REVISTA ERR01 ISSN: 2595-1378

INTEGRAÇÃO DE TEMPOS E MÉTODOS COM KANBAN - UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

INTEGRATING TIMES AND METHODS WITH KANBAN - A CASE STUDY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

INTEGRANDO TIEMPOS Y MÉTODOS CON KANBAN: UN ESTUDIO DE CASO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

https://doi.org/10.56238/ERR01v10n5-004

Luene Tamara Martins
Graduada em Engenharia de Produção
Instituição: Faculdade Sinergia
E-mail: luene_tamaraa@hotmail.com

Maria Eduarda Silva
Graduada em Engenharia de Produção
Instituição: Faculdade Sinergia
E-mail: duda.eduarda1@hotmail.com

Diego Milnitz
Doutor em Engenharia de Produção
Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)
E-mail: dmilnitz@gmail.com

Jamur Johnas Marchi
Doutor em Engenharia de Produção
Instituição: Universidade Federal da Integração Latino Americana (UNILA)
E-mail: jamur.marchi@unila.edu.br

RESUMO
A indústria automotiva caracteriza-se por sua elevada complexidade e pela necessidade de processos produtivos altamente eficientes e flexíveis. Nesse contexto, a integração de ferramentas clássicas, como estudo de tempos e métodos, com práticas de manufatura enxuta, como o sistema Kanban, constitui uma estratégia relevante para identificar gargalos, reduzir desperdícios e aumentar a competitividade. Este artigo tem como objetivo analisar a aplicação conjunta da cronoanálise e do Kanban em uma célula de produção de chicotes automotivos, buscando compreender seu impacto no balanceamento da linha e na melhoria do fluxo produtivo. Metodologicamente, trata-se de um estudo de caso exploratório, com abordagem quantitativa, desenvolvido por meio da coleta de dados de tempos de operação, mapeamento de rotas de abastecimento e implementação de cartões e quadro Kanban. Os resultados evidenciam que, antes da intervenção, os postos produtivos operavam acima do takt time, comprometendo a eficiência. Com a introdução do sistema Kanban, aliada à padronização obtida pela cronoanálise, houve significativa redução de desperdícios, eliminação de atividades indevidas e melhoria no balanceamento da célula, com todos os postos passando a operar dentro do

takt time e do limite de fadiga. Como contribuição, o estudo demonstra a aplicabilidade prática da integração entre métodos clássicos e ferramentas Lean, reforçando sua relevância para a melhoria contínua. Além disso, aponta para a necessidade de futuras pesquisas sobre a digitalização do Kanban (e-Kanban) e sua integração a ambientes produtivos inteligentes, alinhados aos princípios da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Indústria Automotiva. Cronoanálise. Kanban. Balanceamento de Linha.

ABSTRACT

The automotive industry is characterized by its high complexity and the need for highly efficient and flexible production processes. In this context, the integration of classic tools, such as time and method studies, with lean manufacturing practices, such as the Kanban system, constitutes a relevant strategy for identifying bottlenecks, reducing waste, and increasing competitiveness. This article aims to analyze the combined application of chronoanalysis and Kanban in an automotive wiring harness production cell, seeking to understand their impact on line balancing and improving production flow. Methodologically, this is an exploratory case study with a quantitative approach, developed through the collection of operating time data, mapping of supply routes, and the implementation of Kanban cards and boards. The results show that, prior to the intervention, production stations operated above takt time, compromising efficiency. With the introduction of the Kanban system, combined with the standardization achieved through chronoanalysis, there was a significant reduction in waste, elimination of inappropriate activities, and improvement in cell balancing, with all stations operating within takt time and fatigue limits. As a contribution, the study demonstrates the practical applicability of the integration between classical methods and Lean tools, reinforcing its relevance for continuous improvement. Furthermore, it highlights the need for future research on the digitalization of Kanban (e-Kanban) and its integration into smart production environments, aligned with the principles of Industry 4.0.

Keywords: Lean Manufacturing. Automotive Industry. Chronoanalysis. Kanban. Line Balancing.

RESUMEN

La industria automotriz se caracteriza por su alta complejidad y la necesidad de procesos de producción altamente eficientes y flexibles. En este contexto, la integración de herramientas clásicas, como los estudios de tiempos y métodos, con prácticas de manufactura esbelta, como el sistema Kanban, constituye una estrategia relevante para identificar cuellos de botella, reducir desperdicios y aumentar la competitividad. Este artículo busca analizar la aplicación combinada de cronoanálisis y Kanban en una celda de producción de arneses de cableado automotriz, buscando comprender su impacto en el balanceo de la línea y la mejora del flujo de producción. Metodológicamente, se trata de un estudio de caso exploratorio con un enfoque cuantitativo, desarrollado mediante la recopilación de datos de tiempos de operación, el mapeo de rutas de suministro y la implementación de tarjetas y tableros Kanban. Los resultados muestran que, antes de la intervención, las estaciones de producción operaban por encima del tiempo takt, lo que comprometía la eficiencia. Con la introducción del sistema Kanban, combinada con la estandarización lograda mediante el cronoanálisis, se logró una reducción significativa del desperdicio, la eliminación de actividades inapropiadas y una mejora en el balanceo de la celda, logrando que todas las estaciones operen dentro de los límites de tiempo takt y fatiga. Como contribución, el estudio demuestra la aplicabilidad práctica de la integración entre métodos clásicos y herramientas Lean, reforzando su relevancia para la mejora continua. Además, destaca la necesidad de futuras investigaciones sobre la digitalización de Kanban (e-Kanban) y su integración en entornos de producción inteligentes, en línea con los principios de la Industria 4.0.

