

Estudo de caso da aplicação de princípios de *Lean Manufacturing* em uma indústria de Esquadrias de Alumínio

Guilherme Bovolenta Monteiro, Natália Fernanda Santos Pereira, Paulo Eustáquio de Faria, Juan Carlos Campos Rubio

Resumo: Neste estudo de caso, examinou-se o impacto da aplicação de ferramentas de manufatura enxuta em uma indústria de esquadrias de alumínio de médio porte a fim de reduzir os desperdícios na montagem do produto final vendido. Focado no setor de montagem o estudo de caso é baseado na análise comparativa entre o mapeamento de fluxo de valor e valor agregado analisado durante as atividades de montagem de uma janela integrada. Inicialmente o processo produtivo de montagem dessa janela consistia em um total de 24 atividades, sendo que 7 não agregava valor e com o tempo de duração de 3 horas e 24 minutos aproximadamente e um total de movimentação de 1453,8 metros. Com a implantação de um supermercado-abastecedor e uma reavaliação das atividades que não agregam valor, estas reduziram passando a apresentar somente uma atividade e toda a montagem passou a ser realizada no total de 19 atividades. Dessa forma, uma redução de movimentação do montador de 82%, ou seja, passando para 254,8 metros e a atividade de montagem passou a ser realizada no tempo 1 hora e 53 minutos, o que representa uma redução de 44% no tempo gasto para a montagem dessa janela.

Palavras chave: Manufatura enxuta, Mapeamento de fluxo de valor, Desperdício.

Case Study of the Application of Lean Manufacturing Principles in an Aluminum Frame Industry

Abstract: In this case study, we examined the impact of applying lean manufacturing tools on a medium-sized aluminum frame industry to reduce waste in assembling the final product sold. Focused on the assembly sector the case study is based on the comparative analysis between value stream and value added mapping analyzed during the assembly activities of an integrated window. Initially the production process of assembling this window consisted of a total of 24 activities, of which 7 did not add value and lasted approximately 3 hours and 24 minutes and a total movement of 1443.8 meters. With the implementation of a supply supermarket and a reevaluation of the activities that do not add value, these reduced to present only one activity and the whole assembly was performed in a total of 19 activities. As a result, an assembler movement reduction of 82%, ie 254.8 meters, and assembly activity was performed within 1 hour and 53 minutes, which represents a 44% reduction in the time spent for the assembly. mounting this window.

Key-words: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Waste.

1. Introdução

De acordo com Silveira (2017) o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) informou que o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro caiu em 3,6% em 2016. Em um cenário de recessão econômica e crise política, as indústrias vem procurando maneiras de se manterem no mercado e se tornarem competitivas. Um dos caminhos encontrado pelas indústrias foi a redução de desperdícios, juntamente com o aumento da produtividade.

A empresa estudada, enfrentou a crise vivida entre os anos de 2016 e 2017 apostando na otimização do seu sistema de produção, juntamente com o aumento da produtividade e

redução de eventuais retrabalhos. Essas otimizações serão realizadas por meio da aplicação de princípios de manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*) em seu chão de fábrica. Todo o processo produtivo foi analisado tendo como base a janela integrada de veneziana com controle remoto, pois esse produto percorre todos os setores da empresa como corte, usinagem e montagem. A Figura 1 detalha a janela integrada, objeto de estudo desse trabalho.



Figura 1 – Janela Integrada de veneziana com controle remoto

Fonte: Autor, 2019

Para a realização da montagem da janela integrada, utiliza-se barras de alumínio para a fabricação das esquadrias, parafusos com dimensões variadas, silicone industrial, guarnições, vidros, entre outros tipos de acessórios como fechaduras, braços de janela e utensílios de acabamento. Para a fabricação dessas esquadrias são utilizados os seguintes equipamentos: uma máquina de corte digital com cabeça de corte dupla, fresadora, prensas pneumáticas de usinagem, mesa de montagem com uma furadeira pneumática. A Figura 2, destaca o perfil das esquadrias utilizadas na janela integrada.



Figura 2 – Perfil da esquadria para realização da montagem da janela integrada

Fonte: Autor, 2019

2. Conceitos básicos e fundamentação teórica

2.1 Manufatura enxuta

De acordo com Womack et al. (1990) os princípios de *Lean Manufacturing* se apoiam em três pilares, sendo: a identificação de valor, eliminação do desperdício e a geração de um fluxo contínuo. O nascimento do *Lean Manufacturing* foi dado no Japão dentro da Toyota em torno dos anos 40 por Taiichi Ohno, que se baseava no fluxo contínuo e no reconhecimento de que apenas uma pequena parcela do processo produtivo agregava valor para o consumidor final.

