

AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGA PARA ADEQUAÇÃO DE NOVA OPERAÇÃO NA APLICAÇÃO DE UM SELADOR BLACKOUT UTILIZANDO MODAPTS.

Napoleão Gomes Soares Neto , napoleao87@gmail.com¹
Lilian Lefol Nani Guarieiro, lilian.guarieiro@fieb.org.br^{1,2}

¹SENAI CIMATEC, Faculdade de Tecnologia, Salvador, BA, Brasil

²INCT de Energia e Ambiente, UFBA, 40170-290 Salvador, BA, Brasil

Resumo: Na manufatura automotiva, a competitividade é essencial em todas as partes do negócio, e para obtê-la o custo possui relevante peso no desenvolvimento e fabricação de um produto. Fatores importantes que podem impactar neste contexto são a padronização das atividades da mão-de-obra e a adequação da morfologia do produto para promover melhor eficiência e eficácia na manufatura e na montagem de um veículo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar eficiência da mão-de-obra em uma estação de trabalho através do cálculo de tempo de processo na aplicação de selador blackout. Foi utilizada a ferramenta MODAPTS (do inglês: Modular Arrangements of Predetermined Time Standards) para os cálculos de oportunidades da mão-de-obra e distribuição de carga de trabalho. Foram elaborados estudos de tempo considerando os novos processos manuais e estes foram comparados com o processo do modelo em produção atual, considerando os parâmetros de manufatura: tempo de ciclo e velocidade de linha. Os resultados obtidos permitem avaliar oportunidades para distribuição do tempo adicional de 0,9891 min por veículo sem adição de operadores na linha de montagem. Além disso, foram definidas as etapas detalhadas do processo obedecendo os requisitos: de qualidade, ergonomia, segurança, produto, estratificação do tempo de operação em valor agregado (VA), valor não agregado (NVA) e valor não agregado, mas necessário (NVABN). Através da distribuição das cargas de trabalho, foi possível prevenir um aumento de mão-de-obra, e também identificar oportunidades de redução de seis operadores da planta. Assim, este trabalho destaca a importância da análise de tempos preliminar na produção utilizando novos processos e aplicação de uma metodologia relevante para a manufatura enxuta.

Palavras-chave: Manufatura enxuta, selador blackout, estudos de tempo, MODAPTS.

Abstract: In automotive manufacturing, competitiveness is essential in all part of the business and for achieve it the cost has relevant rate in the product development and assembly. Important factors in this context are activity standardization for assembly operators and product morphology adaptation to promote better efficiency and efficacy in manufacturing and assembly of a vehicle. So, the object of this paper was to evaluate manpower efficiency in a workstation through calculation of process time for blackout sealer application. It was used MODAPTS (Modular Arrangements of Predetermined Time Standards) tool for manpower opportunities calculations and workload distribution. Therefore, it was performed time studies considering the new manual processes then compared to current production model process, considering manufacturing parameters: cycle time and line speed. The results obtained allowed to evaluate opportunities for additional time of 0.9897 min per vehicle without adding operators in the assembly line. Furthermore, it was defined detailed process steps, complying: quality, ergonomics, safety, product requirements, operation time stratification in value added (VA), non-value added (NVA) and non-value added but necessary (NVABN). Through workload distribution, it was possible to avoid additional labour and so identify opportunities for reduction of six operators from the plant. So, this paper highlights the importance of time analysis prior to production with new processes and revealed a relevant methodology for lean manufacturing.

Keywords: Lean manufacturing, blackout sealer, time studies, MODAPTS

1. INTRODUÇÃO

As grandes empresas da indústria automotiva buscam a competitividade em todas as partes de seu negócio. Para ser mais competitivo são utilizados três tipos de estratégias: menor custo, produto diferenciado e estratégia focada na voz do cliente. O menor custo está diretamente relacionado a alcançar melhor preço de produto. Para ter um baixo custo, as fabricantes de automóveis adotam metodologias de manufatura enxuta, onde monitoram e analisam os custos de material, peças, consumo de energia e de mão-de-obra operária, e focam na eliminação de desperdícios. Dentro das diretrizes da manufatura enxuta, existe a implementação de indicadores de desempenho em todos os níveis da organização com objetivo de mitigar desperdícios em todos os processos da cadeia produtiva (Ge e Jackson, 2014).

O custo de mão-de-obra interfere diretamente nos custos de manufatura de veículos, e podem comprometer os lucros da empresa (Ge e Jackson, 2014). Quatro tipos de desperdício podem comprometer o custo de mão-de-obra: produção em excesso, transporte desnecessário, defeitos e movimentos desnecessários. Estes parâmetros exigem maiores números de operários que não agregam nenhum valor ao produto. Com isso, algumas ferramentas são usadas para eliminação de desperdícios: 5S, trabalho padronizado, gerenciamento visual e mapeamento de fluxo de valor (do inglês: value stream mapping) (Pingale e Vani, 2010).

Dentre os tipos de desperdícios, pode-se destacar os movimentos desnecessários que podem aumentar o tempo de produção de um veículo. Assim, para medir o tempo necessário para montar um veículo, analisa-se o tempo de montagem de cada componente. Este tempo está relacionado aos micros movimentos efetuados pelos operadores. Tarefas como obter, caminhar, posicionar, apertar, escolher e outros movimentos podem ser medidos em unidade de tempo. Para tal medição, usa-se os sistemas de tempos predeterminados (PTMS), e existem as seguintes ferramentas para estimativa de tempos e suas características como mostradas no Quadro (1): Modular Arrangements of Predetermined Time Standards (MODAPTS), Maynard Operation Sequence Technique (MOST), e Method Time Measurement (MTM) (Alkan et al., 2016).

