

## Planejamento da Implementação de Kit de Combustão a Gás Natural Veicular em uma Carroceria de Ônibus Articulado

Mauricio Carvalho Souza

### RESUMO

Este trabalho é uma pesquisa exploratória, cujo procedimento é um estudo de caso, que tem como objetivo a definição do processo de abastecimento e montagem do kit de GNV de uma carroceria de ônibus, alimentada a gás natural veicular durante o seu processo produtivo. Se justifica através das promissoras oportunidades estabelecidas pelo governo, que juntamente com essas oportunidades se conecta com a demanda recebida da Costa do Marfim de 50 unidades de carrocerias de ônibus articulados alimentadas por GNV. Tendo em vista o mercado e a demanda, se faz necessário a análise de redução de desperdícios e impactos, que um novo produto pode causar no processo produtivo. Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os conceitos de administração da produção, mecanismos da produção, mapeamento de processos, sistemas de produção enxuta, layout produtivo, segurança de processos e gás natural veicular. Com estes conceitos do Lean Manufacturing, pode-se observar o processo de abastecimento e montagem do kit GNV, desta forma foi possível verificar os pontos frágeis do processo e definir quais tem necessidade de atenção, sempre combatendo os 7 desperdícios para alcançar os melhores resultados. Após esta análise foi possível desenvolver as melhorias para as situações destacadas no trabalho, que logo após a implementação foi realizado o mapeamento de resultados que as implementações trouxeram como: redução no tempo de processamento de uma atividade, deslocamento do produto, redução do lead time do processo de abastecimento e de gastos com o processo de abastecimento.

**Palavras-chave:** Ônibus; GNV; *Lean Manufacturing*.

### 1 INTRODUÇÃO

No cenário atual em meio a volatilidade do mercado financeiro que afeta diversos segmentos da indústria a nível mundial, como destaca Malar (2021) que aborda os acontecimentos nos anos de 2019 e 2021, que influenciaram para a crise da inflação global, com este acontecimento acredita-se que as 20 maiores economias do mundo terão uma elevação na sua inflação.

Desta forma, com o poder de compra dos consumidores sendo reduzido, se tem impactos nas aquisição de produtos de diversos setores, como é o caso do setor automotivo, que se embasa no segmento de encarroçadora de ônibus que foi afetado, diante de que o produto que mais agrega valor para a indústria são os rodoviários leves e pesados, pois possuem um valor de aquisição elevado em comparativo a uma carroceria do segmento urbano leve, o rodoviário está diretamente ligado ao mercado de turismo, que no entanto se encontra com indefinições devido ao cenário atual, conforme Bazani (2020) comenta que o transporte interestadual está operando apenas com 10% de sua frota de veículos, devido às restrições impostas pelo momento e pela redução da procura do serviço.

Através deste acontecimento surge a necessidade de produzir novos segmentos de carroceria, como é o caso do presente trabalho, que traz a estruturação de como implementar um segmento que nunca foi produzido no Brasil, e alimentado por gás natural veicular (GNV). Neste momento, de baixa produção deve-se promover a competitividade, para isso é

fundamental minimizar as 7 perdas, e tornar os processos enxutos.

Diante desse novo produto e desses conceitos fez-se necessário aprofundar nas referências teóricas dos assuntos de administração da produção, mecanismos da produção, mapeamento de processos, sistemas de produção enxuta, *layout* produtivo, onde todos esses conceitos auxiliarão em visualizar o processo. Desta forma observa-se os pontos fortes e fracos de cada fase de construção do produto, junto com esses pontos elabora-se e planeja-se as propostas de melhorias, através das implementações e propostas é possível mensurar os ganhos como: a redução de tempo no processamento de uma atividade, no deslocamento do produto, no *lead time* no processo de abastecimento e de gastos com o processo de abastecimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a visão de Chiavenato (2014) acredita-se que o momento mundial atual, requer constantemente a produção de produtos e prestação de serviços, para que o público sacie as necessidades dos habitantes, que são basicamente se alimentar, se vestir, se locomover e conviver socialmente através de bens e meios. Através desta alta demanda de produtos o cliente não exige apenas a mercadoria, mas sim também a qualidade e preço acessível, com isso gerando competitividade e organizando uma rede de comunicação e comercialização entre cidades países e continentes.

