se que as suposições do modelo são verificadas (normalidade, variância constante). Esse tipo de gráfico para verificar as suposições necessárias foi utilizado para todas as análises usando ANOVA que serão apresentadas a seguir.

Figura 15 - Gráficos de resíduos para análise ANOVA por ano de experiência.



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.10.2.2 Gênero do trabalhador

Em relação ao fator gênero, observa-se na Tabela 3, que aparentemente há diferenças entre as médias de produtividade para Gêneros diferentes, sendo o gênero masculino mais produtivo.

Para confirmar a igualdade das médias de produtividade entre gêneros foi aplicado o método ANOVA - (Análise de Variância), com os dados transformados  $\log(\text{prod média})$ .

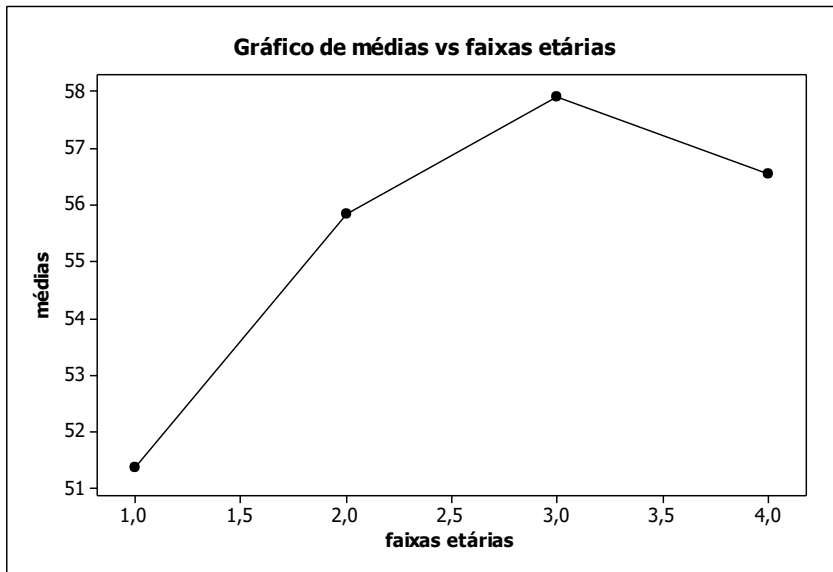
A partir dos resultados da Tabela 3, observa-se que há diferenças significativas entre as médias de produtividade para gêneros diferentes (valor- $p < 0,05$ ) confirmando que trabalhadores do gênero masculino tem maior produtividade.

#### 4.10.2.3 Idade - faixas etárias

Em relação ao fator faixas etárias, observa-se na Tabela 3, que aparentemente há diferenças entre as médias de produtividade para faixas etárias diferentes, sendo a primeira faixa de idade, de dezenove a vinte e quatro anos, bem menos produtiva que as demais, o que é intrigante, pois em tese, por ser um trabalho que exige esforço físico, presume-se que quanto mais jovem, maior capacidade laboral e maior produtividade.

Essa grande variabilidade também pode ser observada na Figura 16 (gráfico de médias de produtividade por turmas).

Figura 16 – Gráfico de médias de produtividade versus faixas etárias.



Fonte: elaborado pelo autor.

Novamente aplicando o método ANOVA - (Análise de Variância), com os dados transformados  $\log(\text{prod média})$  em relação às faixas etárias, observa-se na Tabela 3 que há diferenças significativas entre as médias de produtividade para faixas etárias diferentes (valor- $p < 0,05$ ).

#### 4.10.2.4 Rescisão do contrato

Em relação à produtividade para trabalhadores com ou sem rescisão contrato no período de experiência, observa-se na Tabela 3, que aparentemente há diferenças entre as medias de produtividade para trabalhadores com ou sem rescisão contrato no período de experiência. Se essa suposição se confirmar, pode-se ter um problema no processo de admissão de novos colhedores. Se houver diferenças significativas para a produtividade, estão contratando colhedores muito improdutivos e que podem afetar a produtividade geral.

Aplicando o método ANOVA - (Análise de Variância), com os dados transformados  $\log(\text{prod média})$ , observa-se dos resultados da Tabela 3 que não há diferenças significativas entre as médias de produtividade para trabalhadores com ou sem rescisão contrato (valor- $p > 0,05$ ). Essa conclusão gera outra pergunta: se não há tal variabilidade de produtividade, dispensaram-se os colhedores realmente improdutivos?



Tabela 3 - Análise estatística descritiva da produtividade por fatores

Anos			
Variável	trabalhados	N	Média
caixas/dias trab	1	978	52,347
	2	785	53,366
	3	640	57,957
	4	484	55,96
	5	409	60,86
	6	352	61,08
	7	193	58,99
	8	185	63,53
	9	117	53,34
	10	104	64,88
	11	65	53,72
	12	13	55,05
	13	6	55,7
Sexo			
Variável	F=1,M=2	N	Média
caixas/dias trab	1	2268	53,542
	2	2063	59,568
Faixas			
Variável	etárias	N	Média
caixas/dias trab	1	267	51,36
	2	1147	55,843
	3	1183	57,901
	4	1734	56,552
Rescisão			
Contrato			
Variável	N=0,S=1	N	Média
caixas/dias trab	0	4033	56,459
	1	298	55,79

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 4 - ANOVA da produtividade por fator

Fonte	GL	SQ	QM	F	p
anos trabalhados	12	18,587	1,549	6,96	< 0,001
Error	4318	960,596	0,222		
Total	4330	979,184			
Sexo F=1,M=2	1	9,791	9,791	43,72	< 0,001
Error	4329	969,393	0,224		
Total	4330	979,184			
faixas etárias	3	3,289	1,096	4,86	0,002
Error	4327	975,895	0,226		
Total	4330	979,184			
rescisão contr	1	0,094	0,094	0,42	0,519
Error	4329	979,090	0,226		
Total	4330	979,184			

Fonte: elaborado pelo autor.

(GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; F: estatística F; p: valor-p).

### 4.10.3 Análise 3 – Fatores conjuntos que podem afetar a produtividade

Analisando os fatores separadamente, encontraram-se alguns fatores que influenciam a produtividade. O próximo passo foi analisar todos esses fatores em conjunto, buscando os fatores realmente relevantes.

Na análise estatística, quando o objetivo principal é verificar o efeito combinado das covariáveis sobre a resposta  $Y$ , geralmente se empregam técnicas de regressão múltipla linear (ver, por exemplo, DRAPER e SMITH, 1981; SEBER e LEE, 2003; MONTGOMERY e RUNGER, 2011).

Dessa forma assumiu-se um modelo de regressão linear múltipla, considerando as covariáveis ou variáveis independentes anos trabalhados ( $x_1$ ), sexo ( $x_2$ ), rescisão contratual no período de experiência ( $x_3$ ) e faixas etárias ( $x_4$ ) e a resposta transformada  $Y = \log(\text{caixas colhidas})$ , dado por:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Os objetivos principais do uso de um modelo de regressão linear múltipla são:

- Encontrar os efeitos conjuntos de todos os fatores na produtividade média;
- Identificar quais fatores tem efeitos significativos na resposta (produtividade);
- Achar um modelo de previsão.

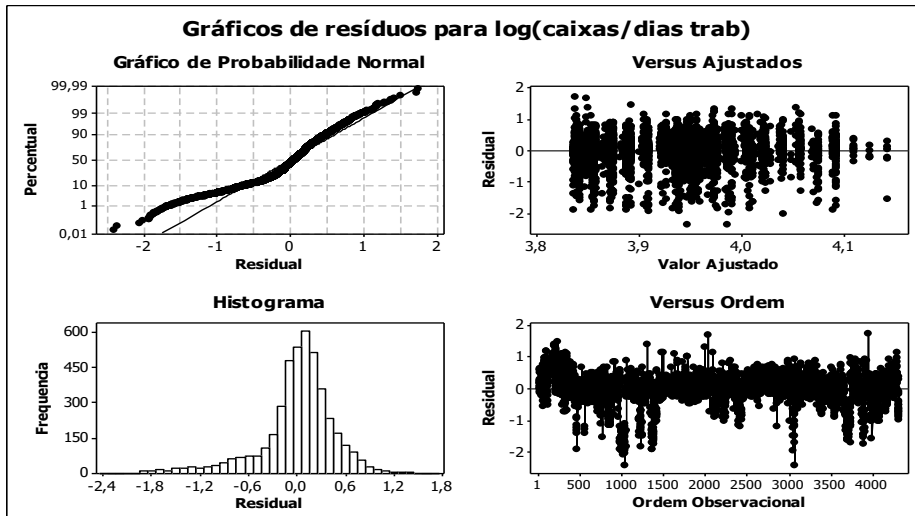
O modelo de regressão ajustado por mínimos quadrados (EMQ) usando o software estatístico MINITAB<sup>®</sup> versão 16, é dado por:

$$\begin{aligned} \log(\text{caixas/dias trab}) = & 3,72 + 0,0171(\text{anos trabalhados}) + 0,0988(\text{Sexo F}=1, \text{M}=2) \\ & + 0,0113(\text{rescisão contr N}=0, \text{S}=1) + 0,00203(\text{faixas etárias}) \end{aligned}$$

A partir dos resultados obtidos do software MINITAB<sup>®</sup> versão 16, observa-se que os fatores significativos afetando a resposta produtividade são dados por: anos trabalhados (valor-p < 0,001) e sexo (valor-p < 0,001). Os outros fatores rescisão contrato e faixas etárias não mostram efeitos significativos (valor-p > 0,05). Com isso, dentre as variáveis selecionadas que podem influenciar a produtividade, os dois fatores realmente importantes são a experiência dos colhedores e o gênero.

As suposições necessárias para validar as inferências obtidas via regressão múltipla (normalidade dos resíduos, variância constante) foram verificadas a partir de gráficos de resíduos (ver Figura 17).

Figura 17- Gráficos de resíduos para o modelo de regressão linear múltipla.



Fonte: elaborado pelo autor.

Outro modelo de regressão ajustado por mínimos quadrados (EMQ) usando o software estatístico MINITAB<sup>®</sup> versão 16, é dado incluindo as interações dois a dois, por:

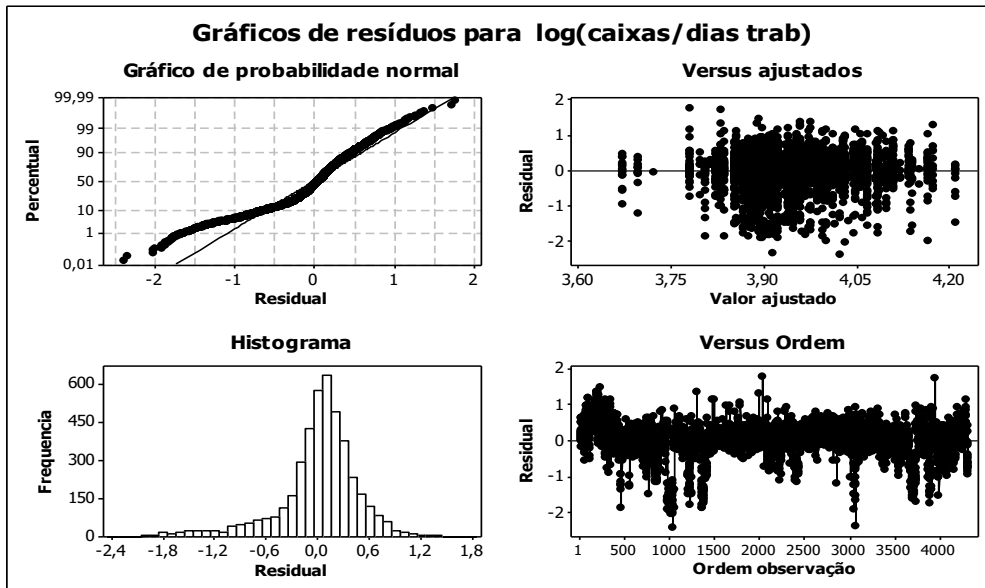
$$\log(\text{caixas/dias trab}) = 3,63 + 0,0281(\text{anos trabalhados}) + 0,106 \text{ Sexo}(F=1, M=2) - 0,265 \text{ rescisão contr.} \\ (N=0, S=1) + 0,0550 \text{ faixas etárias} + 0,0146 \text{ anos trab} \times \text{sexo} - 0,0067 \text{ anos trab} \times \text{rescisão} - 0,00978 \\ \text{anos trab} \times \text{faixas} + 0,0527 \text{ sexo} \times \text{resc} - 0,0198 \text{ sexo} \times \text{faixas} + 0,0846 \text{ resc} \times \text{faixas}$$

A partir dos resultados obtidos do software MINITAB<sup>®</sup> versão 16, observa-se que os fatores significativos (valor-p < 0,05) afetando a resposta produtividade são dados por: anos trabalho, sexo, rescisão contrato, faixas etárias e interações anos trabalho x sexo, anos trabalho x faixas etárias e rescisão contrato x faixas etárias.

