

Sistema FIEB



PELO FUTURO DA INOVAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC  
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Valvite José Alipio Junior

**LEAN MANUFACTURING NO CONTEXTO AGROINDUSTRIAL:  
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NA CADEIA DE VALOR DO  
ALGODÃO**

Dissertação de Mestrado

Salvador, 2021



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Centro Universitário SENAI CIMATEC

A4121 Alipio Junior, Valvite José

Lean manufacturing no contexto agroindustrial: aplicação de ferramentas lean na cadeia de valor do algodão / Valvite José Alipio Junior. – Salvador, 2021.

74 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos.

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Cesar Ribeiro Santos

Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2021.

Inclui referências.

1. Manufatura enxuta. 2. Algodão. 3. Agroindústria. I. Centro Universitário SENAI CIMATEC. II. Passos, Francisco Uchoa. III. Santos, Carlos Cesar Ribeiro.

CDD 633.51

VALVITE JOSÉ ALÍPIO JUNIOR

LEAN MANUFACTURING NO CONTEXTO AGROINDUSTRIAL: APLICAÇÃO DE  
FERRAMENTAS LEAN NA CADEIA DE VALOR DO ALGODÃO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
Stricto Sensu do Centro Universitário SENAI CIMATEC como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Cesar Ribeiro Santos

Salvador, 2021

Valvite José Alipio Junior

Título do Trabalho

Aprovado em xx de xxxx de 20XX.

**Banca Examinadora:**

---

**Francisco Uchoa Passos – Orientador**

Doutor em Administração pela Universidade de São Paulo  
Vinculado ao Centro Universitário SENAI CIMATEC

---

**Carlos Cesar Ribeiro Santos – Coorientador**

Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo SENAI CIMATEC  
Vinculado ao Centro Universitário SENAI CIMATEC

---

**Aloísio Santos Nascimento Filho**

Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo SENAI CIMATEC  
Vinculado ao Centro Universitário SENAI CIMATEC

---

**Fábio Lúcio Martins Neto**

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa  
Vinculado a Agrobiota

*Dedico este trabalho a Deus pela oportunidade da vida, aos meus pais pelos ensinamentos, a minha esposa pelo apoio na jornada de estudos.*

## **Agradecimentos**

Agradeço ao SENAI Cimatec, em especial a coordenação do Programa de Gestão e Tecnologia Industrial, pela condução do programa e metodologia de ensino inovadora, prestando todo apoio mesmo no momento de pandemia que atravessamos durante a formação.

Ao meu orientador, professor Doutor Francisco Uchoa Passos, pela condução, sempre assertiva e coerente, permitindo o desenvolvimento de um trabalho de qualidade e que venha e ser referência para futuras pesquisas.

Ao meu coorientador, professor Doutor Carlos Cesar Ribeiro Santos pelo constante incentivo e apoio na evolução da pesquisa, esclarecendo o caminho no desenvolvimento da pesquisa científica.

Ao SENAI Mato Grosso pela oportunidade de realizar um programa de mestrado profissional, em especial à diretora Lelia Brun, pela inspiração e motivação constante.

E por fim a todos que contribuíram no desenvolvimento desse trabalho, meus colegas de turma pela parceria e aos representantes das empresas pelo tempo prestado ao desenvolvimento do conhecimento científico.

## Resumo

Com o crescimento da população mundial há um aumento na demanda por fibras, matéria prima da indústria têxtil nas cadeias agroindustriais. O Brasil vem se posicionando como um dos principais países produtores de algodão, matéria prima fibrosa para produção de vestimentas e seu caroço, fonte de ração animal. A agroindústria brasileira é importante segmento econômico para o país, responsável por grande parcela das exportações. Dentre os estados brasileiros, Mato Grosso se consolida como grande produtor agrícola, atualmente em primeira posição na produção de algodão. O lean manufacturing é importante meio de gestão industrial e recentemente vem sendo pesquisada sua aplicação no setor agroindustrial. Este estudo apresenta a avaliação do potencial de aumento de produtividade com a aplicação do lean manufacturing em unidade agroindustrial produtora de algodão do estado de Mato Grosso. Para alcançar o objetivo desse estudo foi feita inicialmente uma revisão de literatura, onde se constatou a existência de uma lacuna científica referente ao lean manufacturing no setor agroindustrial produtor de algodão. A segunda etapa da pesquisa foi um estudo de campo de caráter exploratório onde se quantificou o aumento de produtividade possível pela aplicação do lean manufacturing em uma unidade avaliada.

**Palavras-chave:** Manufatura Enxuta; Algodão; Agroindústria

## **Title and Abstract**

With the growth of the world population, there is an increase in the demand for fibers, raw material for the textile industry in the agro-industrial chains. Brazil has been positioning itself as one of the main countries producing cotton, a fibrous raw material for the production of clothing, and its seed, a source of animal feed. The Brazilian agribusiness is an important economic segment for the country, responsible for a large portion of exports. Among the Brazilian states, Mato Grosso consolidates itself as a major agricultural producer, currently in first position in cotton production. Lean manufacturing is an important means of industrial management and its application in the agro-industrial sector has recently been researched. This study presents the evaluation of the potential for increasing productivity with the application of lean manufacturing in an agro-industrial cotton-producing unit in the state of Mato Grosso. In order to achieve the objective of this study, a literature review was initially carried out, which revealed the existence of a scientific gap regarding lean manufacturing in the cotton-producing agro-industrial sector. The second stage of the research was an exploratory field study where the increase in productivity possible by the application of lean manufacturing in an evaluated unit was quantified.

**Keywords:** Lean Manufacturing; Cotton; Agribusiness

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Desperdícios dos processos pelo Lean Manufacturing.....	18
Tabela 2. Principais métricas apresentadas no mapeamento de fluxo de valor.....	22
Tabela 3. Critérios de pesquisa utilizados para levantamento bibliográfico preliminar. ....	24
Tabela 4. Estudos científicos selecionados através do levantamento bibliográfico preliminar. .....	25
Tabela 5. Categorias e princípios para a avaliação da implementação da Produção Enxuta. ..	27
Tabela 6. Número de artigos avaliados no trabalho de Villamizar et al (2019).....	28
Tabela 7. Etapas para análise de cadeias agroalimentares proposta por Taylor (2005) seguida como protocolo no estudo de caso.....	35
Tabela 8. Análise dos processos que agregam valor do ponto de vista do cliente. ....	45
Tabela 9. Plano de Implementação da estratégia enxuta. ....	46
Tabela 10. VPLs calculados para os fluxos de caixa.....	49

## Lista de Figuras

Figura 1. Expansão da fronteira agrícola brasileira nas décadas de 1970 a 2000. ....	1
Figura 2. Evolução e projeção de aumento da população mundial segundo a ONU. ....	2
Figura 3. Produção de pluma de algodão por região brasileira na safra 2019/2020.....	8
Figura 4. Produção de pluma de algodão por estado brasileiro na safra 2019/2020. ....	9
Figura 5. Cadeia de produção do algodão. ....	10
Figura 6. Calcário para aplicação em solo de plantio de algodão. ....	11
Figura 7. Lagarta Spodoptera frugiperda em botão floral do algodoeiro. ....	11
Figura 8. Algodoeiro ao final da etapa de manejo.....	12
Figura 9. Colheita mecanizada do algodão.....	13
Figura 10. Rolos de algodão colhidos à espera do transporte para a usina de beneficiamento. .....	13
Figura 11. Algodão armazenado em usina para beneficiamento.....	14
Figura 12. Beneficiamento do algodão.....	15
Figura 13. Prensa e embalagem do fardo de algodão para armazenamento final do processo.	16
Figura 14. Casa lean. ....	16
Figura 15. Estágios de implementação do SMED.....	20
Figura 16. Processo para análise e melhoria de layout.....	21
Figura 17. Padronização de símbolos do MFV. ....	23
Figura 18. Estrutura do projeto Agricultura Enxuta.....	31
Figura 19. Uma abordagem para a implantação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para determinar os desperdícios na cadeia agroindustrial. ....	32
Figura 20. Delineamento da pesquisa.....	34
Figura 21. Usina de beneficiamento de algodão localizada na unidade produtora estudada. ..	35
Figura 22. Fluxograma de produção da unidade em estudo. ....	37
Figura 23. Área de emblocamento de lotes de algodão em pluma. ....	38
Figura 24. Nota de envio da classificação dos fardos de algodão para identificação.....	39
Figura 25. Material retirado nos Batedores e HLST no processo de beneficiamento de algodão da unidade investigada. O material apresenta a fibrilha, uma fibra de algodão de baixa qualidade.....	40

Figura 26. Resíduo do algodão compactado (casquinha) para ser comercializado para alimentação animal.....	40
Figura 27. Rolos de algodão agrupados na bordadura de talhão. ....	41
Figura 28. Mapeamento de Fluxo de Valor "Estado Atual".....	43
Figura 29. Gráfico de Balanceamento de Operações. ....	44
Figura 30. Mapeamento de Fluxo de Valor "Estado Futuro" .....	47
Figura 31. Fluxos de caixa acumulados, respectivamente, nos estados atual e futuro.....	49

## **Lista de Siglas e Abreviaturas**

**FIFO** – First In First Out

**MIPD** – Manejo Integrado de Pragas e Doenças

**OEE** – Overall Equipment Effectiveness

**PPGETEC** – Pós-graduação em Gestão e Tecnologia Industrial

**SMED** – Single Minute Exchange of Die

**TRF** – Troca Rápida de Ferramentas

**UBA** – Usina de Beneficiamento de Algodão

**VSM** – Value Stream Mapping

**VPL** – Valor Presente Líquido

## Sumário

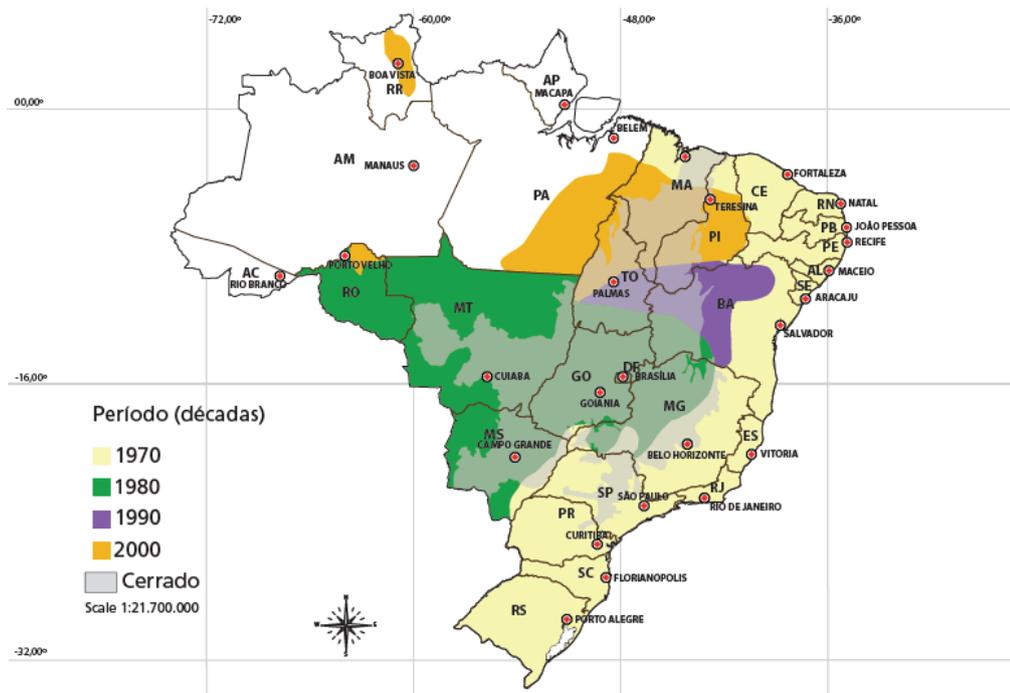
Resumo	6
Title and Abstract	7
Lista de Tabelas	8
Lista de Figuras	9
Lista de Siglas e Abreviaturas	11
1 Introdução	1
1.1 Objetivo	5
1.2 Objetivos Específicos	5
1.3 Organização do Documento	5
2 Revisão da Literatura	7
2.1 Cadeia de produção do algodão	7
2.1.1. Produção agrícola do algodão	10
2.1.2. Processamento industrial do algodão.	14
2.2 Lean Manufacturing	16
2.3 Eficiência Operacional	23
2.4 Planejamento e resultados da pesquisa bibliográfica	24
2.4.1 Planejamento	24
2.4.2 Leitura exploratória	26
3 Metodologia	33
3.1 Estudo de caso	34
4 Resultados e Discussão	37
4.1 Mapeamento de Fluxo de Valor “Estado Atual”	37
4.2 Mapeamento de Fluxo de Valor “Estado Futuro” e Plano de Implementação	44
4.3 Análise do retorno financeiro obtido com a implementação da estratégia enxuta sugerida	48
5 Conclusões	51
Referências	52

# 1 Introdução

O agronegócio desempenha importante papel na balança comercial brasileira tendo diversos produtos exportados como a soja, milho, café e algodão, que são produzidos nos campos brasileiros, posteriormente processados em unidades agroindustriais e transportados através da malha logística do país para consumo interno ou exportação. “Em quase meio século, desde a década de 1960, o Brasil deixou de ser importador líquido de alimentos para se tornar um dos maiores exportadores mundiais” (VIEIRA FILHO; FISHLOW 2017). A agricultura sempre representou papel importante no contexto econômico brasileiro; vários ciclos de desenvolvimento econômico do país foram baseados no protagonismo de culturas agrícolas como ciclo da cana-de-açúcar, ciclo do algodão e ciclo do café.

Na década de 60, o período conhecido como milagre econômico somado ao fenômeno da mudança demográfica, onde a população rural acelerou a migração para as zonas urbanas, fizeram a demanda por produtos agrícolas crescer consideravelmente no Brasil. Na década de 70 o governo nacional iniciou uma série de ações para dar resposta a esse quadro, como a criação da Embrapa para ser a instituição de liderança na pesquisa agropecuária, e o projeto “marcha para o oeste”, que fez a fronteira agrícola expandir consideravelmente para regiões do bioma cerrado. A Figura 1 apresenta a expansão da fronteira agrícola brasileira nas décadas de 1970 a 2000.

Figura 1. Expansão da fronteira agrícola brasileira nas décadas de 1970 a 2000.

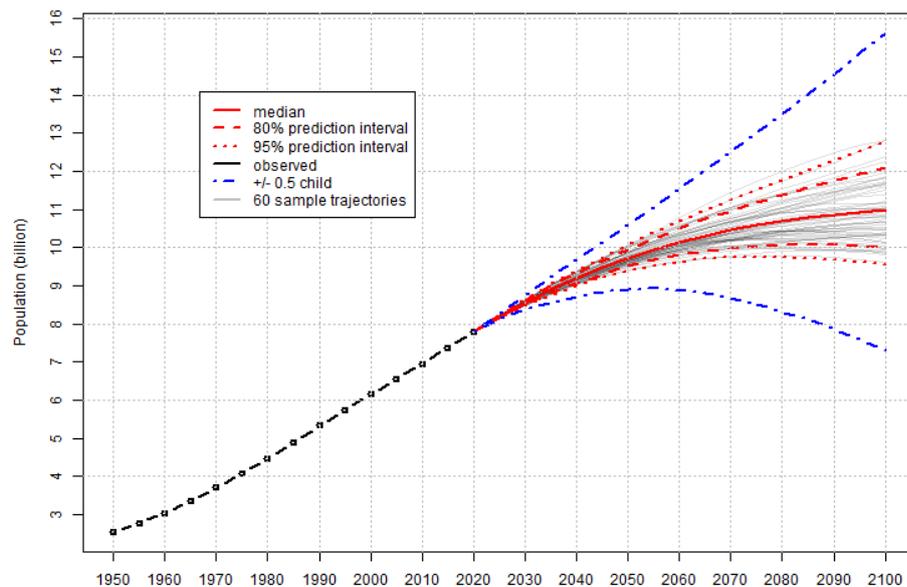


Fonte: VIEIRA FILHO; FISHLOW 2017.

O Brasil tem assumido então posição de liderança no setor agroindustrial mundial, com uma grande área cultivável e condições de clima e solo que no início da exploração não eram favoráveis, como, por exemplo, as áreas de cerrado da região Centro-Oeste e Nordeste, e que se tornaram produtivas após investimentos em pesquisas. Neste esforço, merece destaque a atuação da Embrapa como instituição de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para a produção no cerrado.

A população mundial, a partir das inovações em tecnologias proporcionadas pelas revoluções industriais, apresentou desde o início do século XX um aumento significativo. A Figura 2 apresenta a evolução da população mundial na segunda metade do século XX e projeção até o final do século XXI. O homem que antes precisava aplicar a energia do próprio alimento consumido para preparar a terra, cultivar e obter seu novo alimento ou matérias primas básicas como o algodão, hoje aplica energia de diversas fontes, como elétrica e química de combustíveis, em máquinas e equipamentos que as transformam em trabalho mecânico, tornando então a produção agrícola possível em grandes extensões de terras, de forma cada vez menos dependente do esforço humano.

Figura 2. Evolução e projeção de aumento da população mundial segundo a ONU.



Fonte: [population.un.org/wpp2019/](http://population.un.org/wpp2019/)

Com o aumento da população consequentemente a demanda por grãos e fibras, matérias-primas para produção de alimentos e vestimentas, aumenta proporcionalmente, e os principais países produtores têm conseguido responder a essa demanda com base em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias. “Portanto, o crescimento da produção de algodão no mundo deveu-se principalmente ao grande aumento da produtividade no campo, por meio da tecnologia aplicada ao cultivo” (NEVES; PINTO 2017).

O algodão é importante matéria prima na indústria têxtil. “O algodoeiro é a planta fibrosa mais cultivada no mundo e proporciona uma parte significativa de toda a fibra destinada à indústria têxtil; ao mesmo tempo, sua semente, rica em óleo e proteínas, é

também aproveitada para o consumo humano e animal” (RAPHAEL et al, 2019). Por suas particularidades de manejo e processamento pós-colheita o algodão é uma cultura agrícola que demanda elevada capacidade de gestão para produção em grande escala.

Somado ao aumento da população surge a pressão por sistemas produtivos ambientalmente mais sustentáveis e produtos que agridam menos o meio ambiente em seu ciclo de vida; e nesse ponto a fibra de algodão se destaca. “Está ocorrendo uma intensa campanha mundial para reduzir o uso de materiais plásticos que não forem biodegradáveis e o algodão, por ser uma fibra natural, tem possibilidade de reconquistar um mercado que estava sendo perdido para as fibras sintéticas” (SEVERINO et al, 2019).

Fatores importantes para a produção agrícola como terra e água estão se tornando cada vez mais escassos e métodos para o uso eficiente desses recursos se tornam então necessários. “Ao longo das últimas décadas, a terra tornou-se um recurso cada vez mais escasso, estabelecendo um limite para a produção agrícola. Com as mudanças climáticas, o uso eficiente da água passou a ser essencial na ótica produtiva” (VIEIRA FILHO; FISHLOW 2017).