Slack (2020) traz a visão de que a administração da produção, pode tanto evoluir como destruir uma empresa, e não é apenas porque a produção concentra a maioria de seus recursos financeiros, mão de obra e maquinários. Mas sim de que é neste local em que se alimenta a competitividade da empresa, e agilidade nas respostas ao nosso cliente, seja elas em qualidade, custos, quantidade produtiva e inovação de produto, tudo isso potencializa a busca das melhorias nos processos produtivos, que é um dos grandes objetivos da administração da produção.

Antunes (2008) comenta que a produção é um fluxo composto de elementos, sendo eles máquinas e operadores, desta forma pode-se verificar, que estes elementos têm diversas funções na transformação de matéria prima e montagem do produto final, para realizar o mapeamento de um processo é necessário, visualizar os 4 elementos que compõem a análise, sendo eles: Processamento ou fabricação, inspeção, transporte, estocagem ou espera.

Por meio dos 4 elementos, se embasa no conceito simplificado de *layout* produtivo através de Moreira (2012) que aborda o *layout* produtivo, como uma ferramenta essencial em qualquer indústria, seja ela de pequena ou grande porte, o arranjo físico consiste basicamente na disposição de maquinários, equipamento e operadores para proporcionar o andamento de um ciclo produtivo, e atingir o objetivo de elaborar um produto.

Shingo (1996) Traz a ideia de que um *layout* produtivo, deve ser pensado com o intuito de abranger as necessidades do processo, usufruindo dos seus recursos como colaboradores, maquinários e espaço físico da melhor forma possível. Salienta que o *layout* é uma ferramenta fundamental para aumentar a produtividade de qualquer operação.

Slack (2020) complementa que o *layout* produtivo é o que apoia, o processo de transformação de matéria prima em produto acabado, ou seja, é a alocação de todos os maquinários, operadores, bancadas, prateleiras, sistema de abastecimento de matéria prima e componentes necessários para produzir algo.

Através do entendimento dos conceitos de *layout*, abrange-se a visão de Ohno (1997) sobre a redução de custos, que deve ser um dos principais objetivos das fabricantes de qualquer segmento, o autor salienta que em períodos de grande volume de produção, qualquer

fabricante pode baixar os custos devido à alta demanda, porém sabe-se que os momentos de altas taxas de produção passam, e acabam se tornando inviável ter um preço atrativo para o cliente, diante disso deve-se buscar a redução dos custos operacionais. Ainda relata que não existe fórmula mágica para esse fenômeno acontecer, mas sim que se deve investir em desenvolvimento dos colaboradores, promover a criatividade e a operacionalidade, com o intuito da melhor utilização da estrutura disponível, e que tudo se consiste em eliminação de desperdícios.

Antunes (2008) responde a pergunta, “Qual a relação entre custos e perdas no contexto do Sistema Toyota de Produção?”. Ele se refere que ambos estão conectados pois são proporcionais, ou seja, quando se tem grandes desperdícios se tem grandes custos, e pode se dizer que este argumento fomentou o mapeamento dos 7 desperdícios e seus impactos em custos e produtividade. Os 7 desperdícios são superprodução, transporte, processamento desnecessário, defeitos, estoque, movimentação e espera.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi realizado em uma encarroçadora de ônibus, localizada na região da serra gaúcha no estado do Rio Grande do Sul, com o intuito de mapear e analisar cada etapa do processo de abastecimento e montagem do *kit* GNV, em uma determinada família de produto, para visualizar o estado atual e prospectar o estado futuro.

As famílias de produto desta encarroçadora tem o objetivo de proporcionar variedade e soluções de mobilidade ao cliente final, desta forma podendo utilizar os produtos nos segmentos de transporte turístico, transporte de funcionários, transporte público e transporte escolar.

Tendo o entendimento da abrangência da atuação da encarroçadora, direciona-se os esforços ao entendimento, da carroceria que será analisada no presente trabalho, com isso adentra-se a família de urbanos, que é possível explorar o produto BRT articulado, que atende o mercado de grandes metrópoles, a sigla BRT representa o termo em inglês *Bus Rapid Transit*, que em uma tradução livre para o português se traduz como ônibus de transporte rápido.

O projeto Sotra que será tratado no presente trabalho, se trata do modelo BRT porém com um diferencial de ser alimentado por gás natural veicular e de não possuir ar condicionado, tendo estas particularidades o torna um produto urbano especial, esta carroceria de ônibus tem o potencial de locomoção de grandes massas, pelas distâncias que forem necessárias, porém tem um adendo de usar um combustível menos agressivo ao meio ambiente, pode-se dizer que este produto é uma das opções para o futuro do transporte coletivo.