A produção enxuta vem expandindo e sendo aplicada em todos os setores da cadeia de produção, como em setores administrativos, gerenciamento de projetos, *design* dentre outros. Melton (2005) exemplifica os benefícios proveniente de um processo enxuto que podem ser visualizados na Figura 3. Já na indústria automotiva, alguns benefícios já são

claramente vistos, como a redução do tempo de entrega para os clientes, redução dos inventários (estoques), melhoria da gestão do conhecimento e menos erros que geram menos retrabalhos como afirma Melton (2005).

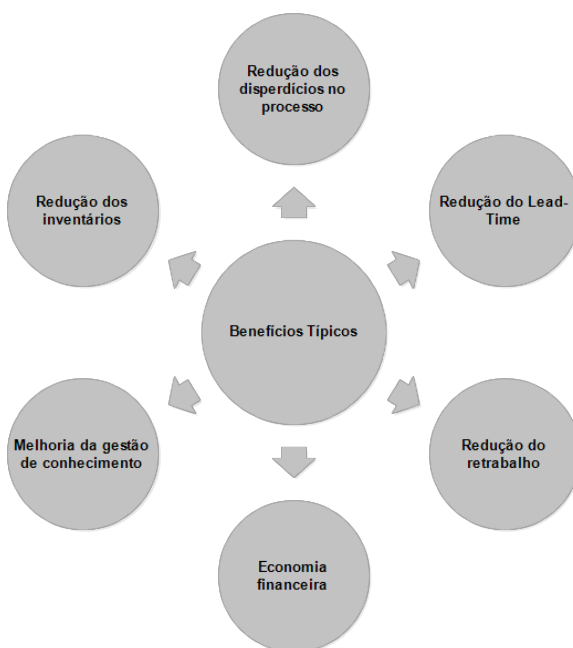


Figura 3– Benefícios da produção enxuta
Fonte: MELTON, T. (2005)

Karlsson et al. (1996), propôs expressar em itens o que era preciso para uma empresa para se tornar enxuta, se chegou em nove princípios determinantes, que são: eliminação dos desperdícios, melhoramento contínuo, zero defeitos, entrega em *Just-In-Time*, produção puxada, times multifuncionais, descentralização funcional, integração e sistema de informação vertical. Porém para Cadavid (2007), somente cinco princípios eram suficientes, que são: eliminação dos desperdícios, melhoramento contínuo, fluxo contínuo, times multifuncionais e um bom sistema de informações.

O começo do pensamento enxuto, de acordo com Melton (2005) se dá com o cliente e a definição de valor. Com isso, pode-se dizer que o processo de manufatura é um veículo que entrega valor (o produto) para o cliente. A identificação de valor e a definição de valor sob a visão do cliente é o ponto do começo de uma produção enxuta.

Não muito distante do que foi dito, Womack et al. (1990) reafirmam a importância do cliente na produção enxuta e como é importante que desperdícios sejam eliminados, uma vez que os mesmos não agregam valor ao cliente. O pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, de acordo com Shingo (1992), sete tipos diferentes de desperdícios foram identificados na manufatura, sendo: superprodução, espera, transporte, inventário, movimentação, defeitos e processo.

Os desperdícios só servem para aumentar os gastos, custos quais o cliente não está disposto a pagar, e aumenta o *lead time*, ou seja, o tempo de fabricação. Shingo (1992) reforça a ideia de que os desperdícios devem ser eliminados e que não se deve aceitar desperdícios como inevitáveis. Melton (2005) corrobora e adiciona que qualquer atividade no processo de produção que não agrega valor para o cliente é considerada desperdício, porém as vezes desperdícios são parte dos processos e agregam valor a empresa e não podem ser eliminados,

como exemplo o controle financeiro.

O mapeamento do fluxo de valor (ou mapeamento *Lean*) é um meio para a identificação de todos os desperdícios. Isso pode ser evidenciado nas diversas pesquisas realizadas por Sohal et al. (1994), Karlsson et al. (1996), Bauch (2004) e Machado (2006).

3. Metodologia

Neste estudo, conforme classifica Prodanov et al. (2013), a pesquisa é de natureza qualitativa, na qual se pode aprofundar o tema em questão, ou seja, na análise de desperdício durante a montagem de uma janela integrada por meio da aplicação de ferramentas de manufatura enxuta.

O estudo de caso foi o método adotado nesta pesquisa, a fim de analisar quais atividades na etapa de montagem agregam valor e quais não agregam valor. O estudo de caso, de acordo com Yin (2001) é um estudo exaustivo e profundo de um objeto de modo a permitir o seu vasto e detalhado conhecimento. Esta pesquisa pode ser classificada como descritiva, pois o estudo de caso preocupa-se em descrever as práticas aplicadas para eliminar os tempos que não agregam valor e são caracterizados como desperdícios.

A documentação, registros em arquivos, entrevistas e observações são as principais ferramentas de coleta de dados Yin (2001). A coleta de dados desta pesquisa foi realizada por meio de observações. Dessa forma, buscou-se por meio dessas observações, analisar o fluxo do produto dentro do chão de fábrica da empresa e eliminar as tarefas que não agregam valor ao produto final.