Dessa forma várias interpretações adicionais podem ser obtidas desse modelo: por exemplo, anos de trabalho pode ter efeito diferente para produtividade considerando diferentes sexos; da mesma forma da interação anos de trabalho e rescisão de contrato, quando podemos concluir que a produtividade média é afetada por anos de trabalho com diferentes valores para quem teve ou não rescisão de contrato, e assim por diante.

As suposições necessárias para validar as inferências obtidas via regressão múltipla (normalidade dos resíduos, variância constante) foram verificadas a partir de gráficos de resíduos (ver Figura 18).

Figura 18- Gráficos de resíduos para o modelo de regressão linear múltipla com interações.



Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.10.4 Resultado das análises estatísticas

A partir das análises estatísticas realizadas nas seções anteriores, podemos inferir algumas conclusões importantes:

- 1) Apesar da colheita de citrus se realizar na mesma fazenda, com as mesmas condições de trabalho, há grande variabilidade de produtividade, tanto entre as turmas quanto entre os colhedores;
- 2) Entre os quatro fatores analisados como passíveis de afetar a produtividade: a experiência dos colhedores na colheita de citrus, traduzida no número de anos trabalhados; o gênero de cada colhedor, masculino ou feminino; a idade dos colhedores e a dispensa dos colhedores no período de experiência verificou-se que dois deles exercem influência real na produtividade: a experiência e o gênero;
- 3) Pela análise da experiência, nota-se uma menor produtividade nos primeiros anos, o que pode sugerir a falta de treinamento para os colhedores iniciantes. A diminuição da produtividade para os que possuem mais de dez anos de experiência pode indicar outros fatores tais como: a falta de perspectiva de avanço na profissão, a necessidade de novos treinamentos ou motivações adicionais para manter o mesmo nível de produtividade;

- 4) Apesar de a idade não ser fator determinante da produtividade, nota-se uma produtividade significativamente menor dos mais jovens, entre dezenove e vinte e quatro anos. Por ser um trabalho que exige esforço físico, presume-se que quanto mais jovem, maior capacidade laboral e maior produtividade. Logo esse fator deve ser investigado e, certamente, deve haver uma atenção especial nessa faixa de idade, quer seja nos treinamentos, quer seja na seleção inicial, ou ainda em outras formas de motivá-los;
- 5) A não variabilidade de produtividade entre os dispensados no período de experiência é de certo modo surpreendente. O lógico seria que esses colhedores tivessem uma produtividade bem menor que os demais, o que causaria sua demissão. Outro ponto a ser investigado é se os dispensados eram realmente os menos produtivos e quais outros critérios são usualmente utilizados;
- 6) Baseado nos resultados apresentados pode-se expandir a mesma análise para todo o universo citrícola da agroindústria objeto da pesquisa. Dessa forma, as conclusões podem ou não serem confirmadas, traçando um possível perfil do colhedor ideal, o que pode servir como guia para as futuras contratações, além de ter mais exatidão nos problemas encontrados, como forma de propor um conjunto de ações mais apropriado para a mitigação dos problemas.

Apesar de o *Lean Thinking* ser um sistema capaz de mostrar os problemas e certificar que nenhum fique oculto, pois possui técnicas como o mapeamento do fluxo de valor, o controle visual e a técnica do 5S que já são amplamente utilizadas, há casos específicos no qual é possível combinar outras ferramentas com a mesma finalidade. Devido à dificuldade de entender as causas raízes do problema da produtividade dos colhedores, foi necessário utilizar de técnicas estatísticas como forma de especificar melhor os problemas encontrados e evidenciar quais variáveis podem ou não ser relevantes para a solução dos mesmos.

## 4.11 Implantar o plano proposto

Após o plano de ação esboçado, das atividades detalhadas e o uso da estatística para trazer alguns problemas à tona foi iniciado a implantação do plano proposto. Nessa pesquisa são detalhados a aplicação de dois projetos pilotos para resolver dois problemas encontrados: o problema da entrada dos colhedores e o problema da pesagem do volume colhido.

### 4.11.1 O problema da entrada dos colhedores

Na construção do mapa do estado atual foi detectado um grande desperdício de tempo no processo de entrada dos colhedores no local de trabalho, isso estava afetando diretamente a produtividade pois se perdia grande tempo para iniciar a produção.

Na fazenda que serviu de base para o estudo, há em média seiscentos colhedores para entrarem e serem identificados diariamente. Eles chegam das cidades vizinhas em aproximadamente vinte ônibus.

Os ônibus chegam a partir das 06h e 15min, mas devido a uma regra operacional, os colhedores só podem entrar a partir das 06h e 45min, o que gera um acúmulo de pessoas na portaria, além de um tempo de espera. Quando o horário de entrada pré-estabelecido é alcançado, os colhedores, agrupados em turmas, fazem uma fila única.

Há um funcionário específico para fazer a leitura do código de barras de identificação de cada colhedor em um dispositivo eletrônico. O processo é simples: o colhedor entrega o cartão de identificação para este funcionário. Com o dispositivo eletrônico, ele lê o código de barras e devolve o cartão para o colhedor. No final de cada turma, todos os cartões são recolhidos pois é inviável manter o cartão durante o trabalho diário de colheita.

Na implantação prática *Lean*, foi elaborado o fluxo de entrada das pessoas detalhando cada atividade executada. Estas atividades foram classificadas segundo as três regras de Womack e Jones (1996) e também quanto aos sete desperdícios especificados por Ohno (1997).

Tanto para o consumidor final quanto para o cliente do processo de colheita, que é a fábrica, nenhuma dessas tarefas agrega valor, pois nem estão ligadas à produção do produto. Mas, a identificação pessoal do colhedor, apesar de não agregar valor, é obrigatória para atender o *stakeholder* governo. Também foram identificados dois desperdícios da lista de Ohno (1997): há o desperdício da espera e da movimentação desnecessária.

Ohno (1997) pregava que antes de se buscar novas tecnologias, era preciso buscar soluções manuais simples, por isso, a primeira melhoria foi estabelecer uma agenda de

chegada dos ônibus. Se eles chegassem de forma escalonada e fossem entrando à medida que chegassem, não teríamos fila, nem tempo de espera.

Outra medida simples foi eliminar a regra que só era possível entrar às 06h 45min, pois não havia nenhum fundamento legal para isto, que só surgiu na tentativa de padronizar a entrada das pessoas. Era o típico caso do não entendimento da regra número um de Spear e Bowen (1999): todos os trabalhos devem ser minuciosamente padronizados em termos de conteúdo, sequência, tempo e resultado. Se o padrão estabelecido não é bom ao invés de auxiliar ele prejudica a operação.

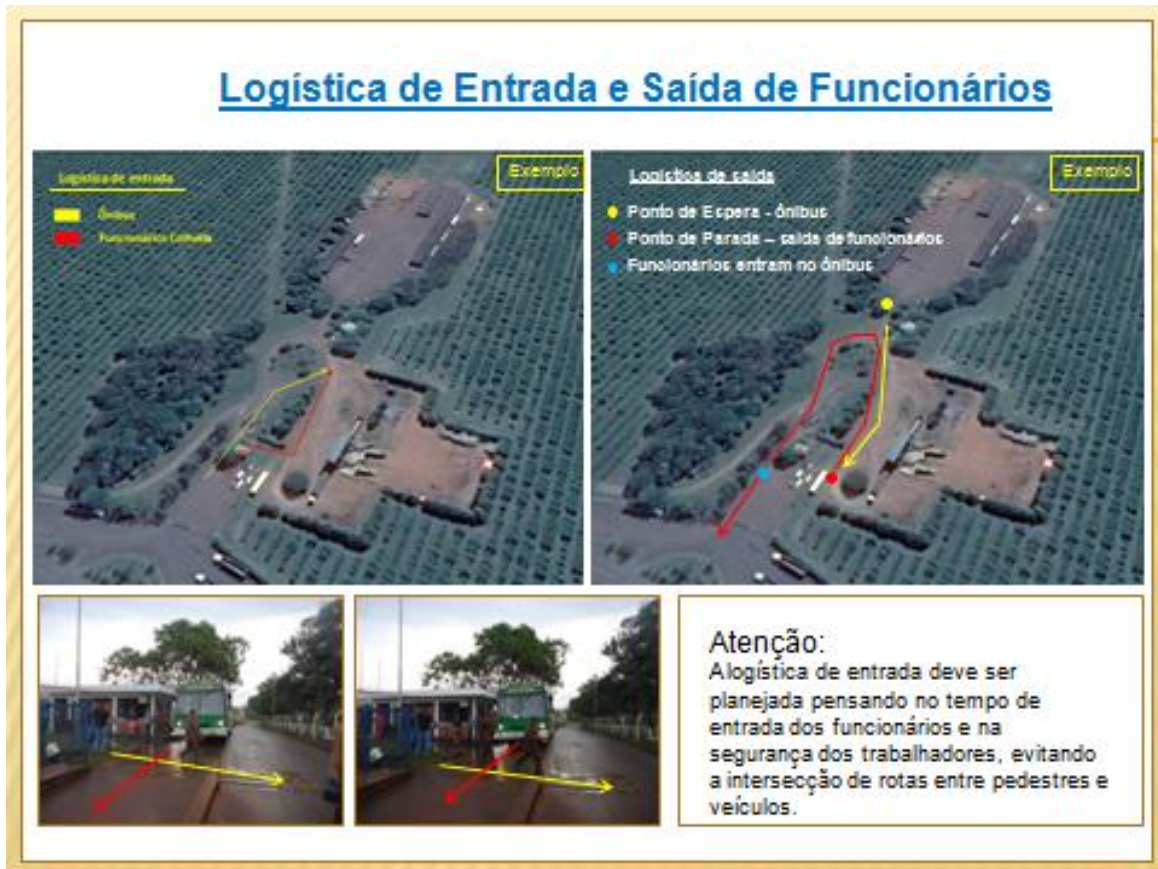
Com essas duas simples medidas implantadas, houve dois ganhos imediatos: o horário máximo de entrada do último colhedor foi alterado de 08h e 10min para 07h e 20min e ao ingressarem mais cedo, os colhedores têm maior tempo trabalhado no período de maior produtividade que é a manhã. É a aplicação da regra número três de (SPEAR e BOWEN, 1999) todos os fluxos de produtos e serviços – neste caso de pessoas, devem ser **simples e diretos**.

Outro ponto alterado diz respeito ao *layout* da portaria para o processo de entrada e saída dos colhedores. A otimização do *layout*, físico e lógico, de movimentação de pessoas é praticamente uma unanimidade entre os autores. Ohno (1997) destaca o desperdício da movimentação desnecessária por parte dos funcionários. Já Liker (2005) destaca que “o processo certo produzirá os resultados certos”, e a melhoria do *layout* da operação é fundamental.

