



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Mapeamento de fluxo de valor e simulação aplicados em empresa de bens de consumo

Daiane Cristina Borghesi Rizzo
PUC Minas Poços de Caldas

Juliana da Costa Villela de Carvalho
PUC Minas Poços de Caldas

Roberta Rinaldi
PUC Minas Poços de Caldas

Rodrigo Furlan de Assis
PUC Minas Poços de Caldas

Resumo: Atualmente a utilização de Softwares para simulação do ambiente de produção é a maneira mais assertiva para analisar diferentes cenários e identificar seus gargalos juntamente com a proposição e avaliação das propostas de melhoria. Dessa maneira, é possível realizar estudos e mudanças de processos em ambiente virtual antes de sua implementação de modo a agregar valor ao produto. A partir disso, este trabalho tem por proposta realizar o estudo de caso de uma empresa de bens de consumo baseado no mapeamento do fluxo de valor (MFV) já realizado. Com os dados obtidos com o MFV do estado atual foi possível identificar 3 oportunidades de melhoria dentro do processo. A partir dos 3 cenários analisados a partir do atual, foi possível identificar que os principais gargalos encontrados no processo de produção são referentes ao tempo de abastecimento de três produtos. Os cenários foram avaliados com base no cálculo da produtividade da linha. A partir da simulação foi possível identificar soluções para a redução do tempo de abastecimento, como por exemplo automatização de processos e redução de colaboradores.

Palavras-chave: Mapeamento de fluxo de valor; simulação de processos; geração e análise de cenários.

Value Stream Mapping and simulation applied in a consumer goods company

Abstract: Currently the use of software to simulate the production environment is a more assertive way to analyze different scenarios and identify their bottlenecks together with the proposal and evaluation of improvement proposals. In this way, it is possible to carry out studies and process changes in a virtual environment before its implementation in order to add value to the product. From this, this work proposes to carry out a case study of a consumer goods company based on the value stream mapping (VSM) already carried out. With the data obtained with the current state's VSM, it was possible to identify 3 opportunities for improvement within the process. From the 3 scenarios found from the current one, it was possible to identify that the main bottlenecks found in the production process are related to the supply time of three products. The scenarios were obtained based on the calculation of the productivity of the line. From the simulation it was possible to identify solutions to reduce supply time, such as process automation and reduction of employees

Keywords: Value stream mapping; process simulation; generation and analysis of scenarios.

1. Introdução

Atualmente a busca por processos eficientes ultrapassou as barreiras de melhorias físicas e operacionais que vinham sendo utilizadas até a última década, atingindo novos patamares, tais como: a gestão de informações do sistema produtivo em tempo real; análise do cenário produtivo em ambiente controlado e acelerado; interações entre máquinas, equipamentos e softwares, através de ferramentas tecnológicas.

Todo esse ambiente altamente tecnológico e integrado está englobado na Indústria 4.0, definição feita pelo governo alemão, para a era da “internet das coisas”, que visa criar fábricas inteligentes onde as tecnologias de fabricação são atualizadas e transformadas por Sistemas Cyber-Físicos (ZHONG, XU e KLOTZ, 2017).

Filosofias de gestão e de produção, técnicas produtivas, melhorias de processos vêm sendo aplicadas pelas empresas, com o objetivo de melhorar índices de desempenhos, principalmente em relação à flexibilidade e confiabilidade. Para Bahmu & Sangwan (2014), esse cenário organizacional fez surgir um crescimento considerável no interesse sobre a filosofia Lean, ampliando assim o número de pesquisas sobre o processo de utilização dos conceitos enxutos de produção no Brasil. Os mesmos autores comprovam um aumento do número de estudos que abordam o tema Lean Manufacturing nos últimos anos.

Nesse sentido, analisar cenários, projetar possibilidades e comportamentos antes da execução, são fatores que determinam o sucesso do projeto, visto que o mercado atual é instável e mudanças acontecem a todo momento. Para tanto, a simulação se torna eficiente, pois auxilia as empresas a encontrarem os melhores métodos a fim de se eliminarem fontes de desperdícios. Kelton e Zupick (2009) propõe que apesar da simulação não ser a única ferramenta que se utiliza para compreender o comportamento de um sistema produtivo, é frequentemente adotado.