Quadro 1. Ferramentas para estimativa de tempos de operações na manufatura automotiva

Ferramenta	Características
MODAPTS ¹	Codificação alfanumérica que determina qual atividade será feita (andar, obter, colocar, etc.) e quantos MODs ^a são necessários para realizar a atividade. Considera o mesmo padrão de tempo para todos os postos de trabalho e foca nos movimentos do corpo.
MOST ²	Baseia-se em um procedimento sequencial onde é identificado o método do trabalho, estratificação dos movimentos para escolha do melhor parâmetro para determinar o tempo da operação. Uma cartilha padrão determina a razão de tempo máquina por manual.
MTM ³	Dividido: MTM-1 que descreve atividade manuais onde ocorre atividades combinadas, consecutivas ou simultâneas; MTM-2 aplica-se a trabalhos com mais de um minuto de ciclo, e tem maior precisão; e MTM-3, menos preciso, para situações onde requer estimativa de tempo mais rápida (manuseios, transporte, andar, movimento com os pés, agachar e elevar).

^a Unidade de tempo definida por Chris Heyde experimentalmente. Um MOD é igual a 0,129 segundos (IMA, 2011).

¹ Alkan et al., 2016; ² Puvanasvaran; Mei; Alagendran, 2013; ³ Cho e Park, 2014.

As ferramentas PMTS surgiram com o objetivo de diminuir a subjetividade da carga de trabalho dos operadores, além de estabelecer quanto da tarefa está agregando valor à fabricação do produto. É mais difícil analisar os movimentos por cronoanálise, pois não existe uma base comparativa de tempos padrões e os tempos em diferentes operadores podem resultar divergentes para mesma tarefa, por exemplo, uma operação que é feita em mais de um turno de trabalho por pessoas diferentes. Por isso, no início da década de trinta, estudiosos como Frederick Taylor, Harold Maynard e Chris Heyde começaram a desenvolver sistema de tempos padrões, estes citados anteriormente. MODAPTS foi introduzido em 1966, após aplicações práticas na indústria para determinar a principal unidade de tempo padrão, o MOD. Todos os movimentos do corpo humano podem ser traduzidos em MOD ou seus múltiplos (IMA, 2011).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar eficiência da mão-de-obra em uma linha de produção através do cálculo de tempo de processo na aplicação de selador blackout. Este estudo foi aplicado em uma montadora automotiva com intuito de verificar os ganhos obtidos quando comparado ao tempo real. Assim, será possível além de determinar as cargas de trabalho dos operadores, e um método de trabalho com etapas detalhadamente definidas, avaliar as oportunidades de distribuição de carga para adequação da nova operação.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento metodológico para implementação do novo processo foi realizado segundo fluxograma descrito na Fig (1).

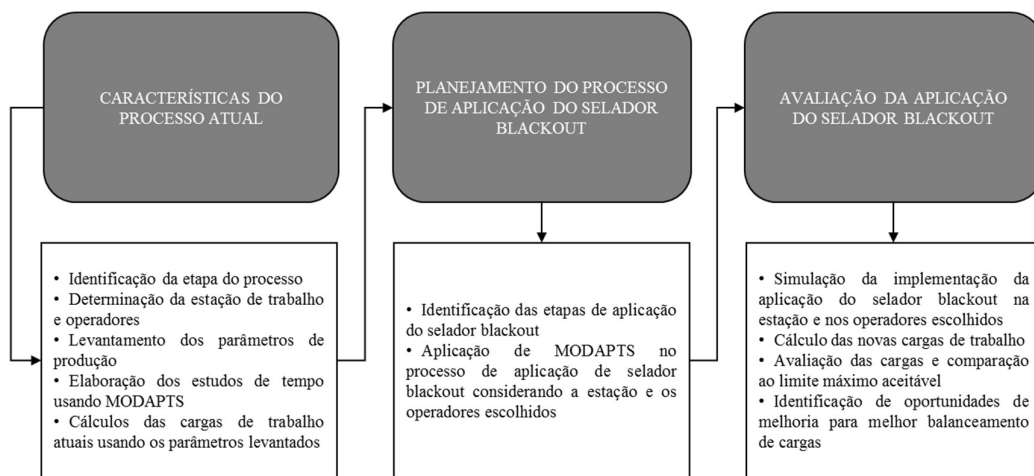


Figura. 1. Fluxograma com as etapas metodológicas da pesquisa (elaborado pelo próprio autor).

Tanto na caracterização do processo atual quanto no planejamento do processo, a ferramenta para estimativa de tempo escolhida foi o MODAPTS. O motivo da escolha desta ferramenta é devido sua fácil e rápida aplicação, precisão, comunicação e produtividade, melhorias ergonômicas e maior eficiência dos postos de trabalho individualmente (Cho e Park, 2014).

2.1. Caracterização da aplicação de Selador Blackout

A aplicação do selador blackout compreende em um depósito de um fluido asfáltico na área da caixa de roda que desempenha o papel de isolar ruído oriundos da roda e seu contato com o meio externo para dentro da cabine do veículo (Nakazato e Fukudome, 1997). A aplicação numa linha de manufatura automotiva pode ser feita manualmente ou por robô. Após sua aplicação o material é curado e assumi estado sólido na região aplicada.

O operador alvo que realizou o trabalho de aplicação de selador blackout no interior da caixa de roda atua dentro da área de pintura da carroceria, pois a adição deste novo processo deve ser após a pintura de todas as camadas e antes da montagem das peças de tapeçaria e chassi. O novo processo pode aumentar o tempo de manufatura do produto, com isso comparando o posto de trabalho sem a aplicação do selador blackout e com a aplicação, é possível analisar o impacto da adição do novo processo.