Dentre os produtos agrícolas brasileiros se destaca o algodão, matéria-prima fibrosa importante para a indústria têxtil. O algodão é cultivado principalmente nos campos da Região Centro-Oeste e Nordeste, tratando-se de uma cultura agrícola de grande valor agregado. Neves e Pinto (2012) em seu estudo apresentam, em valores da época, que o algodão tem valor produzido por hectare de R\$ 8,4 mil, que é duas vezes e meia superior ao da cana-de-açúcar por hectare cultivado, R\$ 3,3 mil.

Hanke et al (2010) afirmam que poucas atividades produtivas, sejam elas do agronegócio ou de outros segmentos da economia, requerem tamanha perspicácia e tamanha competência de seus agentes quanto à cotonicultura. Apesar do maior valor agregado por hectare da cultura do algodão, seu custo de produção também é maior, obrigando a adoção de estratégias de gestão para tornar a produção em grande escala sustentável. “Um dos principais desafios dos produtores empresariais para manter a competitividade conquistada é a busca pela redução dos custos aliada à sustentabilidade da eficiência no campo” (NEVES; PINTO 2012).

Para que possa avançar e manter-se resiliente diante dos desafios de mercado e climáticos, gerando a lucratividade por meio de custos controlados e alta produtividade e qualidade, a produção agrícola de algodão deverá utilizar tecnologias de insumos, manejo, gestão, governança e transparência ainda mais avançados (NEVES; PINTO 2017).

Dentre as possíveis estratégias de gestão visando aumento de eficiência na produção está o lean manufacturing, filosofia de gestão inicialmente desenvolvida na indústria automobilística japonesa no período pós segunda guerra mundial, com nome original de sistema Toyota de produção, que foi aperfeiçoado por estudos norte-americanos, e então passou a ser denominado lean manufacturing ou manufatura enxuta. “Os objetivos básicos da manufatura enxuta são reduzir os desperdícios do sistema de produção, ter maior qualidade dos produtos, diminuir o tempo de entrega dos produtos aos clientes, com menor número de

defeitos e, ainda, estabelecer um processo de inovação incremental contínuo” (CABRAL, 2020). Conforme definido por Narusawa e Shook (2009) “desperdício” é qualquer atividade que consome recursos sem criar valor para o cliente. A aplicação do Lean Manufacturing se dá através de ferramentas, dentre as quais se pode citar o mapeamento de fluxo de valor, aplicado a fim de identificar os desperdícios da cadeia de produção e conduzir a uma aplicação eficaz das demais ferramentas, para eliminar ou mitigar os citados desperdícios.

O sistema Toyota de produção (STP) é, portanto, um conjunto de técnicas de gestão e ferramentas desenvolvidas pela Toyota, com referência especial ao trabalho do engenheiro Taiichi Ohno, no período pós segunda guerra mundial, a fim de superar os desafios impostos pela escassez de recursos e crise econômica vivida pela montadora japonesa no período. O sistema desenvolvido foi aperfeiçoado por estudos norte - americanos que estabeleceram as ferramentas e métodos que se disseminaram pelas indústrias mundialmente.

Nos últimos anos o lean manufacturing vem ganhando uma nova aplicação, sendo estudada sua utilização como estratégia de gestão em unidades agroindustriais. “No entanto, embora esses conceitos de produção enxuta já sejam conhecidos e difundidos, existem poucos estudos que se concentram em sua aplicação no setor de agronegócios, [...]” (SATOLO et al, 2016).

Vlachos (2015) afirma que práticas enxutas podem ser uma solução para diminuir o valor desperdiçado nas cadeias de abastecimento. Ao contrário do setor industrial onde o lean manufacturing já provou seu potencial de incremento de produtividade, no setor agroindustrial as metodologias de aplicação das práticas de ferramentas enxutas estão ainda em consolidação.

Villamizar et al (2019) em seu estudo encontraram vinte trabalhos dedicados a aplicação do lean manufacturing em cadeias agroindustriais publicados entre 1990 e 2017, e afirmam que práticas enxutas no setor agroindustrial fornecem um conjunto diferente de desafios, devido à variabilidade sazonal, produção em massa, processamento diferente do industrial e problemas de manuseio e armazenamento. Este contexto estimula pesquisadores a prosseguir na tentativa de aplicar os conceitos de lean manufacturing à produção agroindustrial, a fim de colher benefícios semelhantes àqueles obtidos com a aplicação dos mencionados conceitos na indústria de transformação.

No caso da cotonicultura, além do desafio de aumentar a produtividade, ou seja, produzir mais com menos recursos, tem-se também a necessidade de atingir padrões elevados de qualidade para a comercialização internacional. Toda a fibra produzida é classificada ao final do processo de beneficiamento em classes de qualidade que estão diretamente ligadas ao seu valor comercial. Attingir classes para comercialização internacional envolve, desde o momento do plantio, passando pelo manejo, colheita e beneficiamento, a aplicação de processos com foco em qualidade do produto. Por esta segunda razão, entende-se que o emprego de conceitos de lean manufacturing à produção agroindustrial, em particular à cotonicultura, pode igualmente contribuir para a elevação dos níveis de qualidade, à semelhança do que tem acontecido com a aplicação dos referidos conceitos na indústria de transformação.

Diante do contexto acima descrito, o autor deste estudo sentiu-se motivado para realizar uma investigação voltada para a aplicação dos conceitos de lean manufacturing na produção de algodão no estado de Mato Grosso. Para tanto, cogitou-se a seguinte questão norteadora para o presente trabalho: Quais as oportunidades de aumentos de produtividade em uma unidade agroindustrial produtora de algodão do estado de Mato Grosso, detectadas a partir da aplicação do Lean Manufacturing?

### **1.1 Objetivo**

O objetivo geral deste estudo será identificar oportunidades de melhorias na eficiência operacional em uma unidade agroindustrial produtora de algodão do estado de Mato Grosso com a aplicação do Lean Manufacturing.

### **1.2 Objetivos Específicos**

O estudo foi dividido em quatro objetivos específicos:

- Identificar e justificar quais ferramentas do Lean Manufacturing podem ser aplicáveis em uma unidade agroindustrial produtora de algodão escolhida para o estudo;
- Construir o mapeamento de fluxo de valor da unidade estudada;
- Identificar e caracterizar os desperdícios eventualmente encontrados no fluxo de valor da unidade estudada;
- Quantificar os desperdícios e propor ferramentas e métodos *Lean Manufacturing* para sua eliminação.

### **1.3 Organização do Documento**

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, que, de forma resumida, apresentam os seguintes conteúdos:

O capítulo 1 aborda a introdução ao trabalho, onde se expõe de forma contextualizada o problema de pesquisa e os objetivos, fundamentando a importância da pesquisa através do contexto de dificuldades para os produtores de algodão de Mato Grosso e da lacuna de literatura identificada, e por fim apresentando a organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, esclarecendo os principais conceitos acerca dos temas da pesquisa, visando dar consistência ao trabalho desenvolvido e permitir a solução do problema de pesquisa e alcance dos objetivos definidos.

No capítulo 3, a metodologia de pesquisa é definida, sendo apresentado o delineamento metodológico e as etapas da pesquisa. O capítulo detalha o roteiro de coleta e tratamento de dados visando atender os objetivos da pesquisa.

O capítulo 4 aborda os resultados e discussões da pesquisa, apresentando os dados e informações coletadas e tratadas, bem como as análises realizadas e resultados obtidos. No capítulo a questão norteadora do estudo é respondida.

Por fim, no capítulo 5 as conclusões do trabalho são apresentadas, remetendo ao cumprimento dos objetivos e passando pela apresentação das principais contribuições.

## 2 Revisão da Literatura

Este capítulo apresenta os fundamentos teóricos acerca do tema central do trabalho, inicialmente abordando aspectos da cadeia de produção do algodão, tanto no processo agrícola como industrial pós-colheita, contextualizando com seus números, principais atores e desafios no contexto produtivo e ambiental atual.

Na sequência do capítulo são apresentados os conceitos clássicos do Lean Manufacturing, definindo-se as principais ferramentas que norteiam a implantação de um ambiente produtivo “enxuto”.

A seguir é feita rápida abordagem sobre a eficiência operacional, definindo-se conceitos, suas principais métricas e estratégias de operacionalização.

Ao final do capítulo encontram-se o planejamento e os resultados da pesquisa bibliográfica que possibilitou uma revisão de trabalhos recentes de aplicação do lean manufacturing ao setor agroindustrial.

### 2.1 Cadeia de produção do algodão

A agricultura no Brasil vem ao longo dos anos em busca de tecnologias para proporcionar sua consolidação e expansão como negócio. “Para desenvolver a agricultura como um negócio, o investimento em novos conhecimentos é base para aumentar a produção” (VIEIRA FILHO; FISHLOW 2017). Dentre os estados brasileiros, Mato Grosso e Bahia despontam como grandes produtores agrícolas, resultado da evolução em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias em culturas adaptadas ao clima e solo da região.

Com relação à produção agrícola no estado de Mato Grosso, Santos (2012) afirma que a sojicultura é a principal atividade econômica do setor agrícola no estado, mas, ultimamente, o algodão vem ocupando lugar considerável na pauta de produção no cerrado mato-grossense. Os avanços da tecnologia em variáveis adaptadas ao clima e solo do cerrado proporcionaram significativo aumento de produtividade, aliado aos processos agrícolas mecanizados em campo, dispensando o emprego de grande quantidade de mão-de-obra, e possibilitando a escalada das áreas de produção de algodão.

O aumento da produção do algodão na região Centro-Oeste teve a contribuição de uma série de fatores como as características edafoclimáticas da região (principalmente pela topografia plana que facilita o cultivo mecanizado) e, os incentivos governamentais como o Proalmat. (SILVA et al, 2020)

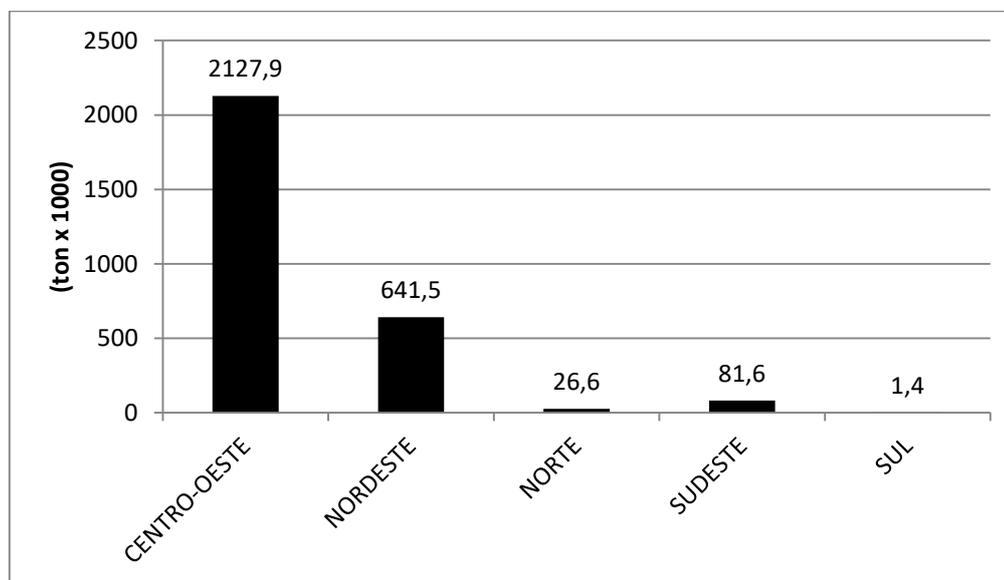
Juntamente com a escalada da produção do algodão no cerrado, ocorre a elevação nos custos, exigindo do produtor gestão estruturada em metodologias consagradas a fim de garantir a sustentabilidade do negócio. Atualmente o setor busca estratégias de gestão para redução de custos e garantia da sustentabilidade, tanto no aspecto econômico como ambiental. “Um dos principais desafios dos produtores empresariais para manter a

competitividade conquistada é a busca pela redução dos custos de produção aliada à sustentabilidade” (NEVES; PINTO 2012). Diante do aumento de custos, métodos e ferramentas de gestão são demandados para equilibrar a relação receita/custo do negócio.

O mercado asiático é o grande consumidor de algodão no mundo. Se destacam na exportação da pluma o Brasil e os Estados Unidos, tornando a América o continente que mais exporta algodão. Teixeira e Souza (2019) afirmam, em relação à posição do Brasil como produtor de algodão que “[...], o país assumiu nessa temporada de 2018/19 o posto de segundo maior exportador do mundo, atrás apenas dos EUA. Já em relação à produção, ocupa a quarta posição”.

Dentre as regiões brasileiras o centro-oeste se destaca na produção de algodão, produzindo na safra 2019/2020 dois milhões cento e vinte e sete mil e novecentas toneladas de pluma, seguido pela região nordeste. A Figura 3 apresenta o comparativo de produção de pluma de algodão em massa por região do Brasil.

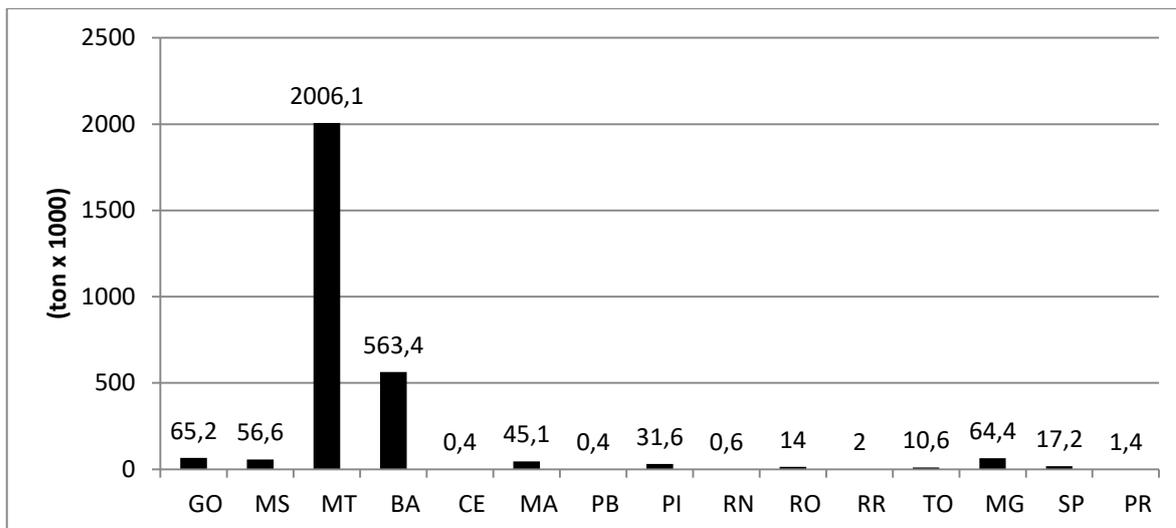
Figura 3. Produção de pluma de algodão por região brasileira na safra 2019/2020.



Fonte: Abrapa, 2020.

Dentre os estados brasileiros produtores de algodão, em destaque estão Mato Grosso e Bahia, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4. Produção de pluma de algodão por estado brasileiro na safra 2019/2020.



Fonte: Abrapa, 2020.

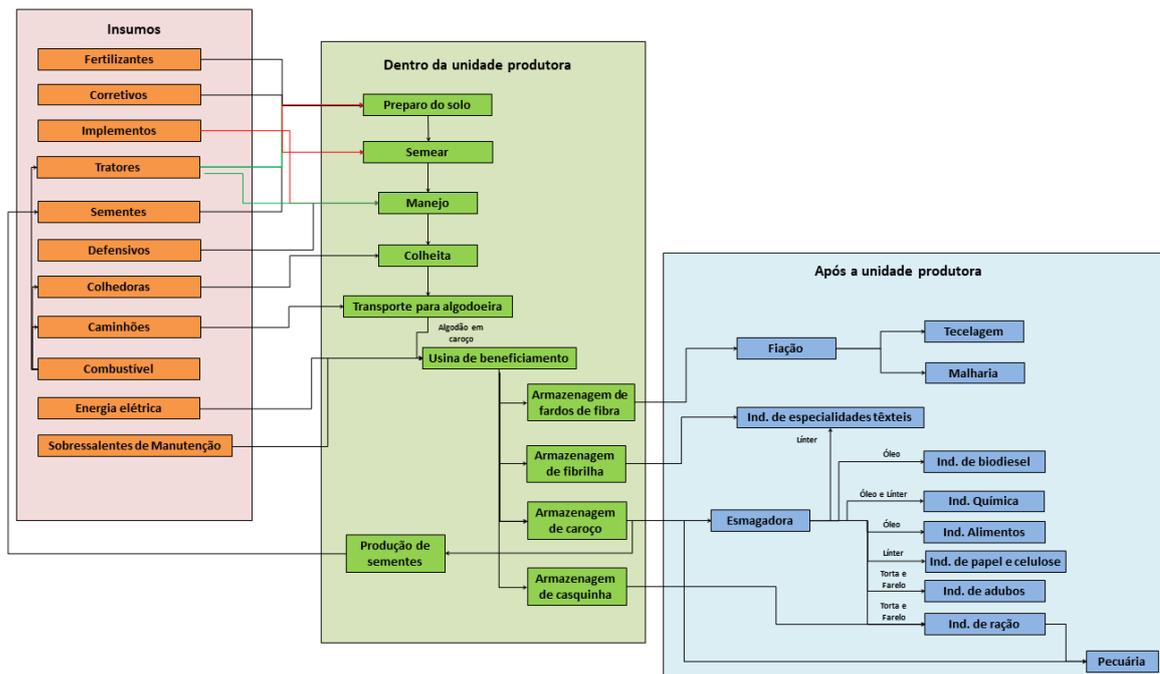
Neves e Pinto (2017) apresentam em seu estudo uma movimentação financeira brasileira total da cadeia produtora de algodão brasileira na safra 2016/2017 de US\$ 135.440,35 milhões, sendo divididos em US\$ 1.339,18 milhões antes da unidade produtora, US\$ 3.229,18 milhões dentro da unidade produtora e US\$ 130.823,91 milhões após a unidade produtora. A Figura 5 apresenta o fluxograma da cadeia de produção algodão completa, partindo dos fornecedores de insumos, passando pelas etapas na unidade produtora e finalizando no processamento pós - colheita.

Partindo da jusante da cadeia do algodão, está o consumidor que acessa os produtos finais, dentre os quais se pode citar artigos de vestuário e para uso no lar, que são previamente processados em malharias e tecelagens a partir da fibra do algodão produzida no campo.

A agricultura tecnificada, que é o cerne do agronegócio, é baseada na ciência, na informação e na tecnologia e funciona em forma de sistema (FERNANDES e WELCH, 2008; CALLADO e CALLADO, 2011), pois deixa de representar uma ação isolada, uma produção fechada, para tornar-se parte de um conjunto maior que implica diversas cadeias produtivas à montante e à jusante do processo produtivo em si. (LIMA E PENNA, 2016).

Dentre as cadeias produtivas agroindustriais, a do algodão apresenta elevada complexidade, devido à necessidade de processamento pós-colheita da fibra com caroço em usinas de beneficiamento para obtenção da fibra sem caroço e classificada em níveis de qualidade para comercialização.

Figura 5. Cadeia de produção do algodão.



