

APLICAÇÃO DE LEAN AGRO NA CADEIA PRODUTIVA DE MELÕES: UM ESTUDO DE CASO

Jhonatan A. Boa Morte (Avilla Consulting) *jhonatanab@hotmail.com*

Maycom Testa Trivelin (Avilla Consulting) *maykin.trivelin@gmail.com*

Helder Henrique Lima Diniz (UPE) *helderhld@gmail.com*

Daniel Augusto de Moura Pereira (UFCG-CDSA) *danielmoura@ufcg.edu.br*

Bruno Pereira Diniz (UFCG-CDSA) *brunopereiradiniz046@gmail.com*

Resumo

A agricultura desempenha um papel crucial na economia global, especialmente em países como Brasil, Índia, China e Estados Unidos. Neste sentido, a abordagem Lean na cadeia da agroindústria é eficaz para aumentar a eficiência, reduzir custos, manter a qualidade do produto e aumentar a produtividade, tornando o setor agrícola mais competitivo e rentável. Portanto, este artigo tem como objetivo aplicar métricas Lean System na colheita do melão, com vistas a aumentar a produtividade do sistema agroindustrial em questão. Para tanto, foram realizadas visitas técnicas in loco para a coleta de dados e entrevistas não estruturadas com os gestores da empresa. Como resultados, houve uma redução de 49,5% do Lead Time do processo, além de um novo fluxo, o que resultou em um aumento aproximadamente 129,8% no volume per capita na atividade de colheita de melão.

Palavras-Chaves: *Lean Agro. Métricas Lean. VSM. Agroindústria. Melões.*

1. Introdução

A agricultura, como um dos pilares da economia global, está em constante busca por melhorias em sua eficiência e produtividade para atender à crescente demanda por alimentos de alta qualidade. Dentro desse contexto, a filosofia Lean Agro surge como uma abordagem promissora para otimizar as operações agrícolas, eliminando desperdícios e maximizando o valor gerado em todas as etapas do processo, desde o plantio até a colheita e a distribuição dos produtos.

Conforme ressaltado por Womack & Jones (2004), a aplicação bem-sucedida do lean, tem o potencial de revolucionar a organização, melhorando a qualidade dos produtos, reduzindo

custos e aumento a produtividade. Desta forma, a adaptação e implementação eficaz do lean system ao agronegócio, não apenas beneficia os agricultores, mas também contribui para garantir o abastecimento sustentável de alimentos em um mundo em crescimento populacional (FAO, 2009).

O agronegócio brasileiro, consolidado como peça fundamental do Produto Interno Bruto (PIB) nacional ao longo dos anos, projeta-se para atingir cerca de 24,4% do PIB em 2023, segundo análises do (CEPEA, 2023). Apesar de sua relevância como uma das principais forças propulsoras da economia brasileira, o setor ainda enfrenta desafios consideráveis, notadamente relacionados aos desperdícios inerentes ao processo produtivo. Contudo, mesmo com o potencial evidente do Lean Agro, uma lacuna significativa persiste na pesquisa, especialmente quanto à sua aplicação específica na colheita do melão.

Dentro desse contexto, o objetivo desta pesquisa visa aplicar métricas Lean System na colheita do melão, com vistas a aumentar a produtividade do sistema agroindustrial em questão.

2. Referencial Teórico

2.1. Lean System

A produção enxuta, comumente conhecida como Lean, é uma filosofia de gestão que se originou no Japão, especialmente na Toyota, e que visa a maximizar o valor para o cliente enquanto minimiza o desperdício. Os princípios do Lean, conforme propostos por Womack & Jones (2004), têm como objetivo guiar a transformação enxuta em qualquer empresa. Esses princípios são fundamentais para entender como o Lean pode impactar a eficiência dos processos.

Princípios do Lean:

- a) **Determinar Precisamente o que é Valor:** O primeiro princípio do Lean envolve a identificação precisa do que é valor do ponto de vista do cliente. Isso significa entender as necessidades e preferências dos consumidores e definir o valor do produto ou serviço com base nesses critérios.
- b) **Identificar o Fluxo de Valor:** O segundo passo é identificar o fluxo de valor para cada produto ou família de produtos. Isso requer a análise de todas as atividades necessárias para levar um produto do conceito à entrega. O objetivo é mapear todo o processo e identificar atividades que não agregam valor ao produto.

- c) Fazer o Valor Fluír em um Fluxo Contínuo: Uma vez que o fluxo de valor tenha sido mapeado, o terceiro princípio envolve a criação de um fluxo contínuo. Isso significa eliminar interrupções e atrasos no processo, permitindo que o produto ou serviço flua de forma eficiente.
- d) Puxar o Valor pelo Fluxo de Valor: Quando o fluxo contínuo não pode ser implementado imediatamente, o quarto princípio incentiva a adoção de um sistema puxado. Isso significa produzir apenas quando há uma demanda real, evitando excesso de produção.
- e) Buscar a Perfeição por Meio de Melhorias Contínuas: O quinto e último princípio do Lean enfatiza a busca contínua pela perfeição. Isso envolve a implementação de melhorias constantes no processo, eliminando desperdícios e buscando a eficiência máxima.

Os desperdícios, um conceito central no Lean, são definidos como qualquer atividade que consome recursos, mas não gera valor para o cliente (Ohno, 1997). Eles podem ser classificados em três tipos: atividades que agregam valor (AV), atividades desnecessárias que não agregam valor e atividades necessárias que não agregam valor (Rother & Shook, 2003).

2.2. Lean Agro

O Lean Agro, adaptação do renomado Lean System ao contexto do agronegócio, surge como uma estratégia inovadora para impulsionar a eficiência operacional e reduzir desperdícios nas cadeias de produção agrícola. Enquanto o Lean System já demonstrou seu potencial no setor industrial, sua implementação no ambiente agroindustrial está em processo de consolidação.

Já o estudo de Villamizar et al. (2019) oferece uma visão mais ampla da complexidade ao aplicar práticas enxutas no setor agroindustrial. Ao analisar duas décadas de pesquisas, os autores identificaram vinte trabalhos dedicados à implementação do Lean System no setor agrícola. Eles ressaltam que as práticas enxutas neste contexto enfrentam desafios distintos, como variabilidade sazonal, produção em massa e peculiaridades no processamento, manuseio e armazenamento. Este cenário instiga pesquisadores a continuarem explorando a integração dos conceitos lean na produção agroindustrial, visando alcançar benefícios comparáveis aos obtidos na indústria de transformação.