No estudo realizado nessa pesquisa, sobre a aplicação do Lean Thinking a vários setores produtivos da Inglaterra, cadeia produtiva de produtos frescos, cadeia produtora de leite e derivados, cadeia produtora de cereais, cadeia produtora de carnes, em um total de 45 artigos, em praticamente todos os casos práticos mostrados, houve alteração do *layout* da operação, (Food Chain Centre - Fresh Produce Industry, 2007), (Food Chain Centre - Dairy Industry, 2007), (Food Chain Centre - Red Meat Industry, 2007), (Food Chain Centre - Cereals Industry, 2007).

Nesse sentido, houve detalhado estudo de quais alterações poderiam ser feitas no layout, tanto físico quanto lógico, de entrada e saída dos colhedores, sempre com dois objetivos: diminuir o desperdício do tempo de espera e movimentação desnecessária, conforme Ohno (1997), e garantir o atendimento de um dos preceitos fundamentais do STP, que é o respeito pelo capital humano, conforme Emiliani (2006), traduzido na segurança dos trabalhadores, evitando a intersecção de rota de pedestres com a de veículos (ver Figura 19).

Figura 19 - Nova proposta logística para a entrada e saída dos colhedores



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Depois que as soluções manuais foram implantadas, passou-se a nova fase que foi a busca de novas soluções tecnológicas para identificação de pessoas. O pressuposto foi o oitavo princípio de Liker (2005) “Usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda aos funcionários e processos”.

A tecnologia a ser utilizada deve atender alguns requisitos: a simplicidade de uso para os colhedores, a maioria com baixo grau de escolaridade; identificação pessoal que garanta que menores não entrem no local de trabalho e que o *stakeholder* governo seja plenamente atendido; e, por fim, minimizar o desperdício do tempo de espera.

Os bancos comerciais são os que mais utilizam, no Brasil, de maneira ampla e confiável a tecnologia de identificação pessoal, a qual permite que uma pessoa realize saques de dinheiro, logo é uma tecnologia mais que suficiente para a identificação dos colhedores.

A solução escolhida foi o *Palm Secure*, do fabricante Fujitsu. Basicamente é um sistema de identificação biométrica baseado nas veias da palma da mão. Houve necessidade de adaptação da tecnologia a fatores como o local de identificação – zona rural, e o público



alvo, trabalhadores rurais que exercem atividades manuais, e aos requisitos legais do *stakeholder* governo. A solução garantiu várias melhorias ao processo:

- 1) **Simplificar o processo de identificação:** houve eliminação: do processo manual de identificação pela leitura do código de barras, do cartão de identificação, que era um dispositivo de difícil manuseio e não utilizável durante as atividades diárias, e da formação de filas;
- 2) **Garantir a pessoalidade do colhedor:** Reduziu a possibilidade de trabalho de pessoas não identificadas e eliminou a possibilidade de fraudes;
- 3) **Garantir o cumprimento dos requisitos legais do *stakeholder* governo:** aumentou a segurança em relação ao correto apontamento da entrada e saída dos colaboradores e evitou a possibilidade de menores adentrarem ao local de trabalho;
- 4) **Melhorar o *layout* do local de trabalho:** foram colocados dois equipamentos em paralelo para a entrada, o que diminuiu o tempo de entrada. Também foi melhorado o fluxo físico do local de entrada, o que diminuiu o desperdício da movimentação desnecessária.

Embora a tecnologia utilizada de identificação biométrica escolhida já tenha sido plenamente testada em larga escala, por um dos maiores bancos nacionais, com milhares de agências e correntistas, foi necessário um grande esforço de adaptação às condições específicas deste projeto: zona rural, ambiente aberto, excesso de luminosidade, usuários com baixa escolaridade, grande quantidade de pessoas para identificação em um curto espaço de tempo e retirada do cartão de identificação. Devido a essas condições, o equipamento evoluiu em quatro gerações.

Na primeira geração (Figura 20), o equipamento possuía dois componentes distintos: uma unidade controladora, que basicamente era um microcomputador utilizado para o cadastramento, visualização e armazenamento das leituras efetuadas, e o equipamento de identificação biométrica. Além de grande, ele não possuía nenhuma conectividade com o sistema de controle da empresa e também poucos recursos visuais de identificação das leituras.

Figura 20 - Primeira geração do leitor de identificação biométrica.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 20 mostra detalhes do equipamento com sistema operacional Microsoft Windows, com placa mãe Intel i3 Mini-ITX.

Na segunda geração (Figura 21), houve duas grandes preocupações: unificar os dois equipamentos em um só, facilitando a usabilidade e melhoria de velocidade na identificação, e a inclusão de identificador visual para certificar os colhedores de sua identificação. Nesse segundo quesito, foram inseridos áudio, indicadores luminosos e display, seguindo uma ferramenta típica *Lean*, descrita por (PINTO, 2008) “o controle visual requer que todo o local de trabalho disponha de sinais (sonoros ou visuais), que informem as pessoas o que devem fazer, quando fazer, o que está a correr mal e quem precisa de ajuda”.

Figura 21 - Segunda geração do leitor de identificação biométrica.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 21 mostra detalhes do equipamento com sistema operacional Microsoft Windows Embedded e Mini PC Intel NUC.

Apesar das melhorias no equipamento e no processo de identificação da segunda geração, dois novos problemas surgiram: por ser um local aberto, há grande incidência de luminosidade solar que interferiu no leitor biométrico; e, como a solução adotada eliminou o cartão, há necessidade de se fazer uma verificação em todas as biometrias cadastradas para identificar o colhedor, o que aumentou o tempo de identificação de cada um, comparado ao sistema bancário.

A terceira geração (Figura 22) buscou solucionar esses dois problemas: a guia para a colocação da mão passou a ser escura, de forma que a própria colocação da mão impedisse a luminosidade. Para aumentar a eficiência da leitura, o sistema operacional Windows foi substituído pelo Linux, um sistema dedicado, e o microcomputador substituído por uma placa ARM dedicada, o que resultou maior desempenho de leitura e atendeu o quesito de menor tempo.

Figura 22 - Terceira geração do leitor de identificação biométrica.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 22 mostra detalhes do equipamento com sistema operacional Linux, bloqueador de luz e placa ARM Cortex A9 de 1.7GHz Quad-core com 2GB LPDDR2.

Na quarta geração (Figura 23), levando em conta o grau de escolaridade dos rurais, houve novas melhorias na identificação visual. Foi inserida uma guia extra, mais adequada e intuitiva, para a colocação da mão e um farol para identificação se houve sucesso ou não da identificação.

Figura 23 - Quarta geração do leitor de identificação biométrica.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 23 mostra detalhes do equipamento com nova guia para a colocação da mão e melhorias visuais de identificação.

#### 4.11.2 O problema do apontamento do volume colhido

Outro problema encontrado no processo de colheita foi o apontamento manual e por estimativa do volume colhido por cada trabalhador. Além de o processo ser manual, o apontamento por estimativa gera grande insegurança para ambas as partes e tende a não contribuir para um dos pilares do sistema Toyota de produção que é, segundo Emilliani (1998), o respeito pelo capital humano (ver Figura 24).

Foi necessário buscar uma tecnologia que atendesse plenamente o oitavo princípio de Liker (2005) “Usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda aos funcionários e processos”. O novo processo deveria: eliminar o apontamento manual do volume colhido; apontar com precisão o peso da laranja colhida; ser simples e funcional para funcionar no campo; garantisse o atendimento de todos os requisitos legais do *stakeholder* governo.

Figura 24 – Modelo atual do processo de apontamento do volume colhido.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 24 foi elaborada em 20 de maio 2015 e possui os seguintes componentes:

- 1) *Bag* vazio aguardando a colheita para ser preenchido;
- 2) *Bag* cheio aguardando o carregamento;
- 3) *Bag* alceado e aguardando o apontamento manual do volume colhido pelo responsável da turma;
- 4) Apontamento manual do volume colhido por estimativa pelo responsável da turma;
- 5) *Bag* é levantado e posicionado sobre o caminhão;
- 6) Fralda do *bag* é aberta e a fruta cai no caminhão.

Para atender os objetivos propostos seria necessário: encontrar uma forma de identificar automaticamente o colhedor que fez a colheita e está com o *bag* cheio aguardando o carregamento; pesar o *bag* para determinar corretamente o volume colhido; garantir uma forma de armazenamento não manual dessa informação e transmiti-la ao banco de dados da empresa; a solução deve ser simples de operar pois os trabalhadores do campo possuem baixa instrução; deve liberar o responsável da turma da atividade de apontamento; deve ser segura para garantir os requisitos do *stakeholder* governo; tem que ser robusta para garantir o

trabalho no campo e ao ambiente agressivo – sol, calor, pó, chuva e outras intempéries. A solução encontrada foi:

- 1) Colocar um chip RFID em cada *bag* como forma de identificá-lo automaticamente;
- 2) Criar processo de distribuição e associação de cada *bag* a um colhedor, de forma que, ao se identificar o chip RFID, automaticamente se identifique o colhedor;
- 3) A identificação visual do *bag* tem que auxiliá-lo a encontrar seu *bag* após o carregamento – atendendo as lições de Pinto (2008);
- 4) Instalar na máquina carregadeira um dispositivo, uma antena de leitura, que permita ler o chip RFID no momento do carregamento, muito similar ao processo de identificação de um carro nas praças de pedágio;
- 5) Instalar uma balança de pesagem na máquina carregadeira, de forma a pesar automaticamente o *bag* no momento do carregamento;
- 6) Instalar na máquina carregadeira um dispositivo eletrônico que permita guardar, de forma segura, a informação de qual chip RFID foi lido no *bag* carregado e qual o exato peso desse mesmo *bag*;
- 7) Criar forma de, ao ler o RFID, automaticamente identificar o respectivo colhedor;
- 8) Transmitir, de forma segura, para o banco de dados da empresa as informações armazenadas no dispositivo eletrônico instalado na máquina carregadeira, de forma a posterior valorização e pagamento da colheita realizada;
- 9) Certificar que todos os equipamentos instalados estejam adequados às condições de trabalho da fazenda.

Igualmente a solução da identificação biométrica, essa solução também passou por uma evolução natural dado a complexidade de sua criação e implantação.

- 1) Identificação automática do *bag*: conforme lição de Pinto (2008), “o controle visual requer que todo o local de trabalho disponha de sinais (sonoros ou visuais), que informem as pessoas o que devem fazer, quando fazer, o que está a correr mal e quem precisa de ajuda”, e nesse caso a solução encontrada foi fixar em cada *bag* um chip RFD que permita seu reconhecimento automaticamente pelo sistema de informação sem necessidade de nenhuma digitação (ver Figura 25). Vários modelos foram testados para garantir a leitura e a durabilidade pois ele ficará exposto ao tempo;

Figura 25- Evolução dos modelos de chip RFID a serem fixados na alça do bag.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

- 2) Forma de fixação do chip RFID: esse foi um dos grandes desafios do projeto. Apesar de parecer simples, a melhor e mais eficiente forma de fixar o chip RFID na alça do *bag* gerou muitas tentativas. Por fim foi escolhida a fixação em um modelo de bandeira, deixando o chip mais livre para a leitura e na posição vertical que foi a melhor para o reconhecimento da antena (ver Figura 26);

Figura 26- Evolução das formas de fixação do chip RFID na alça do bag.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

- 3) Forma de identificação visual do *bag*: estando cada *bag* identificado com um chip RFID foi necessário associar cada *bag* a um colhedor no sistema de informação. Para certificar que cada colhedor sabe exatamente qual é o seu *bag*, cada turma foi numerada na forma de T1, T2, Tn. Dentro de cada turma, cada *bag* também tem uma numeração B1, B2, Bn. Também cada colhedor tem um número sequência dentro de



cada turma, de 1 até 48 dependendo da quantidade de pessoas na turma. Assim, cada colhedor, ao receber o seu *bag*, o identifica manualmente como uma caneta especial em cada um dos quadrados. Dessa maneira o colhedor sempre conseguirá encontrar o seu *bag* após o carregamento (ver Figura 27);

Figura 27 - Formas de identificação visual dos bags para o colhedor.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

- 4) Evolução do sistema de pesagem: talvez o maior desafio desse processo foi o sistema de pesagem a ser colocado na ponta do braço da carregadeira. Foi necessário muita pesquisa e testes para identificar um sistema que conseguisse: garantir a pesagem de forma confiável com o *bag* em movimento; garantir a pesagem em um tempo mínimo de 15 segundos para não atrapalhar o rendimento da máquina; garantir robustez ao equipamento pois ele estará no campo. Pontos a destacar (ver Figura 28).
- Um dos primeiros problemas foi como proteger os cabos, de energia e de dados. Para os dados, o cabo foi retirado e uma solução *bluetooth* adotada. Dessa forma, os dados são transmitidos sem necessidade de cabos. Para os cabos de energia foi construído um tubo em metal que guia o cabo até a ponta;
  - Como o *bag* sempre está em movimento, foi necessário uma estrutura móvel para garantir a movimentação, e um algoritmo para a balança que calculasse o peso em movimento e fizesse as correções necessárias;
  - A proteção da balança foi paulatinamente reforçada durante o andamento do projeto.