O tempo de aplicação desse isolador pode variar de acordo com a área necessária para cobertura. Neste trabalho, a área da caixa de roda do veículo estudado é de 0,74 m², e o tempo de aplicação cronometrado foi de 19 segundos para cada caixa de roda. Neste estudo, considerou-se apenas a aplicação nas duas caixas de roda traseiras do veículo.

2.2. Definição e Cálculo dos Parâmetros de Estudo

Os parâmetros calculados foram tempo de ciclada estação de trabalho (T_{Ciclo}), tempo dos processos de cada tarefa executada ($T_{Elemento}$), carga de trabalho de cada elemento ($CT_{Elemento}$), e carga de trabalho total dos operários (CT_{Total}). Além disso, mediu-se quantas unidades foram produzidas por hora (UPH) e qual a porcentagem dessa produção é relativa ao produto A ($\%_A$), e produto B ($\%_B$), e todos os produtos ($\%_{AB}$). O T_{Ciclo} resultou da Eq. (1), usando os parâmetros UPH, $\%_A$, $\%_B$ e $\%_{AB}$. Os $T_{Elemento}$ foram calculados na seção 3.1 deste trabalho por MODAPTS. As cargas de trabalho foram calculadas com as equações Eq. (1), Eq. (2) e Eq. (3) definidas abaixo.

$$T_{Ciclo} = 60 \div (UPH \times \%_A, B \text{ ou } AB) \quad (1)$$

$$CT_{Elemento} = T_{Elemento} \div T_{Ciclo} \quad (2)$$

$$CT_{Total} = \sum CT_{Elemento} \quad (3)$$

A partir dessas equações descritas anteriormente foi possível calcular a carga total dos operadores com a soma das cargas de cada elemento do seu estudo de tempo.

A linha de produção possui os parâmetros de produção e valores descritos na Tab. (2). Com a Eq. (1) pôde-se calcular os T_{Ciclo} para os produtos A, B e para os dois produtos combinados.

Tabela 2. Parâmetros da linha de produção (elaborado pelo próprio autor).

Parâmetro	Valor
Unidades produzidas por hora (UPH)	59,0
Tipos de produtos da linha produção	A e B
Porcentagem do produto A (% _A)	40%
Porcentagem do produto B (% _B)	60%
T_{Ciclo} para produto A (min)	2,5424
T_{Ciclo} para produto B (min)	1,6949
T_{Ciclo} para os dois produtos (min)	1,0169
Número de turno da linha de produção por dia	3

Os tipos de produtos, porcentagens de A e B e números de turnos foram determinados para efeito de cálculo.

2.3. Planejamento do Processo de Aplicação do Selador Blackout

A operação onde foi implementada a aplicação do selador blackout está incluída numa linha de produção com quatro estações de trabalho e seis operadores, ilustrada pela Fig. (2).

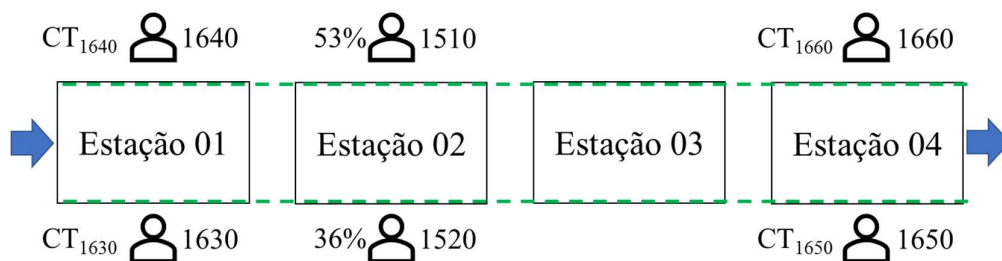


Figura 2. Ilustração das estações de trabalho (elaborado pelo próprio autor).

Cada operador possui sua identificação ao lado direito de sua representação, assim tem-se operadores 1630 e 1640 na estação 01, operadores 1520 e 1510 na estação 02 e operadores 1650 e 1660 na estação 04. Ao lado esquerdo está descrita sua $CT_{Operador}$ em porcentagem. A Estação 03 não possui nenhuma operação. A linha apresentada na Fig (2) representa uma situação sem aplicação do isolador. A seta em azul representa o sentido em que a produção transladava através das estações. As duas linhas verdes representam o meio como as unidades eram transladas. Esta linha caracteriza-se por duas correntes onde a unidade é empurrada por atrito estático em contato direto com as correntes. Por segurança dos operadores, não é permitido transpassar de um lado a outro da linha.

As estações 01, 02, 03 e 04 apresentam diferentes alturas como mostra na Tab (1). As alturas são desde o piso da estação, onde o operador está posicionado, até o piso da unidade, ponto onde o motorista e passageiro dianteiro pisam dentro do veículo. Esta foram medidas com trena em visitação as estações.

Tabela 1. Alturas das estações de trabalho (elaborado pelo próprio autor).

Estação	Altura do piso da estação até piso do veículo (mm)
01	100
02	850
03	1100
04	100

A estação 03 foi selecionada para a aplicação do blackout por possui melhor postura e consequentemente menor risco de lesão aos operadores durante a realização da aplicação do selador.

Foram designados os operadores 1510 e 1520 para trabalharem na estação 03, absorvendo o tempo adicional pela implementação do novo processo de aplicação, representado por $CT_{Blackout}$, pois estes conseguem acessar a estação, o que não é possível pelos operadores das estações 01 e 04.