2.3. Cronoanálise

O termo cronoanálise deriva da junção de "crono," que significa tempo, e "análise," sendo, portanto, associado ao estudo do tempo (Toledo Junior, 2002). De acordo com Barnes (1977), o estudo de movimentos e tempos envolve uma abordagem sistemática dos sistemas de trabalho, visando desenvolver o método preferido de menor custo, padronizá-lo, determinar o tempo gasto por um trabalhador qualificado em ritmo normal para uma tarefa específica e orientar o treinamento do trabalhador no método escolhido.

A cronoanálise é uma ferramenta utilizada para cronometrar e estudar o tempo que um operador leva para realizar uma operação industrial, resultando no tempo padrão, fundamental para o planejamento, programação, estimativas de custos e controle da mão de obra (Barnes, 1977).

Conforme Schapieski e Campos (2012), a cronoanálise proporciona dados precisos, gerando benefícios como a eliminação de atividades desnecessárias, orientação das metas empresariais, padronização pela medição da execução do trabalho, redução do custo de produção, diminuição do tempo de setup, padronização e otimização de métodos e ferramentas, redução de fadiga, definição de layout e determinação da capacidade produtiva da empresa. Assim, a cronoanálise se revela como uma ferramenta valiosa para aprimorar os processos, promovendo eficiência, economia e qualidade.

2.4. 7 + 1 desperdícios de Taiichi Ohno

O Lean Manufacturing tem suas raízes na Toyota Motor Corporation, no Japão, e foi desenvolvido por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo na década de 1950. Essa filosofia de gestão, inicialmente chamada de Sistema de Produção Toyota (Toyota Production System - TPS), foi criada para enfrentar os desafios da indústria automobilística japonesa, incluindo a necessidade de produzir mais com menos recursos. Ao longo do tempo, os princípios do TPS foram aprimorados e se tornaram a base do Lean Manufacturing, que se espalhou para várias indústrias ao redor do mundo conforme destacado por Womack e Jones (2004).

Os princípios do Lean se concentram na identificação e eliminação de desperdícios ou atividades que não agregam valor ao produto ou serviço. Os desperdícios, muitas vezes referidos como "Mudas" (em japonês, "Muda" significa desperdício), são categorizados em sete tipos principais de acordo com a classificação de Ohno (1997), com uma oitava categoria adicionada posteriormente por Liker (2005). Sendo estas:

- a) Desperdício de Superprodução: Isso envolve a produção de itens para os quais não há demanda imediata. Isso resulta em excesso de estoque, custos de armazenamento e transporte, além de recursos desperdiçados.
- b) Desperdício de Tempo de Espera (Espera): Refere-se ao tempo em que os funcionários ou processos aguardam por recursos, máquinas ou informações. Isso resulta em tempo ocioso e atrasos.
- c) Desperdício em Transporte: Isso ocorre quando há movimentação desnecessária de materiais, peças ou produtos entre locais de produção. Isso gera custos e tempo desnecessários.
- d) Desperdício de Processamento em Si: Isso acontece quando atividades desnecessárias são realizadas no processamento de peças, que não agregam valor ao produto. Isso pode envolver etapas adicionais, retrabalho ou complexidade desnecessária.
- e) Desperdício de Estoque Disponível (Estoque): Envolve o armazenamento excessivo de matéria-prima, estoque em processo ou produtos acabados. Isso resulta em custos de armazenamento, obsolescência e atrasos.
- f) Desperdício de Movimento: Isso se refere a movimentos desnecessários que os funcionários fazem durante o trabalho, como procurar ferramentas ou peças. Isso pode levar à fadiga e ineficiência.
- g) Desperdício de Produzir Produtos Defeituosos: Isso envolve a produção de peças defeituosas que requerem retrabalho, reparos ou descarte. Isso desperdiça recursos e tempo.
- h) Desperdício de Criatividade dos Funcionários: Essa oitava categoria, adicionada posteriormente por Liker (2005), reconhece o desperdício de não envolver os funcionários na identificação de melhorias e no uso de seu potencial criativo para aprimorar o processo.

2.5. Mapa de Fluxo de valor (VSM)

O VSM é uma ferramenta do Lean Manufacturing que tem como objetivo mapear e analisar o fluxo de valor em um processo, desde o ponto de origem até o cliente final. Ele fornece uma representação visual do processo, destacando os pontos de estrangulamento, ineficiências e

desperdícios. O VSM permite identificar oportunidades de melhoria e desenvolver estratégias para otimizar o fluxo de valor, aumentar a eficiência e reduzir custos (Rother & Shook, 2003).

Para Kevin (2013), o VSM é uma ferramenta que ajuda a compreender a "jornada" de um produto ou serviço, desde a concepção até a entrega ao cliente. Essa compreensão é essencial para identificar onde estão os gargalos e os pontos de ineficiência.