4. Resultados e Discussões

A fim de compreender melhor o processo de fabricação de montagem das janelas integradas e facilitar a visualização dos desperdícios, o mapeamento de fluxo de valor foi criado, conforme mostrado na Figura 4.

Analizando o mapeamento de fluxo de valor foi possível verificar alguns pontos críticos no processo de produção da empresa, por exemplo um estoque inicial muito alto, aproximadamente 28.503 kg e um estoque intermediário de 2.896 kg entre os setores de almoxarife e a montagem, ou seja, setores com maior estoque intermediário.

Em virtude desses dados, decidiu-se focar na aplicação de melhorias utilizando as ferramentas de mentalidade enxuta no setor de montagem, visto que esse setor é um dos setores gargalos. Para realizar a análise do fluxo de valor real e compreender em que situação a empresa se encontrava em relação a quantidade de estoque, utilizou-se como referência o peso dos perfis (kg) para o cálculo efetivo da quantidade de produtos em estoques. Com as ordens de serviços fornecidas pelo departamento técnico, foi possível definir com facilidade os estoques intermediários nos processos, conforme indicado pelos triângulos amarelos da Figura 4.

A demanda aproximada por mês e por dia foram calculadas baseada na demanda do ano anterior, correspondente a 2016. Nesse ano de 2016, a demanda da empresa foi de 52.002 kg, dessa forma, tendo esse valor como base, foi calculado a demanda aproximada por mês e por dia sendo de 4.334 kg e 197 kg, respectivamente, levando em consideração uma média de 22 dias úteis mensais.

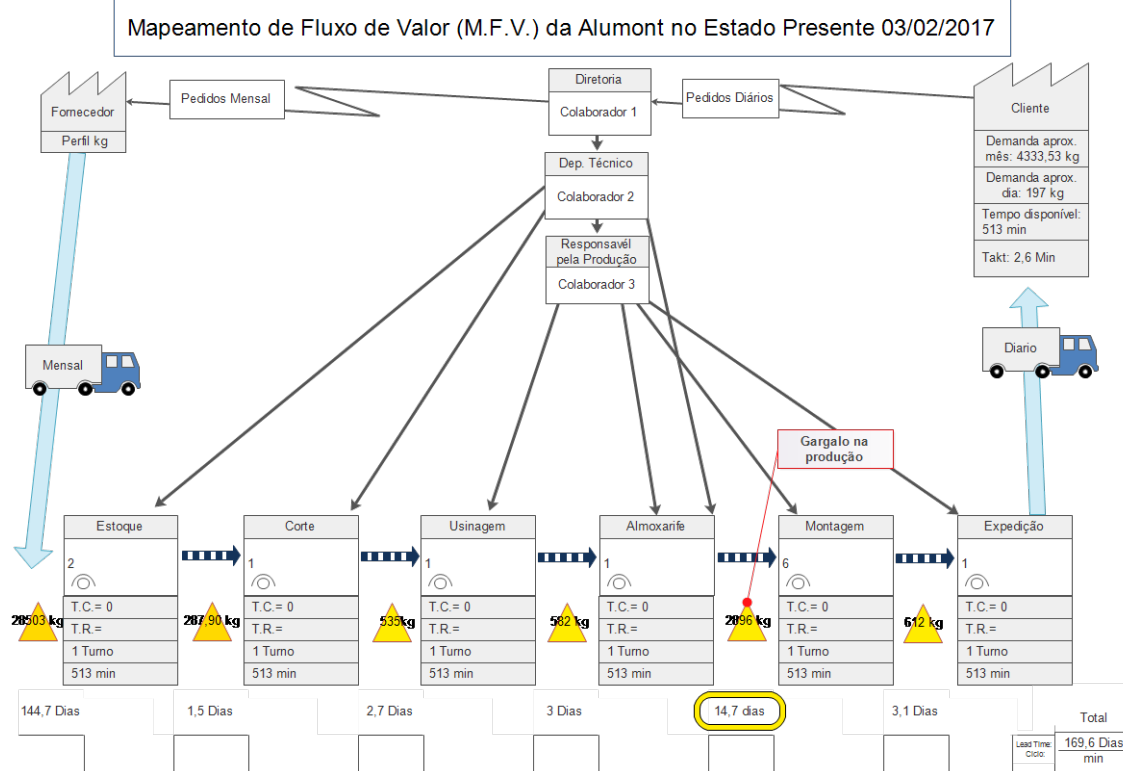


Figura 4 – Mapa de fluxo de valor inicial

Fonte: Autor, 2019

O tempo disponível foi calculado baseado na jornada de trabalho da empresa. Sendo de segunda-feira à quinta-feira das 7h da manhã até às 17h da tarde, na sexta-feira das 7h da manhã até às 16h, sendo que todos os dias são disponibilizados 1 hora de almoço e 15min de intervalo, obtendo dessa forma um tempo disponível para produção de 513 min.