Fonte: Adaptado de Neves e Pinto, 2012.

A unidade produtora é onde acontece o cultivo do algodoeiro e se obtém a pluma com caroço, que posteriormente é processada na usina de beneficiamento, obtendo-se o algodão sem caroço, bem como seus subprodutos. O objeto do presente estudo é a unidade produtora. O fluxo de valor que acontece dentro da unidade produtora será separado no estudo em: produção agrícola e processamento industrial, pela natureza das etapas. A seguir são apresentadas descrições dos respectivos processos.

### 2.1.1. Produção agrícola do algodão

A produção agrícola inicia com o preparo do solo, visando corrigir as condições físico químicas para que a cultura do algodão tenha desenvolvimento adequado e atinja níveis de produção por área de cultivo que tornem viável o negócio agrícola. Galbieri et al (2014) afirmam em seu estudo que mais de 90% das áreas em que o algodoeiro está sendo cultivado em Mato Grosso são áreas cuja fertilidade foi construída. Essa construção dá-se por meio de processos sistemáticos de coleta de solo, análises e aplicação de compostos químicos na forma de adubos e corretivos como o calcário, uma rocha sedimentar rica em cálcio e magnésio aplicada para correção do pH do solo. A Figura 6 mostra um volume de calcário a ser usado para a adequação do solo, na busca da condição ideal necessária ao plantio de algodão.

Neves e Pinto (2017) afirmam que a produtividade média do algodão em Mato Grosso é de 4.400 kg/ha, portanto, para se obter 62.620 kg de algodão em caroço, necessários para processamento de um lote conforme será definido no capítulo 4, são necessários em média 14,23 hectares de área produtiva.

Figura 6. Calcário para aplicação em solo de plantio de algodão.



Fonte: Autor, 2021.

O manejo de pragas e doenças visa reduzir as perdas da produção durante o desenvolvimento do algodoeiro. Berger et al (2019) apresentam que contra a cultura do algodão, mais de 260 insetos, mais de 200 patógenos, 16 vírus e uma bactéria podem causar injúrias, resultando em perda de produção e conseqüentemente produtividade. A Figura 7 apresenta imagem da Lagarta Spodoptera, inseto que ataca o algodoeiro. Se faz necessário então um processo de detecção e controle mediante a aplicação eficiente de produtos químicos, a fim de que qualquer ameaça ao algodoeiro seja detectada no princípio de sua chegada na área produtiva e suprimida sua proliferação com agilidade.

Figura 7. Lagarta Spodoptera frugiperda em botão floral do algodoeiro.



Fonte: Berger et al, 2019.

Somada à necessidade de controle das pragas se insere a pressão ambiental pela menor aplicação de produtos químicos. Uma das técnicas mais eficientes em proporcionar controle é o manejo integrado de pragas. “O uso do MIP (manejo integrado de pragas) em algodão tem por princípio evitar a resistência dos insetos aos inseticidas e a persistência de produtos químicos no meio ambiente, como os organoclorados; reduzir o perigo no manuseio dos produtos químicos; evitar o desequilíbrio do meio ambiente, e, finalmente, diminuir os custos operacionais” (BERGER et al, 2019). A Figura 8 apresenta área de produção de algodão ao final da etapa de manejo, pronta para a próxima etapa, a colheita mecanizada.

Figura 8. Algodoeiro ao final da etapa de manejo.



Fonte: Autor.

Como última etapa do processo em campo, a colheita visa separar da planta a pluma de algodão com caroço. Essa etapa precisa ser realizada com controle de parâmetros que afetam diretamente a qualidade intrínseca e extrínseca da fibra após o beneficiamento. O processo de colheita em si envolve várias operações. “Em primeiro lugar, faz-se um planejamento por talhão a ser colhido, logicamente após a aplicação dos desfolhantes/ maturadores, cujo efeito ocorre entre 7 e 14 dias, caso os produtos tenham sido aplicados em condições climáticas adequadas” (BERGER et al, 2019).

Alguns cuidados que devem ser tomados na colheita do algodão é realizar o procedimento com o teor de umidade adequado na fibra, uma vez que a fibra é higroscópica, absorve água com a umidade noturna do ar. O início da atividade de colheita deve ocorrer quando a umidade da fibra estiver em condições ideais. A colheita de algodão é realizada de forma mecanizada, a tecnologia mais atual das máquinas que realizam a operação permite a obtenção de rolos de algodão de 2.400 kg, Figura 9, que são depositados no solo pela máquina.

Figura 9. Colheita mecanizada do algodão.



Fonte: Autor.

Os rolos de algodão em caroço são então transportados para a usina de beneficiamento, através de uma operação logística, operação essa que também pode afetar a qualidade da pluma. O algodão colhido ainda pode ficar longo período em campo à espera do transporte, Figura 10. O período de espera pelo transporte pode afetar a qualidade da pluma, uma vez que a mesma fica exposta a fatores climáticos.

Figura 10. Rolos de algodão colhidos à espera do transporte para a usina de beneficiamento.



Fonte: Berger et al, 2019.

### 2.1.2. Processamento industrial do algodão.

O processamento industrial acontece nas usinas de beneficiamento de algodão (UBA). Segundo Neves e Pinto (2017), o estado de Mato Grosso apresenta 112 UBAs, sendo o estado com o maior número dessas usinas, seguido pela Bahia com 54 UBAs. Ao chegar na usina, os rolos de algodão em caroço que vêm do campo são pesados, classificados e armazenados em áreas de espera para o beneficiamento. A Figura 11 apresenta o algodão armazenado na usina, após ser transportado do campo, em espera para início do processo de beneficiamento.

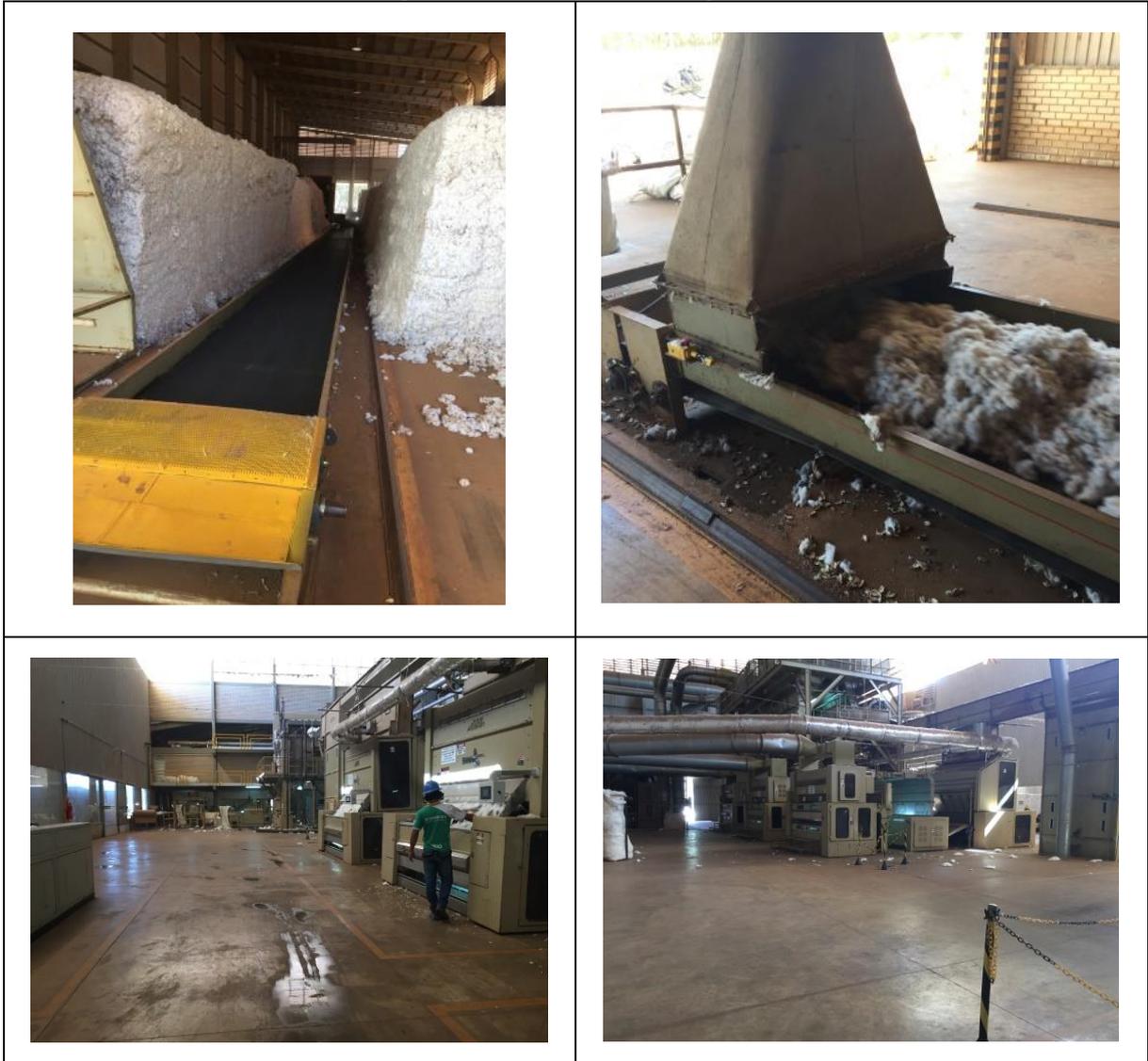
Figura 11. Algodão armazenado em usina para beneficiamento.



Fonte: Berger et al, 2019.

O beneficiamento da pluma acontece em uma sequência de máquinas que inicialmente descompactam o rolo de algodão, na sequência umidificam a pluma com vapor, posteriormente realizam a retirada das impurezas como folhas, caules de plantas e, por fim, removem o caroço do algodão, obtendo-se assim a pluma sem caroço. A Figura 12 apresenta fotos do beneficiamento industrial do algodão. Todo o processo precisa ser controlado de forma eficaz, a fim de manter a qualidade do algodão nas condições adequadas de comercialização.

Figura 12. Beneficiamento do algodão.



Fonte: Autor.

A última etapa do processo industrial é a prensagem do algodão sem caroço, formando fardos de 202 kg, que são então identificados, classificados conforme sua qualidade de acordo com a Instrução Normativa Nº 63, de 05 de dezembro de 2002 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, e agrupados em lotes, Figura 13, formando uma unidade de comercialização para os processos industriais subsequentes, que transformam a pluma em uma série de produtos de uso final. Segundo Neves e Pinto (2017), o rendimento de pluma na safra 2015/2016 foi de 40%, ou seja, do total em massa de algodão em caroço que iniciam o processo, 60% é retirada em subprodutos e 40% é obtida em algodão sem caroço.

Figura 13. Prensa e embalagem do fardo de algodão para armazenamento final do processo.



Fonte: Autor.

## 2.2 Lean Manufacturing

A “casa” lean é uma representação gráfica dos sistemas produtivos enxutos. A Figura 14 apresenta a casa lean proposta por Narusawa e Shook (2009). Na base da casa lean está a eliminação sistemática dos desperdícios visando a estabilidade dos processos, realizada através da aplicação de ferramentas como 5S e trabalho padronizado. Com a estabilidade dos processos são reduzidas suas variabilidades e em sequência são desenvolvidos os pilares: just in time (fluxo) e jidoka (qualidade).

Figura 14. Casa lean.



Fonte: Narusawa e Shook, 2009.

O pilar just in time trata dos fluxos dos processos com a aplicação de ferramentas como fluxo contínuo, balanceamento de operações, melhorias de layout, podendo chegar à lógica da operação puxada com a ferramenta kanban. O objetivo desse pilar é balancear e nivelar a produção para implantar a lógica puxada. “Just-in-time é um sistema de produção que fabrica e entrega o que é necessário, no momento em que é necessário e apenas na quantidade necessária” (NARUSAWA, SHOOK 2009).

O pilar jidoka trata da qualidade do que é produzido nos processos, visando a eliminação dos defeitos e inconsistências com ferramentas como Ishikawa, 5 porquês, andons, A3, dentre outras. “Jidoka significa fornecer aos equipamentos e operadores a capacidade de detectar a ocorrência de uma situação anormal e interromper imediatamente o trabalho para instituir contramedidas” (NARUSAWA, SHOOK 2009).

[...] a fábrica genuinamente enxuta possui duas características organizacionais fundamentais: transfere o máximo de tarefas e responsabilidades para os trabalhadores que agregam valor ao carro, e possui um sistema de detecção de defeitos que rapidamente relaciona cada problema, uma vez descoberto, a sua derradeira causa. (WOMACK et al, 2004)

O Jidoka foi uma significativa inovação do sistema lean manufacturing em relação à produção em massa, sua predecessora. Enquanto na produção em massa os operadores apenas executam as tarefas e em caso de erros ou inconsistências ‘empurram’ o que é produzido para frente contando que um processo adicional de detecção de defeitos vai localizá-lo, no sistema lean, os operadores são treinados e orientados para indicarem erros e inconsistências nos processos no momento em que ocorrem, induzindo a qualidade na fonte.

No tocante ao “retrabalho”, o pensamento de Ohno foi realmente inspirado. Raciocinou ele que a prática da produção em massa de deixar passar os erros para manter a linha funcionando fazia com que esses se multiplicassem incessantemente. Era normal o trabalhador achar que os erros acabariam sendo detectados no final da linha, e que seria punido se fizesse a linha parar. (WOMACK et al, 2004)

Como exposto, o principal trabalho de Ohno foi humanizar a função operacional, tornando os operadores em pessoas ativas na busca por soluções aos problemas dos processos, possibilitando o estabelecimento da cultura Kaizen e daí em diante o grande potencial do lean manufacturing foi se consolidando como estratégia de gestão na busca por resultados operacionais.

O Lean Manufacturing combate diretamente os desperdícios dos processos, que são as atividades realizadas consumindo recursos e não agregando valor ao cliente final. A Tabela 1 apresenta os sete desperdícios de processos combatidos pelo Lean Manufacturing. As atividades realizadas nos processos que não se classificam como desperdícios, são aquelas que agregam valor ao produto que é percebido pelo cliente consumidor da saída do processo. “O cliente é o objetivo perene da organização privada, posto que lhe confere a sustentabilidade” (JUNIOR, 2010), portanto, agregar valor ao cliente é a razão dos processos de produção.

Tabela 1. Desperdícios dos processos pelo Lean Manufacturing.

<b>Desperdício</b>	<b>Descrição</b>
Superprodução	Produção excessiva, ocasionando excesso de informações ou de inventário.
Esperas excessivas	Ociosidades de pessoas, equipamentos, peças ou informações.
Transportes evitáveis de material	Deslocamentos excessivos de informações ou peças.
Processamento impróprio	Processamentos impróprios ou realização de processos desnecessários.
Estoque excessivo	Armazenamento excessivo na entrada de quaisquer estágios de operação ou distribuição.
Movimentação desnecessária de pessoas	Movimentos humanos desnecessários ou excesso de movimentos.
Produção de produtos defeituosos	Produtos produzidos com falhas, não conformidades e/ou com necessidade de reparos.

Fonte: Adaptado de Cabral, 2020.

O método pelo qual os desperdícios são eliminados é através da aplicação das ferramentas enxutas. As ferramentas enxutas são então um conjunto de práticas que orientam a jornada de eliminação dos desperdícios pelas organizações e devem ser aplicadas de forma sistemática. Por se tratar em essência de uma “filosofia de trabalho”, por vezes o *Lean Manufacturing* é entendido, erroneamente, como um estado ou como objetivo imediato a ser atingido, quando, na verdade, é um princípio a ser seguido através do aprendizado contínuo (JÚNIOR, 2019). A seguir são apresentadas breves descrições das principais ferramentas do Lean Manufacturing, utilizadas, mediante as necessidades específicas da ocasião, para dar combate aos “desperdícios” indicados na Tabela 1.

### **Trabalho Padronizado**

O trabalho padronizado visa a redução das variabilidades dos processos. “No Sistema Toyota de Produção, qualquer operação repetida mais de uma vez deverá ser padronizada” (NARUSAWA, SHOOK 2009). O trabalho padronizado estabelece as bases para melhoria contínua e permite facilmente rastrear situações anormais, em que pequenos desvios são facilmente percebidos e eliminados, tornando possível atingir a qualidade necessária. “A sustentação da estabilidade no sistema produtivo é realizada a partir do trabalho padronizado nos moldes do Sistema Toyota de Produção” (CABRAL, 2020).

O desenvolvimento de padrões de trabalho segue a sistemática que visa obter a maneira mais eficiente de realizar a atividade alvo de padronização. Um processo padronizado apresenta menor variabilidade e maior capacidade de atingir metas de desempenho estabelecidas. “Um sistema de padronização cria, utiliza e controla padrões. Posteriormente, um sistema de padronização de processos irá determinar a sistemática de ações e como deverá ser o seu direcionamento para o alcance das metas” (MOURA e NUNES, 2019).

## **5S**

O 5S é uma ferramenta preliminar que busca a eliminação sistemática de desperdícios pela melhoria contínua do ordenamento e limpeza do ambiente de trabalho. Os 5S são iniciais das cinco palavras japonesas: seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke.

Seiri trata da eliminação de itens que não são necessários no ambiente, tudo que não está sendo utilizado nos processos naquele momento deve ser segregado e afastado.

Seiton é a organização dos elementos necessários para execução dos processos no ambiente, definindo um padrão de layout e alocação dos itens.

Seiso é a limpeza do ambiente, melhorando o bem estar dos ocupantes, mantendo a eliminação dos itens desnecessários e a organização dos meios de produção.

Seiketsu é a padronização do ambiente, garantindo que os primeiros três princípios sejam sustentados.

Por fim shitsuke é a etapa final dos 5S, buscando a disciplina para que as melhorias implantadas sejam sustentadas. Para que a disciplina seja praticada, alguns recursos podem ser aplicados como indicações visuais e aplicação de representações visuais da condição desejada.

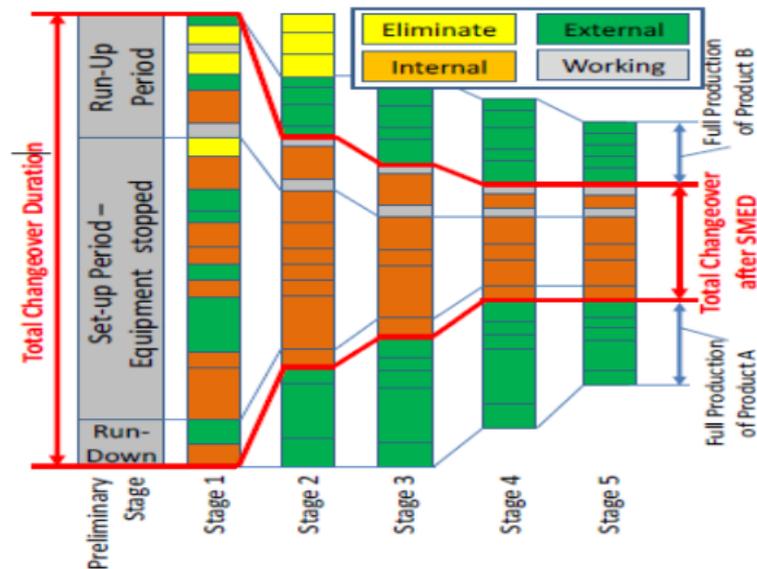
## **SMED**

O SMED (*single minute exchange of die*) ou TRF (Troca Rápida de Ferramentas) é uma ferramenta do Lean Manufacturing para otimizar o tempo ocioso dos equipamentos que exigem trocas de peças - o também chamado *setup* - durante a operação. A redução dos tempos de setup permite uma maior capacidade operacional, reduzindo o tempo ocioso imposto pelo processo de troca e, conseqüentemente, permitindo trabalhar-se com lotes de produção menores para diferentes produtos em um mesmo equipamento. Processos com tempos de setup longos tornam necessários maiores lotes de produção, para compensar o excessivo tempo total ocioso que se teria com sucessivas trocas demoradas de ferramentas. No caso de tempos de setup curtos, é possível produzir diferentes lotes pequenos de produtos, o que significa maior diversidade da produção. Neste caso, a troca rápida de ferramenta é impositiva para o desejado trabalho com pequenos lotes.