O presente trabalho foi desenvolvido na forma de um estudo de caso em uma empresa de bens de consumo. Em virtude de seus processos, produzir e entregar os produtos são atividades que não permitem atrasos e que devem ter total sincronia, devido a seu curto prazo (lead time). Considerando o processo produtivo em questão foi utilizado o mapeamento de fluxo de valor e depois foi feita a sua simulação utilizando o software SIMIO, com o objetivo de identificar cenários de melhoria para as atividades produtivas estudadas. Os cenários foram avaliados com base no cálculo da produtividade da linha. A partir da simulação foi possível identificar soluções para a redução do tempo de abastecimento, como por exemplo automatização de processos e redução de colaboradores.

A estruturação do trabalho ocorreu da seguinte forma: no primeiro capítulo será abordada a revisão bibliográfica de sistema, modelagem e simulação, no segundo o mapeamento de fluxo de valor e o estudo de caso, no terceiro os resultados obtidos a partir da simulação e por fim, tem-se as considerações finais.

2. Revisão da literatura

2.1 Sistema Toyota de produção

O conceito de Sistema Toyota de Produção foi trazido ao mundo por Taiichi Ohno, no livro “Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala” em 1978. O termo Produção Enxuta foi apresentado por Womack, Jones e Ross (1996), no livro “A Máquina que mudou o Mundo” destacando a eficiência do Sistema Toyota de Produção em relação

a outros formatos produtivos, propagando a importância desse pensamento para o cenário Industrial e corporativo.

Segundo Monden (2011) a Produção Enxuta integra conjunto de métodos e ferramentas com a filosofia de gestão com a finalidade de eliminar completamente os sete desperdícios (Muda) e produzir lucros através da redução de custos que estão vinculados a esses desperdícios. Definido assim, os oito principais desperdícios de um processo produtivo: i) Superprodução; ii) Transporte; iii) Processos; iv) Qualidade; v) Movimentação; vi) Espera; vii) Estoque; viii) Não aproveitamento de cultura organizacional (OHNO, 1997).

2.2 Mapeamento de fluxo de valor

Fluxo de valor, de acordo com Rother e Shook (2003), é toda ação que agregue ou não valor necessário para trazer um produto por todos os fluxos essenciais. O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta do sistema de produção enxuta, baseado no Sistema Toyota de Produção que visa segundo Rother e Shook (2003), conhecer todos os fluxos essenciais na produção de cada produto. Ainda segundo os mesmos autores, “o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor”.

A elaboração do MFV se inicia com a escolha de uma família de produtos, para a qual é desenhado um primeiro mapa, conhecido como mapa do estado atual, o qual indica o estoque, o fluxo de informações, o fluxo de matérias, os tempos de ciclo e de troca e as informações sobre operadores, abrangendo desde o fornecedor até o cliente (ROTHER; SHOOK, 2003). Baseado neste primeiro mapeamento é desenhado um mapa de estado futuro, que precisa de algumas medidas, como por exemplo, um plano de ação de modo a estabelecer um fluxo contínuo, sem interrupções, objetivando o alcance de um menor lead time (OLIVEIRA et al., 2014).

O mapeamento de fluxo de valor é uma das ferramentas mais usadas na implementação do sistema lean. De acordo com Doh et al. (2016), possivelmente os seguintes dados devem ser coletados: i) Tempo de ciclo; ii) Tempo de trocas; iii) Disponibilidade; iv) Índice de rejeição; v) Número de pessoas necessárias para operar o processo. O processo de Mapeamento de Fluxo de Valor composto por quatro etapas: i) Seleção de uma família de produtos; ii) Mapeamento do Cenário Atual; iii) Proposta de Cenário Futuro; iv) Plano de Melhorias (ROTHER e SHOOK, 2003).