Palabras clave: Manufactura Lean. Industria Automotriz. Cronoanálisis. Kanban. Balanceo de Línea.

ISSN: 2595-1378

1 INTRODUÇÃO

A indústria automotiva é reconhecida por sua complexidade e pela necessidade de altos níveis de eficiência e produtividade. Neste sentido, a identificação de possíveis oportunidades de melhoria nos processos se tornou algo rotineiro dentro das organizações. Segundo Corrêa e Gianesi (2011), um dos principais aspectos que as organizações devem se preocupar é melhorar a eficiência operacional. Assim torna-se extremamente necessário para as organizações que seus sistemas produtivos tenham o máximo de eficácia, aumento de produtividade, diminuição das perdas, utilização racionalizada dos recursos disponíveis e padronização das tarefas, garantindo desta forma a maior lucratividade possível.

Para alcançar esses objetivos, o estudo de tempos e métodos, a cronometragem de operações e a utilização das práticas da Manufatura Enxuta têm se mostrado fundamentais. Estas são essenciais para o aprimoramento dos processos de produção, garantindo a redução de desperdícios, o aumento da eficiência e a melhoria contínua.

No contexto da indústria automotiva, o estudo de tempos e métodos desempenha um papel crucial na análise e no aprimoramento dos processos de produção. Por meio da observação detalhada das atividades realizadas pelos colaboradores, é possível identificar atividades que geram desperdícios de tempo, movimentos desnecessários ou subutilização de recursos. Já a cronometragem de operações permite uma análise detalhada do tempo de execução de cada atividade, permitindo o estabelecimento de padrões de trabalho mais eficientes e a eliminação de atividades desnecessárias.

Uma das práticas mais utilizadas da Manufatura Enxuta é o Kanban, que por sua vez, é uma ferramenta visual de gestão de fluxo de trabalho que desempenha um papel essencial na indústria automotiva. Por meio do uso de cartões ou sinais visuais, o Kanban permite o controle do fluxo de materiais e informações ao longo das linhas de produção.

Neste artigo, será explorado a importância desses três elementos na indústria automotiva, destacando seus benefícios e impactos positivos na qualidade e competitividade do setor. Inicialmente o estudo de tempos e métodos junto com a cronometragem serão empregados para fazer uma análise detalhada dos processos e atividades numa célula de produção de chicotes automotivos da linha sedan. Num segundo momento, após as análises dos tempos e métodos produtivos da célula, será implementado o kanban com a finalidade de facilitar a gestão operacional e reduzir os estoques no

processo. Como resultado, objetiva-se ter uma visão clara do status das atividades, permitindo uma resposta rápida a possíveis problemas, reduzindo o estoque e garantindo uma produção just-in-time.

Para isso, além dessa breve introdução, no item 2, o artigo apresenta uma revisão da literatura sobre os principais temas da pesquisa, no item 3, apresenta a metodologia, no item 4, apresenta o estudo de caso; por fim, no item 5 é apresentada a conclusão do presente trabalho.

2 ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS

O estudo de tempos e métodos desempenha um papel fundamental na engenharia de produção. Ele está relacionado à análise e otimização dos processos de trabalho, buscando melhorar a eficiência, produtividade e qualidade em uma organização. O estudo de tempos e métodos teve seu início na usina da Midvale Steel Company, onde Frederick W. Taylor identificou a incapacidade da gestão em realizar a divisão de trabalho adequada para a mão de obra. A datar desse pressuposto, Taylor iniciou a sua pesquisa escolhendo dois operários saudáveis e eficientes; buscando estipular a fração de energia que um homem poderia gastar em um dia de trabalho (TAYLOR, 1970).

Através da pesquisa realizada por Frederick W. Taylor, tornou-se evidente que o controle da energia gasta por um homem estava ligada com a duração da frequência e dos períodos de trabalho e descanso. Taylor, buscou ensinar a maneira correta da realização das atividades, com foco em facilitar para o operário a realização da mesma; estipulou tempos e padronização dos processos. (TAYLOR apud BARNES, 1977).

Conforme Furlani (2011) tempos e métodos é uma análise de um sistema, que apresenta pontos identificáveis de entrada, transformação e saída; afirmando padrões para facilitar as tomadas de decisões. Desta forma, favorece a eficiência e eficácia através dos tempos e informações obtidas, possibilitando a decisão do melhor método a ser utilizado na resolução de problemas em linhas produtivas.