Barros e Passos (2021) afirmam em seu trabalho que reduzir os tempos de setup aumenta a disponibilidade operacional dos sistemas com produção variada, contribuindo para aumento do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). A aplicação do SMED está estruturada em uma seqüência sistemática de etapas. A Figura 15 apresenta as etapas propostas por Agung e Hasbullah (2019) em seu estudo sobre aplicação do SMED.

1. Etapa 1: Identificação das atividades internas e externas das trocas de ferramentas;
2. Etapa 2: Separação das atividades internas e externas e eliminação das atividades não necessárias;
3. Etapa 3: Troca de atividades internas por atividades externas;
4. Etapa 4: Foco em redução de atividades internas (com máquina parada);
5. Etapa 5: Foco também em redução de atividades externas.

Figura 15. Estágios de implementação do SMED.



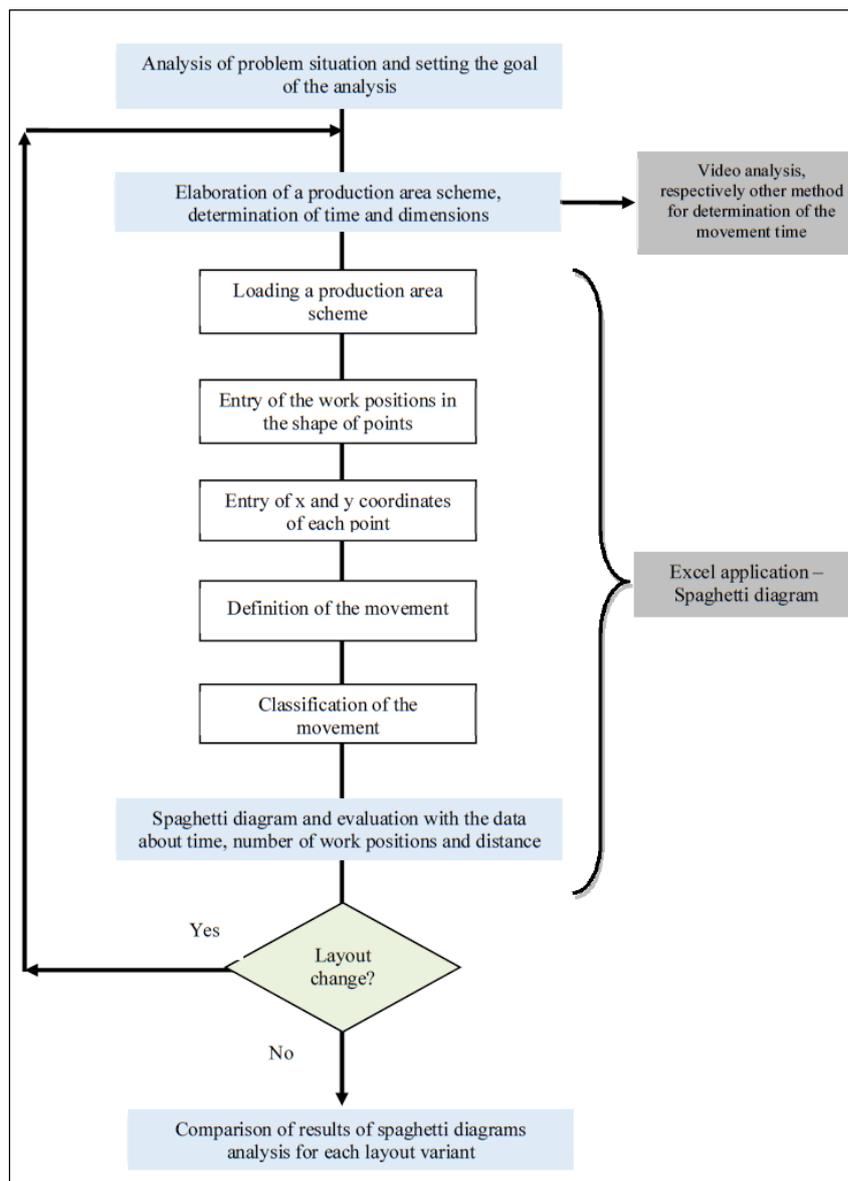
Fonte: AGUNG e HASBULLAH, 2019.

## Layout

O arranjo espacial adequado das etapas dos processos é importante para que o fluxo seja executado com o menor desperdício possível. Desperdícios, como movimentação e transportes evitáveis podem ser resultados de uma organização ruim dos processos. O arranjo também permite balancear a carga de trabalho entre estações. Ayough e Farhadi (2019) afirmam que redesenhar o layout requer planejamento para os fatores mecânicos, como combinar tarefas e estações, e equilibrar as cargas de trabalho.

Assim como as demais ferramentas do Lean, a melhoria de layout é estruturada através da aplicação sistemática de análises. Uma análise possível é a redução da movimentação através dos diagramas de espaguete, que são representações visuais da movimentação dos operadores para execução do processo. Daneshjo et al (2021) apresentam em seu estudo uma sequência de etapas para melhoria de layout através da aplicação do diagrama de espaguete, Figura 16.

Figura 16. Processo para análise e melhoria de layout.



Fonte: Daneshjo et al, 2021.

### Mapeamento de Fluxo de Valor

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta fundamental do lean manufacturing, onde se apresentam os fluxos de um processo de transformação, retratando o “estado atual”, bem como os respectivos fluxos de informações. Esse mapeamento é importante para o entendimento dos desperdícios da cadeia em estudo, permitindo a criação de um “estado futuro” mais enxuto e eficiente. O mapeamento permite o exame de todo o fluxo, fazendo com que se orientem as ações em busca de melhorias globais e não pontuais. Considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não só os processos individuais; melhorar o todo, não só otimizar as partes (ROTHER e SHOOK, 2003).

A ferramenta teve seu surgimento na Toyota Motor Company. Mapeando o fluxo de valor porta a porta, as empresas têm a clareza da origem das suas ineficiências. O mapa de fluxo de valor é uma ferramenta visual que ajuda a enxergar e entender o referido fluxo, na medida em que o produto segue seu percurso de agregação de valor. (CABRAL, 2020). Satolo et al (2020) afirmam que a aplicação de técnicas e ferramentas são a base para a realização de estudos com o subsídio para impulsionar a implementação, ou como meio de avaliação. Em seu estudo apresentam que dentre as técnicas e ferramentas que direcionam o sistema de produção enxuta ao agronegócio, a mais aplicada é o mapeamento de fluxo de valor. Essa recomendação serviu para a decisão, feita no presente estudo, de escolher o mapeamento de fluxo de valor como ferramenta básica para a identificação dos desperdícios no estudo de caso realizado na unidade produtora de algodão em Mato Grosso, conforme se verá nos capítulos seguintes deste trabalho.

Os mapas de fluxo de valor são baseados em um formato padrão com os três elementos principais mostrando o fluxo físico de materiais, os fluxos de informações e a linha do tempo do processo. Eles também utilizam um conjunto de símbolos padrão para ilustrar os principais recursos (TAYLOR, 2005).

Ao aplicar o mapeamento de fluxo de valor, algumas métricas são de fundamental importância, como apresentadas na Tabela 2.

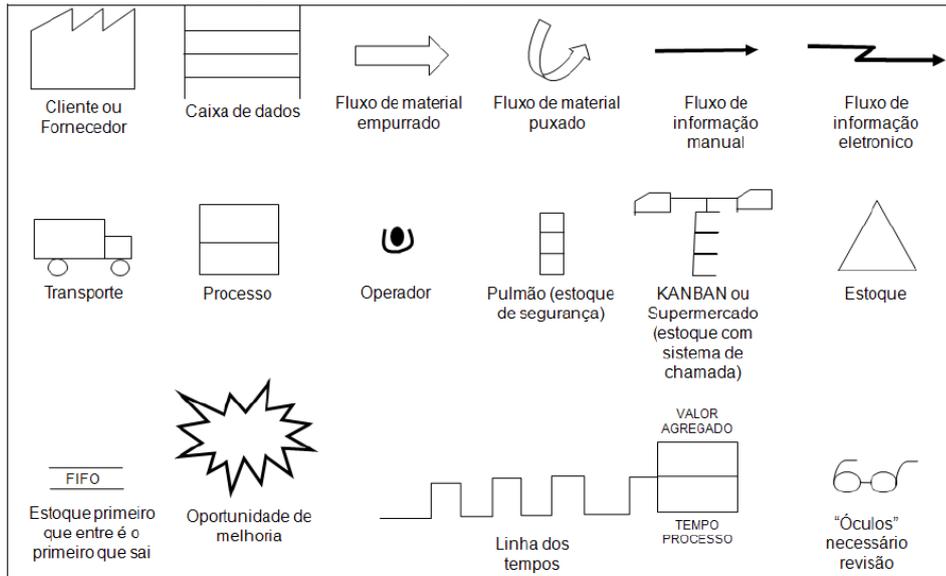
Tabela 2. Principais métricas apresentadas no mapeamento de fluxo de valor.

<b>Métrica</b>	<b>Significado</b>
Lead Time Total (LT)	Tempo para o produto percorrer todo o processo que está sendo analisado (conhecido como tempo de atravessamento).
Tempo de Ciclo (CT)	Tempo entre a conclusão de uma unidade de produto e a conclusão da próxima unidade em um processo.
Tempo de Agregação de Valor (VAT)	Tempo durante as etapas de trabalho onde o produto efetivamente é transformado de acordo com o que o cliente espera pagar.
Tempo takt (TT)	Taxa de demanda do cliente, expressa em quanto tempo o cliente solicita uma unidade do produto ao processo.
Tempo de troca ou setup (ST)	Tempo de preparação das máquinas de uma etapa do processo, quando há a necessidade de mudança nas especificações do produto.

Fonte: Autor

A construção do mapa de fluxo de valor segue uma padronização de ícones, que visam tornar o diagrama facilmente legível e entendido, tanto por quem está criando, quanto por quem vai interpretar as informações. A Figura 17 apresenta os ícones padrões na construção do mapeamento de fluxo de valor.

Figura 17. Padronização de símbolos do MFV.



Fonte: Durval Junior, 2010.

### 2.3 Eficiência Operacional

A busca pela eficiência nas organizações se tornou uma necessidade constante. Produzir mais, no menor tempo e consumindo mínimo recurso é uma necessidade. Nos processos de transformação a eficiência pode ser considerada como uma relação direta entre as saídas e as entradas. Corrêa e Corrêa (2007) definem eficiência como a medida de quão economicamente os recursos da organização são utilizados quando promovem determinado nível de satisfação dos clientes e outros grupos de interesse.

O Lean Manufacturing, por atuar diretamente na eliminação dos desperdícios dos processos, caracteriza-se como uma filosofia para aumento da eficiência operacional através do aumento da produtividade. “O Sistema Toyota de Produção é um método idealizado para eliminar integralmente o desperdício e aumentar a produtividade” (CABRAL, 2020).

O Lean Manufacturing tem foco no aumento da eficiência global da organização, ou seja, porta a porta, passando por todos os processos, no sentido de que melhorias pontuais podem não surtir efeito na eficiência global, e ao contrário, originar desnivelamentos e acentuar gargalos. “Em vez de buscar a eficiência aparente em um ponto localizado, a produtividade total procura melhorar a eficiência real em todo o fluxo de produção, o que resulta em maior produtividade geral para a empresa” (NARUSAWA e SHOCK, 2009).

A eliminação completa dos desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem, pois está especificamente direcionada para reduzir custos pela redução de recursos produtivos, da força de trabalho e de estoques, tornando possível a disponibilidade extra de instalações e equipamentos, possibilitando, assim, a ampliação de capacidade sem a obrigação de investimentos adicionais em ativos de produção (OHNO, 1997).

## 2.4 Planejamento e resultados da pesquisa bibliográfica

Feita a apresentação de conceitos básicos de Lean Manufacturing nos subitens 2.2 e 2.3, segue-se a pesquisa bibliográfica focada em trabalhos que buscam a aplicação dos referidos conceitos em operações do agronegócio.

A busca pela literatura de interesse para a aplicação dos conceitos do *lean manufacturing* à atividade de produção e beneficiamento do algodão foi realizada de acordo com as descrições de planejamento e resultados que se seguem.

### 2.4.1 Planejamento

O planejamento da pesquisa bibliográfica foi iniciado pelo levantamento bibliográfico preliminar que segundo Gil (2002) “[...]tem a finalidade de proporcionar a familiaridade do aluno com a área de estudo ao qual está interessado, bem como sua delimitação”. Dois depositórios foram selecionados para essa etapa: Periódicos CAPES e Science Direct. A Tabela 3 apresenta os critérios de pesquisa utilizados.

Tabela 3. Critérios de pesquisa utilizados para levantamento bibliográfico preliminar.

Data da pesquisa	Depositório	Descriptor	Intervalo de datas	Número de artigos encontrados
06 de maio de 2020	Periódicos CAPES	<i>lean agribusiness</i>	Sem intervalo	937
09 de maio de 2020	Periódicos CAPES	<i>lean agribusiness</i>	2010 - 2020	546
09 de maio de 2020	Periódicos CAPES	<i>lean agribusiness</i>	2015 - 2020	295
09 de maio de 2020	Periódicos CAPES	<i>lean farm</i>	Sem intervalo	19064
09 de maio de 2020	Periódicos CAPES	<i>lean farm</i>	2010 - 2020	8148
09 de maio de 2020	Periódicos CAPES	<i>lean farm</i>	2015 - 2020	4492
11 de maio de 2020	Science Direct	<i>lean agribusiness</i>	Sem intervalo	280
11 de maio de 2020	Science Direct	<i>lean agribusiness</i>	2010 - 2020	154
11 de maio de 2020	Science Direct	<i>lean agribusiness</i>	2015 - 2020	108
11 de maio de 2020	Science Direct	<i>lean farm</i>	Sem intervalo	11015
23 de maio de 2020	Science Direct	<i>lean farm</i>	2010 - 2020	5019
23 de maio de 2020	Science Direct	<i>lean farm</i>	2015 - 2020	3064

Fonte: Autor.

No levantamento bibliográfico preliminar deu-se a seleção dos documentos que apresentavam relevância ao propósito do estudo, preferencialmente selecionando artigos científicos publicados em journals. A Tabela 4 apresenta 11 publicações de interesse para a presente pesquisa identificadas.

Tabela 4. Estudos científicos selecionados através do levantamento bibliográfico preliminar.

Número	Título	País	Ano	Autores
1	<i>Lean production in agribusiness organizations: multiple case studies in a developing country</i>	Brasil	2017	Eduardo Guilherme Satolo, Laiz Eritiemi de Souza Hiraga Gustavo Antiqueira Goes Wagner Luiz Lourenzani
2	<i>Lean production assessment in a sugarcane agribusiness: a case study in brazil</i>	Brasil	2016	Eduardo Guilherme Satolo, Laiz Eritiemi de Souza Hiraga Gustavo Antiqueira Goes Wagner Luiz Lourenzani
3	<i>Techniques and tools of lean production: multiple case studies in brazilian agribusiness units</i>	Brasil	2016	Eduardo Guilherme Satolo, Laiz Eritiemi de Souza Hiraga Lucas Furlani Zoccal Gustavo Antiqueira Goes Wagner Luiz Lourenzani Pedro Henrique Perozini
4	<i>Trends and gaps for integrating lean and green management in the agri-food sector</i>	Espanha	2019	Andrés Muñoz-Villamizar Javier Santos Paloma Grau Elisabeth Viles
5	<i>Performance Improvements through Implementation of Lean Practices: A Study of the U.K. Red Meat Industry</i>	Inglaterra	2006	Keivan Zokaei David Simons
6	<i>Designing Food Supply Chains: An Application of Lean Manufacturing and Lean Supply Chain Paradigms to the Spanish Egg Industry</i>	Espanha	2007	Joaquín Fuentes-Pila Carlos Rodríguez-Monroy Ramón Antelo Juan Torrubiano Larisa Roldán
7	<i>Applying Lean thinking in the Food Supply Chains: A Case Study</i>	Inglaterra	2015	Ilias Vlachos
8	<i>Technological Implications of Supply Chain Practices in Agri-Food Sector- A Review</i>	India	2015	Rahul S. Mor Sarbjit Singh Arvind Bhardwaj LP Singh
9	<i>Value chain analysis: an approach to supply chain improvement in agri-food chains</i>	Inglaterra	2005	David H. Taylor
10	<i>A green lean approach to global competition and climate change in the agricultural sector - A Swedish case study</i>	Suécia	2018	Henrik Barth Martin Melin
11	<i>Exploring the greening of the food supply chain with lean thinking techniques</i>	Grécia	2013	Dimitris Folinasa Dimitrios Aidonisa Dimitrios Triantafilloua Giorgos Malindretos

Fonte: Autor, 2021.

Realizou-se então a leitura exploratória dos 11 estudos inicialmente selecionados, cujos resultados acham-se a seguir comentados-

#### 2.4.2 Leitura exploratória

Pela análise das informações da Tabela 3 constata-se a contemporaneidade dos estudos avaliados na pesquisa bibliográfica, sendo 73% publicados na década 2010 – 2020 e 64% no quinquênio 2015 – 2020. Seguem-se as sínteses dos principais estudos de interesse reunidos na tabela 4.

O estudo de Satolo et al (2017) intitulado *Lean production in agribusiness organizations: multiple case studies in a developing country*, tem como objetivo analisar através de um estudo de casos múltiplo em diferentes empresas do setor agroindustrial a aderência do sistema de produção lean, considerando o uso de técnicas e ferramentas. O estudo foi conduzido na região de Alta Paulista, estado de São Paulo, em oito empresas. Foram quantificadas as ferramentas lean mais aplicadas. Dentre as ferramentas mais aplicadas estão Automação/Jidoka (87,5%), Nivelamento da Produção (87,5%), Produção puxada e fluxo contínuo (87,5%), Trabalho padronizado (62,5%), Melhoria Contínua/Kaizen (62,5%), Poka Yoke (62,5%) e Controle Estatístico de Processos (62,5%). “Observou-se que as unidades de pesquisa estavam atuando no sentido de obter um melhor desempenho organizacional, formalizando práticas direcionadoras que buscam levar à melhoria contínua de seus processos” (SATOLO et al, 2016).