2.3 Simulação

Segundo Bellinger (2004), o processo de modelagem e simulação de processos é um artifício de ordem computacional ou não, na qual permite utilização de sistemas reais ou idealizados para se estudar problemas reais de natureza complexa e dinâmica, objetivando testar diferentes alternativas operacionais a fim de encontrar e propor melhores formas de operação que visem ao entendimento do sistema ou sua possível melhoria.

Chwif e Medina (2010) afirmam que um sistema real apresenta uma maior complexidade devido ao seu alto dinamismo, uma vez que envolve diferentes variáveis, e pequenas mudanças nessas variáveis ocasionam grandes efeitos nesse sistema sofrendo grandes alterações ao longo do tempo, tornando-se praticamente impossível estimar e medir o impacto dessas mudanças nas variáveis dos processos. Dessa forma, a utilização da simulação é um método no auxílio à tomada de decisões, pois proporcionará ambiente de conhecimento, sem que seja necessária a efetiva aplicação das ações diretamente no processo produtivo, evitando desperdícios de produtividade, tempo e demais recursos.

3. Metodologia

Adotando o formato de classificação proposto por Silva e Menezes (2005), a presente pesquisa é aplicada, pois possui objetivo de auxiliar hipóteses de decisão em um cenário de simulação desenvolvido com dados reais de uma empresa de bens de consumo. Além disso, quanto à abordagem do problema a pesquisa é quantitativa, pois a partir da interpretação dos resultados oriundos de modelagem foi possível identificar os melhores cenários para a tomada de decisão. Quanto ao ponto de vista de seus objetivos a pesquisa é classificada como exploratória, pois pretende verificar a utilização de métodos combinados para a geração de conhecimento acerca de processos automatizados.

3.1. Roteiro de desenvolvimento

A presente pesquisa foi estruturada segundo a metodologia proposta por Chwif e Medina (2010), o qual explica que para criar um modelo de simulação é necessário seguir por cinco etapas: i) Definir o problema a ser estudado; ii) Coletar os dados; iii) Construir uma estrutura conceitual do problema; iv) Buscar soluções; v) Avaliar e escolher uma solução.

Para a realização do mapeamento foram feitas 4 visitas técnicas no ano de 2019, conforme liberação da empresa pesquisada. A unidade da empresa de bens de consumo estudada neste trabalho é fabricante de produtos de higiene pessoal sendo responsável pela produção, envase e expedição dos produtos. A fábrica conta com uma tecnologia de envase capaz de produzir 500 unidades por minuto e, dessa forma, sua produção anual gira em torno de 230.000.000 de unidades. Essa empresa é uma multinacional no setor de bens de consumo e conta com 10 fábricas no Brasil. Essa unidade está localizada no interior de São Paulo e, sua localização está próxima dos principais centros distribuidores do país, favorecendo assim seu fluxo logístico de abastecimento de clientes.

Parte do levantamento dos dados de processos como lead time das entregas foram feitos utilizando-se o software de expedição de material da unidade fabril. A partir dele, foi possível acompanhar através da liberação das ordens fiscais e assim, contabilizar o tempo total de recebimento e entrega. Já para o acompanhamento da quantidade de material em estoque, tempo de valor agregado, tempo de valor não agregado e número de operadores na linha de produção, foram observados diretamente no chão de fábrica.

As informações de tempo de ciclo, tempo de troca de formato e disponibilidade utilizou-se um sistema de coleta automático de dados que através de sensores dispersos nos equipamentos consegue contabilizar, em tempo real, todas as variáveis do processo e quantificar o tempo de cada uma das etapas.

A escolha das famílias de produtos foi feita com base na classificação de materiais em relação aos dias de inventário dessas famílias e sua taxa atual de consumo na linha de envase. Por questões de confidencialidade, as famílias de produto escolhidas serão nomeadas como: A, B e C.