2.1 CRONOANÁLISE

A cronoanálise iniciou-se com os estudos de Frederick W. Taylor sobre as divisões de operações em um processo de produção, e a real capacidade do operador. Frank Gilbreth também proporcionou um estudo sobre a parte de movimentos englobando os aspectos ligados à fadiga, economia de

movimentos desnecessários, onde foi criado uma tabela de movimentos e seus respectivos valores e símbolos (SUGAI, 2003).

De acordo com Toledo Jr (1977, p. 19), "Cronometria é o cálculo, o ato mecânico de se chegar ao Tempo padrão. Cronoanálise é a tabulação, é a arte de utilização do tempo padrão, visando a melhoria no método de trabalho".

A cronoanálise é indicada quando há uma necessidade de melhoria na produtividade e no entendimento do processo, por meio dela é identificado os pontos ineptos do processo. Viabilizando a solução de problemas de gargalos e com isso aumentar a produtividade (OLIVEIRA, 2015).

Para a realização da cronoanálise Barnes (1997) definiu sete passos:

1º Obter e registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo;

2º Dividir a operação em elementos;

3º Observar e registrar o tempo gasto pelo operador;

4º Determinar o número de ciclos a serem cronometrados;

5º Avaliar o ritmo do operador;

6º Determinar as tolerâncias;

7º Determinar o tempo-padrão para a operação.

Ao escolher o operador, torna-se necessário a escolha da operação que será a amostra de cronometragem do estudo.

2.2 LEAN MANUFACTURING E SEU DESEMPENHO OPERACIONAL

Segundo o livro "Excelência Operacional com o *Lean Manufacturing*" do Felipe Martins Pantazis Gracia (2020), Taylor que iniciou com as técnicas de organização da produção, mas foi Henry Ford que realizou um trabalho com o objetivo de formalizar e metodizar a produção em série, aplicando o método científico de processos, tempos, equipes, pessoas e contribuindo na construção do modelo, que possibilitou que Eiji Toyoda junto com Taiichi Ohno desenvolvessem o próprio sistema de produção da Toyota (TPS), que viria ser conhecido mundialmente como *Lean Manufacturing,* com o objetivo de aumento de produtividade, fazer mais com menos recursos e suprimir fontes de desperdícios ao longo da cadeia de valor.

A implementação da manufatura enxuta começou no Japão e logo foi implementada nos Estados Unidos da América nas indústrias automotivas e tornou-se quase que uma obrigação neste setor para que se mantivesse competitiva (WOMACK, JONES, 1998).

O *Lean Manufacturing* possui cinco princípios conforme a figura abaixo:

ISSN: 2595-1378

FIGURA 2: Princípios orientadores do Lean Thinking



Fonte: Womack e Jones (1998)

Para reforçar o embasamento, é válida a citação de Ohno, o qual disse que *lean manufacturing* é sobre a visualização do tempo do processo como um todo, desde a demanda do cliente até o faturamento do valor da venda e por sua vez reduzir este tempo, removendo os desperdícios e processos que não agregam valor (OHNO, 1999). Para consolidar sua fala, Bandeira (2021) ainda cita alguns grandes nomes do mercado como empresas que tiveram bons resultados adotando os conceitos *lean*, tais como: Ford, Nike, Toyota e Caterpillar.

FIGURA 3: Os pilares do *TPS*



Fonte: Hermman (2008)

Com a finalidade de facilitar a propagação do Sistema de Produção Toyota foi criado um diagrama chamado “Casa do STP” do inglês “TPS House”, este diagrama foi adaptado por Hermman apresentando os pilares essenciais do sistema Toyota de produção sendo representado na figura 3 abaixo.

Os pilares são apresentados por duas metodologias, um é o *JIDOKA*, que consiste na automação de atribuir poder ao sistema de parar a produção sem a intervenção humana caso detecte que não pode fazer uma peça sem erros, já o outro pila, *Just in time* é basicamente a organização da produção em produzir a quantidade correta na hora determinada (OHNO, 1997). Acima dos pilares, está o telhado que representa as metas, que são: melhor qualidade, menor custo, menor *lead time*, sustentabilidade e segurança das pessoas neste sistema. Na base da casa, tem-se a padronização, que é importantíssimo para uma produção em série e de qualidade (LIKER, 2016).

2.3 KANBAN

De acordo com Anderson, D. J. (2010), a gestão eficaz dos processos de trabalho é crucial para que as organizações industriais alcancem alta produtividade, qualidade e competitividade. Neste contexto, o *Kanban* surge como uma ferramenta de gestão visual que

ajuda a gerir o fluxo de trabalho, otimizar as operações e reduzir o desperdício. O *Kanban* tem suas raízes no Sistema Toyota de Produção e usa cartões ou dicas visuais para controlar o fluxo de trabalho. Essa abordagem fornece uma visão clara das tarefas em andamento, ajuda a identificar gargalos e promove a melhoria contínua. Além disso, o *Kanban* limita a quantidade de trabalho em andamento, evita a sobrecarga e incentiva a conclusão de tarefas antes de iniciar novas.