Figura 28 - Evolução do sistema de pesagem.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

- 5) Sistema de identificação do chip RFID via antena: a solução de identificar o chip RFID foi feita baseada na solução de identificação dos carros nos pedágios. A ideia foi instalar uma antena, como as existentes no pedágio, na frente da carregadeira para automaticamente identificar o chip RFID lido, transmitir essa informação para um equipamento eletrônico no interior da cabine da carregadeira, que posteriormente irá enviá-lo para o banco de dados da empresa (ver Figura 29);

Figura 29 - Evolução da fixação e proteção da antena de leitura do chip de RFID.

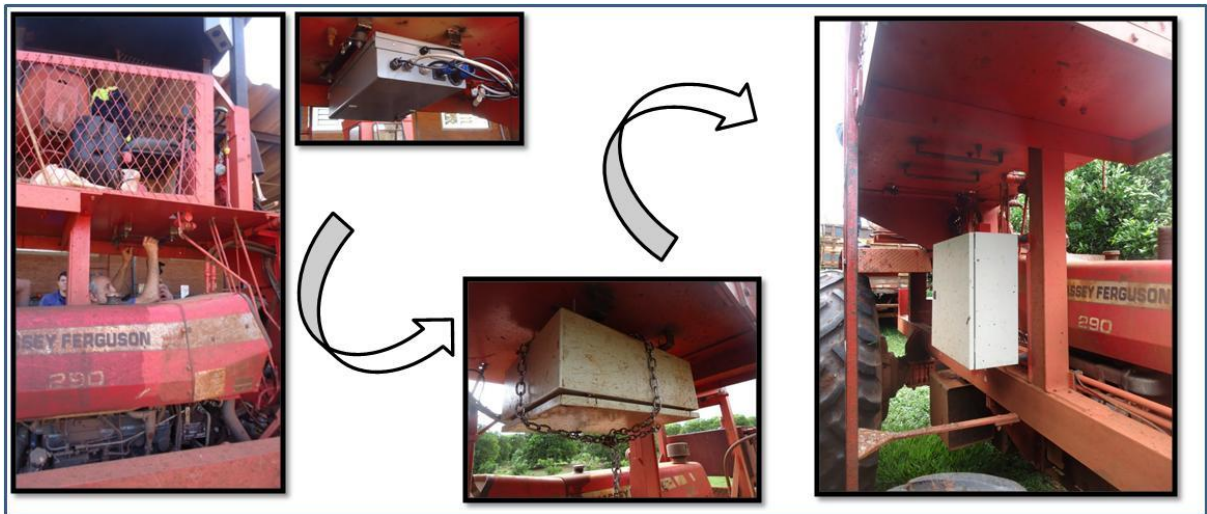


Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

- 6) Dispositivo *poka-ioke*. Outro desafio do projeto foi garantir que a parte de baixo do *bag*, fralda do *bag*, só fosse aberta para a fruta cair, após a correta identificação do chip RFID, e, por consequência do respectivo colhedor, e do respectivo peso do *bag*. Para evitar que o operador incorretamente abrisse essa alça, foi instalado, baseado nos ensinamentos de Shingo (1996) um dispositivo *poka-yoke* que só vai permitir abrir a

alça do *bag*, quando todas as condições necessárias estiverem atendidas. Para tanto foi instalada uma caixa com um dispositivo GPIO que só abre a fralda do *bag*, após o dispositivo eletrônico instalado na máquina enviar um sinal que tanto o peso, quanto o chip RFID estão corretamente identificados. Além disso, a caixa permite ligar a balança, a antena, o GPIO e o dispositivo eletrônico de forma integrada e segura, conforme mostrado na Figura 30);

Figura 30 - Caixa de proteção.

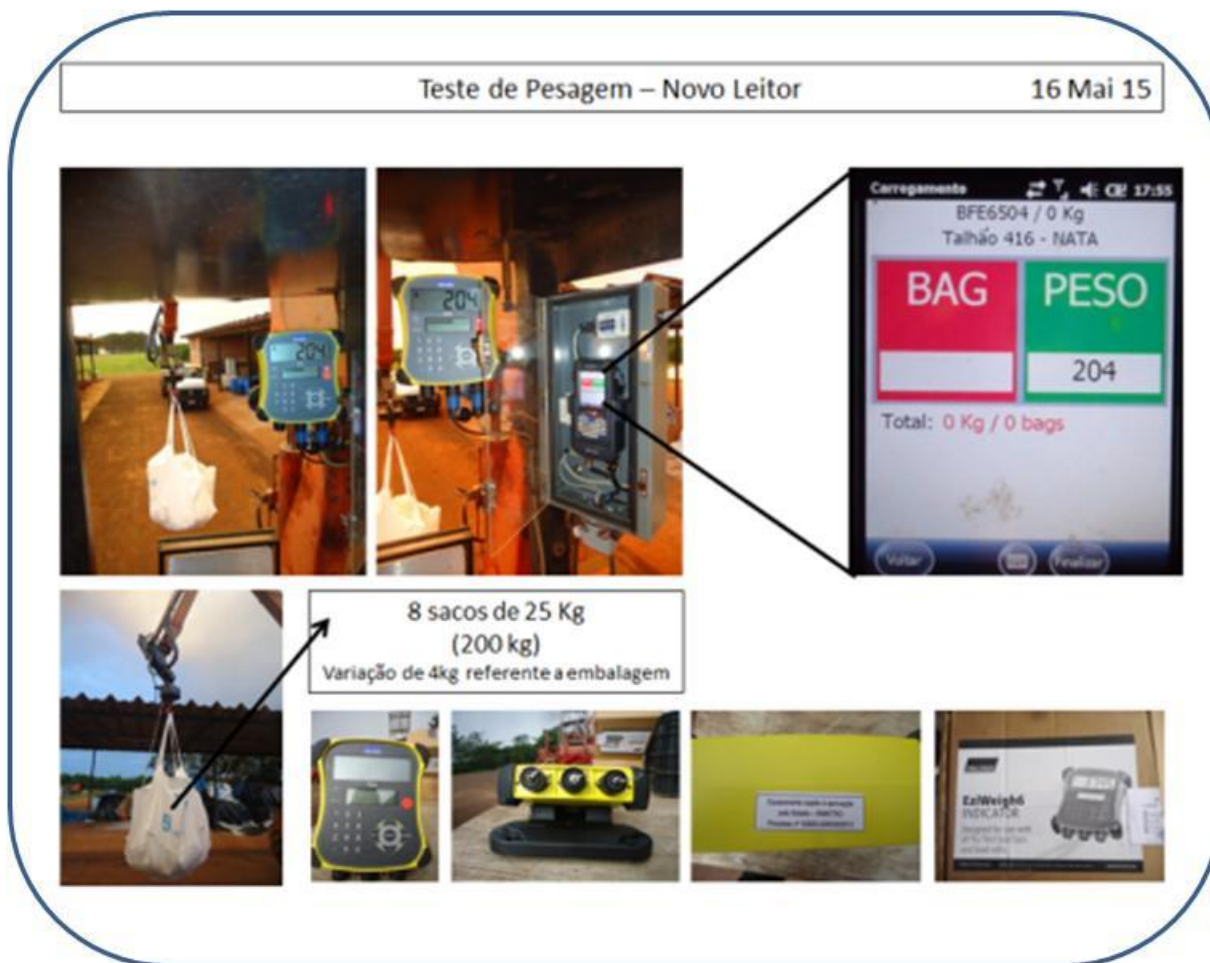


Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 31 mostra a ligação entre a antena, a balança, o dispositivo eletrônico e o GPIO de forma integrada e segura.

- 7) Dispositivo eletrônico e módulo da balança: dentro da carregadeira foi instalado um dispositivo eletrônico que permite o total gerenciamento da operação: armazenamento das turmas, colhedores e seus respectivos *bags*, controle da pesagem e do reconhecimento automático dos *bags*, além de receber/enviar dados do processo, via sinal celular, para o banco de dados da empresa (ver Figura 31).

Figura 31 - Módulo de pesagem e dispositivo eletrônico para controlar toda a operação.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Após toda essa evolução o sistema está pronto para ser iniciado em um projeto piloto na fazenda objeto dessa pesquisa (ver Figuras 32 e 33). O processo final ficou assim funcionando.

- 1) O *bag* identificado com o RFID é colocado na rua dos talhões;
- 2) O *bag* é carregado com laranja pelo colhedor;
- 3) A máquina carregadeira chega até o local. O alceador coloca a alça do *bag* no guincho;
- 4) A carregadeira levanta o *bag*. A antena reconhece o chip RFID e transmite a informação para o dispositivo eletrônico no interior da carregadeira. Esse identifica o número e encontra o respectivo colhedor na qual está ligado;
- 5) A balança captura o peso do *bag* e envia para o mesmo dispositivo eletrônico. Ele armazena a informação;

- 6) Estando as duas variáveis corretas o dispositivo eletrônico libera o *poka-ioke* para o operador abrir, manualmente através de um dispositivo hidráulico, a parte de baixo do *bag*;
- 7) A fruta cai no caminhão e a operação recomeça. Assim que todo o caminhão estiver colhido, a viagem é encerrada e as informações distribuídas, via sinal de celular, para o banco de dados centralizado da empresa.

Figura 32 - Modelo futuro do processo de apontamento do volume colhido.