O estudo de Satolo et al (2016) intitulado *Lean production assessment in a sugarcane agribusiness: a case study in brazil*, tem como objetivo avaliar a aplicação da filosofia, técnicas e ferramentas do Lean Manufacturing em uma unidade produtora de cana de açúcar. Foi realizado estudo de caso em uma unidade do estado de São Paulo com capacidade de moagem de 42.600 toneladas por dia, ou 12 milhões de toneladas por safra, com foco na produção de açúcar e etanol. Foi avaliado o nível de percepção dos princípios enxutos propostos por Liker, 2003, apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Categorias e princípios para a avaliação da implementação da Produção Enxuta.

<b>Categoria</b>	<b>Princípio</b>	<b>Descrição</b>
Filosofia	Princípio 1	Basear as decisões de gestão em uma filosofia de longo prazo, mesmo a custo de metas financeiras de curto prazo.
Processo	Princípio 2	Estabelecer processo contínuo para colocar os problemas em evidência.
	Princípio 3	Usar sistemas puxados para evitar superprodução.
	Princípio 4	Nivelar a carga de trabalho.
	Princípio 5	Construir uma cultura de parar e resolver problemas para obter a qualidade desejada na primeira tentativa.
	Princípio 6	Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e o treinamento dos funcionários.
	Princípio 7	Usar o controle visual para que nenhum problema seja escondido.
	Princípio 8	Usar apenas tecnologia confiável e totalmente testada que atenda às necessidades de funcionários e processos.
Pessoas e parceiros	Princípio 9	Desenvolver líderes que entendam completamente o trabalho, realmente vivam a filosofia e ensinem aos outros.
	Princípio 10	Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.
	Princípio 11	Respeitar sua rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar
Solução de problemas	Princípio 12	Ver por si mesmo para compreender totalmente a situação.
	Princípio 13	Tomar decisões lentamente por consenso, considerando todas as opções; implementá-los rapidamente.
	Princípio 14	Tornar-se uma organização que aprende através de uma reflexão incansável e da melhoria contínua.

Fonte: Liker, 2003.

Foi constatado resultado satisfatório da análise do nível de aplicação dos princípios *lean*. “No que diz respeito às categorias de processo e solução de problemas, a Unidade pesquisada apresenta melhor desempenho, principalmente devido ao uso efetivo das técnicas e ferramentas do *Lean Production*” (SATOLO et al, 2016). O estudo apresenta que não foram identificadas dificuldades para o uso das técnicas e ferramentas *lean* no ambiente agroindustrial estudado.

[...]os princípios 2, 3, 4, 5, 8, 11 e 12, possuem o conceito de totalmente realizado. Os princípios 6, 7, 9, 13 e 14, são altamente cumpridos, mas ainda

requerem uma formalização completa do processo. O princípio 10, de menor desempenho, refere-se à constituição de equipes multifuncionais para a condução dos trabalhos. Algumas ações para aprimorar esse princípio estão sendo implementadas pela Unidade pesquisada . (SATOLO et al, 2016)

O estudo de Villamizar et al (2019) intitulado *Trends and gaps for integrating lean and green management in the agri-food sector*, tem por objetivo analisar lacunas e tendências e sugerir abordagens e metodologias que devem ser seguidas em estudos futuros para a implementação do lean e green no setor agroalimentar. O estudo explora a lacuna na literatura existente aplicando como metodologia revisão sistemática de literatura. Nesse estudo foram analisados 117 artigos separados em quatro tópicos de pesquisa como apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Número de artigos avaliados no trabalho de Villamizar et al (2019).

<b>Tópico de pesquisa</b>	<b>Número de artigos avaliados</b>
Lean e green	66 artigos
Green no setor agroalimentar	27 estudos
Lean no setor agroalimentar	20 estudos
Lean e Green no setor agroalimentar	4 estudos

Fonte: Villamizar et al, 2019.

Com relação às metodologias dos estudos relacionados ao Lean no setor agroalimentar, Villamizar et al (2019), identificaram que a abordagem de pesquisa mais aplicada era a qualitativa, aplicada em 17 estudos. O método de pesquisa mais aplicado foi o estudo de caso, 8 estudos, e a ferramenta mais frequente utilizada, o Mapeamento de Fluxo de Valor. “VSM (“Value Stream Mapping”) permite que os fluxos de produção sejam visualizados, destacando oportunidades para melhoria e expando claramente os desperdícios” (VILLAMIZAR et al, 2019).

O estudo de Zoaki e Simons (2006) intitulado *Performance Improvements through Implementation of Lean Practices: A Study of the U.K. Red Meat Industry*, analisa a aplicação do *lean thinking* no fluxo de valor da carne no Reino Unido. O problema de pesquisa foi: “Como e por que adotar práticas enxutas”. O Takt-time e a Padronização de Trabalho melhoram o desempenho operacional das cadeias de abastecimento de carne vermelha e trouxeram benefícios monetários potenciais (ZOAKI e SIMONS, 2006). Esse estudo de caso mostrou que o sucesso de uma implementação enxuta decorre de uma combinação de práticas, políticas e filosofias. Partindo de uma esfera “filosófica” há a eliminação sistemática dos desperdícios de processos e a implantação da orientação para processos. Com relação a políticas há como exemplo a gestão visual, e se tratando de ferramentas é notório citar o trabalho padronizado e o 5S. “Ou seja, a produção enxuta é mais do que apenas um conjunto de ferramentas e técnicas. O pensamento enxuto restaura o foco organizacional no valor real” (ZOAKI, SIMONS, 2006). Na conclusão do estudo os autores apresentam um potencial de redução de custos de 14,5% ao longo da cadeia produtora.

O estudo de Pila et al (2007) intitulado *Designing Food Supply Chains: An Application of Lean Manufacturing and Lean Supply Chain Paradigms to the Spanish Egg Industry*, parte da lacuna de estudos sobre a aplicação do Lean Manufacturing em setores agroindustriais. O estudo tem como objetivo demonstrar a aplicação da metodologia Lean Manufacturing e suas ferramentas em uma empresa de porte médio de produção de ovos. “A Manufatura Enxuta também tem sido aplicada por grandes empresas do setor agroalimentar, mas há poucas informações sobre essas aplicações disponíveis na literatura científica” (Pila et al, 2007). O estudo aplicou uma metodologia já consagrada em cadeias como as do vinho, cerveja e chocolate. A etapa inicial consiste no Mapeamento de Fluxo de Valor. “O VSM (“Value Stream Mapping”) atual fornece um diagnóstico da situação atual e permite a identificação dos desperdícios. Com base neste diagnóstico, um VSM futuro é proposto” (PILA et al, 2007). O estudo demonstrou que a produtividade poderia ser aumentada consideravelmente. De fato, foi obtido um aumento de 30% na produtividade após implementadas as melhorias nos processos. Foi identificada dificuldade em aplicar sistema puxado para evitar desperdícios com superprodução. Pila et al (2007) afirmam que um sistema puxado exigiria mudanças radicais no sistema de produção primária. Estas mudanças foram considerados incompatíveis com os determinantes impostos à produção intensiva de ovos por avicultores primários, uma indústria altamente concentrada em nível mundial.

O estudo de Vlachos (2015) intitulado *Applying Lean thinking in the Food Supply Chains: A Case Study*, tem como objetivo avaliar a adoção e implementação do pensamento enxuto nas cadeias de abastecimento alimentar. Foi conduzido um estudo de caso em uma empresa produtora de chá do Reino Unido. A empresa conta com aproximadamente 250 funcionários e teve aumento significativo na demanda recentemente. Para implementar o Lean a empresa seguiu três estágios: (1) preparo para o Lean, (2) diagnóstico e (3) operações lean e controle. Seguindo a metodologia formal de aplicação do Lean Manufacturing foi definido o que é valor para o cliente e aplicado o Mapeamento de Fluxo de Valor. “O mapa do fluxo de valor tornou os desperdícios visíveis em toda a cadeia de valor do chá” (Vlachos, 2015). Foi encontrado um percentual de valor agregado de 45%.

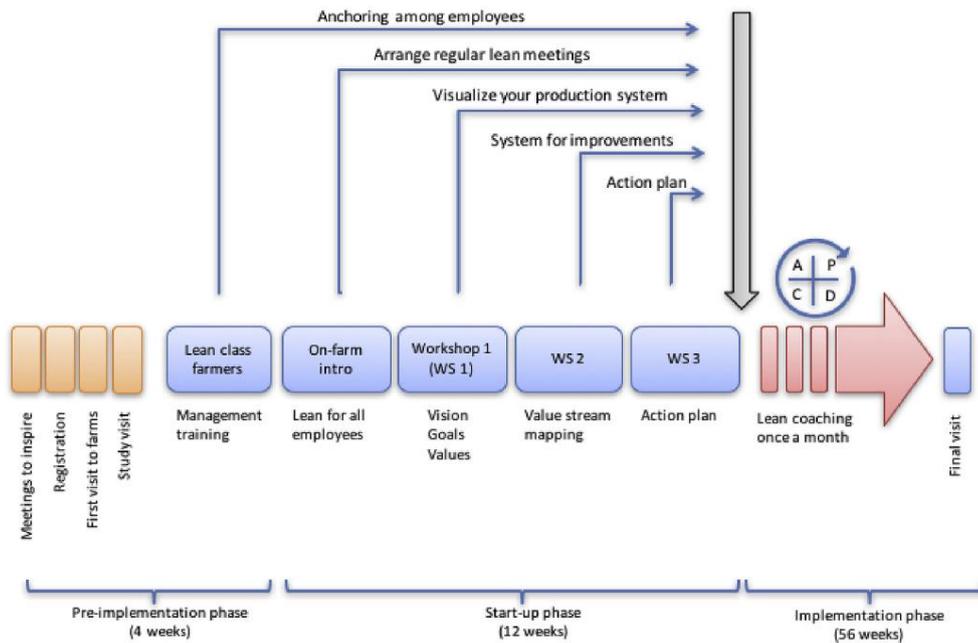
O estudo de Mor et al (2015) intitulado *Technological Implications of Supply Chain Practices in AgriFood Sector - A Review* realizou uma revisão de literatura de artigos, pela qual 145 foram selecionados e analisados. Autores europeus contribuíram com a maioria dos artigos analisados, 60% deles com direcionamento para sustentabilidade e aplicação de tecnologias da informação nas cadeias agroindustriais. Autores asiáticos representaram 22% dos estudos e demonstraram que ineficiências econômicas e de qualidade nas cadeias agroindustriais podem ser reduzidas por meio da inovação, integração e colaboração das cadeias de abastecimento com tecnologias de e-commerce. Autores americanos representaram 13% dos estudos e são direcionados para cadeias de valor globais, padrões e projetos de modelos de planejamento e coordenação vertical de cadeias de suprimentos. Estudos Africanos (aproximadamente 4%) têm enfoque nas questões organizacionais e nos desafios para o desenvolvimento de cadeias de abastecimento verdes e os benefícios da

agricultura orgânica em relação à convencional. Por fim, autores australianos, representando 2% do total, apresentam os riscos das mudanças climáticas e a adoção de práticas green.

O estudo de Taylor (2005), intitulado *Value chain analysis: an approach to supply chain improvement in agri-food chains*, tem como objetivo desenvolver uma metodologia inovadora para aplicar técnicas de melhorias do lean para uma cadeia de abastecimento completa de produto alimentar da fazenda ao consumidor. A metodologia seguiu as etapas de pesquisa-ação, baseada em estudo de caso aplicado em agricultores, um processador de alimentos e um grande varejista do Reino Unido. A construção dos mapas de fluxo de valor seguiu a metodologia proposta por Jones e Womack (2002). “O modelo de mapeamento do fluxo de valor apresentado por Jones e Womack (2002) naturalmente leva à classificação dos desperdícios relacionados aos fluxos de materiais e aqueles relacionados aos fluxos de informações” (TAYLOR, 2005). O autor enfatiza que a criação de cadeias de valor enxutas leva provavelmente a decisões estratégicas de nível de gestão mais sênior da organização e torna-se fundamental o envolvimento e entendimento dos princípios e objetivos para que as decisões sejam aplicadas.

O estudo de Barth e Melin (2018) intitulado *A Green Lean approach to global competition and climate change in the agricultural sector - A Swedish case study*, tem como objetivo propor uma estrutura de implementação enxuta para o setor agrícola incluindo elementos do green. A metodologia da pesquisa está baseada no projeto nacional da Suécia intitulado Lean Lantbruk (Agricultura Enxuta). “A Agricultura Enxuta promove a idéia de que a filosofia de produção Lean da Toyota pode ser transferida do setor manufatureiro para o setor agrícola” (BARTH e MELIN, 2018). O projeto foi aplicado em 18 meses, seguindo a estrutura apresentada na Figura 18. Após uma etapa de treinamentos iniciais, os participantes do projeto aplicam a ferramenta Lean MFV (Mapa do Fluxo de Valor), a fim de tornar evidentes os desperdícios. “Os participantes identificam seus fluxos de valor na fazenda usando o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para descobrir áreas de desperdícios, especialmente prejudiciais ao meio ambiente e áreas de desperdícios resultantes do uso de recursos de maneira ineficiente” (BARTH e MELIN, 2018). Após mapeado o fluxo de valor e identificados os desperdícios, um plano de ação é criado, definindo as ferramentas lean aplicáveis em um ciclo PDCA.

Figura 18. Estrutura do projeto Agricultura Enxuta.

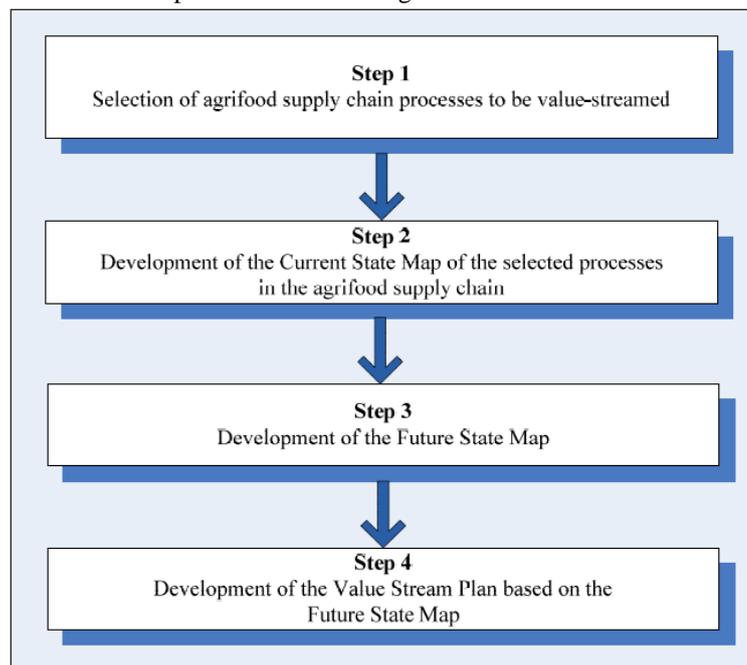


Fonte: Barth e Melin, 2018.

Dentre as ferramentas e técnicas Lean aplicadas, pode-se citar o diagrama de espaguete. “Um diagrama de espaguete foi usado para apresentar o fluxo, distância e tempos de espera para o transporte na fazenda, em um esforço para reduzir o tempo de transporte de animais, ração e outros materiais por veículos pesados, emissores de gases do efeito de estufa” (BARTH e MELIN, 2018). O trabalho padronizado também se apresenta como ferramenta que trouxe resultados positivos. Barth e Melin (2018) afirmam que em várias fazendas, a implementação de rotinas simplificadas de trabalho padronizado para criação de bezerros, ordenha, limpeza de baias e exames de saúde em animais tiveram um efeito positivo na saúde animal. Foram evidenciados problemas de segurança solucionados com o uso do 5S. “Por exemplo, os participantes notaram problemas de segurança específica. Eles perceberam que os funcionários que usavam retificadoras de disco devem usar um cordão ao trabalhar em níveis elevados” (Barth e Melin, 2018).

O estudo de Folinas et al (2013) intitulado *Exploring the greening of the food supply chain with lean thinking techniques* propôs uma abordagem sistemática para determinação dos desperdícios na cadeia agroindustrial. A Figura 19 apresenta a abordagem proposta pelos autores. São abordagens semelhantes às propostas pelos estudos de Barth e Melin (2018), Pila et al (2007) e Taylor (2005), todos partindo do Mapeamento de Fluxo de valor para identificação dos desperdícios, e então criar uma estratégia de eliminação de desperdícios através de ferramentas lean.

Figura 19. Uma abordagem para a implantação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para determinar os desperdícios na cadeia agroindustrial.



Fonte: Folinas et al, 2013.

Na leitura exploratória foi confirmada a lacuna de estudo para a temática do presente trabalho, uma vez que nenhum dos trabalhos apresentados se relacionava especificamente à cadeia de valor do algodão.

Por outro lado, a pesquisa bibliográfica realizada ofereceu a fundamentação teórico-conceitual para a escolha das ferramentas lean empregadas no presente estudo. Como evidenciado, o Mapa de Fluxo de Valor (MFV), referido como VSM na língua inglesa (“Value Stream Mapping”) é ferramenta indispensável para a identificação de desperdícios na cadeia e posterior desenvolvimento de uma estratégia enxuta para a organização.

A partir do desenvolvimento do Mapeamento de Fluxo de Valor no “estado atual”, são definidas as ferramentas do lean manufacturing que vão resultar em um aumento da eficiência global da organização, proporcionando a construção de um plano de ação que vai conduzir a estratégia enxuta. O Mapa de Fluxo de Valor “estado futuro” é uma visualização ideal do fluxo de valor após aplicadas as ferramentas enxutas, que permite deixar claro o objetivo e os ganhos em produtividades que podem ser alcançados.

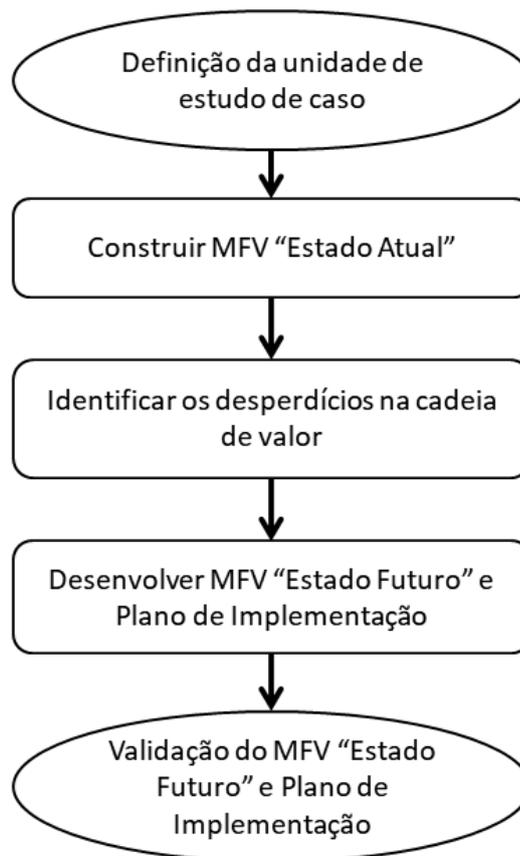
### 3 Metodologia

A metodologia de pesquisa foi construída de forma a atingir os objetivos propostos. O estudo segue aproximação conceitual de pesquisa exploratória, posto que se trata de uma tentativa de aplicação empírica do conceito *lean manufacturing* à atividade específica de cultivo e beneficiamento do algodão. “A pesquisa exploratória tem como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições, seu planejamento apresenta flexibilidade de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos aos fatos estudados” (GIL, 2002). Quanto ao enfoque, a pesquisa se caracteriza como qualitativa. Freitas e Jabour (2011) destacam que as pesquisas qualitativas centram-se na identificação das características de situações, eventos e organizações.