Nesse contexto, o tempo *takt* foi calculado pela razão do tempo disponível pela demanda aproximada por dia, totalizando em 2,6 min/kg, o que significa que a cada 2,6 minutos um 1kg de produto acabado era produzido. Os dados estão sintetizados na Figura 5.

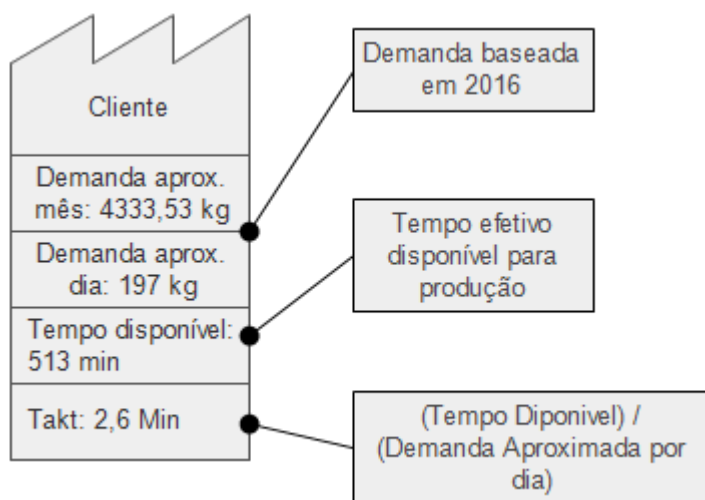


Figura 5 – Parâmetros do mapa de fluxo de valor

Fonte: Autor, 2019

Por fim, para mensurar a quantidade de produtos que a empresa teria no estoque intermediário e quanto tempo duraria, realizou-se o cálculo levando em consideração a quantidade de produtos no estoque pela razão da demanda aproximada por dia. Dessa forma, obteve-se um estoque que atenderia a empresa por 169,6 dias, ou seja, reforçando os desperdícios de superprodução e inventários desnecessários.

Nesse contexto, como o foco do trabalho foi voltado para o setor de montagem, realizou-se uma cronoanálise de toda a montagem de uma janela integrada e especificando o que agrega ou não agrega valor ao processo e o que é incidental, ou seja, o que é inevitável no processo, mas não está diretamente ligado na geração de valor. A tabela 1 resume a classificação das atividades no estágio inicial a partir dos dados sintetizados pela Figura 6.

Classificação da atividade	Número de atividades	(%) das atividades	Tempo de processo	(%) do tempo
Agrega valor	10	42	1:19:46	39
Não agrega valor	7	29	1:22:12	40
Incidental	7	29	0:42:19	21
Total	24	100	3:24:17	100

Fonte: Autor (2019)

Tabela 1 – Resumo da classificação das atividades- estágio inicial

Nº	Elemento	Responsável	Valor	Ação	Desperdício	Tempo
1	REEBER A ORDEM DE SERVIÇO	1	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:00:40
2	BUSCAR MATERIAL NA USINAGEM	1	NÃO AGREGA	Eliminar Atividade	Transporte	0:02:56
3	CONFERÊNCIA DO MATERIAL USINADO	1	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:02:58
4	BUSCAR OS ACESSÓRIOS NO ALMOXARIFADO	1	NÃO AGREGA	Eliminar Atividade	Espera e Transporte	0:26:49
5	ESTRUTURA INICIAL DA JANELA INTEGRADA	1	AGREGA	Manter Atividade		0:10:30
6	PREPARAÇÃO E MONTAGEM DAS PALETAS (PERSIANAS)	1	AGREGA	Manter Atividade		0:12:23
7	COLOCAR PERSIANA NA ESTRUTURA	1	AGREGA	Manter Atividade		0:00:57
8	INSTALAR O MOTOR	1	AGREGA	Manter Atividade		0:16:17
9	BUSCAR O TUBO DO MOTOR	1	NÃO AGREGA	Eliminar Atividade	Espera e Transporte	0:02:49
10	CORTAR O TUBO DO MOTOR MÁQUINA CORTE AUXILIAR	1	NÃO AGREGA	Eliminar Atividade	Espera e Transporte	0:06:43
11	UNIR E REGULAR O TUBO E O MOTOR	1	AGREGA	Manter Atividade		0:16:08
12	REGULAGEM PERSIANA	1	AGREGA	Manter Atividade		0:02:22
13	TRAVAR A FITA DA PERSIANA	1	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:00:45
14	COLOCAR A TAMPA DO MOTOR	1	AGREGA	Manter Atividade		0:08:59
15	COLOCAR BORRACHA NA JANELA	2	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:01:52
16	BUSCAR AS FOLHAS PORTAS	2	NÃO AGREGA	Eliminar Atividade	Transporte	0:02:13
17	CONFERIR AS FOLHAS	2	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:03:42
18	BUSCAR OS ACESSÓRIOS	2	NÃO AGREGA	Eliminar Atividade	Transporte	0:12:23
19	COLOCAR ACESSÓRIOS	2	AGREGA	Manter Atividade		0:02:45
20	MONTAR FOLHA	2	AGREGA	Manter Atividade		0:03:57
21	BUSCAR O VIDRO	2	NÃO AGREGA	Eliminar Atividade	Transporte	0:28:19
22	ENCAIXAR O VIDRO	2	AGREGA	Manter Atividade		0:05:28
23	COLOCAR A BORRACHA NAS FOLHAS	2	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:29:26
24	EMBALAR FOLHA	3	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:02:56
TEMPO TOTAL DE CICLO						03:24:17