2.4. Avaliação da Aplicação do Selador Blackout

A implementação e avaliação das cargas de trabalho com a aplicação de selador blackout foram analisadas a partir dos resultados das equações Eq. (4), separando-se operador do lado direito e operador do lado esquerdo.

$$CT_{\text{Operador}} + CT_{\text{Blackout}} = CT_{\text{OperadorDepois}} \quad (4)$$

Onde o Operador foi substituído pelas correspondentes identificações 1510 e 1520.

Após o levantamento das características atuais, o cálculo do impacto da nova aplicação do selador e sua implementação, foi possível analisar o impacto de mão-de-obra nesta linha de produção. Por isso, também foi avaliado oportunidades para redução de carga de trabalho que resulta numa melhor distribuição de operações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características do Processo Atual

Os estudos de tempos em MODAPTS das operações 1510 e 1520 apresentados nas tabelas Tab. (2) e Tab. (3), respectivamente, possuem os T_{Elemento} na sexta coluna para cada elemento da operação. Além disso, na primeira coluna foi indicado em qual produto se aplica, e na terceira coluna foi indicado se é uma tarefa que agrega valor (VA), não agrega valor, mas é necessária (NVABN) ou não agrega valor (NVA).

Tabela 2. Estudo de tempo detalhado do operador 1510 (elaborado pelo próprio autor).

Produto	Elemento	Caracterização da tarefa	MODAPTS		T_{Elemento} (min)	CT_{Elemento} (%)
			Parcial	Qtd.		
AB	·Identificar unidade e andar ao estoque	NVA	E2R2,5W5	29	0.0624	6.14
AB	·Obter 200 mm de adesivo branco	NVABN	M2G1M3P0M3G1 M2P0	12	0.0258	2.54
AB	·Andar até unidade	NVA	3W5	15	0.0323	3.18
AB	·Posicionar 100 mm de adesivo branco na região da maçaneta da porta dianteira	VA	M2P5M3P0	10	0.0215	2.11
AB	·Destacar 100 mm do adesivo	NVABN	M2G1M2P0	5	0.0108	1.06
AB	·Posicionar 100 mm pedaço no flange da porta e assentar na na flange da porta	VA	M3P5M3P0M2G1 M2P0M3P0	19	0.0409	4.02
AB	·Abrir porta dianteira	NVABN	M3P0	3	0.0065	0.64
AB	·Andar até o estoque	NVA	4W5	20	0.043	4.23
AB	·Obter e puzar 600 mm de adesivo transparente	NVABN	M2G1M3P0	6	0.0129	1.27
AB	·Destacar adesivo	NVABN	M3P0	3	0.0065	0.64
AB	·Andar até soleira frontal	NVA	3W5	15	0.0323	3.18
AB	·Posicionar e assentar adesivo transparente na soleira	VA	M2P5M4P2	13	0.028	2.75
B	·Andar até pistola	NVA	4W5	20	0.043	2.54
B	·Obter pistola	NVABN	M2G1M3P0	6	0.0129	0.76
B	·Andar até soleira frontal	NVA	4W5	20	0.043	2.54
B	·Posicionar pistola e acionar	NVABN	M2P2M1P0	5	0.0108	0.64
B	·Aplicar cera	VA	T0,03	14	0.03	1.77
B	·Posicionar pistola na segunda região	NVABN	M5P5M1P0	11	0.0237	1.40
B	·Aplicar cera	VA	T0.04	19	0.04	2.36
B	·Fechar a porta	NVABN	W5M2P0	7	0.0151	0.89
B	·Andar até porta traseira	NVA	2W5	10	0.0215	1.27
B	·Abrir porta e se posicionar	NVABN	M2G1M3P0W5	11	0.0237	1.40
B	·Posicionar pistola e acionar	NVABN	M2P5M1P0	8	0.0172	1.01
B	·Aplicar cera	VA	T0,03	14	0.03	1.77
B	·Dar um passo para fora e fechar a porta	NVA	W5M2G1M3P0	11	0.0237	1.40
B	·Andar até suporte de pistola	NVA	2W5	10	0.0215	1.27
B	·Deixar pistola	NVABN	M2P2	4	0.0086	0.51
Totais				320	0,6876	53.27

A classificação entre VA, NVA e NVABN teve o objetivo de identificar potenciais oportunidades entre os movimentos do operário, como serão discutidos nas seções 3.3 e 3.4 deste trabalho. Movimentos excessivos dos empregados para andar, pegar ferramentas e materiais em extensas distâncias é caracterizado como desperdício, ou seja, atividades que não agregam valor ao produto e nem ao cliente (Pingale e Vani, 2010).

Tabela 3. Estudo de tempo detalhado do operador 1520 (elaborado pelo próprio autor).