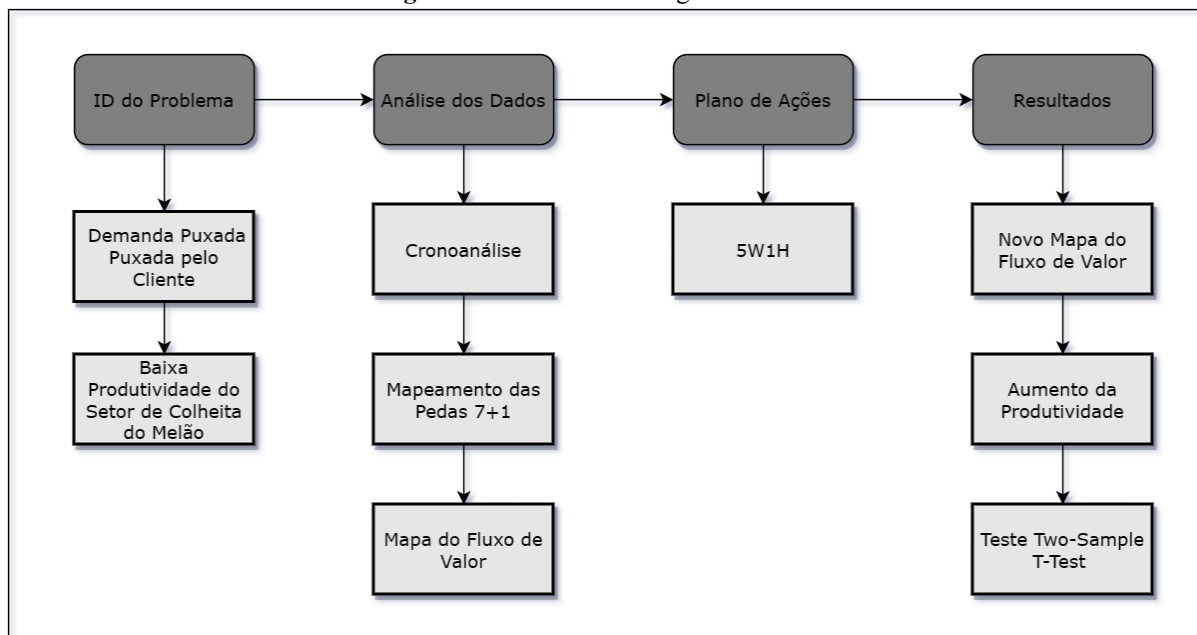
Para elaborar um VSM, de acordo com Kevin (2013), é fundamental seguir um conjunto de etapas bem definidas:

- a) Seleção do Processo: Identificar o processo específico que será mapeado, seja na produção de bens ou na prestação de serviços.
- b) Formação da Equipe: Montar uma equipe multidisciplinar que inclua membros que estão diretamente envolvidos no processo, bem como especialistas em Lean e VSM.
- c) Mapeamento do Fluxo Atual: Desenhar o mapa do processo atual, registrando todas as etapas, fluxos de materiais, informações e tempos de ciclo.
- d) Coleta de Dados: Durante o mapeamento do fluxo atual, coletar dados relevantes, como tempos de ciclo, volumes de produção, estoques, entre outros.
- e) Identificação de Desperdícios: Analisar o mapa para identificar as atividades que não agregam valor ao processo, como espera, movimentação excessiva e estoque em excesso.
- f) Mapeamento do Fluxo Futuro: Com base nas descobertas do mapeamento do fluxo atual, projetar um mapa que represente o estado futuro desejado do processo, com melhorias significativas e a eliminação de desperdícios.
- g) Plano de Implementação: Desenvolver um plano de ação detalhado que leve à implementação do estado futuro projetado. Isso pode incluir a implementação de novos métodos, treinamento de pessoal e reorganização do layout.
- h) Acompanhamento e Melhoria Contínua: Implementar as mudanças conforme o plano de ação e continuar acompanhando o processo. O VSM é uma ferramenta dinâmica que requer constante melhoria.

3. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, do tipo exploratória e estudo de caso. A coleta de dados ocorreu de março a abril de 2023, in loco, através de entrevistas não estruturadas, observações diretas e registros fotográficos. O fluxo metodológico pode ser visualizado através da Figura 1.

Figura 1 – Fluxo Metodológico do Estudo



Fonte: Autores (2023)

Diante dos desafios inerentes ao setor de colheita de melão, notadamente questões relacionadas a horas extras, excesso de mão de obra e baixa produtividade, fatores que impactam diretamente no processo subsequente de embalagem, o cliente reconheceu a imperatividade de buscar assistência externa.

Consequentemente, demandou a realização deste trabalho. Através de um acompanhamento in loco, identificou-se uma baixa produtividade na colheita manual de melões. Para estabelecer a produtividade desejada, realizou-se uma cronoanálise para determinar a capacidade real da operação. Simultaneamente, mediante o estudo de tempos e movimentos, identificaram-se as perdas, as quais foram classificadas com base nos 7+1 desperdícios, favorecendo a elaboração do mapa do fluxo de valor atual.

Subsequentemente, com base nas análises preliminares, foram desenvolvidos planos de ação utilizando o 5W1H. A execução desses planos possibilitou a criação de um novo mapa do fluxo de valor, proporcionando e evidenciando um notável aumento na produtividade.

4. Resultados e Discussão

4.1. Caracterização da Empresa

Este artigo aborda um estudo de caso realizado em uma renomada companhia situada em Honduras, uma corporação composta por quatro empresas notáveis no cenário internacional. Com ênfase na mais antiga e significativa empresa do grupo, com uma força de trabalho de 500 funcionários permanentes mais os temporários, a empresa concentra-se na satisfação do cliente. A empresa especializada na produção de melões saudáveis em uma área de cultivo de 3.000 hectares, anualmente distribui 4,100 contêineres (85,000 toneladas) globalmente. Com 35 anos de presença em mais de 30 países, a marca da empresa solidifica uma imagem de excelência. O Grupo demonstra sua capacidade de crescimento e diversificação, reforçando o compromisso com a satisfação do cliente e a eficiência operacional.

4.2. Análise do Problema

Iniciando as análises in loco, a primeira etapa consistiu em identificar a verdadeira capacidade da atividade de colheita de melões, visando evidenciar a produtividade atual da operação. Para atingir esse objetivo, conduzimos uma cronoanálise por meio de estudos de tempos e movimentos. Cabe ressaltar que essa análise foi aplicada a todas as variedades cultivadas, mas neste artigo, concentraremos nossa atenção na variedade de melão amarelo, que desempenha um papel central na estratégia da empresa.

Os estudos sobre tempos e movimentos foram iniciados com a cronoanálise, que é composta por quatro fases distintas: observação, coleta de dados, cronometragem e estratificação do tempo padrão, também conhecido como Expectativa Razoável (E/R). Para implementar essa abordagem, foi realizado um acompanhamento do desempenho laboral de equipes experientes, que se encontrava em bom estado de saúde física e mental, enquanto operava sob condições normais de trabalho.