Figura 6 – Cronoanálise inicial

Fonte: Autor, 2019

Para calcular o deslocamento de um operador durante toda a montagem da janela integrada, foi observado por três dias todo o movimento realizado pelo mesmo. Dessa forma, observou-se que o operador deslocou uma vez para o setor de usinagem, à máquina de corte secundária, a máquina de corte primária, ao setor de embalagem, ao estoque, 12 vezes ao almoxarifado e 5 vezes ao setor de depósito de vidros, percorrendo um total médio de 1453,80 metros durante toda a montagem de uma janela integrada. O diagrama espaguete pode ser visualizado na Figura 7.

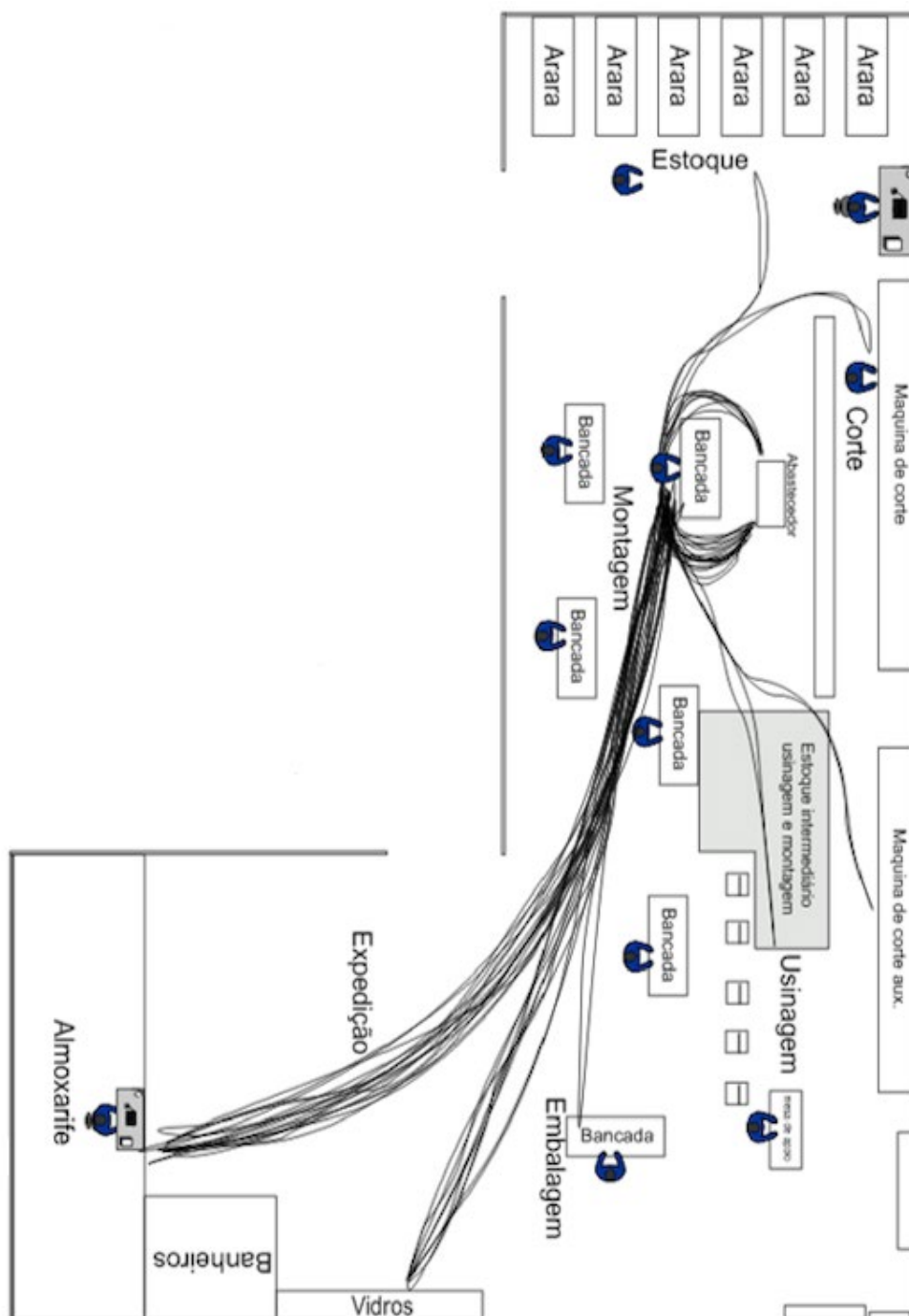


Figura 7 – Diagrama espaguete inicial
Fonte: Autor, 2019

Visando reduzir os movimentos do operador durante a realização da montagem da janela integrada, foi construído um supermercado com o objetivo de abastecer a montagem e consequentemente a usinagem. Dessa forma, a necessidade de ir ao almoxarifado reduziu, visto que as necessidades dos materiais na realização dessa etapa de fabricação passaram a ser supridas por meio desse supermercado. Anteriormente, o operador buscava o material