Produto	Elemento	Caracterização da tarefa	MODAPTS		T _{Elemento} (min)	CT _{Elemento} (%)
			Parcial	Qtd.		
AB	· Identificar catálogo da unidade	NVABN	E2R2	4	0.0086	0.85
AB	· Andar ao estoque	NVA	5W5	25	0.0538	5.29
AB	· Obter 100 mm de adesivo branco	NVABN	M2G1M3P0M3G1 M2P0	12	0.0258	2.54
AB	· Andar até unidade	NVA	3W5	15	0.0323	3.18
AB	· Posicionar 100 mm de adesivo branco na região da maçaneta da porta dianteira	VA	M2P5M3P0	10	0.0215	2.11
B	· Abrir porta dianteira	NVABN	M3P0	3	0.0065	0.38
B	· Andar até pistola de aplicação	NVA	4W5	20	0.043	2.54
B	· Obter pistola	NVABN	M2G1M3P0	6	0.0129	0.76
B	· Andar até soleira frontal (NVA)	NVA	4W5	20	0.043	2.54
B	· Posicionar pistola e acionar	NVABN	M2P2M1P0	5	0.0108	0.64
B	· Aplicar cera	VA	T0,03	14	0.03	1.77
B	· Posicionar pistola na próxima região de aplicação	NVABN	M5P5M1P0	11	0.0237	1.40
B	· Aplicar cera	VA	T0.04	18.6	0.04	2.36
B	· Fechar a porta	NVABN	W5M2P0	7	0.0151	0.89
B	· Andar até porta traseira	NVA	2W5	10	0.0215	1.27
B	· Abrir porta e se posicionar	NVABN	M2G1M3P0W5	11	0.0237	1.40
B	· Posicionar pistola e acionar	NVABN	M2P5M1P0	8	0.0172	1.01
B	· Aplicar cera	VA	T0,03	14	0.03	1.77
B	· Dar um passo para fora e fechar a porta	NVA	W5M2G1M3P0	11	0.0237	1.40
B	· Andar até suporte de pistola	NVA	2W5	10	0.0215	1.27
B	· Deixar pistola	NVABN	M2P2	4	0.0086	0.51
Totais				239	0,5132	35,86

As tarefas descritas nas Tab. (2) e Tab. (3) não possuem relação com a nova aplicação do selador blackout, mas contribuem para a caracterização do processo e planejamento da aplicação. Na sétima coluna dessas tabelas, estão apresentadas as cargas de cada elemento, calculadas pela Eq. (2). Entretanto, essa é uma carga média entre o produto A e B, por isso, quando se transladam dois ou mais carros B em sequência a carga de trabalho é aumentada para 67,61% do operador 1510, e 50,47% para o operador 1520, usando a equação Eq. (3), como descrito a seguir nas Eq. (5) e Eq. (6).

$$CT_{1510} = 0,6876 \div 1,0169 = 67,61\% \quad (5)$$

$$CT_{1520} = 0,5132 \div 1,0169 = 50,47\% \quad (6)$$

De acordo com a Fig. (3), os operadores 1510 e 1520 possuem cargas de 53% e 36%, respectivamente.

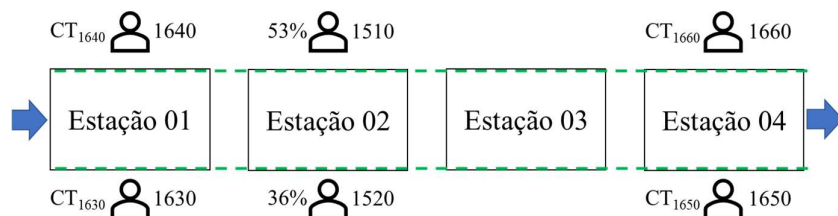


Figura 3. Ilustração das estações de trabalho com cargas de trabalho médias (elaborado pelo próprio autor).

A Fig. (4) apresenta as cargas de trabalho para os operadores 1510 e 1520 quando ocorre o traslado de dois ou mais produtos B em sequência. As cargas de trabalho encontradas resultam-se da divisão do total de T_{Elemento} das tabelas Tab. (2) (0,6876 min) e Tab. (3) (0,5132 min) pelo T_{Ciclo} dos dois produtos (1,0169 min).

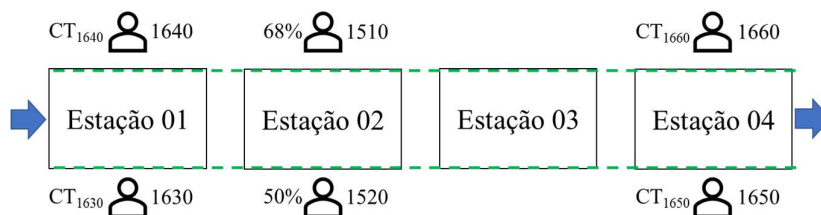


Figura 4. Estações de trabalho na situação de produtos B em sequência (elaborado pelo próprio autor).

Nas Tab. (2) e Tab. (3), considerando que todos os elementos são aplicados ao produto B, resulta em um aumento de carga de trabalho, pois o produto B possui mais tarefas que o produto A. Isso acontece quando os operadores 1510 e 1520 tem que executar as tarefas quando passam dois ou mais produtos B.

3.2. Planejamento da Implementação do Novo Processo

A aplicação do selador foi estimada usando a mesma ferramenta (MODAPTS), e quando se trata de simulação de processo antes de sua implementação, usa-se tempo padrão baseado nas atividades que compõe o processo. Para o presente estudo considerou-se os elementos e seus respectivos micros movimentos descritos na Tab. (4).

Tabela 4. Estudo de tempo estimado para aplicação do selador blackout (elaborado pelo próprio autor).