Para encontrar a E/R, foram tomadas 20 tempos distintos, entre horários e equipes diferentes, de modo a abranger toda a realidade encontrada. Em posse dos tempos encontrados, foi realizado o cálculo conforme a Equação 1:

$$\frac{E}{R} = \frac{3600 \times \text{vol}}{\text{Tempo}} \times \text{Fator de Correção} \quad (1)$$

Sendo que:

- 3600 é a quantidade de segundos em 1 hora;
- Vol. é a quantidade produzida durante a análise;
- Tempo é o tempo total cronometrado na análise;
- Fator de Correção é um fator que considera a fadiga da operação, de acordo com as condições de trabalho, como pode ser observada na Figura 2:

Figura 2 – Correção de Fator Fadiga

PORTUGUÊS			RESISTÊNCIA MECÂNICA OU PESO			
POSICÃO BÁSICA		POSICÃO DO TRONCO E MEMBROS	L	M	P	PP
			L	S	C	BC
			0-2 kg	2-10 kg	10-20 kg	20-25 kg
FATORES DE FADIGA EM PORCENTAGEM (%)						
1 SENTADO		(A) Tronco e membros em posição normal tronco quase imóvel	5	6-7		
		(B) Tronco e membros em posição desconfortável, tronco quase imóvel	7	8-10		
2 DE PÉ		(A) Tronco e membros em posição normal tronco quase imóvel	7	8-9	10-12	13-17
		(B) Tronco e membros em posição normal, tronco em movimento	9	10-12	13-15	16-20
		(C) Tronco e membros em posição desconfortável, tronco quase imóvel	11	12-14	15-18	19-23
		(D) Tronco e membros em posição desconfortável, tronco em movimento	13	14-16	17-20	21-25
3 AJOELHADA		(A) Tronco e membros em posição normal, tronco quase imóvel	8	9-10	11-13	
		(B) Tronco e membros em posição confortável, tronco quase imóvel	12	13-15	16-19	
4 DEITADO		(A) Tronco e membros em posição normal, tronco quase imóvel	10	11-13		
		(B) Tronco e membros em posição desconfortável, tronco quase imóvel	14	15-18		
5 ANDANDO		(A) Em um plano igual com carga ou sem	10	11-14	15-19	20-24
		(B) Para cima e para baixo com carga ou sem	13	14-17	18-22	23-27
		(C) Puxando ou empurrando o carrinho em um plano igual	11	12-15	16-20	21-25

Fonte: Bartyzel (2015)

Como evidenciado na tabela acima, a determinação do fator fadiga requer uma análise abrangente, incorporando considerações cruciais, como a posição do corpo, a postura do tronco e a carga transportada. É fundamental realizar uma análise minuciosa, garantindo que o valor resultante verdadeiramente reflita a realidade. Essa abordagem metódica visa prevenir distorções futuras e assegurar a precisão e relevância das conclusões obtidas.

Logo, considerando todos os fatores mencionados, como observado na Figura 3, através dos estudos de tempos e movimentos, identificou-se uma capacidade de encher 30,08 Bins/Hora.