e deixava estocado próximo às suas atividades. Com a entrada do supermercado, o operador buscava o material na hora que precisasse, sem deixar material estocado no galpão que poderia danificar com o tempo. O abastecimento do supermercado foi controlado por um abastecedor designado pelo gerente da produção e a agilidade em receber os acessórios favoreceu na redução da movimentação do colaborador. A Figura 8a detalha a situação inicial, no qual os materiais ficavam espalhados e esperando sua utilização e a Figura 8b demonstra o layout do supermercado-abastecedor.

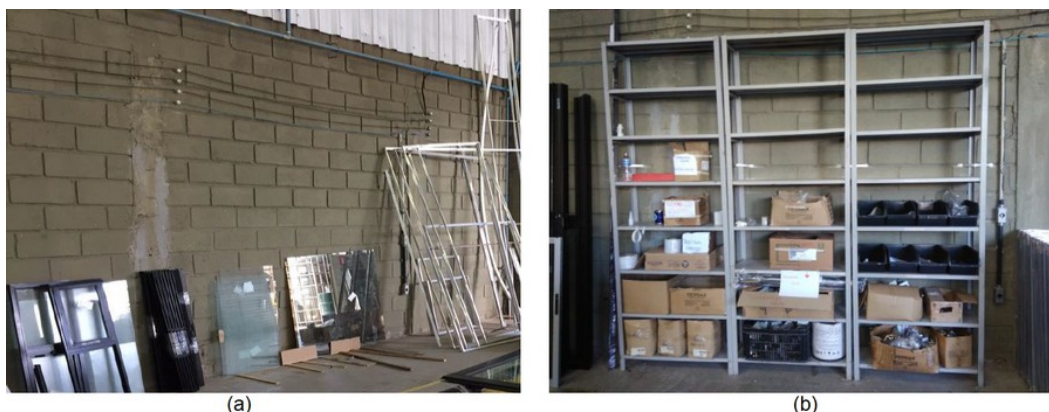


Figura 8 – a) Situação dos materiais antes do supermercado; b) Situação dos materiais após a implantação do supermercado

Fonte: Autor, 2019

Com a implementação do sistema de abastecimento, foi realizado novamente a medição da movimentação do deslocamento do operador durante a montagem da janela integrada. Um segundo diagrama espaguete foi esboçado, como mostra a Figura 9, porém dessa vez foi obtido uma movimentação médio de 254,8 metros, ou seja, 1.199 metros a menos em comparação ao diagrama espaguete anterior.