Embora com limitações quanto à generalização dos resultados, para a investigação empírica realizou-se estudo de caso em uma unidade produtora de algodão no estado de Mato Grosso. Freitas e Jabour (2011) definem estudo de caso como o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Yin (2003) apresenta a definição técnica do escopo de estudo de caso como investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto na vida real. O estudo de caso é realizado com determinado nível de aprofundamento, em um objeto específico, no presente caso, a unidade de produção, utilizando-se como principal instrumento o mapeamento de fluxo de valor, para identificar os desperdícios ao longo da cadeia de atividades e propor alternativas para sua redução, com vistas à melhoria de produtividade.

A ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor foi aplicada seguindo as abordagens propostas pelos estudos de Barth e Melin (2018), Pila et al (2007), Taylor (2005) e Folinas et al (2013), onde a referida ferramenta é indicada para ser aplicada inicialmente para identificação dos desperdícios, por intermédio da construção inicial do mapa no “estado atual”, seguida pelo desenvolvimento de uma estratégia de eliminação de desperdícios através de aplicação de ferramentas lean adequadas, criando-se, por fim, um mapa do “estado futuro”, mais enxuto, produtivo e eficiente. A Figura 20 apresenta o delineamento da pesquisa.

Figura 20. Delineamento da pesquisa.



Fonte: Autor.

### 3.1 Estudo de caso

O estudo de caso foi conduzido em uma unidade produtora de algodão do estado de Mato Grosso selecionada pelas seguintes razões: (a) por apresentar fluxo completo de produção agrícola de algodão e beneficiamento pós-colheita da fibra em unidade de beneficiamento de algodão (UBA); e (b) por oferecer disponibilidade para a realização do estudo.

A unidade do caso será identificada no estudo como “unidade Alfa”, e está localizada na cidade de Campo Verde a 183 km da capital do Estado de Mato Grosso, Cuiabá. A área de produção agrícola total de algodão é de 6.848 hectares. Após concluído o processo de produção agrícola, o beneficiamento é realizado na usina localizada na própria unidade, em destaque apresentada na Figura 21.

Figura 21. Usina de beneficiamento de algodão localizada na unidade produtora estudada.



Fonte: google.com.br/maps, 2021.

Taylor (2005) apresenta em seu trabalho uma sequência de sete etapas para análise de cadeias de valor agroindustriais. A Tabela 7 descreve essas etapas, as quais foram observadas neste trabalho. O presente estudo de caso percorreu a sequência das mencionadas etapas, utilizando-a como protocolo de pesquisa, que segundo Gil (2002) define a conduta a ser seguida.

O protocolo se constitui em um conjunto de códigos, menções e procedimentos suficientes para se replicar o estudo, ou aplicá-lo em outro caso que mantém características semelhantes ao estudo de caso original. O protocolo oferece condição prática para se testar a confiabilidade do estudo, isto é, obterem-se resultados assemelhados em aplicações sucessivas a um mesmo caso (MARTINS, 2008).

Tabela 7. Etapas para análise de cadeias agroalimentares proposta por Taylor (2005) seguida como protocolo no estudo de caso.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>
01	Entender o potencial de negócios da cadeia de valor em análise
02	Desenvolver o mapa geral da estrutura da cadeia de suprimentos e selecionar o fluxo de valor alvo
03	Mapeamento das instalações individuais ao longo da cadeia
04	Desenvolver o mapa de “estado atual” da cadeia de valor
05	Identificar problemas e oportunidades de toda a cadeia
06	Desenvolver o “estado futuro” da cadeia
07	Criar uma estratégia organizacional para as melhorias na cadeia de valor

Fonte: Adaptado de Taylor, 2005.

As etapas 01 (Entender o potencial de negócios da cadeia de valor em análise), 02 (Desenvolver o mapa geral da estrutura da cadeia de suprimentos e selecionar o fluxo de valor alvo) e 03 (Mapeamento das instalações individuais ao longo da cadeia) foram apresentadas na sessão 2.1 do presente trabalho, quando se abordou a cadeia de produção do algodão em Mato Grosso.

O estudo de caso percorreu, efetivamente, as etapas 04 a 07, aplicando o mapeamento de fluxo de valor, passando pela análise dos desperdícios, desenvolvimento do “estado futuro” da cadeia e criação de uma estratégia organizacional para implementação das melhorias. O desenvolvimento do mapeamento de fluxo de valor, passando pela análise dos desperdícios, desenvolvimento do “estado futuro” da cadeia e criação de uma estratégia organizacional para implementação das melhorias foram realizados a partir da metodologia de Rother e Shook (2003).

O mapeamento de fluxo de valor está focado em fluxo de materiais e informações, partindo do ponto mais a jusante definido e indo a montante seguindo as etapas de transformação pelas quais o produto passa. Como apresentado, o presente trabalho está focado no mapeamento dentro da unidade produtora, ou seja de porta-a-porta ou porteira-a-porteira, desde semear o algodoeiro até o lote de algodão pronto para comercialização.

Rother e Shook (2003) apresentam que o mapeamento de fluxo de valor deve iniciar pela expedição final e em seguida avançar nos processos anteriores, ao invés de começar pela área de recebimento de materiais e andar pelos fluxos posteriores.

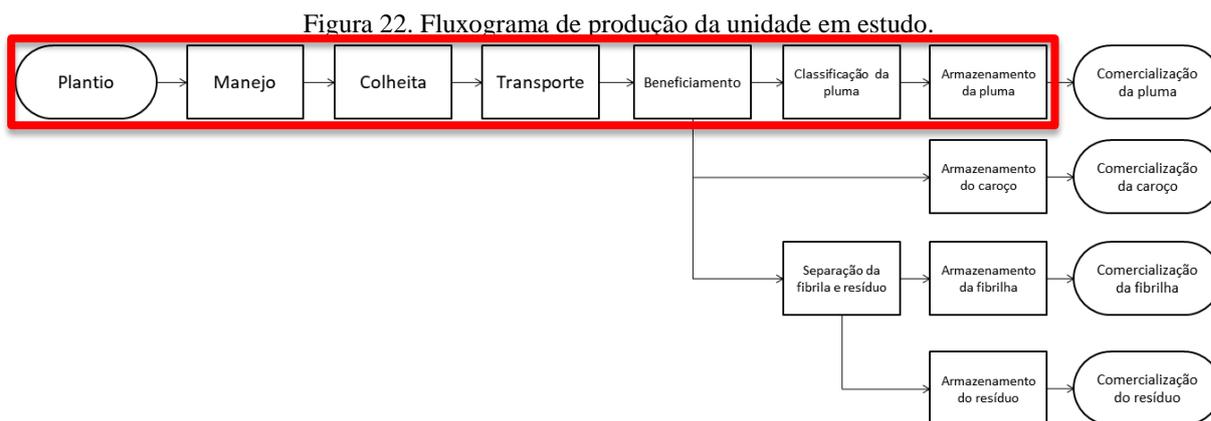
Na medida em que você percorre o fluxo de material do produto, você encontrará lugares onde o estoque se acumula. Esses pontos são importantes para serem desenhados no mapa da situação atual porque eles mostram onde o fluxo está parando (ROTHER e SHOOK, 2003).

A coleta dos dados para o Mapeamento de Fluxo de Valor “estado atual” na unidade em estudo foi conduzido com o auxílio de entrevista com gestores e operadores nos processos do fluxo de valor como preconiza a literatura da aplicação da ferramenta. Tempos nos processos foram coletados através de cronômetro em um dia de produção. O MFV estado atual foi construído tendo como referências para os tempos de ciclos o processamento de material para formação de um lote de comercialização, que é a unidade comercial padrão para os clientes do algodão em pluma.

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Mapeamento de Fluxo de Valor “Estado Atual”

A unidade pesquisada realiza a produção e comercialização de algodão conforme fluxograma apresentado na Figura 22. O mapeamento de fluxo de valor “estado atual” teve como objetivo investigar os processos de produção partindo de jusante para montante, identificando os estoques e desperdícios de recursos do fluxo principal de produção identificado na Figura 22. A seguir serão apresentados os dados coletados.



Fonte: Autor.

O mapeamento foi iniciado pelo Armazenamento da Pluma (última atividade do correspondente fluxo), onde os fardos de algodão são depositados em lotes de expedição, sendo cada lote formado por 118 a 120 fardos. A massa aproximada de cada fardo é de 202 kg, a definição da quantidade de fardos no lote é limitada para não ultrapassar 24.300 kg, a carga máxima de um contêiner de exportação.

Os lotes são organizados em área de armazenamento para envio aos clientes conforme comercialização. O processo de armazenamento final é denominado ‘emblocamento’. A Figura 23 apresenta a área de ‘emblocamento’ da unidade estudada com capacidade para até 850 lotes. No mapeamento aplicado estavam sendo armazenados os lotes de produção 199, 200 e 201. O tempo de ciclo do processo de ‘emblocamento’ de um lote foi medido em 55 minutos. Cada lote é formado por uma mesma qualidade de algodão classificada, pois qualidades diferentes não devem se misturar. Foi relatado que acontecem com frequência misturas de qualidade por falha no processo de ‘emblocamento’.

Figura 23. Área de emblocamento de lotes de algodão em pluma.



Fonte: google.com.br/maps, 2021.

Seguindo o mapeamento do fluxo de valor, se avançou, retroativamente, para os processos de Classificação da Pluma em que todos os fardos de algodão beneficiados são embalados, identificados e classificados para formação dos lotes.

Dois colaboradores classificam, de forma visual, as amostras retiradas dos fardos ao final do processo de embalagem. Duas amostras com 75g são retiradas por fardo, sendo em uma amostra realizada classificação visual e a outra enviada para classificação em equipamento eletrônico fora da unidade produtora.

A classificação visual, realizada por um colaborador capacitado, determina a qualidade do algodão beneficiado pelo aspecto de cor e presença de resíduos que passaram pelo beneficiamento. As amostras são agrupadas de acordo com a classificação visual de qualidade para formação de lotes. Enquanto um lote de mesma qualidade não é formado os fardos permanecem em espera, sendo classificados 150 fardos por hora.

A Figura 24 apresenta a nota de envio da informação de classificação para identificação dos fardos em espera. Para um lote de 120 fardos foi medido o tempo de ciclo de 20 minutos para identificação.

Figura 24. Nota de envio da classificação dos fardos de algodão para identificação.

Numero do Fardoco	Class
355301	000201 31-3
355302	000201 31-3
355303	000201 31-3
355304	000201 31-3
355305	000201 31-3
355306	000201 31-3
355307	000199 31-2
355308	000199 31-2
355309	000201 31-3
355310	000201 31-3
355311	000199 31-2
355312	000201 31-3
355313	000199 31-2
355314	000199 31-2
355315	000199 31-2
355316	000199 31-2
355317	000199 31-2
355318	000199 31-2
355319	000199 31-2
355320	000201 31-3
355321	000199 31-2
355322	000201 31-3
355323	000201 31-3
355324	000201 31-3
355325	000201 31-3
355326	000199 31-2
355327	000199 31-2
355328	000199 31-2
355329	000201 31-3
355330	000201 31-3
355331	000201 31-3
355332	000201 31-3
355333	000201 31-3
355334	000201 31-3
355335	000199 31-2
355336	000199 31-2
355337	000199 31-2
355338	000201 31-3
355339	000199 31-2
355340	000201 31-3
355341	000199 31-2
355342	000199 31-2
355343	000201 31-3

Handwritten notes in blue ink on the right side of the document:

- B. 201 = 120
- B. 203 = 120
- B. 202 = JJ9

Fonte: Autor.

A embalagem dos fardos é realizada em uma única máquina que recebe os fardos das duas prensas existentes na unidade investigada, sendo cada prensa alimentada por uma linha de máquinas de beneficiamento de algodão. O tempo para a embalagem de um fardo de algodão foi medido 60 segundos e em cada prensa para formação de um fardo, em 120 segundos, obtendo então igual tempo de ciclo para os dois processos, 120 minutos. As prensas são alimentadas por algodão em pluma beneficiado em fluxo contínuo no seu condensador, equipamento que fornece uma manta uniforme e contínua, preparando a pluma para a prensagem.

A etapa de beneficiamento opera em fluxo contínuo recebendo o algodão em caroço, que inicialmente passa pelo equipamento denominado dosador a fim de separar o fluxo de maneira equilibrada para as duas linhas que iniciam a primeira etapa do beneficiamento que é realizado nos equipamentos denominados batedores, onde são extraídos os resíduos maiores e posteriormente alimentados os equipamentos HLST (iniciais em inglês para casca, galhos, folhas e impurezas) que extraem os resíduos menores.

O resíduo retirado apresenta fibras de algodão de baixa qualidade denominada fibrilha. A Figura 25 apresenta o material que sai dos batedores e HLST com a fibrilha. O beneficiamento, por acontecer em fluxo contínuo entre as máquinas que compõem o processo é representado por uma única caixa de processo no Mapa de Fluxo de Valor.

Figura 25. Material retirado nos Batedores e HLST no processo de beneficiamento de algodão da unidade investigada. O material apresenta a fibrilha, uma fibra de algodão de baixa qualidade.



Fonte: Autor, 2021.

Após separação da fibrilha em equipamento específico, o resíduo denominado casquinha é compactado e armazenado para ser comercializado para alimentação animal. A Figura 26 apresenta o resíduo compactado. Os processos de separação da fibrilha e compactação do resíduo não serão representados no mapa de fluxo de valor por não serem parte do fluxo principal em estudo.

Figura 26. Resíduo do algodão compactado (casquinha) para ser comercializado para alimentação animal.



Fonte: Autor, 2021.

Após os batedores e HLST, a pluma de algodão sem resíduos, e ainda com o caroço, segue em fluxo contínuo para os descaroadores, equipamentos que fazem a separação final da pluma e do caroço. Na unidade estudada, 53% a 54% da massa inicial de algodão que entra

no processo é retirada em caroço e 40% a 41% em pluma de algodão, o restante são resíduos, portanto, o rendimento médio em massa é de 40,5 %.

O caroço do algodão segue para armazenamento sendo comercializado para retirada de seu óleo, que é utilizado, por exemplo, na produção de óleos comestíveis e na fabricação de biodiesel. A fibra de algodão livre de resíduos e caroço segue para os condensadores, equipamentos que alimentam as prensas de fardos. Convém evidenciar que um pouco de resíduo permanece na fibra mesmo após o beneficiamento, interferindo na qualidade.

A montante das linhas de beneficiamento estão as descompactadoras. A unidade investigada possui duas descompactadoras: enquanto uma está descompactando os rolos de algodão em caroço, sendo cada rolo com massa aproximada de 2.200 kg, a outra está sendo carregada com rolos, garantindo assim a alimentação contínua do processo de beneficiamento.

O tempo para descompactar um rolo de algodão foi medido em 5 minutos. Para formação de um lote com 120 fardos de algodão de 202 kg, considerando o rendimento médio em massa de algodão de 40,5%, são necessários 27,2 rolos. Isto determina um tempo de ciclo de 136 minutos na descompactadora. Esse número médio de rolos (27,2) será utilizado na determinação dos demais tempos dos processos.

Seguindo as etapas a montante da descompactadora está a descarga no pátio da usina, formando um estoque intermediário antes da descompactadora. A estação de beneficiamento mantém um estoque no pátio da usina de 350 rolos, gerando uma quantidade suficiente para 29 horas de operação. O tempo de descarga medido é de 27 minutos por carga. Os rolos de algodão em caroço na lavoura são transportados em cargas de 14 rolos, pesados juntos na chegada na estação de beneficiamento e feita uma média da massa de cada rolo. Portanto, não há precisão na medição da massa de cada rolo. O tempo de pesagem medido é de 15 minutos por carga. O tempo de ciclo medido para a etapa de formação da carga de 14 rolos na lavoura foi de 30 minutos.

Antes da formação da carga na lavoura os rolos são agrupados nas bordaduras dos talhões, região periférica próxima às estradas, formando novamente um estoque intermediário. A Figura 27 apresenta os rolos de algodão agrupados na bordadura de um talhão da unidade estudada.

Figura 27. Rolos de algodão agrupados na bordadura de talhão.



Fonte: Autor, 2021.

A unidade produziu na safra 20/21 13.560 rolos de algodão. O processo de beneficiamento é iniciado simultaneamente ao processo de colheita e opera em dois turnos totalizando 21 horas/dia, com capacidade de processamento de 252 rolos/dia, o estoque de rolos em campo é calculado em 53 dias.

A colheita mecanizada foi realizada após o algodoeiro concluir seu ciclo de desenvolvimento. Na unidade, o período de colheita total foi de 30 dias. Em um talhão da unidade tomado como referência, com área de produção de 117 ha, foram obtidos 232 rolos de algodão, gerando uma produtividade de 290 @/ha (arroba por hectare). O talhão teve o processo de colheita realizado em 8 horas.

Entre a colheita e o manejo há um estoque intermediário devido ao material em espera para ser processado, sendo a pluma de algodão formada no algodoeiro. A produtividade média de colheita da unidade sob investigação é de 234 ha/dia, operando em dois turnos de 8 horas/dia, portanto, o estoque calculado é de 29,26 dias. O processo a montante da colheita é o manejo do algodoeiro, sendo o ciclo biológico da planta de 180 dias, passando pelas fases vegetativa, reprodutiva e maturação. Na unidade investigada três variedades de algodão foram cultivadas com ciclo biológico de 180 dias. Cuidado adicional é tomado, a fim de que as variedades não sejam misturadas na colheita, transporte e beneficiamento uma vez que influenciam na qualidade final da pluma e formação dos lotes.

Por fim, o processo final do mapeamento de fluxo de valor é o plantio, seguindo a ordem inversa de mapeamento em relação ao fluxo de material. Na unidade em estudo o plantio é realizado em espaçamento de 90 cm entre linhas, com produtividade média de 20 ha/hora. Com a produtividade de 290 @/ha obtida no talhão de referência para obter 27,2 rolos de 2.200 kg são necessários 13,75 ha, sendo o tempo de ciclo do plantio de 41 minutos.