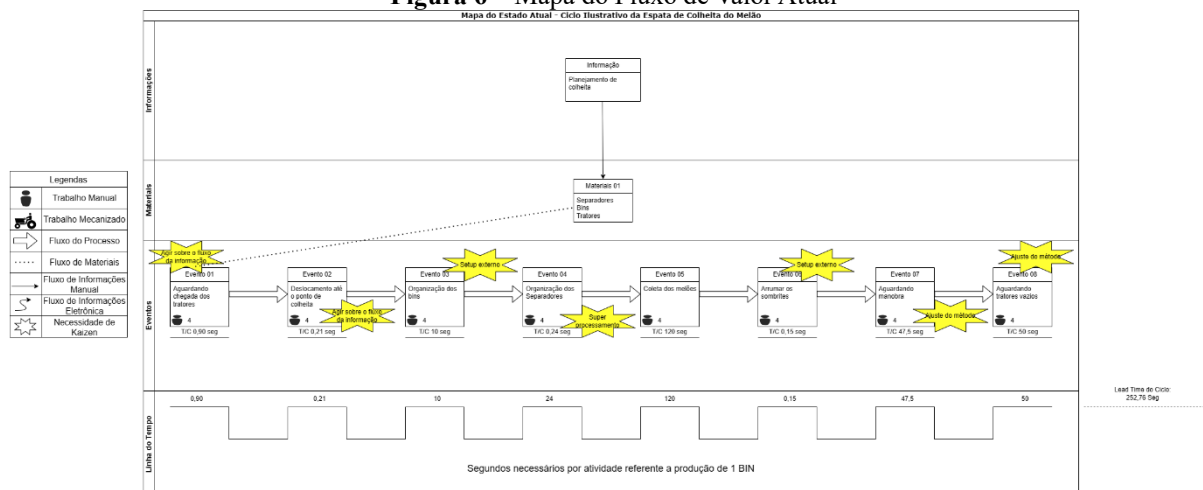
Figura 3 – Folha de Observações

FOLHA DE OBSERVAÇÕES											
								  		CÓDIGO	
SETOR: COLHEITA				DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE							
PRODUTO: MELÃO				COLHEITA MANUAL DO MELÃO: RECOLHER MELÕES JÁ CORTADOS E AGRUPADOS NO SOLO NO DECORRER DO CAMINHO DO TRATOR E COLOCALOS NOS BINS CONTIDOS NA CARROCERIA DO TRATOR.							
ÁREA: ZONA 01											
COMPONENTE: AMARELO											
ATIVIDADE: COLHER MELÃO MANUAL											
EQUIP.MÃO: MANUAL											
EQUIPE: 4				U/M:			BIM/HORA				
Nº	AMOSTRAGEM				ANÁLISE						COMENTÁRIOS
OBS	DATA	TEMPO COLETADO	TEMPO PARADO	BINES	TEMPO DE CICLO	E/R - SEM F.F	FORMA DE TRABALHO	CÓDIGO DE FADIGA	FATOR DE FADIGA	E/R - COM F.F	
1	MANHÃ	00:01:05	00:00:00	1	65,00	55,38	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	49,01	
2	MANHÃ	00:01:25	00:00:00	1	85,00	42,35	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	37,48	
3	MANHÃ	00:01:30	00:00:00	1	90,00	40,00	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	35,40	
4	MANHÃ	00:01:04	00:00:00	1	64,00	56,25	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	49,78	
5	MANHÃ	00:01:20	00:00:00	1	80,00	45,00	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	39,82	
6	MANHÃ	00:01:13	00:00:00	1	73,00	49,32	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	43,64	
7	MANHÃ	00:01:30	00:00:00	1	90,00	40,00	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	35,40	
8	MANHÃ	00:01:00	00:00:00	1	60,00	60,00	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	53,10	
9	MANHÃ	00:01:12	00:00:00	1	72,00	50,00	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	44,25	
10	MANHÃ	00:01:30	00:00:00	1	90,00	40,00	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	35,40	
11	TARDE	00:01:21	00:00:00	1	81,00	44,44	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	39,33	
12	TARDE	00:01:10	00:00:00	1	70,00	51,43	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	45,51	
13	TARDE	00:01:51	00:00:00	1	111,00	32,43	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	28,70	
14	TARDE	00:02:00	00:00:00	1	120,00	30,00	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	26,55	
15	TARDE	00:03:15	00:00:00	1	195,00	18,46	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	16,34	
16	TARDE	00:02:47	00:00:00	1	167,00	21,56	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	19,08	
17	TARDE	00:02:40	00:00:00	1	160,00	22,50	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	19,91	
18	TARDE	00:02:17	00:00:00	1	137,00	26,28	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	23,25	
19	TARDE	00:02:33	00:00:00	1	153,00	23,53	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	20,82	
20	TARDE	00:01:43	00:00:00	1	103,00	34,95	ANDANDO	5bl - Andando	1,13	30,93	
TOTAL		0:34:26	0:00:00	20	103,30	34,85			1,13	30,8	

Fonte: Autores (2023)

Conforme ilustrado na Figura 3, foram realizadas 20 coletas de dados, sendo 10 durante o turno da manhã e 10 durante o turno da tarde. Cada aferição de tempo refere-se à operação de enchimento de 1 bim. Dado que a atividade envolvia movimentação (caminhada), com um peso inferior a 2kg e movimentos ascendentes e descendentes, alinhados com os parâmetros da Tabela 2 de Correção de Fadiga, o fator utilizado para o cálculo do E/R foi 5BL, resultando em uma correção de fadiga de 1,13. Ao término, obteve-se o tempo de ciclo para cada coleta individual, e a média desses valores revelou o resultado de 30,8, conforme mencionado anteriormente.

Com base na E/R identificada, foi possível desenvolver a ferramenta carga posto, conforme ilustrado na Figura 4, uma ferramenta imprescindível no planejamento das operações, pois já que, por meio dela é possível planejar as operações determinando fatores como a produtividade esperada, quantidades de recursos (pessoas ou máquinas) que serão envolvidas na operação, e a quantidade de horas que serão necessárias para concluir o volume esperado, desta forma, com base no horário inicial estipulado, torna se visível o horário de conclusão da operação, tais parâmetros atribuídos a esta ferramenta, torna se possível realizar o balanceamento das operações, facilitando a gestão da atividade por meios dos envolvidos.

Figura 6 – Mapa do Fluxo de Valor Atual


Fonte: Autores (2023)

Na Figura 6, observa-se que o ciclo da operação de colheita de melão é composto por 8 eventos. Alguns fatores adicionais merecem destaque para uma compreensão mais aprofundada. Inicialmente, o planejamento da atividade ocorre um dia antes da operação. No entanto, as informações relacionadas ao planejamento eram transmitidas manualmente e muito próximas ao início da atividade. O gestor, ao receber essas informações, ainda precisava determinar a quantidade de tratores necessários. Um ponto crucial é que os tratores só se deslocavam até o setor de colheita após passarem por um ponto de abastecimento de matéria-prima, onde eram abastecidos com os bins necessários e a quantidade correta de separadores. Isso gerava um atraso, originando o evento 1, que consiste na espera dos colhedores pela chegada dos tratores. Esse tempo de atraso, diluído no volume produzido, correspondia a 0,90 segundos por bin.

Após a chegada dos tratores no campo, ocorria o evento 2, que era o deslocamento até o ponto de colheita. Posteriormente, os tratores ainda recebiam um planejamento de distribuição de equipe. O tempo perdido inicialmente, diluído no volume produzido, correspondia a 0,21 segundos por bin. Com a chegada dos tratores ao ponto de colheita, iniciava-se o evento 3, que era a organização dos bins no carroção, demandando 10 segundos por bin. Em seguida, ocorria o evento 4, que era a colocação dos separadores, exigindo mais 0,24 segundos por bin. Somente após esses procedimentos iniciava-se o evento 5, que agregava valor à operação, pois consistia na colheita efetiva do melão, durando cerca de 120 segundos por bin.

Após o enchimento dos bins, ocorria o evento 6, que envolvia a colocação dos sombrites nos carroções, levando cerca de 0,15 segundos por bin. Esse processo consistia em uma espécie de manta que protegia os bins cheios de melões dos raios solares para evitar queimaduras. A cada talhão concluído, a equipe de colheita ficava parada devido ao evento 7, que envolvia a espera

pelo trator devido a manobra de saída do talhão e contorno da área plantada para retornar ao talhão subsequente a ser colhido. Essa manobra adicionava aproximadamente 47,5 segundos por bin, devido à restrição de que o trator só poderia colher em sentido único, onde a saída do talhão ficava em direção aos caminhões de recolhimento dos bins cheios.

Por fim, o evento 8 consistia na espera da equipe pelos tratores vazios, pois cada trator puxava dois carroções, cada um com capacidade para 12 bins. A cada 24 bins cheios, o trator precisava ir até um ponto de descarregamento dos bins cheios e abastecimento de bins vazios para retornar à operação. Enquanto isso, a equipe de colheita ficava parada na espera, resultando em cerca de 50 segundos por bin, ao diluir esse tempo médio pelo volume produzido. Ao final do desenvolvimento, constatou-se um lead time total de 252,76 segundos.