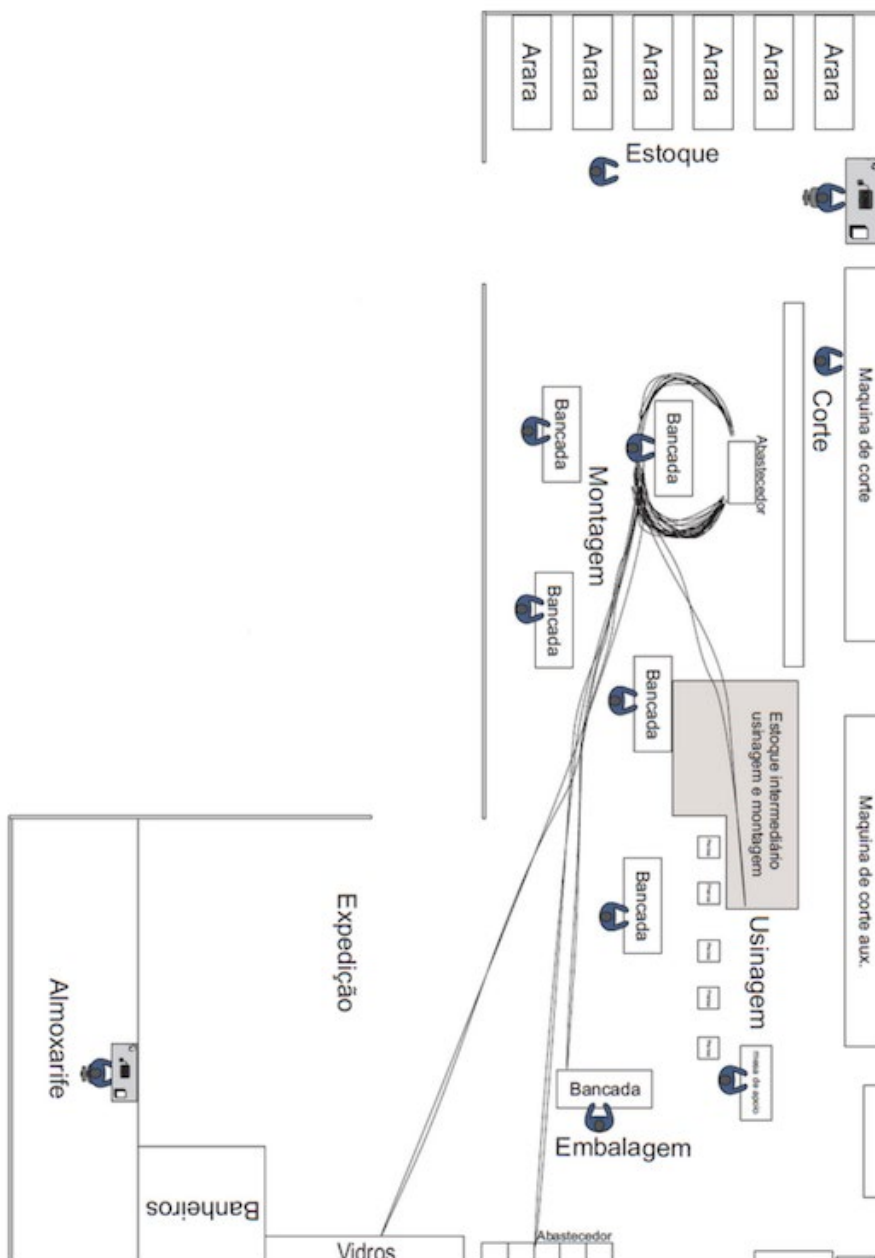


Figura 9 – Diagrama espaguete final
Fonte: Autor, 2019

Juntamente com o diagrama espaguete, foi realizado novamente a cronoanálise da montagem de uma janela integrada, incluindo o funcionamento do supermercado-abastecedor. Com a entrada desse supermercado-abastecedor, algumas atividades foram eliminadas como destacado em vermelho e os resultados encontrados foram evidenciados pela Figura 10.

Nº	Elemento	Responsável	Valor	Ação	Desperdício	Tempo
1	REEBER A ORDEM DE SERVIÇO	4	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:00:32
2	BUSCAR MATERIAL NA USINAGEM	4	NÃO AGREGA	Eliminar Atividade	Transporte	0:00:32
3	CONFERÊNCIA DO MATERIAL USINADO	4	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:01:52
4	BUSCAR OS ACESSÓRIOS NO SUPERMERCADO	4	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Transporte	0:01:45
5	ESTRUTURA INICIAL DA JANELA INTEGRADA	4	AGREGA	Manter Atividade		0:11:30
6	PREPARAÇÃO E MONTAGEM DAS PALETAS (PERSIANAS)	4	AGREGA	Manter Atividade		0:11:23
7	COLOCAR PERSIANA NA ESTRUTURA	4	AGREGA	Manter Atividade		0:00:57
8	INSTALAR O MOTOR	4	AGREGA	Manter Atividade		0:16:17
9	BUSCAR O TUBO DO MOTOR	4	ELIMINADA		Espera e Transporte	
10	CORTAR O TUBO DO MOTOR MÁQUINA CORTE AUXILIAR	4	ELIMINADA		Espera e Transporte	
11	UNIR E REGULAR O TUBO E O MOTOR	4	AGREGA	Manter Atividade		0:15:30
12	REGULAGEM PERSIANA	4	AGREGA	Manter Atividade		0:01:32
13	TRAVAR A FITA DA PERSIANA	4	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:00:45
14	COLOCAR A TAMPA DO MOTOR	4	AGREGA	Manter Atividade		0:08:59
15	COLOCAR BORRACHA NA JANELA	4	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:02:52
16	BUSCAR AS FOLHAS PORTAS	4	ELIMINADA		Transporte	
17	CONFERIR AS FOLHAS	4	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:01:52
18	BUSCAR OS ACESSÓRIOS	4	ELIMINADA		Transporte	
19	COLOCAR ACESSÓRIOS	4	AGREGA	Manter Atividade		0:02:45
20	MONTAR FOLHA	4	AGREGA	Manter Atividade		0:03:57
21	BUSCAR O VIDRO	4	ELIMINADA		Transporte	
22	ENCAIXAR O VIDRO	4	AGREGA	Manter Atividade		0:05:28
23	COLOCAR A BORRACHA NAS FOLHAS	4	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:22:53
24	EMBALAR FOLHA	4	INCIDENTAL	Reduzir Atividade	Processo	0:02:32
TEMPO TOTAL DE CICLO						01:53:53