A Figura 28 apresenta o mapa de fluxo de valor de estado atual construído a partir das medições realizadas. No mapeamento é possível evidenciar os desperdícios com estoques. Seis estoques são observados, sendo um inicial de insumos para o processo e um final de pluma sem caroço pronta para comercialização. Os demais são estoques em processo ou intermediários, sendo o primeiro entre as etapas de manejo e colheita, o segundo entre a colheita e a carga, o terceiro entre a descarga e a descompactadora e o quarto entre embalagem e identificação. O Lead Time, ou tempo de atravessamento, medido é de 278,27 dias e o takt time de 160 minutos calculado com a equação:

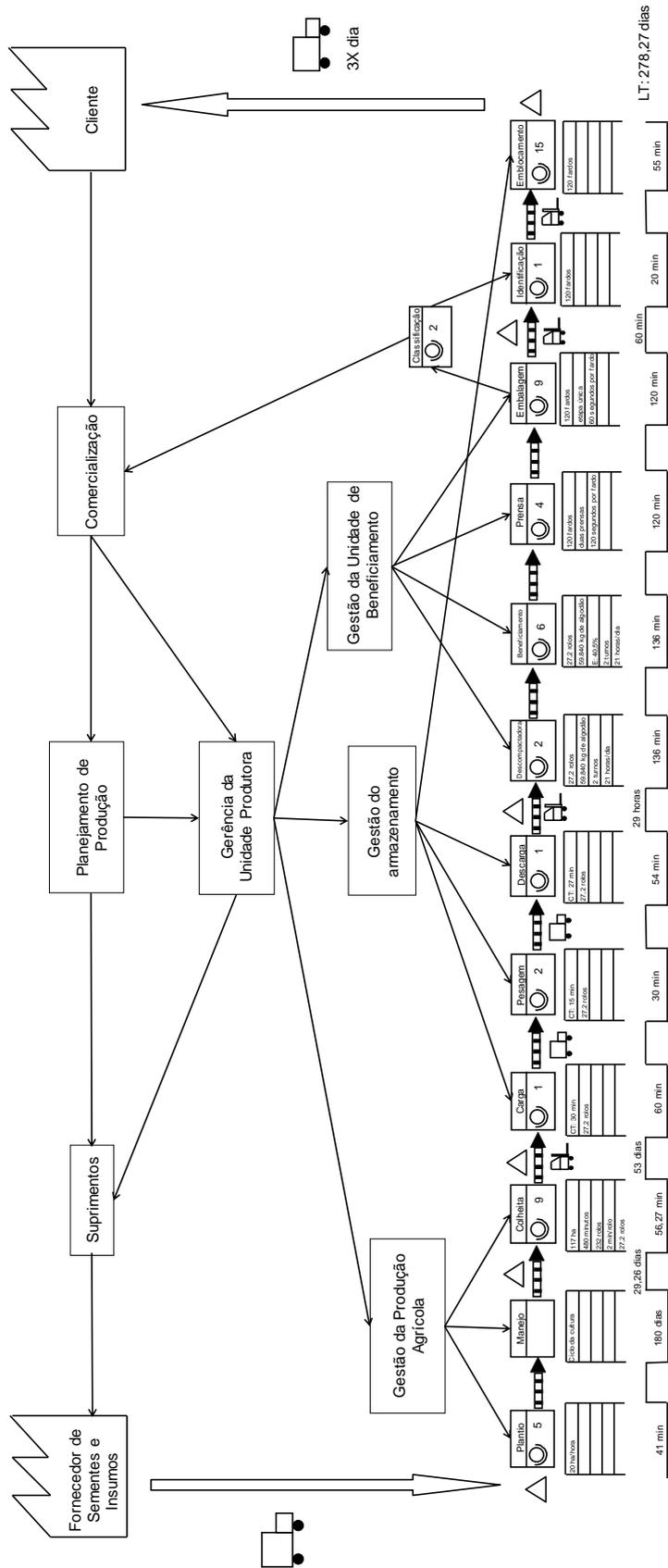
$$Takt\ time = \frac{\text{tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{demanda do cliente por turno}}$$

Onde:

Tempo de trabalho disponível por turno = 480 minutos

Demanda do cliente por turno = 3

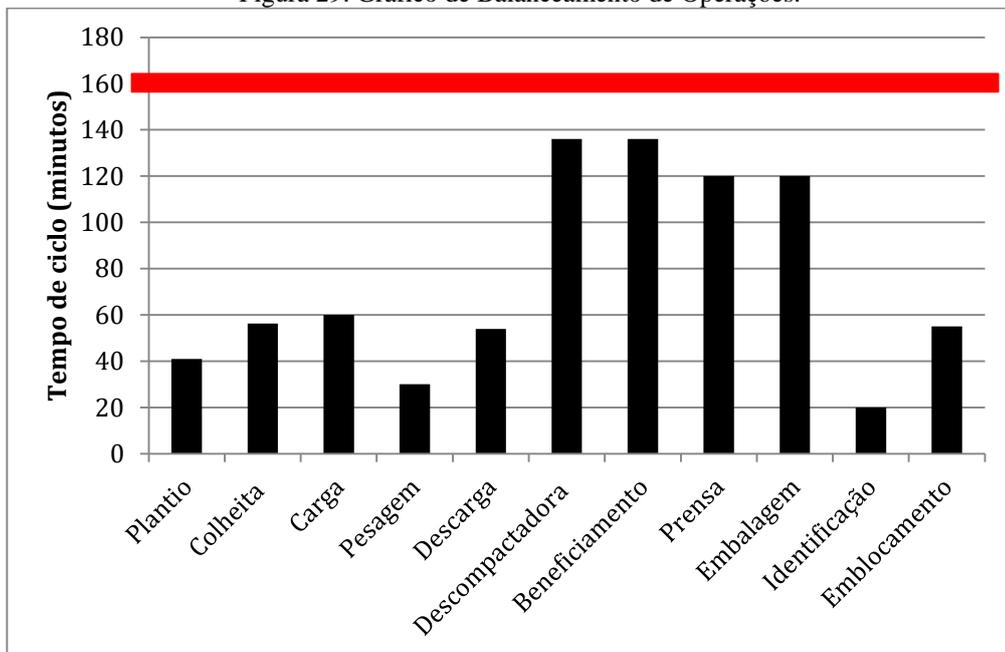
Figura 28. Mapeamento de Fluxo de Valor "Estado Atual".



Fonte: Autor

O gráfico de balanceamento de operações dos processos está apresentado na Figura 29, no qual está evidenciado o tempo takt de 160 minutos e foi suprimido o processo de manejo por representar o ciclo biológico da planta. Todos os tempos de ciclo do fluxo em investigação estão abaixo do tempo takt, porém é evidente o desbalanceamento que leva ao surgimento dos estoques intermediários entre processos.

Figura 29. Gráfico de Balanceamento de Operações.



Fonte: Autor, 2021.

No mapeamento de fluxo de valor estado presente também foi evidenciada a característica de fluxo de produção empurrada, onde o material em processamento é ‘enviado’ (empurrado) para a etapa seguinte sem uma sinalização de demanda e capacidade de processamento disponível, contribuindo para o surgimento de estoques entre processos.

#### 4.2 Mapeamento de Fluxo de Valor “Estado Futuro” e Plano de Implementação

Para construção do estado futuro do fluxo de valor da unidade Alfa foram analisados quais processos agregam valor do ponto de vista do cliente (Tabela 8). São considerados processos que agregam valor aqueles para os quais o cliente de fato paga para que sejam realizados e não seriam possíveis de serem suprimidos sem afetar a percepção de qualidade pelo cliente.

Tabela 8. Análise dos processos que agregam valor do ponto de vista do cliente.

<b>Processo</b>	<b>Análise de agregação de valor</b>
Plantio	Agrega Valor
Manejo	Agrega Valor
Colheita	Agrega Valor
Carga	Não Agregação Valor
Pesagem	Não Agregação Valor
Descarga	Não Agregação Valor
Descompactadora	Agrega Valor
Beneficiamento	Agrega Valor
Prensa	Agrega Valor
Embalagem	Agrega Valor
Identificação	Não Agregação Valor
Emblocamento	Não Agregação Valor

Fonte: Autor.

A variável alvo selecionada para os esforços enxutos neste estudo é o lead time, o qual reflete diretamente a eficiência do fluxo e impacta diretamente o fluxo de caixa do negócio. Lead times longos envolvem a necessidade de maior capital para operacionalizar o negócio até que o produto esteja pronto para comercialização. Os estoques em processo impactam diretamente no lead time e são desperdícios do fluxo de valor. Assis et al (2017) definem estoque em processo como todos os materiais que estão sendo usados no processo de fabricação. Eles são, em geral, produtos parcialmente acabados, que estão em algum estágio intermediário do processo de produção. Como apontado no Mapa de Fluxo de Valor Estado Presente, Figura 28, 82,3 dias do fluxo de valor são desperdícios em estoques intermediários.

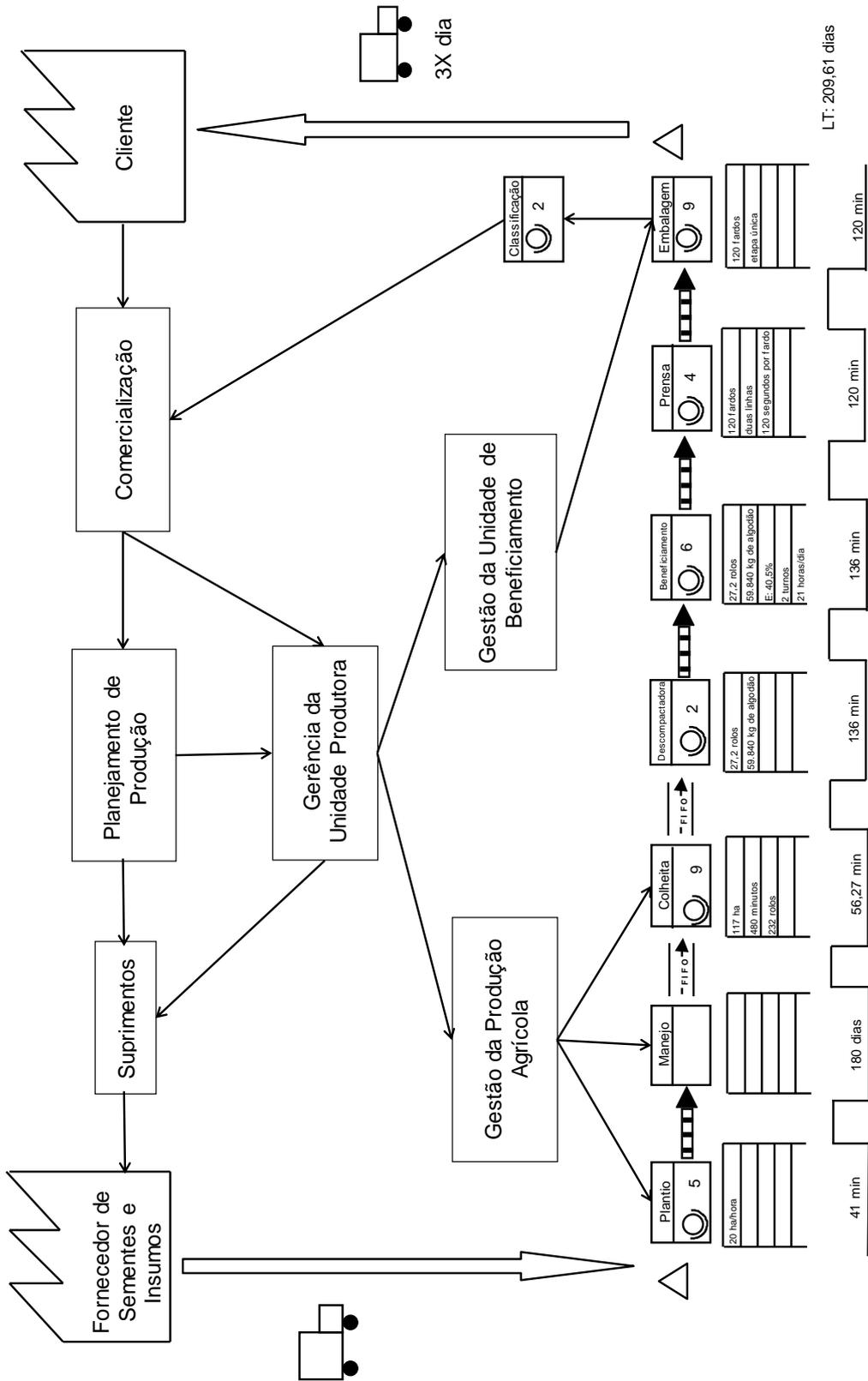
Baseado no MFV 'estado presente' se desenvolveu um Plano de Implementação para atingir o 'estado futuro' com menos desperdícios (ver Tabela 9). Rother e Shock (2003) afirmam que os mapas de fluxo de valor formam a base para construção do plano de implementação. O plano de implementação foi construído utilizando a ferramenta 5W2H, suprimindo os itens 'Quando', 'Quem?' e 'Quanto?'. Em adição à implementação de ferramentas Lean, kaizens (melhorias permanentes) necessários aos processos estão também descritos no plano de implementação mostrado na tabela 9.

Tabela 9. Plano de Implementação da estratégia enxuta.

O que?	Onde?	Por que?	Como?
FIFO (First In First Out)	Entre os processos de Manejo e Colheita.	Eliminar os desperdícios com estoques intermediários.	Implementar processo FIFO onde os talhões ao atingir o final do processo de manejo avancem em sequência para o processo de colheita. Pode ser necessário aumentar o tempo de ciclo do plantio, porém, tomando os cuidados para não sacrificar as 'janelas' ideais em função de fatores climáticos.
FIFO (First In First Out)	Entre os processos de Colheita e Descompactadora.	Eliminar os desperdícios com transportes e estoques intermediários.	Implementar processo logístico onde os rolos de algodão são coletados na lavoura e levados diretamente à descompactadora da usina de beneficiamento, sem formação de estoques intermediários no campo e na chegada à usina de beneficiamento.
Kaizen na Pesagem dos rolos	Processo de colheita.	Eliminar etapa de pesagem da carga de rolos.	Implementar tecnologia de pesagem dos rolos de algodão na colheita uma vez que a pesagem é realizada da carga e não tem precisão. A máquina de colheita pode ter a tecnologia de pesagem implementada.
Eliminar processo de identificação manual e implementar sistema de classificação informatizado na embalagem	Fluxo de valor.	Reduzir atividades que não agregam valor.	Implementar processo em que os fardos de algodão sejam classificados de forma eletrônica pelo número de embalagem individual.
Layout de armazenagem	Armazenamento final.	Eliminar atividade que não agrega valor.	Eliminar necessidade de armazenamento por emblocamento. Introduzir processo em que o algodão seja armazenado e sua classificação seja enviada em sistema onde na comercialização seja formado o lote de venda.

Fonte: Autor, a partir da Ferramenta 5W2H.

Figura 30. Mapeamento de Fluxo de Valor "Estado Futuro"



Fonte: Autor.

#### 4.3 Análise do retorno financeiro obtido com a implementação da estratégia enxuta sugerida

A redução do lead time gera impacto positivo direto no fluxo de caixa do negócio, sendo o negócio agrícola altamente dependente de capital por ter ciclo de produção longo devido ao desenvolvimento biológico da planta que não pode ser acelerado. O capital necessário é comumente fornecido por bancos ou investidores que cobram juros, portanto, reduzir o lead time gera impacto financeiro positivo no negócio agrícola.

Com a redução do lead time de 278,27 para 209,61 dias, os lotes de algodão estarão disponíveis para comercialização no sétimo mês após o início do plantio e não mais no nono mês como na condição inicial.

Tomando as seguintes informações da unidade estudada:

- Área de produção total de 6848 hectares;
- Produtividade do talhão de referência de 290@/ha;
- Eficiência do processo de beneficiamento na usina de 40% (relação entre a massa total de algodão em caroço beneficiada transformada em algodão em pluma);

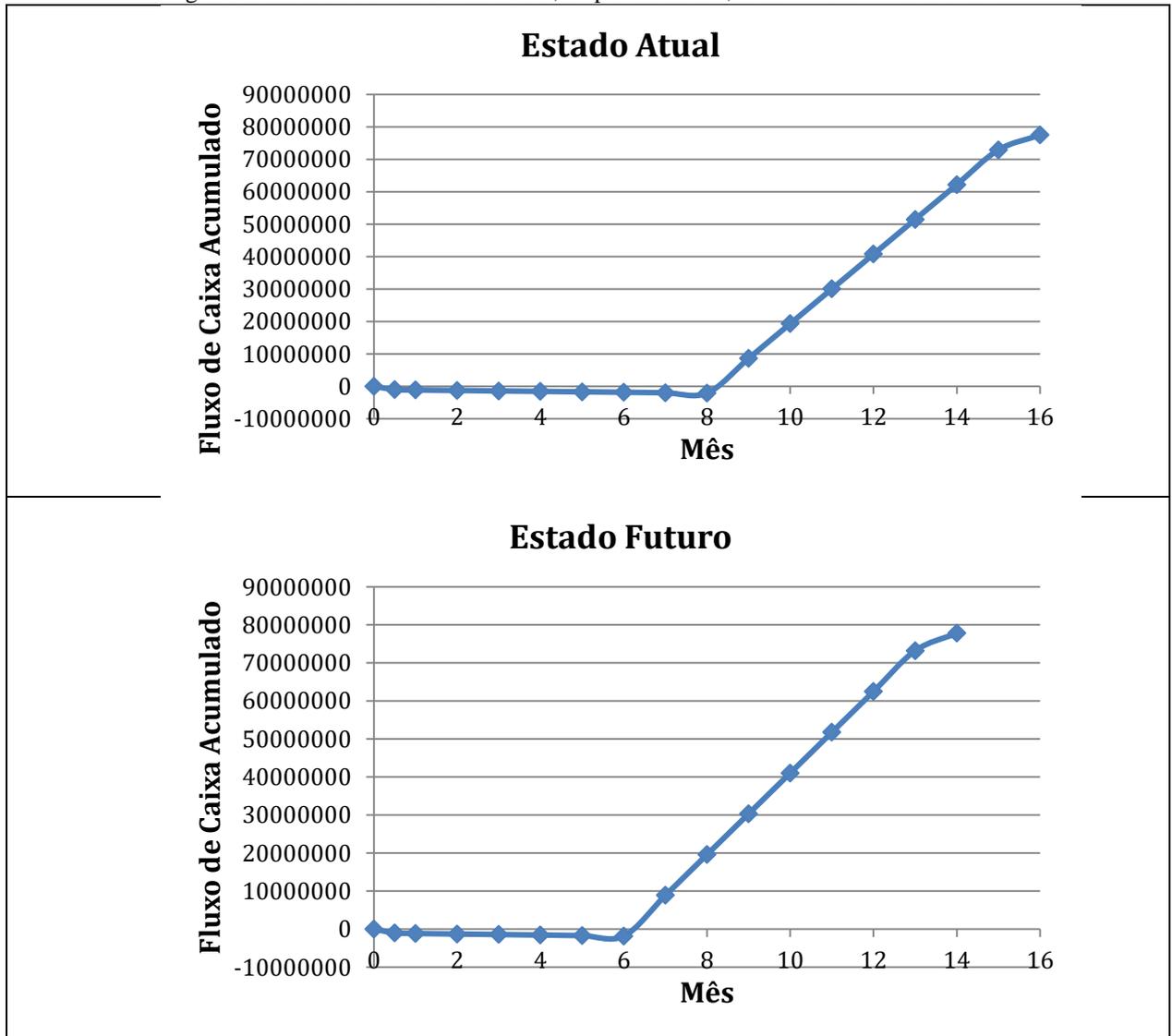
É obtida produção total em uma safra de 794.368@ de algodão em pluma, ou seja, 491 lotes. Os lotes são comercializados de acordo com o tempo takt apresentado na Figura 29, de 160 minutos. Sendo assim, em um dia, são comercializados 3 lotes e em um mês (considerando 22 dias úteis) 66 lotes. Portanto, a produção da unidade estudada é comercializada em 8 meses.