Durante o desenvolvimento do VSM atual, identificaram-se certos desperdícios que exerciam impacto direto na produtividade operacional do setor, indicadas por ícones de estrelas amarelas, conforme evidenciado na Figura 6, desperdícios estes que podiam ser claramente correlacionados aos 7+1 tipos de desperdícios do Lean System. Ao considerar os parâmetros de produção apresentados na Figura 7, possibilitou evidenciar o impacto de cada perda identificada no processo conforme Figura 8.

Figura 7 – Parâmetros para Cálculo de Impacto das Perdas

Cotação do (US\$)	24,7
Dias Trabalhados/Mês	24
Custo/Hora/Homem (Lempiras)	47,5
Custo/Hora/Homem (US\$)	\$ 1,92

Parametros de Produção	
Carroções/Dia	200
Bins/Dia	2400
Equipes de Colheita	20
Quantidade de Colaboradores/Equipe	4

Fonte: Autores (2023)

Figura 8 – Impacto das Perdas ao Processo

Impacto das Perdas ao Processo			
7+1 Desperdícios (Considerando a M.O)	Ocorrência	Horas Perdidas/Mês	Custo/M.O/Mês (US\$)
Espera	Tempo perdido na organização dos carroções	800,00	\$1.538,46
Espera	Tempo perdido esperando o carroção	3.200,00	\$6.153,85
Super Processamento	Tempo perdido para colocação dos separadore	1.536,00	\$2.953,85
Espera	Atraso para inicio da operação	960,00	\$1.846,15
Super Processamento	Tempo perdido na arumação dos sombrites/carroção	640,00	\$1.230,77
Espera	Tempo perdido devido a espera pela manobra do trator	3.040,00	\$5.846,15
Total		10.176,00	\$19.569,23

Fonte: Autores (2023)

Assim, evidenciou se a necessidade de atuação nos desperdícios citados na tabela 3 como meios de alcançar os objetivos relacionados ao aumento da produtividade da atividade de colheita dos melões.

4.3. Solução do Problema

Após a conclusão das etapas preliminares, sendo as etapas de cronoanálise, elaboração da carga posto, VSM e a mensuração dos impactos das perdas identificadas no processo, foi realizada uma reunião crucial com os gestores responsáveis pela operação de colheita. Nesse encontro enfatizamos a importância dos planos de ação para cada desperdícios e oportunidade encontrada no setor de colheita, destacando a sua importância estratégica para o alcance dos objetivos. As ações foram abertas por meio da ferramenta 5W1H, como demonstrado na Figura 9.

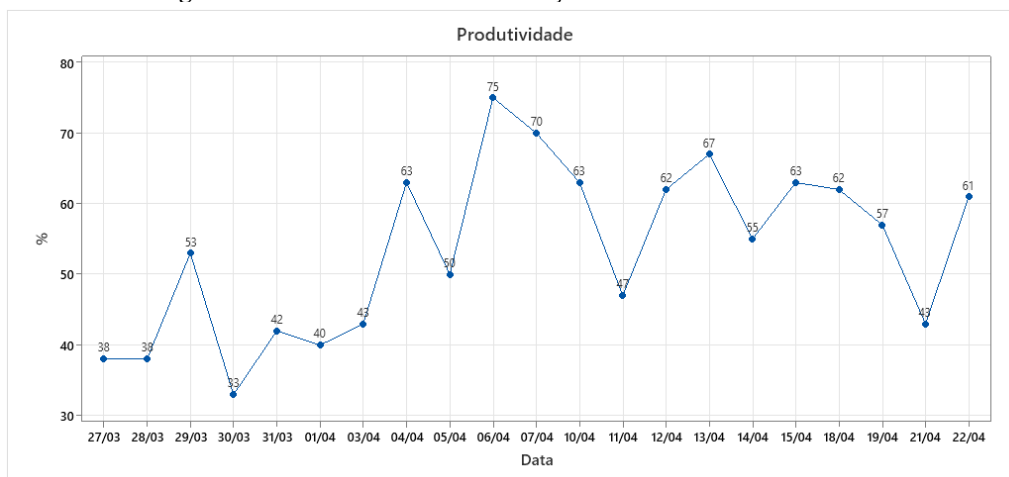
Figura 9 – Planos de Ação

5W1H - PLANO DE AÇÃO						
Nº	WHERE (ONDE)	AÇÃO / MEDIDA	MOTIVO	RESPONSÁVEL	PRAZO	ESTADO
		WHAT (O QUE)	WHY (POR QUE)	WHO (QUEM)	WHEN (QUANDO) - FIN	SITUAÇÃO
1	COLHEITA	TESTE NA COLHEITA, AUMENTO NA QUANTIDADE DE BINS X CARROÇÃO, DE 12 PARA 14 BINS	REDUÇÃO DO TEMPO PERIDO E AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	REYNALDO VARELA	29/03/2023	COMPLETADO
2	COLHEITA	ADICIONAR MAIS UM TRATOR PARA CADA EQUIPE DE COLHEITA, PADRONIZANDO DOIS TRATORES POR EQUIPE	MELHORAR O FLUXO E AUMENTAR A PRODUTIVIDADE	REYNALDO VARELA	28/03/2023	COMPLETADO
3	COLHEITA	SETUP EXTERNO - COLOCAR DUAS PESSOAS NO PONTO DE CARGA E DESCARGA DE MODO QUE ESTES POSSAM COLOCAR OS SOMBRITES E ARRUMAR OS BINS PARA INICIO DA OPERAÇÃO	MELHORAR O FLUXO E ELIMINAR O TEMPO MORTO	REYNALDO VARELA	28/03/2023	COMPLETADO
4	COLHEITA	FAZER TESTES PARA VERIFICAR A RETIRADA DOS SEPARADORES NA COLHEITA DO MELÃO MARELO	MELHORAR O FLUXO E ELIMINAR O TEMPO MORTO	JOSE UMANZOR	07/04/2023	COMPLETADO
5	COLHEITA	ALTERAR O METODO DE ENVIO DAS INFORMAÇÕES DE PLANEJAMENTO DE ESCRITO/MANUAL PARA ELETRONICO - PADRONIZAR O INICIO DA COLHEITA PARA AS 06:00 AM	ELIMINAR O TEMPO PERDIDO POR ATRASO	ENRIQUE GALLO	30/04/2023	COMPLETADO
6	COLHEITA	ALTERAR O METODO DE SENTIDO ÚNICO NA COLHEITA PARA O MÉTODO DE RETORNO	MINIZAR O IMPACTO DO TEMPO PERDIDO POR MANOBRAS	ENRIQUE GALLO	28/04/2023	COMPLETADO
9	COLHEITA	ADAPTAÇÃO DE ESPAÇO PARA GARRAFA DE ÁGUA NO CARROÇÃO	MELHORAR AS CONDIÇÕES DE TRABALHO E ELIMINAR O TEMPO PERDIDO	REYNALDO VARELA	29/03/2023	COMPLETADO
10	COLHEITA	EXIGIR QUE LÍDERES SIGAM O CHECKLIST DE ROTINAS PARA EVITAR PERDAS DE PRODUTIVIDADE NO PROCESSO	MINIMIZAR POSSIBILIDADES DE ERROS	REYNALDO VARELA	10/04/2023	COMPLETADO
11	COLHEITA	PADRONIZAR A RETIRADA DOS SEPARADORES NA COLHEITA DA VARIEDADE AMARELO	ELIMINAR NVA	REYNALDO VARELA	12/04/2023	COMPLETADO