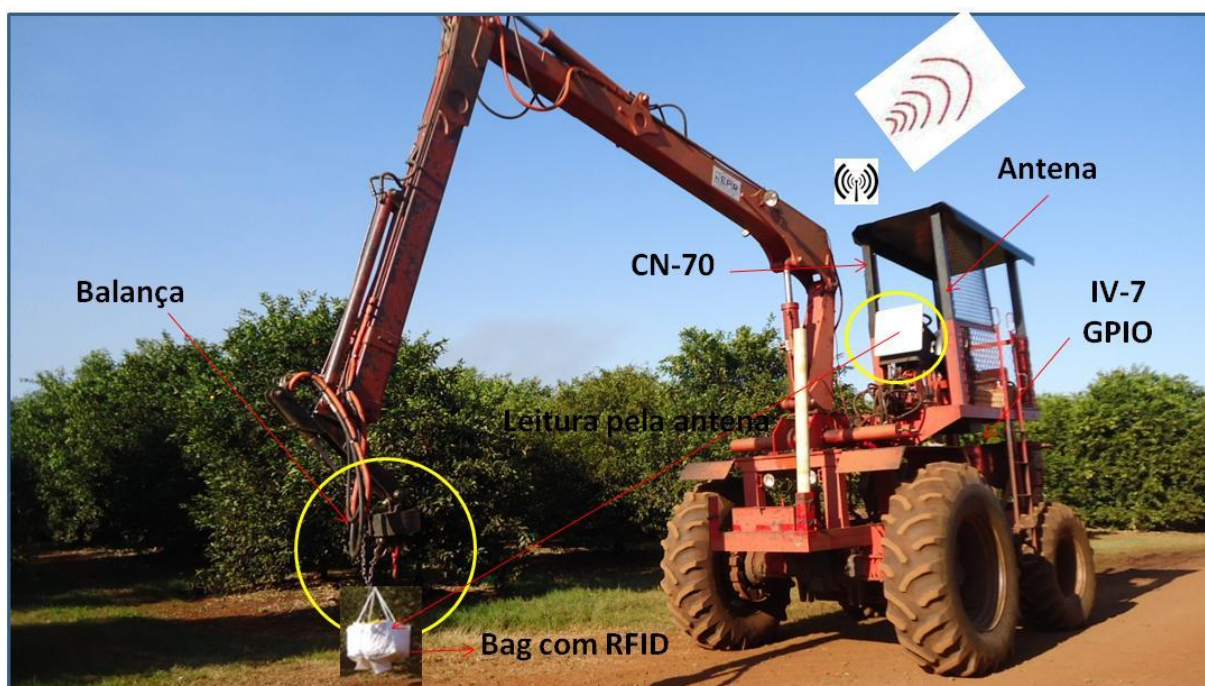
Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

A Figura 32 foi elaborada em 20-jun-2015 e possui os seguintes componentes:

- 1) *Bag* vazio aguardando a colheita para ser preenchido;
- 2) *Bag* com RFID na alça, cheio e pronto para carregar;
- 3) Detalhe do chip RFID fixado na alça do *bag* no modelo bandeira;
- 4) *Bag* alçado no braço da carregadeira;

- 5) Bag levantado e com reconhecimento do Chip RFID pela antena;
- 6) Bag levantado e com reconhecimento do Chip RFID pela antena;
- 7) Balança na ponta do braço da carregadeira recupera o peso do bag colhido;
- 8) Balança na ponta do braço da carregadeira recupera o peso do bag colhido;
- 9) Detalhe do dispositivo eletrônico para controle, processamento e armazenamento dos dados da operação;
- 10) Dispositivo eletrônico reconhecendo o chip RFID e o peso da balança. Quando ambos estiverem verdes o dispositivo *poka-ioke* é liberado e a fralda do bag aberta;
- 11) Bag com a fralda liberada e descarregando no caminhão;
- 12) Transmissão de dados do carregamento via celular, para o banco de dados centralizado da empresa.

Figura 33 - Carregadeira completa com todos os dispositivos instalados.



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

## 5 Considerações finais

### 5.1 Atendimento ao objetivo proposto

O objetivo principal dessa pesquisa foi melhorar o gerenciamento do processo de colheita de citrus pela implantação de conceitos, fundamentos e ferramentas *Lean Thinking*.

Nesse contexto foi feito um estudo histórico da evolução dessa filosofia, sempre buscando os pontos principais que poderiam ser aplicados à realidade encontrada. Aliado a isso, foi estudado a aplicação do Pensamento Enxuto em casos práticos em outras culturas similares a de citrus, no claro objetivo de buscar práticas mais utilizadas para a implantação no objeto desse trabalho. Por fim, a partir desses dois pontos, tópicos principais do *Lean Thinking* que poderiam servir à aplicação prática foram aprofundados.

Baseado nesses três pilares foi selecionado, de maneira intencional, uma fazenda de porte médio que possuía as características ideais para caracterizar o setor e o processo de colheita, e iniciado a implantação piloto do *Lean Thinking*, seguindo a clássica prescrição de Rother e Shook (2012).

Houve uma grande diferença entre as bases do *Lean*, formado por suas raízes no STP, e fortemente baseada em aplicações na manufatura, com seus processos em ambientes controlados, grande foco em automação e em equipes multifuncionais com um bom grau de instrução, e a realidade do processo de colheita de citrus, baseada em operações quase que totalmente manuais e trabalhadores com baixo grau de instrução.

Apesar dessas sensíveis diferenças, conceitos fundamentais do Lean como os sete desperdícios de Ohno (1997), o conceito de valor e a classificação de Womack e Jones (1996) das três formas de atividades: as que geram valor devem ser mantidas; as que não geram valor para o cliente final, mas que devem ser mantidas, pois geram valor para qualquer dos *stakeholders* ou são obrigatórias e aquelas atividades que simplesmente não geram valor e devem ser eliminadas, tiveram uma aderência surpreendente.

Olhar o processo pela simplicidade dessas ideias foi impactante para questionar e mudar vários processos que antes eram entendidos como absolutamente normais. Por exemplo, parece óbvio, mas não era, que a existência do Bin para armazenar a fruta na portaria da fazenda é um desperdício do tipo estoque, que deve ser suprimido, e só existe por problemas de logística aliados a falta de buscar outros mecanismos para eliminá-lo.

É importante ainda ressaltar duas outras ideias que foram fundamentais na melhoria dos processos: as quatro regras de Spear e Bowen (1999) e as múltiplas facetas do conceito de valor ensinadas por Harmon (2011).

Do primeiro torna-se claro que o método científico da Toyota deve prevalecer, e que as melhorias só são conseguidas pelo estudo do processo e o seu gradual e progressivo melhoramento. Não há lugar para mudanças pontuais e que não estejam alicerçadas em um método científico. Para esse tipo de atividade, repetitiva e pouco automatizada, o método do *Kaizen*, tal qual o ensinado por Imai (2011) é mais efetivo. Em resumo, é a implantação de melhorias cíclicas e incrementais, baseado no rigor científico e na simplicidade de soluções.

Do segundo, destaca-se que não é só o cliente final que deve ser atendido, mais múltiplos *stakeholders*, cada qual com suas particularidades e desejos que devem ser satisfeitos pelo processo. Também se agrega a isso a visão que, para cada processo individualmente o processo seguinte é seu cliente, e ele deve ser plenamente atendido. Por fim, é preciso ter um modelo de como fazer isso. Modelo esse que passa por todos os princípios, fundamentos e ferramentas que o *Lean Thinking* oferece.

Quanto aos objetivos específicos, a saber: criar o mapa de valor do estado atual e futuro do processo de colheita, propor um plano de ação baseado nesses mapas construídos e implantar soluções piloto a partir dos principais problemas encontrados, também pode se considerar que houve o atendimento desses objetivos.

O primeiro desses objetivos específicos foi atendido pela aplicação prática da ferramenta do fluxo de valor, utilizada na construção do mapa do estado atual e futuro, que se mostrou de grande valia, embora limitada na prática da colheita de citrus, pois é um processo um processo diferente da manufatura, no qual a medição dos tempos não é tão óbvia nem o fluxo do produto é tão direto.

A ferramenta também se mostrou ineficiente para detectar melhorias em alguns processos como o da produtividade dos colhedores ou a melhoria de processos não estritamente operacionais, como a demora na entrada dos colhedores ou mesmo nos inúmeros problemas no processo de contratação dos mesmos, tópico esse não tratado em detalhes nessa pesquisa pois estava fora do escopo desse trabalho, embora o problema tenha sido enfrentado na prática utilizando do BPMN como ferramenta suporte para resolução do problema.

Nesse sentido, houve flexibilidade para a utilização de outras ferramentas como a estatística, que se mostrou fundamental para mostrar evidências de onde se encontram os problemas da produtividade dos colhedores, ou no uso do BPMN, para mapear os múltiplos *stakeholders*, ou descrever processos administrativos, como o da contratação dos colhedores.

É interessante destacar que a necessidade da estatística não surgiu do MFV, mas sim da grande variabilidade de produtividade entre as turmas e colhedores, estabelecida pelas



simples leitura do relatório semanal de produtividade. Como o MFV nada mostrou desse problema, foi necessário buscar outras ferramentas para investigá-lo.

Com relação às soluções tecnológicas, elas surgiram dos problemas apontados pelo MFV, mas somente após a adoção da lição de Ohno (1997) de se utilizar, primeiro, soluções manuais simples. Só após esgotar as melhorias manuais do processo é que as soluções tecnológicas foram adotadas.

Quanto ao segundo objetivo específico, um plano de ação foi detalhado, conforme mostrado nessa dissertação, principalmente pela apresentação do mapa do fluxo futuro. Houve ainda o atendimento do terceiro objetivo específico que foi a implantação de vários projetos piloto de melhoria, dois deles detalhados nesse trabalho: o problema da entrada dos colhedores e o problema do apontamento manual do volume colhido.

No primeiro projeto piloto implantado houve melhorias reais, pela sensível diminuição no tempo de espera e na facilidade para os colhedores entrarem no local de trabalho. Quanto ao processo de apontamento do volume colhido, as atividades manuais do encarregado de colheita foram suprimidas, o peso passou a ser apontado com precisão e atendeu-se a outro objetivo fundamental, tanto do STP quanto do Lean Thinking, que é o respeito pelas pessoas (EMILIANI, 1998).

Se o volume colhido apontado é o exato, todos irão receber pelo volume realmente colhido, nem mais nem menos. Isso garante segurança e transparência na relação empregador e empregado, tema tão sensível na complexa relação de emprego existente no Brasil. Destaca-se ainda um efeito futuro benéfico, que é a coleta de informações que podem ser utilizadas para a medição de produtividade do processo de carregamento dos *bags*, que hoje não é medido.

## **5.2 Resultados práticos alcançados**

Alguns resultados práticos foram alcançados no final dessa pesquisa:

- 1) Criação do mapa do estado atual, estado futuro e plano de ação;
- 2) Implantação das melhorias para o processo de entrada dos colhedores em duas fazendas: reorganização do layout de entrada e implantação da leitura biométrica. O projeto está em efetivo funcionamento em duas fazendas;
- 3) Primeiro levantamento estatístico em uma fazenda para buscar melhorias na produtividade da colheita;

- 4) Piloto do novo processo de apuração do volume colhido: pesagem e automação. O projeto ainda se encontra em fase de testes em uma fazenda dado a complexidade da implantação;

### 5.3 Sugestões para trabalhos futuros

Há todo um plano de ação a ser implantado para todo o processo de colheita. Deve-se ainda estender os projetos pilotos a todas as fazendas e certamente outras melhorias surgirão.

A aplicação das técnicas estatísticas, apesar de ser sido feita na totalidade da colheita realizada em um ano para a fazenda objeto a pesquisa, teve um universo limitado de aplicação, e deve ser estendida a todas as fazendas para validar as conclusões alcançadas. Há ainda um vasto campo de investigação nessa área, para buscar outras conclusões que podem facilitar na solução desse complexo problema que é a produtividade no processo de colheita.

O processo de colheita é apenas um processo na extensa cadeia de citrus que vai desde o plantio das mudas, passando pelos tratos agrícolas, o processo de colheita, toda parte fabril da transformação da laranja *in natura* em suco de laranja e seus subprodutos, até um complexo processo logístico que acaba com a entrega do suco aos consumidores finais, na Europa, Estados Unidos e Ásia.

O ideal é o estudo seguir as recomendações de Womack e Jones (1996), e seguir caminhando pela cadeia até seu consumidor final, que define o valor a ser atendido. Talvez o ideal fosse caminhar do consumidor final até os processos iniciais, mas isso não foi possível de ser feito por limitações diversas.