A manufatura da empresa está dividida em alguns departamentos sendo eles: centro de fabricação, centro de acabamento, montagem A, pintura e montagem B onde estes departamentos são responsáveis pela conformação de matérias, montagem de conjuntos, soldagem de conjuntos e componentes, alongamento de chassis, pintura de estruturas, montagem de acabamentos, colagem de vidros, montagem de ar condicionado, elétrica, mecânica, teste de vedação e liberação da concessionária do chassi, através destes departamentos e destes processos, é configurado uma carroceria de ônibus de forma breve e genérica.

O projeto articulado com alimentação a GNV, utilizou como base de dados um projeto similar, executado no ano 2019 que foi produzido um modelo de carroceria similar, porém o produto não era articulado, e era um pedido de apenas uma unidade alimentada a GNV, para o mercado argentino, diante disso será utilizado a experiência como referência

para este projeto, o número da carroceria utilizada como referência é a 430569.

Pode-se abordar o entendimento e a compreensão do projeto Sotra, visualizando o a demanda total de 477 carrocerias, onde definiu-se o escopo de trabalho, que será em torno das 50 carrocerias Viale BRT articulado, com alimentação por gás natural veicular. Com o escopo definido e quantidade de produção determinada.

Visualizou-se toda a estrutura da unidade fabril, do produto e do projeto, com base nestes entendimentos pode-se utilizar da ferramenta *Kaizen*, que possui o objetivo de reunir uma equipe multidisciplinar, para avaliar e identificar as oportunidades e dores, que o projeto possa ter no momento de produção do produto, através deste conceito utilizou-se como premissas os sete desperdícios mencionados no referencial teórico.

Para facilitar o entendimento da equipe, se utilizou do embasamento dos processos realizados no projeto da Argentina, como o içamento do *kit* GNV, que foi realizado com o auxílio de uma empilhadeira, o que gerava um risco de segurança. Também se visualizou o processo de abastecimento, tendo em vista que nesta unidade não se tem o combustível necessário, para realizar o abastecimento da carroceria, sendo necessário a locomoção do veículo em via pública, com o auxílio de guincho até o posto de combustível mais próximo, que possui uma distância aproximada de 7.600 m da unidade, totalizando um percurso de ida e volta de 15.200 m, e um tempo aproximado de 01h30min de viagem. Salienta-se a prospecção de um custo com transporte com guincho aproximado de R\$ 560,16, para percorrer o percurso. Com base nestes dados se visualizou que os pontos focais do trabalho se concentrarão em desenvolver propostas para, definir forma de abastecimento do *kit* GNV e definir a montagem das vias de combustível do *Kit* GNV. Salienta-se também que foi solicitado 26 horas, de *lead time* pelo fornecedor para montagem e teste do *kit* GNV por carroceria. Esse *lead time* é composto pela montagem das linhas de combustível, válvulas solenóides, içamento dos componentes e os testes de estanqueidade do *kit* GNV por carroceria.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo se inicia após a entrega do chassi, onde é retirado os componentes originais, e que alguns componentes têm a particularidade, de serem remontados no final do processo, já alguns são descartados devidos a não pertencer ao processo da encarroçadora, que é o caso do tanque de movimentação, que é desmontado e substituído pelo tanque de combustível da encarroçadora, que nesse caso é substituído pelos cilindros de GNV.

A proposta de abastecimento consiste em aplicar a metodologia que é utilizada na unidade do México. Esta metodologia é composta de quatro etapas, onde a primeira etapa é iniciada assim que o chassi é entregue para a encarroçadora, onde é realizado a desmontagem do tanque de movimentação, logo após esta desmontagem, se inicia a segunda etapa, que consiste em um armazenamento do tanque em local adequado. A partir desse momento se inicia a terceira etapa, que é a movimentação desse componente até as linhas de montagem do departamento da montagem B, e para finalizar este processo é realizado a remontagem do tanque no último vagão da carroceria. Desta forma é possível realizar todos os processos de montagem, testes e funcionais que o departamento necessita, após estes procedimentos o carro é destinado para um local de abastecimento, com o intuito de abastecer os tanques da carroceria, que logo em seguida é desmontado o tanque de transporte, onde o mesmo é descartado. Salienta-se que o carro se desloca já ligado, em pleno funcionamento com o combustível do tanque de transporte, para proporcionar melhor mobilidade e menor esforço produtivo, pode-se se considerar um produto normal, devido que seu percurso em linha de produção, não sofrerá nem um impacto. Através dessa proposta, foi possível mensurar um

ganho em torno de 90 minutos e 1.400 m, em transporte por carroceria, onde pode-se constatar no estado atual, era em torno de 01h30min e 15.200 m, em transporte da carroceria, e no cenário implementado, conseguiu-se constatar que o tempo passou a ser de 10 minutos, e a distância percorrida passou a ser de 300 m.