Produto	Elemento	Caracterização da tarefa	MODAPTS		T_{Elemento} (min)	CT_{Elemento} (%)
			Parcial	Qtd.		
B	·Tempo de espera da unidade a posição de aplicação	NVA	T0.1	47	0.1000	9.83
B	·Enquanto espera, colocar máscara, obter pistola de selador blackout e obter dispositivo da garganta de combustível	NVABN	T0	0	0.0000	0.00
B	·Posicionar dispositivo na entrada da garganta de combustível*	NVABN	M2P5	7	0.0151	1.48
B	·Dar um passo para caixa de roda	NVA	W5	5	0.0108	1.06
B	·Posicionar para aplicação	NVABN	M4P2M1P0	7	0.0151	1.48
B	·Cobrir região interna da caixa de roda	VA	T0.314	146	0.3140	30.88
B	·Dar um passo para o suporte	NVA	W5	5	0.0108	1.06
B	·Colocar pistola no suporte	NVABN	M2P0	2	0.0043	0.42
B	·Dar um passo para caixa de roda traseira*	NVA	W5	5	0.0108	1.06
B	·Retirar dispositivo*	NVABN	M2G1M3P2	8	0.0172	1.69
B	·Andar 2 passos para suporte*	NVA	3W5	15	0.0323	3.18
B	·Deixar dispositivo no suporte*	NVABN	M2P0	2	0.0043	0.42
Totais				249	0,5347	52,58

*Somente aplicado para o operador 1510.

Os elementos marcados com * são aplicados somente na execução da tarefa na caixa de roda traseira do lado do motorista.

De acordo com a ferramenta aplicada e considerando a aplicação nas duas caixas de roda traseira, chegou-se a uma carga de trabalho total de 52,58% para o lado esquerdo e 44,74% para o lado direito, considerando que dois ou mais produtos B foram produzidos em sequência. Isto significa que a nova aplicação de selador blackout agrega mais trabalho ao lado do motorista por causa da existência da entrada de abastecimento de combustível, onde é necessário o uso do dispositivo para proteção da região durante aplicação. Sem o uso do dispositivo pode-se ocorrer depósito indevido de material em regiões já acabadas da carroceria.

3.3. Avaliação da Aplicação do Selador Blackout

De acordo com as Tab. (2) e (3), as cargas dos operadores 1510 e 1520 sem a aplicação do selador blackout são 67,61% e 50,47% respectivamente, para produtos B em sequência. Na Tab. (4), a aplicação do selador blackout representa 52,58% para o lado esquerdo e 44,74% para o lado direito. Assim, somando-se as cargas de trabalho da aplicação do selador com as cargas dos operadores 1510 e 1520 resultaram em 120,19% e 95,21%. A Fig. (5) apresenta em azul o resultado da simulação da aplicação do selador blackout na estação 03 pelos operadores 1510 e 1520.

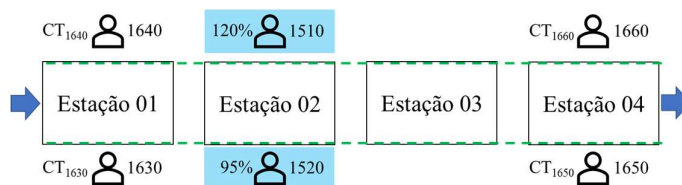


Figura 5. Simulação com novo processo de aplicação de selador blackout (elaborado pelo próprio autor).

Observa-se que quando temos dois carros B passando pela estação 03, as cargas dos operadores 1510 e 1520 ultrapassam o ciclo da linha de produção, com isso resulta-se na perda de ciclo e no atraso para realizar as atividades da próxima unidade. Assim, podem ocorrer perda de qualidade, perda de produção e aumento de desperdício.

Para adequar as cargas de trabalho para o máximo de 95%, é necessário identificar quais movimentos não possuem valor agregado, e apontar quais mudanças na estação de trabalho reduziram tempos no trabalho do operador 1510 para atender o ciclo da linha. A Fig. (6) apresenta a estratificação dos tempos dos operadores 1510 e 1520 sem e com a aplicação do selador.

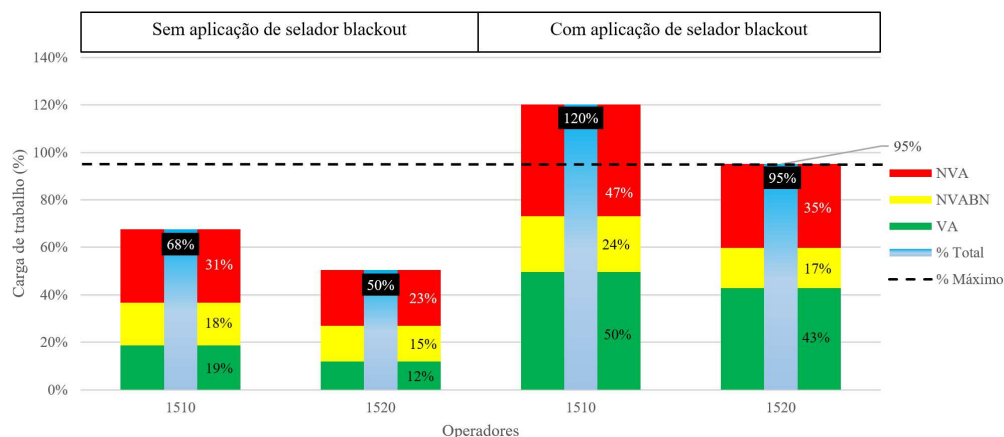


Figura 6. Gráfico de distribuição de carga dos operadores 1510 e 1520 por VA, NVABN e NVA sem e com a aplicação do selador blackout (elaborado pelo próprio autor).

Considerando a implementação da nova operação de aplicação de selador blackout, foi necessário adicionar uma mão-de-obra por turno de produção, o que representa um incremento de três operários em um regime de três turnos. Entretanto, identificou-se uma oportunidade.