Apesar do amplo conjunto de fundamentos, princípios e ferramentas do *Lean Thinking*, muitos originários do revolucionário sistema Toyota de Produção, o mais surpreendente é que, no final, muito se trata de aplicar o bom senso, de reconhecer nos conceitos fundamentais de desperdício de Ohno, ou na ideia de valor de Womack e Jones (1996), que o mais importante é olhar a cadeia como um todo, iniciar por melhorias graduais e constantes em todo e qualquer processo, desde os mais simples até os mais complexos, e ver as melhorias desses mesmos processos não apenas nos aspectos financeiros mas nas melhorias efetivas e graduais de cada um, buscando a melhoria efetiva da cadeia de valor.

Por fim, apesar das diferenças fundamentais entre as origens do *Lean* e a realidade da colheita de citrus, a pesquisa mostrou a viabilidade de se iniciar a jornada rumo ao Pensamento Enxuto para essa atividade, principalmente pela força dos seus conceitos, fundamentos e princípios, e buscar a perfeição, na visão de Womack e Jones (1996) parece uma ideia bastante plausível.

## Referências

ANTONI, C. Lean production in Europe: a matter of technical adjustment or cultural change? **Applied Psychology: An Interna Review**, 1996. 139-142.

BAINES, T.; LIGHTFOOT, H.; WILLIAMS, G.M.; GREENOUGH, R. . State-of-the-art in lean design engineering: a literature review on white collar lean. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, 2006. 1539-1547.

BRANDENBURG, D. C.; ELLINGER, A. D. The future: Just-in-time learning expectations and potential implications for human resource development. **Advances in developing human resources**, 2003. 308-320.

BURLTON, ROGER AT ALL. Manifesto sobre Processos de Negócio - Business Process Trends - <http://www.bptrends.com>. Disponível em <[http://www.bptrends.com/bpt/wp-content/manifesto/pdf/BPManifesto\\_PR\\_A4.pdf](http://www.bptrends.com/bpt/wp-content/manifesto/pdf/BPManifesto_PR_A4.pdf)>. Acessado em 20 de abril de 2014.

DAL FORNO, A. J.; PEREIRA, F. A.; FORCELLINI, F. A.; KIPPER, L.M. Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 2014. 779-790.

DENNIS, P. **Produção Lean simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DRAPER, N. R.; SMTH, H. **Applied regression analysis**, John Wiley & Sons. New York, 407, 1981.

DRUCKER, P. F. What we can learn from Japanese management. **Harvard Business Review**, 49, no. 2, 1971. 110.

EMILIANI, M. L. Lean behaviors. **Management decision**, 1998. 615-631.

EMILIANI, M. L. Origins of lean management in America: The role of Connecticut businesses. **Journal of management History**, 2006. 167-184.

FOOD Chain Centre - Cereals Industry, 2007. Disponível em: <[http://cereals-2.ahdb.org.uk/publications/documents/partnerships/ub\\_case\\_study\\_-\\_final.pdf](http://cereals-2.ahdb.org.uk/publications/documents/partnerships/ub_case_study_-_final.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2014.

FOOD Chain Centre - Dairy Industry, 2007. Disponível em: <[http://www.foodchaincentre.com/FoodChainFiles/NEW%20foodchainfiles/Cutting%20Costs%20-](http://www.foodchaincentre.com/FoodChainFiles/NEW%20foodchainfiles/Cutting%20Costs%20)

%20Adding%20Value%20in%20Dairy/1)%20Applying%20Lean%20Thinking%20to%20the%20Dairy%20Industry.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2014.

FOOD Chain Centre - Fresh Produce Industry, 2007. Disponível em: <[http://www.foodchaincentre.com/FoodChainFiles/NEW%20foodchainfiles/Cutting%20Costs%20-adding%20Value%20in%20Fresh%20Produce/u\)%20Applying%20Lean%20Thinking%20to%20the%20Fresh%20Produce%20Industry.pdf](http://www.foodchaincentre.com/FoodChainFiles/NEW%20foodchainfiles/Cutting%20Costs%20-adding%20Value%20in%20Fresh%20Produce/u)%20Applying%20Lean%20Thinking%20to%20the%20Fresh%20Produce%20Industry.pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2014.

FOOD Chain Centre - Red Meat Industry, 2007. Disponível em: <[http://www.foodchaincentre.com/FoodChainFiles/NEW%20foodchainfiles/Cutting%20Costs%20-adding%20Value%20in%20Red%20Meat/zz\)%20Applying%20Lean%20Thinking%20to%20the%20Red%20Meat%20Industry.pdf](http://www.foodchaincentre.com/FoodChainFiles/NEW%20foodchainfiles/Cutting%20Costs%20-adding%20Value%20in%20Red%20Meat/zz)%20Applying%20Lean%20Thinking%20to%20the%20Red%20Meat%20Industry.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2014.

FUJIMOTO, T. Annals of Business Administrative Science. **http://www.gbrc.jp/journal/abas/**, 2012. Disponível em: <<http://www.gbrc.jp/journal/abasjp/ms/abas11-3.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

HARMON, P. How do process create value? **Business process trend - http://www.bptrends.com**, 2011. Disponível em: <<http://www.bptrends.com/publicationfiles/02-01-11-ART-How%20do%20Processes%20Create%20Value-Harmon-Final.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

HINES, P. et al. Value stream management. **The International Journal of Logistics Management**, 1998. 25-42.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, 2004. 994-1011.

HINES, P.; RICH, N. The seven value stream mapping tools. **International journal of operations & production management**, 1997. 46-64.

HINES, P.; TAYLOR, D. Going lean. **Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School**, 2000. Cardiff, 2000. 3-43.

IMAI, M. **Kaizen - A estratégia para o sucesso competitivo**. 7. ed. São Paulo: Instituto IAMAN, 2011.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **CIFE technical report**, Stanford, 1992. 81.

KRAFCIK, J. F. Triumph of the Lean Production System. **MIT Sloan Management Review**, 1988. 41.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied statistics and probability for engineers**. New York: Wiley, 2011.

NEVES, M. F; TROMBINI, V.G.; LOPES, F.F.; KALAKI, R.B. et al. **A Laranja, do Campo ao Copo**. São Paulo: Atlas, 2012.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PINTO, J. P. Comunidade Lean Thinking, 2008. Disponível em: <[http://molar.crb.ucp.pt/cursos/2%C2%BA%20Ciclo%20-%20Mestrados/Gest%C3%A3o/2009-11/QTGO\\_0911/Artigos/Pensamento%20magro/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20ao%20pensamento%20magro.pdf](http://molar.crb.ucp.pt/cursos/2%C2%BA%20Ciclo%20-%20Mestrados/Gest%C3%A3o/2009-11/QTGO_0911/Artigos/Pensamento%20magro/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20ao%20pensamento%20magro.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2014.

RIGOLIN, A. T.; TERSI, F. E. Mecanização em citrus. **Citrus Digital**, Campinas, v. 15, 2005.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. 1.4. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

SEBER, G. A.; LEE, A. J. **Linear regression analysis**. Hoboken. NJ. P. 9780471722199, 2003.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramentas: uma revolução nos sistemas produtivo**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, 1999. 96-108.

STONE, K. B. Four decades of lean: a systematic literature review. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2012. 112-132.

SUGIMORI, Y. et al. Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. **The International Journal of Production Research**, 1977. 553-564.

TAIRA, K. Compatibility of human resource management, industrial relations, and engineering under mass production and lean production: An exploration. **Applied Psychology**, 1996. 97-117.

TERRY, A.; SMITH, S. **Build Lean: transforming construction using Lean Thinking**. 2011.

<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCUQFjABahUKEwjQIZbA-L3HAhWBtoAKHZY3BZk&url=http%3A%2F%2Fwww.ciria.org%2FCMDownload.aspx%3FContentKey%3D56a96bad-5e62-438d-934f-914026830277%26ContentItemKey%3Df700eebc->. ed. Londres: Ciria, 2011.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção**. 2012.

VAN DER AALST, Wil MP. Business process management demystified: A tutorial on models, systems and standards for workflow management. In: **Lectures on concurrency and Petri nets**. Springer Berlin Heidelberg, 2004. p. 1-65.

WHITE, Stephen A. IBM Corporation.“. **Introduction to BPMN**, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. Rawson Associates, New York, NY, 1990.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 4. ed. Rio de janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation**, Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J.; KRAFCIK, J. Lean Institute Brasil. **www.lean.org.br**, 2013. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_248.pdf](http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_248.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2014.

## Anexos

Quadro 9 - resumo do processo de frutas direto do campo para as escolas de Londres.

definir objetivos macros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• melhorar o planejamento de entrega nas escolas</li> <li>• melhorar processo de empacotamento</li> <li>• melhorar processo de colheita das maçãs</li> <li>• planejamento para os dias que não há aula</li> <li>• um "frigorífico" em cada escola</li> </ul>
definir e analisar a cadeia de negócio	cadeia de negócio: entrega de maçã a 16.000 escolas na Inglaterra
definir o valor	os alunos desejavam produtos frescos e de boa qualidade
seguir um produto pela cadeia de negócio	foi percorrido o caminho de uma maçã gala desde a fazenda até a escola, percorrendo todos os passos da cadeia
passos executados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• criar equipe de trabalho com todos os componentes da cadeia</li> <li>• construir o mapa do estado atual</li> <li>• determinação dos desperdícios</li> <li>• criação do mapa do estado futuro</li> </ul>
mudanças implementadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alteração da entrega de 3 em 3 dias para entregas diárias. Diminuição do estoque e produtos mais frescos</li> <li>• alteração no processo de empacotamento pela troca da embalagem</li> <li>• alteração no processo de colheita. Ao invés de distribuir os bins vazios no local de colheita foi implementado um veículo motorizado onde a colheita é feita e automaticamente armazenada</li> <li>• melhorar comunicação dos dias quando não haverá aula, e portanto não haverá entrega.</li> <li>• processo de cobrança padronizado</li> <li>• câmara de armazenamento das frutas em cada escola.</li> </ul>

Fonte: (Food Chain Centre - Fresh Produce Industry, 2007).

Quadro 10 - Principais pontos da aplicação do Lean Thinking na cadeia do alho poró.

definir objetivos macros	não houve definição dos objetivos macros no início do projeto
definir e analisar a cadeia de negócio	cadeia de negócio: produção de alho poró para envio até o supermercado
definir o valor	os alunos desejavam produtos frescos e de boa qualidade
seguir um produto pela cadeia de negócio	foi percorrido o caminho do alho poró da produção até o supermercado
passos executados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• construir o mapa do estado atual</li> <li>• criação do mapa do estado futuro</li> <li>• aplicação de ferramentas lean para melhorar a performance</li> <li>• detalhamento do lead time e dos tempos que o produto é mantido em estoque. Especificação dos desperdícios encontrados</li> <li>• análise da causa raiz dos desperdícios</li> </ul>
mudanças implementadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• colheita deve ser realizada com apenas um corte e certo na primeira vez</li> <li>• envio imediato do alho poró assim que colhido para um processo de resfriamento e deste para o empacotamento. Assim diminui-se o estoque e o tempo que o alho poró fica na temperatura ambiente</li> <li>• ponto principal foi a detecção que a colheita era feita baseada apenas na produtividade e não na qualidade. A diminuição do tempo de colheita aumentou a qualidade e o resultado final foi melhor</li> <li>• alteração no layout da operação;</li> </ul>

Fonte: (Food Chain Centre - Fresh Produce Industry, 2007).