Juntamente com estes pontos, é possível mensurar o ganho realizado pelo abastecimento interno de GNV, onde pode-se ganhar fluxo e agilidade, através da gestão de abastecimento, que se realizar o aproveitamento do recurso de abastecimento, no método utilizado para abastecer o projeto da Argentina era abastecido no posto de combustíveis, já este projeto permite o abastecimento interno, com a carreta com tanques de GNV, permitindo o abastecimento de até 5 carrocerias dia, o que impacta no custo de abastecimento de uma forma positiva, pelo aproveitamento da estrutura onde o abastecimento no posto de combustíveis, o custo de abastecimento por carro é R\$2.062,32, e já na modalidade interna o custo por carro se torna R\$1.832,33.

Com essas análises, constatou-se que o tempo de percurso foi reduzido cerca de 89%, o deslocamento cerca de 99,8% e o custo de abastecimento em 11%. Essa proposta proporciona mobilidade, redução de deslocamento, ganho em segurança, tanto na operação quanto no abastecimento do produto.

Diante dos fatos, que já foram levantados das 26 horas de *lead time*, por carroceira para montagem do *kit* GNV, considerando as 50 unidades chegou-se em um denominador comum, que para estas atividades as carrocerias poderiam ficar fora do processo produtivo, até 1300 horas gerando um impacto em entrega e eficiência.

Através desse cenário, começou-se a pensar em o que poderia ser possível de fazer para reduzir este tempo, tendo em vista o conceito de analisar o processo, chegou-se à proposta de visualizar todo o processo produtivo, das montagens das vias de combustíveis e prospectar possíveis subgrupos, de montagem do *Kit* GNV. Com esta análise do processo, pode-se subdividir a montagem do *kit* em 4 etapas, como se desta logo abaixo:

- a) primeira etapa: a primeira etapa, consiste em realizar a pré-montagem do *Kit* GNV, sendo composto pelos componentes de cilindros, rack de fixação, manômetros e linhas de combustíveis rígidas;
- b) segunda etapa: esta etapa se concentra em passar as conexões rígidas, do motor da carroceria até a rótula do veículo, de forma a concluir todas as conexões de combustíveis, que passam pelo chassi.
- c) terceira etapa: esta fase de montagem, se direciona a realização das atividades de instalação, das conexões de combustíveis na carroceria.
- d) quarta etapa: a quarta e última etapa, de montagem do *kit* GNV, será realizada através do içamento do *kit*, que já está pré-montado onde é realizado a conexão do *kit*, com as linhas de combustível, e por final será realizado o teste de estanqueidade.

Com a aplicação da proposta, de subdivisão das montagens do *Kit* GNV, sendo ela realizada em 3 partes da fábrica, obteve-se um melhor fluxo de operação, devido a montagem de equipes, para trabalhar em paralelo nos 3 locais definidos, realizou-se o nivelamento dessa operação, que proporcionou a montagem de 2 carros por dia, salienta-se que este é um produto de impacto na linha de montagem. Com esta subdivisão e nivelamento dessa atividade chegou-se ao resultado de 10 horas, ou seja, obteve-se uma redução em torno de 61%.

Com a intenção visualizar os desperdícios combatidos, observa-se através do quadro

1, e com o objetivo de concretizar os ganhos para os 50 carros, se identificou o a redução de 75 horas, de percurso entre a empresa e o posto, e que em vez de utilizar R\$ 103.116,68, em transporte e abastecimento do produto, irá se utilizar cerca de R\$ 91.616,50, gerando uma economia de R\$ 11.499,5, também pode-se salientar que não será necessário locomover a carroceria, cerca de 760.000 m, que pode-se comparar a uma viagem de Caxias do Sul - RS até ao Uruguay, também aborda-se a redução do tempo, da operação da montagem das vias de combustível e tanque de combustível, que obteve-se um ganho de 810 horas. Visualiza-se estes resultados na tabela 1, salienta-se que os objetivo e resultados foram atingidos graças ao trabalho em equipe e a metodologia utilizada.