Figura 10 – Cronoanálise final

Fonte: Autor, 2019

A variação no tempo de execução dos itens 1, 2, 3, 4, 6, 11, 12, 17, 23 e 24, no qual apresentou uma redução do tempo, e referente os itens 5 e 15, que tiveram um aumento, todas essas variações sejam em relação ao aumento e redução do tempo podem ser explicadas pela mudança do colaborador durante as medições iniciais e finais. Tal discrepância ocorreu devido à falta de padronização no processo de montagem da janela integrada, sendo necessário a realização de melhorias. O processo produtivo da janela integrada consistia em um total de 24 atividades, com a introdução de supermercado-abastecedor e uma reavaliação das atividades, estas reduziram passando apresentar somente uma atividade que não agregam valor e toda a montagem passou a ser realizada com 19 atividades. Dessa forma, ocorreu uma redução de movimentação do montador de 82%, passando para 254,8 metros e a atividade de montagem passou a ser realizada em uma 1 hora e 53 minutos, o que representa uma redução de 44% no tempo gasto para a montagem dessa janela. A tabela 2 resume a classificação das atividades após melhorias com implantação do supermercado-abastecedor e a redução das atividades que não agregam valor.

Classificação da atividade	Número de atividades	(%) das atividades	Tempo de processo	(%) do tempo
Agrega valor	10	53	1:18:18	69
Não agrega valor	1	5	0:00:32	0
Incidental	8	42	0:35:03	31
Total	19	100	1:53:53	100

Fonte: Autor (2019)

Tabela 2 – Resumo da classificação das atividades- estágio final

5. Considerações Finais

Após a reavaliação das atividades que não agregam valor durante a montagem da janela integrada e a implantação de um supermercado-abastecedor, toda a montagem desse produto passou a ser realizada com 19 atividades. Houve uma redução de movimentação do montador de 82%, ou seja, passando para 254,8 metros e a atividade de montagem passou a ser realizada no tempo 1 hora e 53 minutos, o que representa uma redução de 44% no tempo gasto para a montagem.

Com esses resultados obtidos, pode-se perceber que pequenas mudanças trazem enormes benefícios ao sistema de produção. Durante a execução desse estudo de caso foi evidenciado a extrema importância do engajamento dos colaboradores envolvido no projeto. Os resultados obtidos foram graças ao comprometimento e interesses dos envolvidos. Em relação às limitações, pode-se destacar as dificuldades na coleta dos dados, uma vez que a empresa entendeu que estes poderiam refletir em sua imagem no mercado. Nesse sentido, como trabalho futuro, sugere-se a análise das atividades que não agregam valor para os demais produtos fabricados pela empresa estudada e assim dar continuidade ao projeto, em busca da melhoria contínua. Observou-se também a necessidade de padronizar a atividade de montagem da janela integrada por meio de fichas de processo.

6. Reconhecimentos

Agradecimento a empresa de fabricação da janela integrada, pela oportunidade de estar realizando o trabalho e a divulgação dos resultados após implantação e o departamento de Engenharia de Produção da UFMG-Universidade Federal de Minas Gerais.

7. Referências

BAUCH, C. **Lean Product Development: Making waste transparent**. Munich, 140 p., 2004. Tese (Doutorado) — Technical University of Munich.

CADAVID, L.R. Lean manufacturing management: the relationship between lean activities and lean metrics. **Estudios Gerenciales**, v. 23, n. 105, p. 69 – 83, 2007.

KARLSSON, C.; AHLSTROM, P. The difficult path to lean product development. **Journal of Product Innovation**, v. 13, p. 283 – 295, 1996.

MACHADO, M. C. **Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: proposta de uma metodologia para implementação**. São Paulo, 265p., 2006. Tese (Doutorado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MELTON, T. The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the

Process Industries. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 83, n. 6, p. 662 – 673, June 2005.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. Nova Hamburgo: Ed.Universidade Feevale, 2013.

SILVEIRA, D. **PIB recua 3,6% em 2016, e Brasil tem pior recessão da história**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/pib-brasileiro-recua-36-em-2016-e-tem-pior-recessao-da-historia.ghtml>> Acesso em: 11 out 2017.

SHINGO, S. **The Shingo Prize Production Management System**: Improving process functions. Productivity Press, 1992.

SOHAL, A. S.; EGGLESTONE, A. Lean production: experience among australian organizations. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 11, p. 35 – 51, 1994.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **The Machine that Changed the World**: The story of lean production. HarperCollins Publishers, 1990.

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