A implantação do *Kanban* na indústria requer uma análise criteriosa dos processos de trabalho existentes e a definição de quadros *Kanban* customizados para cada etapa do fluxo produtivo. Esse sistema visual facilita a comunicação dos membros da equipe, acompanha o andamento das tarefas e identifica rapidamente os problemas. *Kanban* também promove padronização e colaboração, levando a um ambiente de trabalho mais eficiente e responsável (HAMMARBERG, 2014).

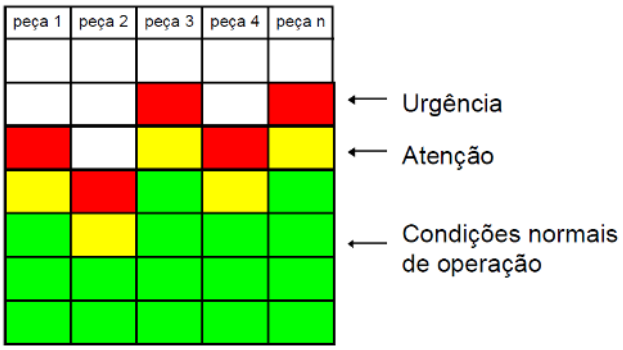
O controle visual é o conceito básico do sistema Kanban, cujo principal objetivo é possibilitar a produção *"Just in Time"* por meio do controle visual da produção e do estoque por meio de cartões visuais que indicam a necessidade de troca de materiais e produtos. O termo "*kanban*" significa "quadro de visão" em japonês (OHNO, 1997).

Segundo Rocha e Sousa (2021), o sistema *Kanban* trouxe um grande desenvolvimento para a gestão da produção, permitindo a visualização dos dados ao final do processo de forma bem estabelecida para a movimentação e geração de produtos, levando ao *Just in Time* . Produção ou seja no momento certo e na quantidade necessária, o que reduz o estoque e minimiza custos e desperdícios. *Kanban* usa cartões para autorizar a produção e movimentação de produtos durante o processo de produção.

Segundo Artia (2022), as principais funções do sistema *Kanban* são o controle do fluxo de trabalho, visualização do sistema de produção para os gestores, balanceamento de processos para evitar

interrupções e limitação do volume de trabalho para que a produção siga de forma puxada. O sistema kanban tradicional emprega painéis ou quadros de sinalização, conforme a figura 4, chamados de painéis porta-*kanban*, junto aos pontos de armazenagem espalhados pela produção, com a finalidade de sinalizar o fluxo de movimentação e consumo dos itens a partir da fixação dos cartões *kanban*, conforme a figura 4. Esses painéis fazem parte do conceito mais amplo de gerenciamento visual.

FIGURA 4 - Quadro Kanban.

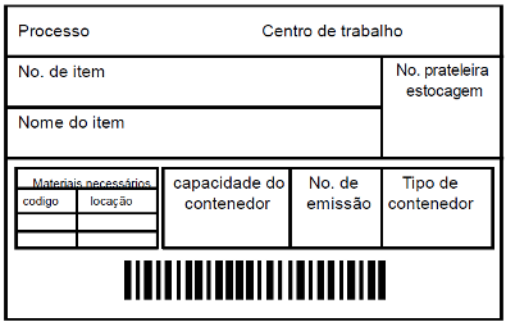


Fonte: Tubino (2017)

O sistema *kanban* funciona baseado no uso de sinalizações para ativar a produção e movimentação dos itens pela fábrica. Os cartões *kanban* convencionais são confeccionados de material durável para suportar o manuseio decorrente do giro constante entre os estoques do cliente e do fornecedor do item.

A figura abaixo mostra um exemplo de cartão *kanban*.

FIGURA 05 - Cartão Kanban



Fonte: Tubino (2017)

3 METODOLOGIA

Segundo Gil (2002) se classifica as pesquisas de acordo com seus objetivos gerais, podendo ser classificada de três aspectos, como: pesquisa exploratória, descritivas e explicativas; podendo também, ser classificadas de acordo com a abordagem do problema, como qualitativas ou quantitativas. O presente estudo de caso é classificado como exploratório, e buscando alcançar o objetivo da

pesquisa, utilizou-se a abordagem quantitativa, pois foi utilizado dados numéricos, devido ao estudo de tempos e métodos no chão de fábrica.

A célula em questão foi escolhida devido ao notável desbalanceamento da linha, que gerava atraso de posto, gargalos e em consequência não conseguia tirar as peças programadas diariamente. O método utilizado foi a cronoanálise, e através do uso desse método foi possível analisar as problemáticas da célula de produção.