Através da Fig. (6) é possível observar que o operador 1510, com a aplicação do selador blackout, possui 47% de seu ciclo classificado em valor não agregado. Neste caso, as tarefas de valor não agregado representaram quanto de sua carga de trabalho é desperdiçada em caminhadas para obter materiais e ferramentas para executar as tarefas. Assim, foi necessário a diminuição dos passos executados pelo operador. Cada passo no MODAPTS é representado por um W5, e representa 0,64516 m de distância em solo sem obstáculos (IMA, 2011). Para melhorar a carga de trabalho do operador 1510 de 120% para 95%, a oportunidade foi diminuir sua caminhada. Somando o total de sua caminhada pelas Tab. (2) e Tab. (4), observa-se que o operador caminha 45 passos, um total de 29,23 m. Para redução de carga de trabalho, a partir de um novo estudo de tempo, este operador precisa caminhar no máximo 13,31 m (21 passos). Foi necessário dispor os materiais e ferramentas em local mais próximo do operador para reduzir de 45 passos para 21 passos por ciclo de trabalho. Para isso, mudanças físicas na estação de trabalho foram executadas, tais como: adequação do piso, novas embalagens para dispor os consumíveis mais próximo de suas tarefas e disposição mais próxima dos suportes das pistolas de aplicação. A Fig. (7) apresenta como se comporta as cargas com a redução da caminhada do operador 1510 (barra do gráfico em laranja).

Foi definido o máximo de 95% de carga para cobrir as variações de ritmo do operador comparado ao tempo padrão da ferramenta MODAPTS. Assim, existe uma margem de tempo de 5% de folga por ciclo caso o operador tenha que chamar seu superior e reportar alguma anormalidade de processo.

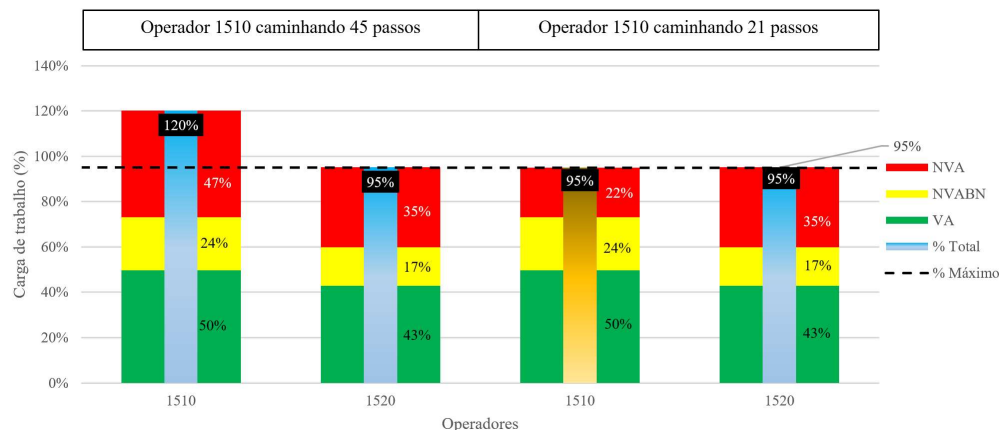


Figura 7. Gráfico com antes e depois da redução da caminhada do operador 1510 (elaborado pelo próprio autor)

3.4. Outras Oportunidades de Redução de Mão-de-obra

Os operadores 1630, 1640, 1650 e 1660 também foram estudados. Após aplicar o MODAPTS e aplicando as equações Eq. (1), Eq. (2) e Eq. (3) para cálculo das cargas de trabalho, foi obtido como resultado a linha de produção apresentada na Fig. (7), destacada em amarelo.

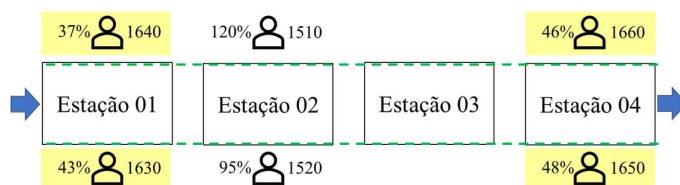


Figura 8. Linha de produção com cargas de trabalho dos operadores 1630, 1640, 1650 e 1660 (elaborado pelo próprio autor)

A soma das cargas dos operadores 1640 e 1660 resulta em 83%, e dos operadores 1630 e 1650 em 91%. Com isso, analisou-se a possibilidade de mover todas as operações da estação 01 para a estação 04. A Fig. (9) apresenta o balanceamento de carga dos operadores 1630, 1640, 1650 e 1660, e o balanceamento com a eliminação dos operadores 1630 e 1640 e o aumento de carga dos operadores 1650 e 1660.

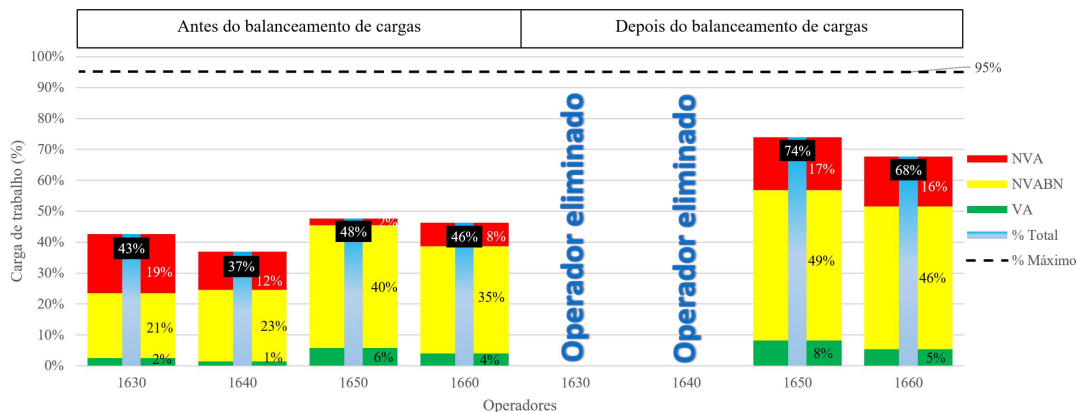


Figura 9. Gráfico de distribuição de carga para as operações 1630, 1640, 1650 e 1660 antes e depois do balanceamento de operações (elaborado pelo próprio autor).