Fonte: Autores (2023)

A finalização das estratégias delineadas conforme o método 5W1H revelou uma notável ascensão na eficiência operacional do setor, excedendo significativamente o ponto inicial de 38% de produtividade. Os resultados obtidos apontaram para um avanço considerável, consistentemente ultrapassando o limiar dos 60% e alcançando picos superiores a 70% de produtividade conforme Figura 10. Destaca-se que, a partir do final de maio, inicia-se o período de entressafra de melão em Honduras, marcado pela propensão a chuvas intensas. É pertinente ressaltar que, nos registros posteriores à data de 10/04/23, identificou-se uma influência adversa das precipitações, refletida em valores abaixo dos 60%, os quais não se coadunam com os parâmetros iniciais do período analisado. Essa distinção sublinha a importância fundamental de concluir de maneira eficaz os planos de ação propostos, evidenciando não apenas a aprimoramento quantitativo, mas também a resiliência operacional diante de variáveis climáticas desafiadoras.

Figura 10 – Demonstrativo da Evolução da Produtividade do Setor



Fonte: Autores (2023)

Devido às interferências causadas pelas chuvas, torna-se evidente uma variação a partir da data de 10/04/23. A fim de corroborar a ocorrência de uma mudança significativa na média entre dois períodos distintos, de 27/04/23 a 03/04/23 e de 04/04/23 a 22/04/23, foi conduzida uma análise estatística por meio do Two-Sample T-Test, utilizando o software Minitab. Os resultados desta análise estão apresentados na Figura 11.

Figura 11 – Two-Sample T-Test
Método

μ_1 : média de população de Promedio quando Momento = ANTES
 μ_2 : média de população de Promedio quando Momento = DEPOIS
Diferença: $\mu_1 - \mu_2$

Não assumiu-se igualdade de variâncias para esta análise.

Estatísticas Descritivas: Promedio

Momento	N	Média	DesvPad	EP Média
ANTES	7	41,00	6,22	2,4
DEPOIS	14	59,86	8,78	2,3

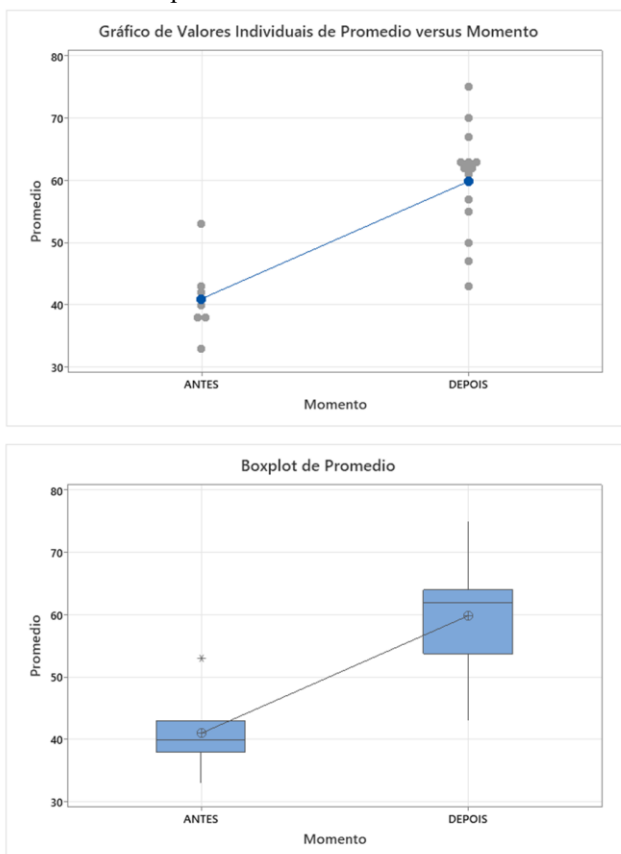
Estimativa da diferença

Diferença	IC de 95% para a Diferença
-18,86	(-25,90; -11,82)

Teste

Hipótese nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótese alternativa $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor-T	GL	Valor-p
-5,68	16	0,000



Fonte: Autores (2023)

Com base nos resultados do teste Two-Sample T-Test realizado para comparar as médias antes (ANTES) e depois (DEPOIS), podemos tirar algumas conclusões significativas. O valor-p obtido é extremamente baixo (0,000), indicando forte evidência estatística contra a hipótese nula ($H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$). Isso sugere que há diferenças significativas entre as médias antes e depois do momento em consideração. Além disso, o intervalo de confiança para a diferença das médias (-18,86, -11,82) não inclui zero, reforçando a ideia de que há uma diferença substancial entre os grupos. O T-Value de -5,68 é consistente com a significância estatística, considerando o grau de liberdade (DF) de 16.

Assim, com base nos resultados obtidos, rejeitamos a hipótese nula e concluímos que há evidências estatísticas suficientes para afirmar que a média do atributo em consideração é significativamente diferente antes e depois do momento analisado.