Para Oliveira (2009, apud CHIROLI, 2011) a cronoanálise é um método com o objetivo de cronometrar o tempo de execução de uma determinada tarefa no fluxo produtivo, por conseguinte é realizado a análise dos tempos de tolerância de acordo com as necessidades fisiológicas do operador, e também, a necessidade do *takt time* da linha, eliminando assim, todo e qualquer o desperdício e ociosidade.

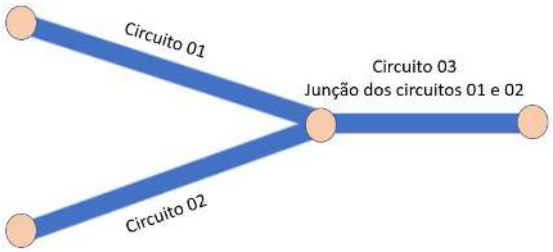
Os dados da cronoanálise foram coletados manualmente, com cronômetro, papel e caneta; a partir disso foram passados para uma planilha eletrônica, onde foram analisados os resultados de cada posto.

Através da análise de tempos e métodos foram encontrados outros problemas, como realização de uma atividade que não estava determinada, produção sem controle de *splices.* Sendo solucionado com a aplicação do sistema *Kanban*, com placas de identificação e quadro de controle. Ao final deste trabalho foram expostos os problemas encontrados no processo, por fim, solucionando-os.

4 APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A presente pesquisa foi aplicada em uma célula de produção de chicotes automotivos, onde cada etapa do processo é separada em diferentes postos produtivos. A célula selecionada para o estudo de caso possui três máquinas para produzir circuitos automotivos especiais (*splice*), o qual é considerado especial pois se forma através da junção de dois ou mais circuitos em um só (figura 6).

FIGURA 6: Ilustração de uma splice convencional: 2 contra 1



Fonte: Autores (2023)

ISSN: 2595-1378

As máquinas que produzem *splices* são responsáveis pela produção de peças para 7 postos produtivos da mesma célula. Através da realização da cronoanálise foi observado que o operador de um desses 7 postos estava realizando abastecimento da splice, ou seja, indo até a máquina e levando para o seu posto. Além disso, posteriormente foi identificado que todos os postos que necessitavam de *splice* estavam fazendo a mesma operação, ou seja, realizando uma atividade que não estava sendo considerada para o seu posto. Por conseguinte, através dessa análise de tempos, foi constatado o desperdício de tempo e locomoção desnecessária do operador, e com a finalização da cronoanálise foi diagnosticado que os postos de trabalho estavam desbalanceados.

Durante a realização da cronoanálise foram cronometrados 3 tempos em que os operadores realizavam o deslocamento para buscar o circuito nas máquinas de *splice* e abastecê-los, além de realizar as atividades predeterminadas para eles. Na tabela 1, mostra-se a cronoanálise realizada nesses setes postos de produção.

FIGURA 7: Relatório da cronoanálise - Antes

CRONOANÁLISE

Pág. 1 de 2

Data:

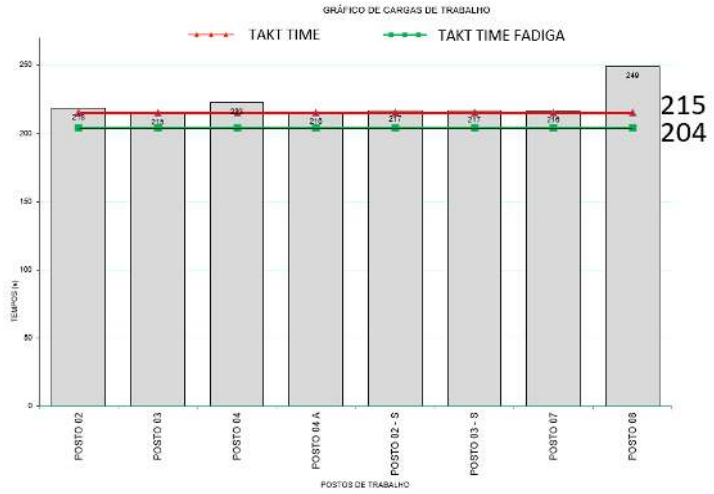
Célula:	1	Tempos do Ciclo ☑ segundos ☐				Tempo Médio	Classif. Ritmo (%)	Tempo Permitido
Posto	Descrição do Posto	1	2	3	10			
POSTO 02	conectagem	221,0	217,0	217,0		218,3	100	**218,3**
POSTO 03	conectagem	222,0	212,0	211,0		215,0	100	**215,0**
POSTO 04	conectagem	223,0	220,0	225,0		222,7	100	**222,7**
POSTO 04 A	conectagem	221,0	217,0	209,0		215,7	100	**215,7**
POSTO 02 - S	conectagem	232,0	220,0	199,0		217,0	100	**217,0**
POSTO 03 - S	conectagem	232,0	208,0	210,0		216,7	100	**216,7**
POSTO 07	conectagem	209,0	217,0	223,0		216,3	100	**216,3**
POSTO 08	conectagem	254,0	249,0	244,0		249,0	100	**249,0**
						TOTAL		**1770,7**

Fonte: Autores (2023)

Na figura acima mostra-se o relatório de cronoanálise, com os tempos cronometrados em segundos e o *takt time* da célula produtiva (215 segundos). Foi constatado que os tempos de todos os postos produtivos estão acima do *takt time* determinado para a célula. Além da preocupação do desbalanceamento desses postos, é necessário cautela ao *takt time* de fadiga dos postos produtivos, que para essa célula específica é de 204 segundos. O gráfico 1 abaixo apresenta os resultados da cronoanálise.