A eliminação dos operadores 1630 e 1640 somente foi possível por que as operações realizadas por estes operadores podem ser realizadas após as operações dos operadores 1510 e 1520. Além disso, foi possível ter sinergia dos movimentos de NVABN e NVA por alocação das embalagens, ferramentas e peças da estação 01 para a estação 04, por isso ocorreu uma diminuição das cargas em comparação aos números previsto de 83% e 91%. Comparado a opção de adequação da estação do operador 1510, esta não requer redução de caminhada o que representa menos intervenções físicas na estação de trabalho. Com essa oportunidade, foi possível eliminar dois operários desta linha de produção.

4. CONCLUSÃO

O uso da ferramenta de estimativa de tempos como MODAPTS possibilitou avaliar os impactos nos tempos de ciclo na mão-de-obra de manufatura automotiva antes de implementação física de novas operações. Além disso, com a ferramenta foi possível avaliar oportunidade de melhor balanceamento de cargas de trabalho e quanto de atividades que não agregam valor ao produto podem ser reduzidas. Por isso, o MODAPTS pode ser considerada uma ferramenta de manufatura enxuta para redução de custos.

Assim, conclui-se com este trabalho que a implementação da nova aplicação de selador blackout na linha de produção objeto de estudo, mais as adequações nos operadores 1630, 1640, 1650 e 1660 representaram uma diminuição de três operários em uma fábrica de carros em regime de três turnos de produção. Além disso, com maiores intervenções na estação de trabalho do operador 1510, pôde-se eliminar mais um posto de trabalho por turno. Assim, o total de oportunidades identificadas foram seis operadores em três turnos.

As oportunidades foram adequação da estação de trabalho do operador 1510, o que representou na prevenção de adição de um operário por turno, três operários em três turnos, e segundo a alocação das tarefas da estação 01 na estação 04, combinando as operações das duas estações de trabalho, o que representou a redução de dois operários por turno, ou seis operadores em três turnos.

5. REFERÊNCIAS

- Alkan, B., Vera, D., Ahmad, M., Ahmad, B. and Harrison R., 2016, "A model for complexity assessment in manual assembly operations through predetermined motion time systems", 6th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems (CATS), Coventry, United Kingdom, pp. 429-434.
- Cho, H. and Park, J., 2014, "Motion-based method for estimating time required to attach self-adhesive insulators", Computer-Aided Design, Vol. 56, Suwon, Republic of Korean, pp. 68-87
- Ge, X. and Jackson, J., 2014, "The Big Data Application Strategy for Cost Reduction in Automotive Industry", SAE Int. J. Commer. Veh., Vol 7, Issue 2, 11 p.
- International MODAPTS Association (IMA), 2011, "MODAPTS Manual", Vol. 4, Arkansas, United States, 228 p.
- Nakazato, K., Fukudome, H., 1997, "Development of sprayable sound deadening material for floor panel", JSAE Review, Technical Notes, vol. 18, Okazaki, Japan, pp. 401-421.
- Pingale, A. and Vani, D., 2010 "Implementation of Lean Manufacturing to Improve Competitiveness", SAE International, 23 p.
- Puvanasvaran, A. P., Mei, C. Z., Alagendran, V. A., 2013, "Overall Equipment Efficiency Improvement Using Time Study in an Aerospace Industry", Proceedings of The Malaysian International Tribology Conference 2013, Procedia Engineering, vol. 68, Melaka, Malaysia, pp. 271-277.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

Evaluation of workload distribution opportunities for adequation of new blackout sealer application operation using modapts.

Napoleão Gomes Soares Neto , napoleao87@gmail.com1

Lílian Lefol Nani Guarieiro, lilian.guarieiro@fieb.org.br1,2

1SENAI CIMATEC, College of Tecnology, Salvador, BA, Brazil

2INCT of Energy and Environment, UFBA, 40170-290 Salvador, BA, Brazil

Abstract: In automotive manufacturing, competitiveness is essential in all part of the business and for achieve it the cost has relevant rate in the product development and assembly. Important factors in this context are activity standardization for assembly operators and product morphology adaptation to promote better efficiency and efficacy in manufacturing and assembly of a vehicle. So, the object of this paper was to evaluate manpower efficiency in a workstation through calculation of process time for blackout sealer application. It was used MODAPTS (Modular Arrangements of Predetermined Time Standards) tool for manpower opportunities calculations and workload distribution. Therefore, it was performed time studies considering the new manual processes then compared to current production model process,

considering manufacturing parameters: cycle time and line speed. The results obtained allowed to evaluate opportunities for additional time of 0.9897 min per vehicle without adding operators in the assembly line. Furthermore, it was defined detailed process steps, complying: quality, ergonomics, safety, product requirements, operation time stratification in value added (VA), non-value added (NVA) and non-value added but necessary (NVABN). Through workload distribution, it was possible to avoid additional labour and so identify opportunities for reduction of six operators from the plant. So, this paper highlights the importance of time analysis prior to production with new processes and revealed a relevant methodology for lean manufacturing.

Keywords: Lean manufacturing, blackout sealer, time studies, MODAPTS