Quadro 11 - Principais pontos na implantação do Lean Thinking na indústria de carnes.

produtos analisados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produção de carne suína</li> <li>• suprir restaurantes do Mac Donalds com hamburguers</li> <li>• análise de um produtor de gado e sua distribuição</li> <li>• produção de salsicha</li> </ul>
definir e analisar a cadeia de negócio	cadeia de negócio: produção de carne
definir o valor	o valor não deve ser definido pela empresa mas sim pelo cliente. A pergunta frente cada atividade é: o cliente está disposto a pagar por isso?
Princípios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tratar a carne vermelha como uma cadeia de valor</li> <li>• ter uma atitude de "cliente em primeiro lugar"</li> <li>• trabalhar em conjunto com toda a cadeia compartilhando informações e experiências</li> <li>• sistematicamente identificar as causas raízes dos desperdícios</li> </ul>
Passos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selecionar uma cadeia de valor</li> <li>• seguir um produto por toda a cadeia</li> <li>• desenhar o mapa do estado atual</li> <li>• desenvolver o mapa do estado futuro</li> <li>• desenvolver um plano de ação</li> <li>• desenvolver um mapa da cadeia completa</li> <li>• identificar os pontos de melhorias operacionais</li> <li>• tomar decisões estratégias de como implementar as mudanças</li> </ul>
mudanças implementadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reduzir a variabilidade do produto</li> <li>• melhorar a qualidade</li> <li>• administração dinâmica, eliminando o papel, reduzindo controles manuais, e fazer o estritamente necessários em termos de controles</li> <li>• alteração no layout da operação, diminuindo movimentos e manuseios;</li> <li>• otimizar o uso de equipamentos. Dimensionar os equipamentos estritamente necessários</li> </ul>

Fonte: (Food Chain Centre - Red Meat Industry, 2007).

Quadro 12 - Principais pontos na implantação do Lean Thinking na indústria leiteira.

objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• demonstrar como desperdícios, que geram custo de tempo e dinheiro, podem ser identificados e eliminados;</li> <li>• soluções potenciais aos problemas identificados na cadeia de leite;</li> </ul>
definir e analisar a cadeia de negócio	cadeia de negócio: produção de leite
Passos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identificar um produto dentro da cadeia para focar o estudo;</li> <li>• criar uma equipe com participantes de toda a cadeia: produtor, processador e o mercadista;</li> <li>• ter um facilitador para o processo: Cardiff Business School;</li> <li>• criar o mapa do estado atual: fluxo do produto, fluxo de informação e o tempo percorrido pelo produto para percorrer toda a cadeia produtiva;</li> <li>• coletar informações de performance;</li> </ul>
problemas identificados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grande diferença de produtividade entre os produtores: isso é resultado não do volume produzido mas sim, de como os trabalhadores se adaptam a forma produtiva;</li> <li>• diferenças nas especificações dos produtos;</li> <li>• problemas de layout nos processadores;</li> <li>• melhorar a produtividade das máquinas;</li> <li>• melhorar a distribuição da entrega do leite;</li> <li>• grande complexidade no fluxo de informações;</li> </ul>
soluções propostas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entender melhor o conceito de valor na visão do cliente não da indústria;</li> <li>• desenvolver uma cooperação horizontal, agrupando os produtores para buscar soluções conjuntas para problemas similares;</li> <li>• desenvolver uma cooperação vertical. Toda a cadeia deve estar integrada e um elo auxiliando o outro. São parceiros e não competidores;</li> <li>• melhorar a produtividade da operação pela adoção de técnicas Lean: overall equipment effectiveness, por exemplo;</li> <li>• desenvolver uma melhor maneira de mensurar o negócio;</li> </ul>

Quadro 13 - Principais pontos na implantação do Lean Thinking na indústria de cereais.

definir e analisar a cadeia de negócio	cadeia de negócio: produção de cereais: pão, biscoitos, comida animal
Pontos a serem observados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fazer os produtos percorrerem a cadeia produtiva o mais rápido possível. Há pontos de atraso?;</li> <li>• analisar cada atividade. Elas estão gerando valor? se não estão devem ser eliminadas;</li> <li>• as pessoas aprendem com os erros e buscam sempre melhorias ou se acomodaram e convivem com eles?;</li> <li>• os testes de qualidade estão sendo realizados onde deveriam?;</li> <li>• há testes de performance sendo feitos? Eles realmente estão ajudando a melhorar os processos?;</li> <li>• quando os problemas são identificados procura-se as suas respectivas causas raízes?;</li> <li>• as informações estão fluindo de maneira natural pela cadeia?;</li> <li>• há estoques demasiados no decorrer do processo?;</li> </ul>
princípios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analisar a cadeia de cereais, do grão ao consumidor como uma cadeia de valor. Isso deve ser visto não só de uma maneira financeira mas pela análise de valor. Em cada tarefa deve se perguntar se ela agrega ou não valor;</li> <li>• colocar o cliente em primeiro lugar. Analisar cada atividade do ponto de vista do cliente. Pagaria o cliente por essa atividade?;</li> <li>• trabalhar em cooperação na cadeia;</li> <li>• trabalhar de maneira sistemática na eliminação dos desperdícios;</li> <li>• melhorar a distribuição da entrega do leite;</li> <li>• grande complexidade no fluxo de informações;</li> </ul>
soluções propostas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• novo desenho de layout para partes dos processos das fábricas e fazendas;</li> <li>• criar uma equipe de engenheiros para diminuir os tempos de paradas das máquinas;</li> <li>• juntar clientes e fornecedores para buscar cooperação na solução dos problemas;</li> <li>• acordo para troca de informações vitais para o correto andamento da cadeia;</li> <li>• implementar indicadores de performance;</li> <li>• melhorar utilização da tecnologia;</li> </ul>