ISSN: 2595-1378

GRÁFICO 1: Gráfico da cronoanálise - Antes



Fonte: Autores (2023)

A partir desses dados, foi comunicado a problemática à área de logística, a qual é responsável pelo abastecimento de circuitos, e foi desenvolvido uma tabela com todas as *splices* que os postos utilizam e realizado a cronometragem de abastecimento de cada *splice* nos respectivos postos produtivos (Figura 7).

FIGURA 7: Planilha de mapeamento *splice*

MAPEAMENTO SPLICE

POSTO	CÓDIGO	PASSO	TEMPO (S) (PASSOS+PEGAR AS SPLICES)
POSTO 02	X1.00	21	00:00:36
POSTO 03	X1.01	16	00:00:31
POSTO 03	X1.02	16	00:00:31
POSTO 03	X1.03	16	00:00:31
POSTO 03	X1.04	16	00:00:31
POSTO 03	X1.05	16	00:00:31
POSTO 03	X1.06	16	00:00:31
POSTO 03	X1.07	16	00:00:31
POSTO 03	X1.08	16	00:00:31
POSTO 03	X1.09	16	00:00:31
POSTO 03	X1.10	16	00:00:31
POSTO 03	X1.11	16	00:00:31
POSTO 03	X1.12	16	00:00:31
POSTO 04	X1.13	13	00:00:28
POSTO 07	X1.14	7	00:00:22
POSTO 04A	X1.15	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.16	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.17	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.18	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.19	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.20	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.21	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.22	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.23	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.24	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.25	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.26	11	00:00:26
POSTO 04A	X1.27	11	00:00:26
POSTO 02 - S	X1.28	30	00:00:45
POSTO 02 - S	X1.29	30	00:00:45
POSTO 02 - S	X1.30	30	00:00:45
POSTO 02 - S	X1.31	30	00:00:45
POSTO 02 - S	X1.32	30	00:00:45
POSTO 03 - S	X1.33	16	00:00:31
POSTO 03 - S	X1.34	16	00:00:31
POSTO 03 - S	X1.35	16	00:00:31
POSTO 03 - S	X1.36	16	00:00:31
POSTO 03 - S	X1.37	16	00:00:31
POSTO 03 - S	X1.38	16	00:00:31
POSTO 08	X1.39	41	00:00:56
QUANTIDADE DE POSTO	QUANTIDADE SPLICE	PEÇAS P/ HORA	TAKT TIME DA LINHA
7	40	16,2	215 s

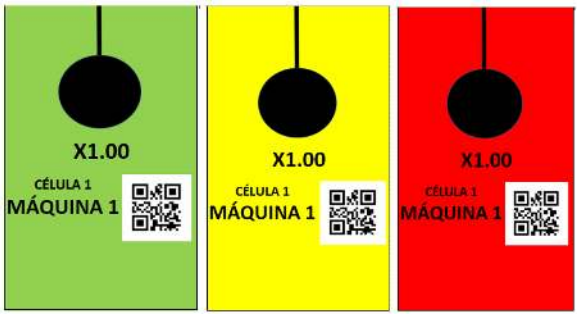
Fonte: Autores (2023)

ISSN: 2595-1378

A primeira coluna da figura 7 é a identificação do posto produtivo que utiliza a *splice*, a segunda é o seu código, a terceira coluna é a quantidade de passos percorridos da alocação das *splices* até o posto produtivo e a última é a conversão dos passos em segundos, considerando que cada passo é equivalente a 1 segundo. A figura também informa a quantidade de postos produtivos, quantidade de configurações de *splices*, peças produzidas por hora pela célula e *takt time* da linha.

Ao trabalhar para rebalancear a linha, observou-se que os operadores das máquinas das *splices* não possuíam nenhuma orientação visual de quando precisam produzir uma determinada *splice*, e deste modo, tornou-se necessário a aplicação do sistema *Kanban*. Com a planilha de mapeamento das *splices*, foi possível analisar todas as configurações de circuitos que a máquina produz e que o posto produtivo necessita por conseguinte todas as *splices* foram identificadas com cartões *kanban* (Figura 8).