**Quadro 1 Desperdícios minimizados nas propostas**

Desperdícios Minimizados nas Propostas								
Desperdícios Combatidos		Super Produção	Transporte	Espera	Movimentação	Processamento desnecessário	Defeitos	Estoque
Pontos	Local de içamento do <i>kit</i> gnv.		x	x	x			
	Recursos de içamento do <i>kit</i> gnv.					x	x	
Analises	Forma de abastecimento do <i>kit</i> gnv.		x	x	x		x	x
	Montagem das vias de combustível do <i>kit</i> gnv.		x	x	x	x	x	
Obs.: Os espaços em branco significam que não foi identificado este desperdício nos pontos analisados.								

Fonte: O autor

**Tabela 1 Ganhos considerando a frota de ônibus.**

Ganhos Proposta do Trabalho			
Item	Antes	Depois	Redução
Tempo de Percurso em Horas	75:00:00	08:33:00	89%
Distância do percurso em m	760.000	1.500	99,8%
<i>Lead Time</i> de montagem Conexões em Horas	1.300	490	62%
Valor Utilizado com guincho	R\$ 27.447,84	-	100%
Abastecimento	R\$ 103.116,00	R\$ 91.616,50	11%

Fonte: O autor

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da revisão bibliográfica, foi possível ter o embasamento em assuntos como 7 desperdícios, mapeamento de processos, arranjos físicos e outros conceitos presentes na filosofia *Lean*, que suportaram o trabalho e contribuíram para nortear e guiar, o atingimento dos objetivos.

O presente trabalho tem como objetivo, definir o processo de abastecimento e montagem do *kit* GNV, de uma carroceria de ônibus alimentada a gás natural veicular, durante

o seu processo produtivo, com base nesta premissa foi possível encontrar os gargalos na produção e identificar como tratá-los, através destes deltas que sinalizaram o ponto focal, foi realizado o cumprimento dos objetivos, com a análise do estado atual e as implantações das propostas de melhoria, no processo produtivo, que abrange as necessidades específicas e modificações, na produção desta carroceria de ônibus.

Por meio da bibliografia, e dos objetivos que auxiliaram na condução do trabalho, analisou-se as situações do estado atual e das propostas, pois no decorrer do trabalho identificou-se o mapeamento do processo, com base em um projeto executado em 2019. Este que possibilitou, o entendimento e os esclarecimento das oportunidades de melhoria, através destes pontos relevantes, surgiu as necessidades do processo de produção e abastecimento, como o posto de abastecimento e o desmembramento da atividade de instalação do *kit* GNV, que se tornaram as modificações no processo produtivo, que possibilitaram a produção desta carroceria de ônibus alimentada a GNV.

Com o intuito de quantificar os ganhos, verificou-se que reduziu em 99,8% a distância do percurso, que era necessário transitar para abastecer a carroceira, com isso alcançou-se uma redução de 89% no tempo de trajeto de abastecimento, tudo graças ao método de abastecimento, outro ponto importante de salientar, é a redução de 62% do *lead time* das montagens das vias de combustível, isso graças a divisão e nivelamento entre os pontos de montagem, também obteve-se uma redução de 11% no custo de abastecimento, devido o aproveitamento dos recursos de abastecimento, como pode-se visualizar estes resultados na tabela 1. Para trabalhos futuros fica a expansão do projeto para novas plantas que possam receber a demanda e a avaliação de novos pontos de melhoria.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico; ALVAREZ, Roberto; BORTOLOTTI, Pedro; KLIPPEL, Marcelo; PELLEGRIN, Ivan de. **Sistema de Produção**: conceitos de prática para gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora Ltda, 2008.

BAZANI, Adamo. **Crise do coronavírus: 40% das empresas de ônibus interestaduais não vão conseguir se reerguer após pandemia, estima Abrati**. Diário do Transporte. São Paulo. 20 abr. 2020. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2020/04/20/crise-do-coronavirus-40-das-empresas-de-onibus-interestaduais-nao-va-conseguir-se-reerguer-apos-pandemia-estima-abrati/>. Acesso em: 27 abr. 2022.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão da Produção**: uma abordagem introdutória. 3. ed. Barueri: Editora Manole Ltda, 2014.

MALAR, João Pedro. **Inflação, Evergrande, energia relembre as crises da economia global em 2021**. Cnn. São Paulo. 30 dez. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/inflacao-evergrande-energia-relembre-as-criises-da-economia-global-em-2021/>. Acesso em: 27 abr. 2022.

MOREIRA, Daniel. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

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

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSON, Robert. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2020.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**. São Paulo: Bookman Companhia Editora Ltda, 1996.