O valor de comercialização do algodão em pluma foi estimado em R\$200,00/@, valor médio de comercialização do algodão na safra 2021. Assim, o valor do lote com 120 fardos totalizando 1.616@ de algodão em pluma é de R\$ 323.200,00.

A análise dos fluxos de caixa se deu através das planilhas apresentadas nos Apêndices A e B considerando-se, respectivamente, a situação atual do fluxo de valor e sua situação futura. Não foram considerados, no fluxo de caixa, investimentos na aquisição da área de produção agrícola, nem nas instalações da unidade de beneficiamento; somente os aportes para as aquisições dos insumos para a produção agrícola e os custos do beneficiamento, como energia elétrica, mão de obra e combustível.

Sendo assim, os fluxos de caixa acumulados do negócio, nos estados atual e futuro têm os comportamentos apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Figura 31. Fluxos de caixa acumulados, respectivamente, nos estados atual e futuro.



Fonte: Autor.

Como forma de mensurar o retorno financeiro em ambas as situações analisadas (estados atual e futuro) foi calculado o Valor Presente Líquido (VPL) do investimento na safra considerando os fluxos de caixa e taxa de juro mensal de 0,6%. A fórmula a seguir foi aplicada para cálculo do VPL e na

Tabela 10 estão apresentados os VPL obtidos

$$VPL = -C_0 + \sum_{1}^n \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Tabela 10. VPLs calculados para os fluxos de caixa

	<b>Estado Atual</b>	<b>Estado Futuro</b>
<b>VPL</b>	R\$ 71.975.983,88	R\$ 73.130.297,45
<b>Diferença</b>	R\$ 1.154.313,57	

Fonte: Autor, 2021.

Em síntese, as melhorias propostas com a implementação de uma estratégia enxuta na Unidade de produção de algodão estudada puderam ser expressas na comercialização do produto no sétimo mês após o início do plantio e não mais no nono mês, conforme a condição inicial. Essa antecipação de comercialização possibilita entradas de caixa mais cedo, com vantagem financeira refletida no valor presente líquido da safra. Observe-se que esses benefícios decorrentes da aplicação de ferramentas do lean manufacturing foram obtidos sem expansão da área de plantio e sem necessidade de novos investimentos de capital em máquinas e equipamentos.

## 5 Conclusões

O estudo analisou as oportunidades de aplicação de ferramentas do *lean manufacturing* em unidade agroindustrial produtora de algodão no estado de Mato Grosso. A necessidade constante de aumento da eficiência nos negócios obriga as organizações a buscarem estratégias de gestão inovadoras e que gerem resultados. No caso da agroindústria produtora de algodão que necessita buscar reduções de custo a fim de escalar o negócio de uma forma sustentável o *lean manufacturing*, já consolidado em outros segmentos de negócios como o industrial, se apresenta como possível estratégia.

O agronegócio é importante segmento econômico para o Brasil e se mantém em crescimento. Frente ao incremento de consumo de produtos de origem primária decorrente do aumento da população mundial há a necessidade de uma melhor estruturação com relação aos modelos de gestão aplicados. A revisão de literatura evidenciou estudos onde se constatou o potencial do *lean manufacturing* no segmento agroindustrial.

A unidade agroindustrial produtora de algodão estudada apresentou oportunidades reais de avanço com métodos e técnicas enxutas. O lead time pode ser reduzido de 278,27 dias para 209,61 dias, aumentando a eficiência do fluxo. Também o desenvolvimento da orientação por processos, onde o *lean* possui uma extensa opção de ferramentas possíveis de serem aplicadas, não esquecendo do desenvolvimento humano necessário ao progresso enxuto organizacional, consolidando assim os resultados a longo prazo.

Embora o estudo aqui exposto se limite a um caso particular, o mapeamento de fluxo de valor se mostrou uma ferramenta do *lean manufacturing* adequada para aplicação em sistemas agroindustriais de produção de algodão. A presente aplicação possibilitou a análise do fluxo de materiais e informações, obtendo-se seus tempos de ciclo e lead times. Uma análise mais elaborada necessita ser realizada, a fim de determinar os tempos de agregação de valor nos processos que compõem o fluxo de valor, principalmente nas etapas de manejo em campo, onde uma série de processos acontecem, como por exemplo o controle de pragas. Assim fazendo, novas oportunidades de melhorias surgirão, configurando-se possibilidades para trabalhos futuros.

## Referências

ASSIS, C. F.; SILVA, E.; SABINO, S. S.; GARO, W. R. *O impacto da automação na redução do estoque em processo (WIP)*. Revista Espacios, vol. 38, 2017.

AGUNG, D.; HASBULLAH, H. *REDUCING THE PRODUCT CHANGEOVER TIME USING SMED & 5S METHODS IN THE INJECTION MOLDING INDUSTRY*. SINERGI Vol. 23, No. 3, October 2019.

AYOUGH, A.; FARHADI, F.; *How to Make Lean Cellular Manufacturing Work? Integrating Human Factors in the Design and Improvement Process*. IEEE ENGINEERING MANAGEMENT REVIEW, VOL. 47, NO. 1, FIRST QUARTER, MARCH 2019.

ABRAPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. *Algodão no Brasil*. Disponível em: [www.abrapa.com.br/Paginas/Dados/Algod%C3%A3o%20no%20Brasil.aspx](http://www.abrapa.com.br/Paginas/Dados/Algod%C3%A3o%20no%20Brasil.aspx). Acesso em 23 de maio de 2020.

BARROS, F.; PASSOS, C. *Implementação do SMED em ambiente Lean*. Gestão e Desenvolvimento, n. 29, p. 31-59, 2021.

BARTH, H.; MELIN, M. *A green lean approach to global competition and climate change in the agricultural sector – A Swedish case study*. Journal of cleaner production, p. 183 - 192, 2018.

BERGER, P. G.; LIMA, T. C.; OLIVEIRA, R. *Algodão no cerrado: Logística e Operações Práticas: do manejo integrado de pragas a comercialização da fibra*. Viçosa, MG:UFV,2019.

CABRAL, C. *Primeiras lições aprendidas com o programa Brasil mais Produtivo*. SENAI CIMATEC. Salvador, 2020.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. *Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. 2ª edição. São Paulo, 2007.

DANESHJO, N.; RUDY, V.; MALEGA, P.; KRACOVÁ, P. *Application of Spaghetti Diagram in Layout Evaluation Process: A Case Study*. TEM Journal. Volume 10, Issue 2, Pages 573-582, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM102-12, 2021.

DURVAL JUNIOR, P.; *MAPEAMENTO DA CADEIA DE VALOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE CUSTO NO PROCESSO DE MONTAGEM DE VEÍCULOS DE PASSEIO*. SENAI CIMATEC. Salvador, 2010.

FELD, W. M. *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. Florida: CRC Press. 2001.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. *Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões*. ESTUDO & DEBATE, Lajeado, v. 18, n. 2, p. 07-22, 2011.

FOLINAS, D.; AIDONIS, D.; TRIANTAFILLOU, D.; MALINDRETOS, G. *Exploring the greening of the food supply chain with lean thinking techniques*. 6th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment. Grécia, 2013.

GALBIERI, R.; SILVA, J. F. V.; ASMUS, G. L. A.; VAZ, C. M. P.; LAMAS, F. M.; CRESTANA, S.; TORRES, E. D.; FARIAS, A.; FALEIRO, V. O.; CHITARRA, L. G.; RODRIGUES, S. M.M.; STAUT, L. A.; MATOS, E. S.; SPERA, S. T.; DRUCK, S.; MAGALHÃES, C. A. S.; OLIVEIRA, A. A. E.; TACHINARDI, R.; FANAN, S.; RIBEIRO, N. R.; SANTOS, T. F. S. *Áreas de produção de algodão em Mato Grosso: nematoides, murcha de fusarium, sistemas de cultivo, fertilidade e física de solo*. IMA-MT, 2014.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HANKE, E. G.; SILVA, N. L. S.; SILVA, P. C. S. *Uso de ferramentas da administração na cotonicultura da fazenda Água Limpa no município de Nova Ubiratã – MT*. Cultivando o saber, v.3, n.3, p.11-22, 2010.

JÚNIOR, R. C. M.; *AVALIAÇÃO DE IMPLEMENTAÇÃO LEAN MANUFACTURING: ESTUDO DE CASO NO SETOR DE MANUTENÇÃO DE UMA SIDERÚRGICA DE GRANDE PORTE*. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 981-1000, 2019

LIKER, J. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*, New York: McGraw Hill Professional, 2003

LIMA, R. C.; PENNA, N. A. *A logística de transportes do agronegócio em Mato Grosso (Brasil)*, *Confins [Online]*, 2016. URL : <http://confins.revues.org/10707> ; DOI : 10.4000/confins.10707

MARTINS, G. A. *Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil*. Revista de Contabilidade e Organizações, v. 2, n. 2, p. 9-18, jan./abr., 2008.

MACHADO, R. H. C.; HELLENO, A. L.; LIMA, C. R. C. *Análise da eficiência operacional de uma linha de produção da indústria de laticínios por meio do indicador de Eficiência Global de Equipamentos (Overall Equipment Effectiveness)*. Exacta, vol. 14, núm. 4, 2016, pp. 635-644. Universidade Nove de Julho. São Paulo, Brasil

MOTA JUNIOR, R. C. *Avaliação de implementação lean manufacturing: estudo de caso no setor de manutenção de uma siderúrgica de grande porte*. Revista Produção Online, v.19, n.3, p. 981-1000, 2019.

MOURA, C. R.; NUNES, C. C. *Padronização de Processo na Linha de Montagem de Uma Empresa Multinacional: Um Estudo de Caso*. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 14, n. 2, p. 282 - 300, 2019.

MOR, R. S.; SINGH, S.; BHARDWAJ, A.; SINGH, L. P. Technological Implications of Supply Chain Practices in AgriFood Sector - A Review. *International Journal of Supply and Operations Management*, Volume 2, 2015.

NARUSAWA, T.; SHOOK, J. *Kaizen express: fundamentos para a sua jornada lean*. Tradução: BTS Traduções. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009. Título original: *Kaizen express: fundamentals for your lean journey*. ISBN 978-85-88874-05-3.

NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. *A cadeia do algodão brasileiro*. Abrapa, 2017.

NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. *A cadeia do algodão brasileiro: desafios e estratégias*. Abrapa, 2012.

OHNO, T. *O sistema Toyota de produção além da produção*. Bookman, 1997.

PILA, J. F.; MONROY, C. R.; ANTELO, R.; TORRUBIANO, J.; ROLDÁN, L. *Design food supply chains: An application of lean manufacturing and lean supply chain paradigms to the Spanish egg industry*. 1<sup>st</sup> International European Forum on Innovation and System Dynamics in Food Networks. Austria, 2007.

RAPHAEL, J. P. A.; ROSOLEM, C. A.; ECHER, F. R. *Mapeamento da produção no algodoeiro: embasamentos e realização a campo*. Cuiabá (MT): IMAmt, 2019.

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a enxergar*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. ISBN 85.88874-02-4.

SANTOS, R. S. *Fronteira agrícola, força de trabalho e o processo de urbanização em mato grosso*. *Caminhos de Geografia*, v. 13, n.43, p. 264 – 279, 2012.

SATOLO, E. G.; RAMOS, C. P.; OLIVEIRA, I. A. M. *Evolução corporativa do sistema lean production: estudo de caso em uma empresa automobilística baseado na norma SAE J4000*. Intellectus – Revista do Grupo Polis Educacional, 2010.

SATOLO, E. G.; HIRAGA, L. E. de S.; GOES, G. A.; LOURENZANI, W. L. *Lean production in agribusiness organizations: Multiple case studies in a developing country*. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 8, n. 3, p. 335 - 358, 2017.

SATOLO, E. G.; HIRAGA, L. E. de S.; GOES, G. A.; LOURENZANI, W. L.; ZOCCAL, L. F.; PEROZINI, P. H.; Techniques and tools of lean production: multiple case studies in Brazilian agribusiness units. *Gestão & Produção*, 27 (1), e3252. <https://doi.org/10.1590/0104-530X3252-20>.

SATOLO, E. G.; HIRAGA, L. E. S.; GOES, G. A.; LOURENZANI, W. L. *Lean production assesment in a sugarcane agribusiness: A case study in Brazil*. *Independent Journal of Management & Production*, v. 7, n. 3, 2016. Disponível em: [www.ijmp.jor.br](http://www.ijmp.jor.br).

SEVERINO, L. S.; RODRIGUES, S. M. M.; CHITARRA, L. G.; FILHO, J. L.; CONTINI, E.; MOTA, M.; MARRA, R.; ARAÚJO, A. *Produto: ALGODÃO – Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos*. Embrapa – Série Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2019.

SILVA, A. E. F.; PROCÓPIO, D. P.; CARDOSO, H. Q.; GOZZI, G.; DAMBRÓS, F. S. *Análise comparativa da cotonicultura no estado de Mato Grosso*. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 3, 2020.

TAYLOR, D. H. *Value chain analysis: an approach to supply chain improvement in agri-food chain*. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 35, p. 744 - 761, 2005.

TEIXEIRA, W. S.; SOUZA, R. G. *Perspectiva para a agropecuária: Volume 7 – Safra 2019/2020*. Brasília: Conba, 2019.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. *Agricultura e Indústria no Brasil: Inovação e Competitividade*. Brasília: Ipea, 2017.

VILLAMIZAR, A. M.; SANTOS, J.; GRAU, P.; VILES, E. *Trends and gaps for integrating lean and green management in the agri-food sector*. *British Food Journal* Vol. 121 No. 5, 2019.

Vlachos, I. *Applying Lean thinking in the Food Supply Chains: A Case Study*. *Production, Planning and Control* Vol 26, 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel*. Tradução: Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. Título original: *The Machine that changed the world*. ISBN 85-352-1289-8.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZOKAEI, K.; SIMONS, D. *Performance improvements through implementation of lean practices: A study of the U. K. red meat industry*. International Food and Agribusiness Management Review, v. 9, p. 30 - 53, 2006.

## **APÊNDICE A –FLUXO DE CAIXA SITUAÇÃO ATUAL**

	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16
<b>PREVISÃO DE DEMANDA</b>										66	66	66	66	66	66	66	29
<b>VALOR DE VENDA</b>										R\$ 323.200,00	R\$ 323.200,00						
<b>RECEITA BRUTA (- Impostos (IPI-10%; ICMS-17%))</b>										R\$ 21.331.200,00	R\$ 9.372.800,00						
<b>= RECEITA LÍQUIDA</b>										R\$ 15.571.776,00	R\$ 6.842.144,00						
<b>INVESTIMENTOS (Fixos)</b>																	
Sementes	R\$ 100.000,00																
Fertilizantes	R\$ 663.571,20																
Defensivos	R\$ 228.860,16																
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>	<b>R\$ 992.431,36</b>																
<b>CUSTO DOS PRODUTOS VENDIDOS</b>																	
Combustível	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00								
Energia Elétrica	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00													
Embalagens	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00								
Mão de obra	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00								
Encargos Sociais	R\$ 0,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00								
<b>DESPESAS DA OPERAÇÃO</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ 98.000,00</b>	<b>R\$ 128.000,00</b>	<b>R\$ 128.000,00</b>													
Comerciais e Vendas																	
Depreciação IMPOSTOS (Prever depreciação para 10 anos)																	
Contribuição Social (3% mão de obra)		R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00								
Outros																	
<b>CUSTO OPERACIONAL TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 196.600,00</b>	<b>R\$ 256.600,00</b>	<b>R\$ 256.600,00</b>													
<b>LUCRO OPERACIONAL BRUTO</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>-R\$ 196.600,00</b>	<b>R\$ 15.315.176,00</b>	<b>R\$ 6.585.544,00</b>													
IR (30% lucro operacional bruto)		-R\$ 58.980,00	R\$ 4.594.552,80	R\$ 1.975.663,20													
<b>FLUXO LÍQUIDO (Entradas – Saídas)</b>	<b>R\$ 992.431,36</b>	<b>-R\$ 137.620,00</b>	<b>R\$ 10.720.623,20</b>	<b>R\$ 4.609.880,80</b>													
<b>EBTIDA (LAJIDA)</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>-R\$ 196.600,00</b>	<b>R\$ 15.315.176,00</b>	<b>R\$ 6.585.544,00</b>													

## **APÊNDICE B—FLUXO DE CAIXA SITUAÇÃO FUTURA**

	Mês 0	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 13	Mês 14
<b>PREVISÃO DE DEMANDA</b>								66	66	66	66	66	66	66	29
<b>VALOR DE VENDA</b>								R\$ 323.200,00	R\$ 323.200,00						
<b>RECEITA BRUTA (- Impostos (IPI-10%; ICMS-17%))</b>								R\$ 21.331.200,00	R\$ 9.372.800,00						
<b>= RECEITA LÍQUIDA</b>								R\$ 15.571.776,00	R\$ 6.842.144,00						
<b>INVESTIMENTOS (Fixos)</b>															
Sementes	R\$ 100.000,00														
Fertilizantes	R\$ 663.571,20														
Defensivos	R\$ 228.860,16														
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>	<b>R\$ 992.431,36</b>														
<b>CUSTO DOS PRODUTOS VENDIDOS</b>															
Combustível	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00						
Energia Elétrica	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00											
Embalagens	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00						
Mão de obra	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00						
Encargos Sociais	R\$ 0,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00						
<b>DESPESAS DA OPERAÇÃO</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ 98.000,00</b>	<b>R\$ 128.000,00</b>	<b>R\$ 128.000,00</b>											
Comerciais e Vendas															
Depreciação IMPOSTOS (Prever depreciação para 10 anos)															
Contribuição Social (3% mão de obra)		R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00						
Outros															
<b>CUSTO OPERACIONAL TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 196.600,00</b>	<b>R\$ 256.600,00</b>	<b>R\$ 256.600,00</b>											
<b>LUCRO OPERACIONAL BRUTO</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>-R\$ 196.600,00</b>	<b>R\$ 15.315.176,00</b>	<b>R\$ 6.585.544,00</b>											
IR (30% lucro operacional bruto)		-R\$ 58.980,00	R\$ 4.594.552,80	R\$ 1.975.663,20											
<b>FLUXO LÍQUIDO (Entradas – Saídas)</b>	<b>R\$ 992.431,36</b>	<b>-R\$ 137.620,00</b>	<b>R\$ 10.720.623,20</b>	<b>R\$ 4.609.880,80</b>											
<b>EBTIDA (LAJIDA) Lucro líquido que ainda não foi calculado os impostos. Fórmula: (Lucro líquido + IR + Depreciação)</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>-R\$ 196.600,00</b>	<b>R\$ 15.315.176,00</b>	<b>R\$ 6.585.544,00</b>											