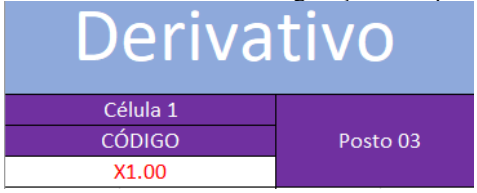
FIGURA 8: Cartões *Kanban*



Fonte: Autores (2023)

Nos cartões Kanban contém o código da *splice*, a célula e a máquina que produz, além de possui um código QR code, onde o abastecedor lê o *QR code* e recebe a informação do local que deve abastecer, além de possuir o auxílio do caderno de configurações de *splices* (Figura 9). O sistema *Kanban* foi dividido em três cores: verde (consumo normal), amarelo (atenção) e vermelho (urgência). Considerando que a célula produtiva produz 16,5 peças por hora, e as *splices* são alocadas por maços de 10 peças, ou seja dois maços de *splices* estariam com cartões verdes, pois teriam um *buffer* de segurança para produzir uma hora; um maço de peças estaria com cartão amarelo, necessário atenção; por fim outro maço de peças com o cartão vermelho.

FIGURA 9: Caderno de configurações de *splices*

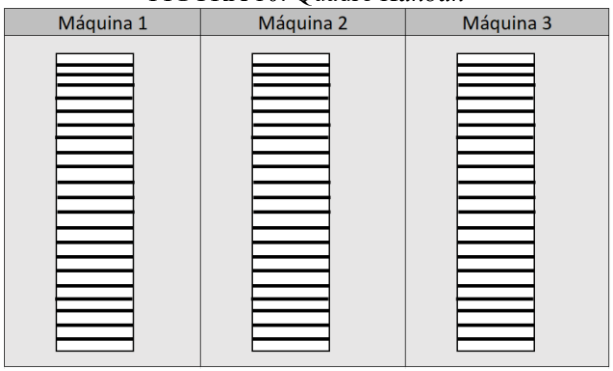


Fonte: Autores (2023)

ISSN: 2595-1378

Além dos cartões *Kanban*, foi elaborado um quadro (Figura 10), assim, o operador consegue identificar de forma simples e eficaz as *splices* que precisa produzir, evitando produzir sem demanda e até mesmo ocasionando uma parada de linha por falta de circuito.

FIGURA 10: Quadro *Kanban*



Fonte: Autores (2023)

O quadro *Kanban* possui três colunas, dividindo as três máquinas que produzem a *splice* para célula, funcionando na seguinte lógica:

1. O abastecedor sendo acionado da determinada *splice*, irá na alocação das splices, verificar de acordo com a identificação e pegar a *splice* desejada;
2. Com a *splice* em mãos, irá verificar no cartão kanban a máquina que produziu, retirar o cartão e colocar no quadro conforme declarado no cartão;
3. Por fim, irá colocar no seu carro de abastecimento de circuitos e fazer a rota de abastecimento normalmente.

Após a definição desse fluxo utilizando o *kanban*, ocorreu a implementação na célula de produção. Foi evidenciado uma grande melhora no balanceamento da célula de produção, especificamente nos 7 postos produtivos (Figura 11), outrossim, que se teve maior controle da produção desses determinados circuitos (*splices*).

FIGURA 11: Relatório da cronoanálise - Depois

CRONOANÁLISE

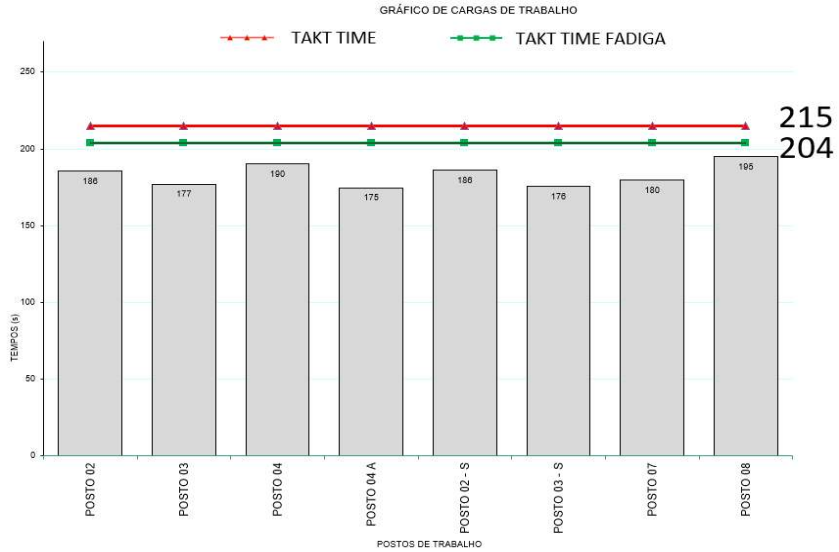
Pág. 1 de 2
Data:

Célula:	1	Tempos do Ciclo ☑ segundos ☐				Tempo Médio	Classif. Ritmo (%)	Tempo Permitido
Posto	Descrição do Posto	1	2	3	10			
POSTO 02	conectagem	191,0	181,0	185,0		185,7	100	**185,7**
POSTO 03	conectagem	173,0	167,0	191,0		177,0	100	**177,0**
POSTO 04	conectagem	195,0	183,0	193,0		190,3	100	**190,3**
POSTO 04 A	conectagem	172,0	179,0	173,0		174,7	100	**174,7**
POSTO 02 - S	conectagem	196,0	187,0	175,0		186,0	100	**186,0**
POSTO 03 - S	conectagem	170,0	177,0	180,0		175,7	100	**175,7**
POSTO 07	conectagem	176,0	195,0	168,0		179,7	100	**179,7**
POSTO 08	conectagem	196,0	188,0	201,0		195,0	100	**195,0**
						TOTAL		**1464,0**

Fonte: Autores (2023)

Na figura acima mostra-se o relatório de cronoanálise, onde apresenta-se os tempos cronometrados em segundos. Foi constatado que os tempos de todos os postos produtivos estão abaixo do *takt time* determinado para a célula, mostrando melhora no balanceamento célula produtiva, devido a retirada da atividade de abastecimento, onde chegava a consumir 56 segundos do tempo do operador. Todos os postos ficaram tanto abaixo do *takt time* da linha, quanto do *takt time* de fadiga, conforme apresentado abaixo no gráfico 2.

GRÁFICO 2: Gráfico da cronoanálise – Depois



Fonte: Autor (2023)

Com base nos dados apresentados, fica comprovado que a cronoanálise é uma ferramenta eficiente e eficaz, pois possibilita observar os problemas da linha e com isso buscar solucioná-los.

ISSN: 2595-1378

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos do presente trabalho foram alcançados de forma satisfatória. Com as aplicações de estudo de tempos, análise e sistema *kanban* foram obtidos dados estatísticos, por meio da cronoanálise dentro do processo produtivo de chicotes automotivos, possibilitando ter uma visão ampla de todo o processo e ao mesmo tempo detalhada, sendo possível identificar e aplicar diversos pontos de melhoria no processo produtivo, evitando desperdício de tempo do operador e produção desnecessária.

Foi considerado o *takt time* da linha e o *takt time* de fadiga, comprovando que a célula produtiva estava desbalanceada e realizando uma atividade indevida. A partir da análise técnica sustentada por métodos científicos, foi possível apresentar o problema para a gerência, mostrando a locomoção desnecessária de operadores de 7 postos produtivos e, também, a superprodução de *splices*. Com revisão da literatura foi considerado que a melhor técnica para esse problema era o *kanban,* com a sua aplicação tornou-se exequível a organização e controle da produção de *splices*, evitando *downtime* na célula de produção. Outro ponto, é o balanceamento dos postos produtivos, onde todos os 7 postos produtivos, após a melhoria aplicada, ficaram tanto abaixo do *takt time* da célula produtiva, quanto do *takt time* de fadiga, evitando posteriormente problemas musculares de operadores.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. Aplicação do Sistema Kanban com um Único Cartão no Ensaque de Areia e Pedra Brita. Orientador: Prof. Me. Marcus Vinicius Souza Dias. 2019. 48 p. Monografia - Universidade de Taubaté, Taubaté - SP, 2019.

ARTIA. O que é o Kanban. 2022. Disponível em: <https://artia.com/kanban/#:~:text=O%20sistema%20kanban%20funciona%20através,as%20atividades%20a%20serem%20realizadas>. Acesso em: 07/06/2023.

Anderson, D. J. (2010). Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business.

BANDEIRA, C. C. P. Aplicação de conceitos do lean manufacturing em uma linha de produção de uma indústria química. 2021. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2021.

BARNES, Ralph Mosser; ASSIS, Sérgio Luiz Oliveira. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

FURLANI, Kleber. Estudos de Tempos e Métodos. Disponível em: Acesso em: 06 jun.2023.

GRACIA, F. M. P. Excelência Operacional com o Lean Manufacturing, 1ª edição. Editora Cia Das Ideias. São Paulo, 22 de novembro de 2020.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HERMAM C., Thiede S., Stehr J. and Bergmann L., (2008). An environmental perspective on Lean Production.The 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems.

LIKER, J. The Toyota Way, Madison, WI, McGraw-Hill, 2004.

OLIVEIRA, N. et al. Cronoanálise E Balanceamento De Linha De Montagem: Estudo De Caso Em Uma Montadora De Veículos. 2015.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção . Porto Alegre: Bookman, 1999.

RORIZA, C.; NUNES, E.; SOUSA, S. Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. Italy, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917304262. Acesso em: 01 de out. 2022.

SUGAI, M. Avaliação do uso do MTM (Methods-Time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica. 2003. Dissertação de mestrado (Mestre em Engenharia mecânica)- Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

TAYLOR, Frederick Winslow. Princípios de Administração Científica. São Paulo: Atlas, 7ª edição, 1970.

TOLEDO JR, I.F.B. KURATOMI. S. Cronoanálise base da racionalização, da produtividade e da redução de custos. 3. ed. São Paulo: Itysho, 1977.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. A mentalidade enxuta nas empresas – Elimine o desperdício e crie riquezas. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.