Figura 34 – Lista dos atores do processo e suas atividades

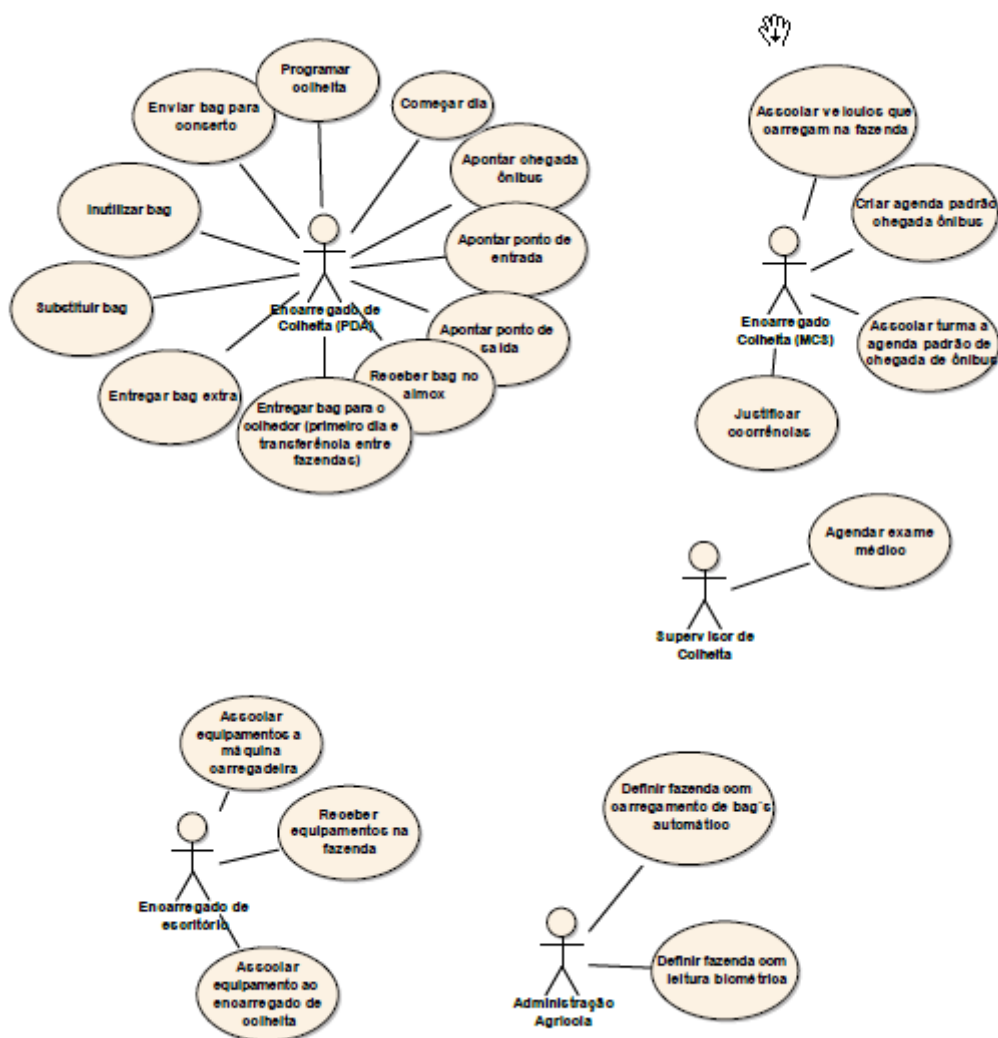


Figura 35 - Fluxo atual do processo de contratação de turma

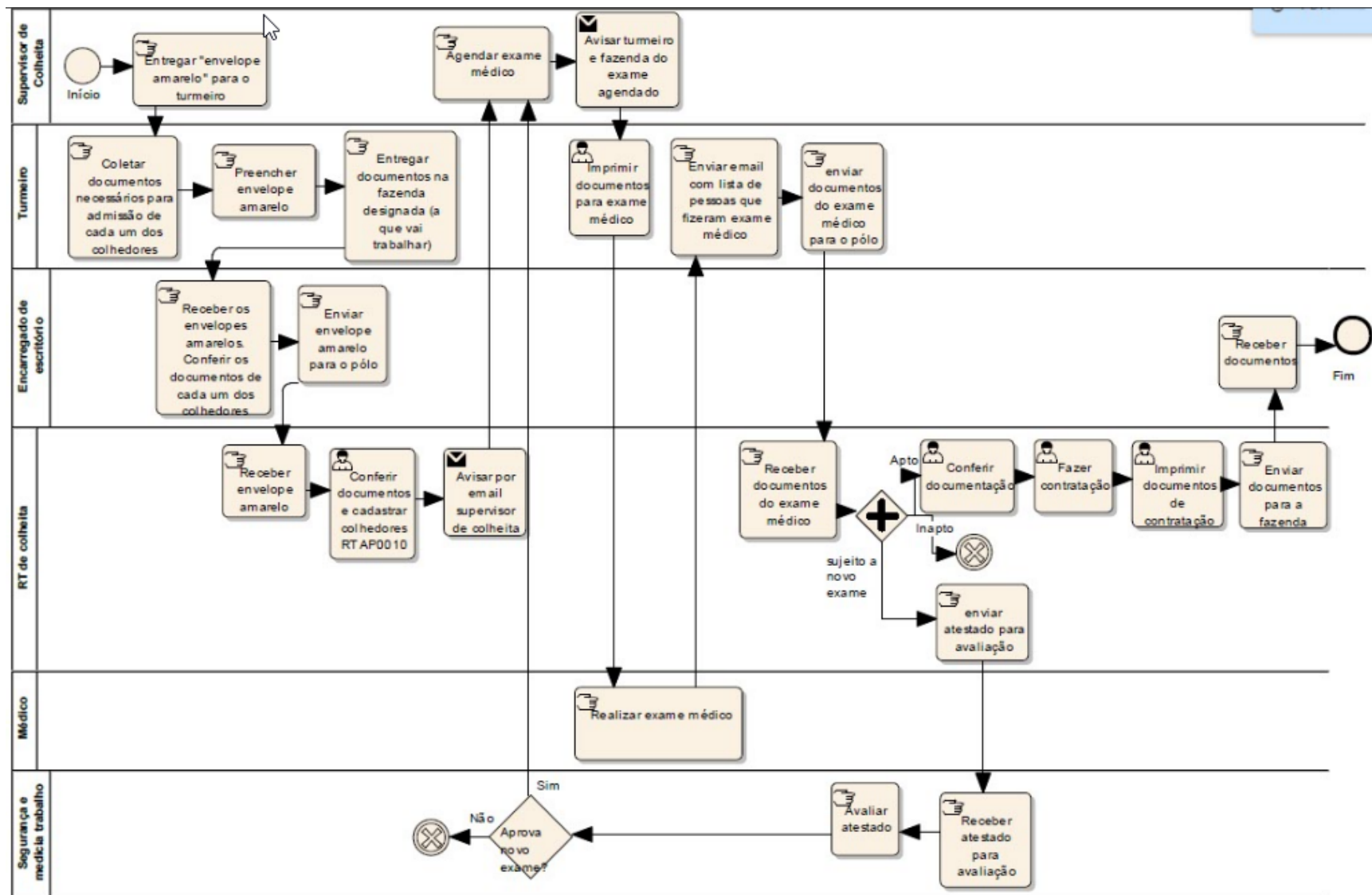
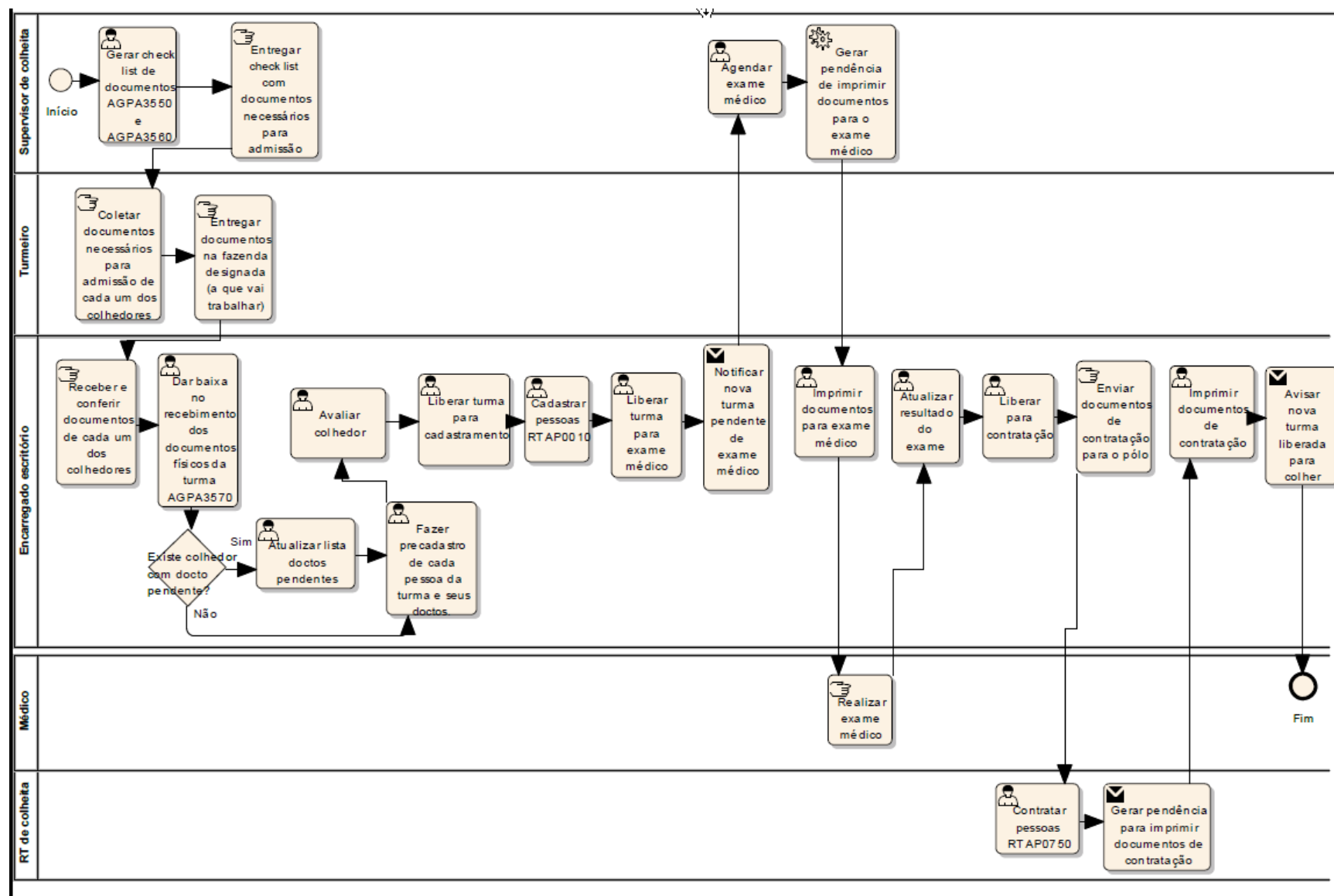


Figura 36 - Fluxo proposto para o processo de contratação de turma



Quadro 14 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual – página 1/3.

Mapeamento do Fluxo de Valor - Processo de contratação de turmas - Estado atual					
Tarefa	Tipo	Quem	Tipo	Motivo	Parte Interessada
Controle do "envelope amarelo"					
Controlar saldo de "envelope amarelo"	Manual	RT de colheita	não agrega valor		
Requisitar compra de "envelope amarelo"	Manual	RT de colheita	não agrega valor		
Cotar preço de "envelope amarelo"	Manual	Comprador	não agrega valor		
Aprovar compra do "envelope amarelo"	Manual	Gerência Agrícola	não agrega valor		
Comprar "envelope amarelo"	Manual	Comprador	não agrega valor		
Fabricar "envelope amarelo"	Manual	Gráfica	não agrega valor		
Despachar "envelope amarelo"	Manual	Gráfica	não agrega valor		
Receber "envelope amarelo"	Manual	RT de colheita	não agrega valor		
Pagar "envelope amarelo"	Manual	Financeiro	não agrega valor		
Imprimir check list dos documentos	Manual	Supervisor de colheita	não agrega valor mas é necessária	Melhorar a organização do turmeiro	
Entregar "envelope amarelo" para o turmeiro	Manual	Supervisor de colheita	não agrega valor mas é necessária	Melhorar a organização do turmeiro	
Coletar documentos necessários para admissão de cada um dos colhedores	Manual	Turmeiro	não agrega valor mas é necessária	Melhorar a organização do turmeiro	
Preencher "envelope amarelo"	Manual	Turmeiro	não agrega valor		
Entregar documentos na fazenda designada (a que vai trabalhar)	Manual	Turmeiro	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego

Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Quadro 15 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual – página 2/3.

Receber os "envelopes amarelos". Conferir os documentos de cada um dos colhedores	Manual	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	Evitar erros	
Enviar o "envelope amarelo" para o polo	Manual	Encarregado Escritório	não agrega valor		
Receber "envelope amarelo"	Manual	RT de colheita	não agrega valor		
Conferir documentos e cadastrar colhedores -RTAP0010	Sistema	RT colheita	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Avisar por email supervisor de colheita	Manual	RT de colheita	não agrega valor		
Agendar exame médico	Manual	Supervisor de colheita	não agrega valor mas é necessária	Melhorar a organização	
Avisar turmeiro e fazenda do exame agendado	Manual	Supervisor de colheita	não agrega valor mas é necessária	Melhorar a organização	
Imprimir documentos para o exame médico	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	Padronização dos documentos	Ministério do Trabalho e Emprego
Realizar exame médico	Manual	Médico	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Enviar email com lista de pessoas que fizeram exame médico	Manual	Encarregado Escritório	não agrega valor		
Enviar documentos do exame médico para o polo	Manual	Encarregado Escritório	não agrega valor		
Receber documentos do exame médico	Manual	RT de colheita	não agrega valor		
Conferir documentação	Manual	RT colheita	não agrega valor mas é necessária	evitar envio de informações incorretas	



Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Quadro 16 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual – página 3/3.

Fazer contratação	Sistema	RT colheita	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Imprimir documentos de contratação	Sistema	RT colheita	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Enviar documentos para a fazenda	Manual	RT de colheita	não agrega valor		
Receber documentos	Manual	Encarregado Escritório	não agrega valor		
Enviar atestado para avaliação	Manual	Encarregado Escritório	não agrega valor		
Receber atestado para avaliação	Manual	Segurança e Medicina trabalho	não agrega valor		
Avaliar atestado	Manual	Segurança e Medicina trabalho	não agrega valor		

Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Quadro 17 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo futuro - 1/3.

<b>Mapeamento do Fluxo de Valor - Processo de contratação de turmas - Estado futuro</b>					
<b>Tarefa</b>	<b>Tipo</b>	<b>Quem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Motivo</b>	<b>Parte Interessada</b>
Imprimir check list de documentos	Sistema	Supervisor de colheita	não agrega valor mas é necessária	Melhorar a organização do turmeiro	
Entregar check list com os documentos necessários para admissão	Manual	Supervisor de colheita	não agrega valor mas é necessária	Melhorar a organização do turmeiro	
Coletar documentos necessários para admissão de cada um dos colhedores	Manual	Turmeiro	não agrega valor mas é necessária	Melhorar a organização do turmeiro	
Entregar documentos na fazenda designada (a que vai trabalhar)	Manual	Turmeiro	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Receber e conferir documentos de cada um dos colhedores	Manual	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	Evitar erros	
Dar baixa no recebimento dos documentos físicos da turma	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	
Atualizar lista doctos pendentes	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	
Fazer precadastro de cada pessoa da turma e seus doctos.	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	
Cadastrar pessoas RTAP0010	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	

Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Quadro 18 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual - 2/3.

Liberar turma para exame médico	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	
Notificar nova turma pendente de exame médico	Sistema	Sistema	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	
Agendar exame médico	Sistema	Supervisor de colheita	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Gerar pendência de imprimir documentos para o exame médico	Sistema	Sistema	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	
Imprimir documentos para exame médico	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Realizar exame médico	Sistema	Médico	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Atualizar resultado do exame	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Atualizar resultado do exame	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Atualizar resultado do exame	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	

Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Quadro 19 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Processo atual - 3/3.

Enviar documentos de contratação para o polo	Manual	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Contratar pessoas	Sistema	RT Colheita	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Gerar pendência para imprimir documentos de contratação	Sistema	Sistema	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	
Imprimir documentos de contratação	Sistema	Encarregado Escritório	não agrega valor mas é necessária	obrigação legal	Ministério do Trabalho e Emprego
Avisar nova turma liberada para colher	Sistema	Sistema	não agrega valor mas é necessária	controlar o fluxo de contratação	

Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Quadro 20 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Resumo.

<b>Resumo do Processo - Comparação estado atual e estado futuro</b>					
	Atividades	Não agrega valor	Não agrega valor mas é necessária	Manuais	Sistema
Fluxo Atual	37	20	17	9	4
Fluxo Futuro	25		25	5	20

Fonte: elaborado pela equipe do projeto.

Quadro 21 – Classificação de tarefas segundo as três regras de Womack e Jones – Lista de Documentos.

<b>Lista de documentos existentes no processo de contratar turmas</b>					
		<b>Processo</b>		<b>Quem imprime</b>	<b>Destinatário</b>
		<b>Atual</b>	<b>Futuro</b>		
1	Check List dos documentos necessários para admissão	Manual	Sistema	Supervisor Colheita	Colhedor
2	Termo de declaração para fins de formalização de contrato de trabalho	Manual	Sistema	Supervisor Colheita	Colhedor
3	Ficha de Avaliação Clínica Ocupacional	Sistema	Sistema	Encarregado escritório	Médico
4	Atestado Ocupacional	Sistema	Sistema	Encarregado escritório	Colhedor
5	Email para avisar agendamento do exame médico	Manual	Sistema	RT Colheita	Supervisor Colheita
6	Emails para avisar quem já fez o exame médico	Manual	Não vai existir	Encarregado escritório	RT Colheita
7	Termo de responsabilidade de entrega de EPI'S	Sistema	Sistema	Encarregado escritório	Colhedor
8	Lista de Presença - Treinamento para Funcionários	Manual	Sistema	Encarregado escritório	Colhedor

Fonte: elaborado pela equipe do projeto.