Com a devida implementação de estratégias para aumentar a produtividade, concebemos uma nova carga posto demonstrado na Figura 12, que evidenciou resultou significativos. Destaca-se a notável redução da equipe envolvida na atividade de colheita, passando de 72 para 44 colaboradores, o que equivale a uma redução absoluta de 28 profissionais. Além disso,

alcançamos a eliminação das horas extras, anteriormente totalizando 1,82 horas por dia. Importante salientar que essas otimizações não impactaram negativamente o volume atual, mantendo uma média sólida de produção de 2016 bins por dia.

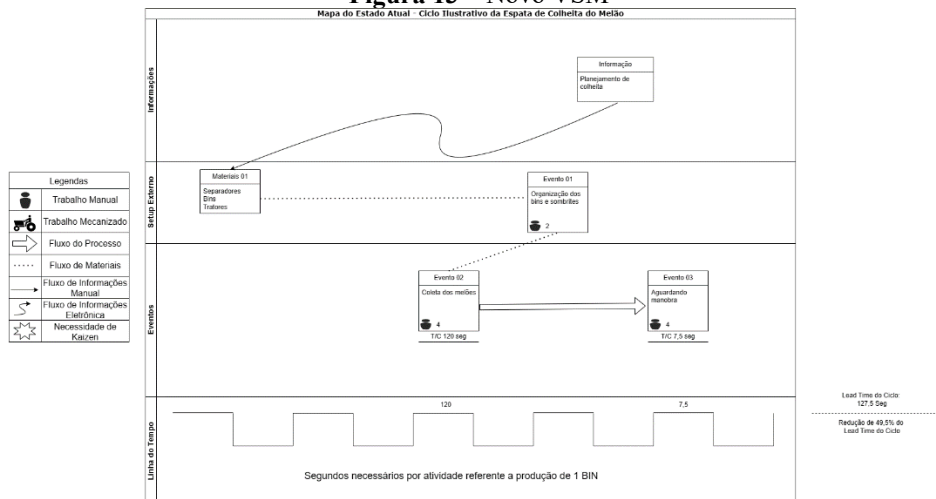
Figura 12 – Novo Carga Posto

RESUMO DO CARGA POSTO											
SETOR: COLHEITA										DESCONSIDERAR	
BINES CARROÇ										01.00	
BINES CARROÇ										14	
CAMINHÕES		56		CARROÇÃO		144		BINES		2016	
ORDEN		POSTO DE TRABALHO		PROD. IDEAL		HORAS NECES		PROD. IDEAL		VARIACÃO + OU -	
				100%		HRS		DAS		100%	
				MIN		HRS		ATE		PROD IDEAL	
1ª		TRUQUEROS		77%		6.11		06.00		8.00	
2ª		CORTADORES				6.06		7.56		1.89	
						7.93		14.56		0.07	
										11	
										5.5	
										44	
										44	
										88	

Fonte: Autores (2023)

Dando por fim as melhorias realizadas, um novo VSM foi elaborado, evidenciando o ganho perceptível por meio da redução do Lead Time do Ciclo operacional da colheita do Melão. Como demonstrado na Figura 13, pode se notar uma mudança no envio das informações referente ao planejamento do dia posterior, onde deixou de ser manual e passou a ser eletrônica, desta forma proporcionando a adoção de práticas de *setup* externo, rotina que proporcionou a eliminação dos atrasos para início das atividades, e juntamente com a conclusão das ações contidas no 5W1H, onde um dos fatores principais, foi o direcionamento de duas pessoas para ficarem exclusiva na organização dos bines e colocação dos sombrites, e juntamente com as demais ações, proporcionaram a redução de 8 eventos para apenas 2 eventos, gerando uma redução de 49,5% do Lead Time do tempo de ciclo da atividade de colheita do melão.

Figura 13 – Novo VSM



Fonte: Autores (2023)

Nas considerações deste estudo sobre a aplicação do Lean System na agroindústria, é evidente que essa abordagem tem o potencial de revolucionar a eficiência e a produtividade no setor. Ao adotar os princípios do Lean, as empresas agroindustriais podem reduzir desperdícios, otimizar processos e melhorar a qualidade dos produtos, resultando em uma operação mais enxuta e lucrativa. Além disso, a implementação bem-sucedida do Lean System pode levar a uma cultura

organizacional de melhoria contínua, incentivando a inovação e a adaptação às mudanças do mercado de forma ágil. No entanto, é crucial ressaltar que a aplicação do Lean na agroindústria requer um comprometimento total da liderança e de todos os membros da equipe, além de uma análise cuidadosa e adaptação dos princípios para atender às necessidades específicas do setor agrícola e industrial.

Por meio da aplicação do Lean Agro aplicado a atividade de colheita do melão, pode-se obter resultados significativos, como uma redução de 49,5% do Lead Time do processo, além de um aumento de 129,8% no volume per capita na atividade de colheita de melão o que proporcionou um retorno financeiro de US\$ 116.897,24.

Resultados que demonstram que, com um esforço conjunto e a mentalidade certa, a agroindústria pode colher os benefícios significativos do Lean System, promovendo um ambiente sustentável e competitivo para o futuro.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

FAO. **2050: un tercio más de bocas que alimentar**. fao.org, 2009. Disponível em: <<https://www.fao.org/news/story/es/item/35675/icode/>>. Acesso em: 06 Novembro, 2023.

KEVIN, J, DUGGAN. **Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand**. A CRC Press, 2013.

LIKER, JEFREY, K. **O Modelo Toyota de produção: 14 Princípios de gestão do maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre. Bookman, 2005.

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

PIB do Agronegócio Brasileiro. **CEPEA, 2023**. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 21/11/23.

ROTHER, M; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: Mapeamento do Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício**. Lean Enterprise Institute, 2003.

SCHAPIESKI, J, C; CAMPOS, P, C. **Padronização de tempos e métodos nas atividades de classificação, empacotamento e armazenagem na cooperativa de cidadania e meio ambiente**. Revista Extensão em Foco, Caçador, v.01, 2013.

TOLEDO JUNIOR, B. de; KURATOMI, S. **Cronoanálise: A base da racionalização, da produtividade, da redução de custos**. São Paulo: Itys-Fides, 2002.

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.



XII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

“A contribuição da Engenharia de Produção para alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.”

Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil – 24 a 26 de Maio de 2024.

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