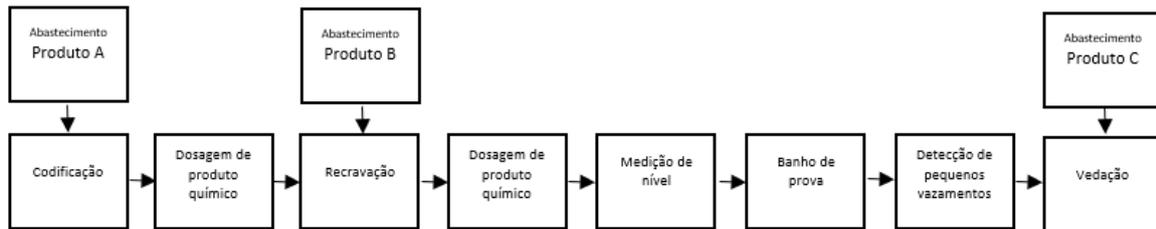
Após a coleta de todas as informações necessárias para o estudo, realizou-se o mapeamento do fluxo de valor atual. Feito isso, a equipe de trabalho começou a identificar os processos que apresentavam as maiores perdas e a propor cenários que conseguissem eliminá-los ou reduzi-los. Com isso, foi elaborado o mapa de estado futuro com 3 propostas de melhorias identificadas.

Utilizando-se o simulador de processos SIMIO, os dados do mapeamento de processo atual e futuro, com as 3 melhorias propostas, foram comparados a fim de evidenciar de uma forma mais assertiva os verdadeiros resultados em termos de produtividade que as melhorias poderiam oferecer. E assim, auxiliar o time na decisão pela implementação nos processos produtivos.

3.2 Processo estudado

Utilizando a ferramenta MFV, foi elaborado o mapeamento da cadeia de valor para 3 famílias de produto e analisado seus resultados. Os processos de fabricação da empresa mencionada nesse estudo de caso são compostos por 11 etapas: abastecimento de produto da família A, codificação, dosagem de produto químico, abastecimento de produto da família B, recravação, dosagem de produto químico, medição do nível, banho de controle de pressão e temperatura, detecção de pequenos vazamentos, abastecimento de produto da família C e vedação do produto (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma básico do processo



Fonte: Elaborada pelos autores

O processo de abastecimento do produto A é manual e composto por 2 colaboradores dedicados a este posto de trabalho. Esse processo de abastecimento envolve a retirada de todo o material que envolve os paletes dessa matéria-prima, seguida do seu descarte e, por fim, o operador coleta essa matéria-prima e as dispõe em uma mesa cuja esteiras direcionam para o processo de codificação.

A etapa de codificação é automática, com uma velocidade nominal de 500 unidades por minuto, e ela é responsável pela impressão de um código de rastreabilidade do produto a partir do qual é possível garantir todas as informações do produto e da produção.

A primeira dosagem de produto químico envolve uma máquina que possui um carrossel com 24 bicos dosadores. Cada bico dosador possui uma régua volumétrica a partir da qual é possível definir o volume de dosagem dentro de cada unidade de matéria-prima. Esse produto químico é envasado no seu estado líquido a uma velocidade de 500 unidades por minuto.

O abastecimento do produto B é realizado por um colaborador que além de realizar todo o processo de remoção dos invólucros dos paletes dessa matéria-prima, o colaborador também é responsável por colocar toda a matéria-prima em um buffer que alimentará a máquina seguinte ao processo.

Com o produto B abastecido, o próximo equipamento será responsável pela recravação do componente B ao componente A, garantindo assim, uma completa vedação. O processo seguinte envolve a dosagem de um segundo produto químico na fase gasosa. Esse processo envolve o acionamento do produto B e, conseqüentemente, sua dosagem é realizada. Este equipamento possui um carrossel com 24 bicos dosadores e trabalham a uma velocidade de 500 unidades por minuto.

Após finalizadas as dosagens, é necessário identificar o nível de cada um desses produtos em formação a fim de garantir a segurança dos consumidores tanto para os altos quanto os baixos níveis de produto. Através de uma onda de radiação, todos os produtos são avaliados comparativamente a um nível padrão e, toda vez que o padrão não é identificado, os produtos são rejeitados. Além desse primeiro controle, como uma das dosagens envolvem um produto químico no estado gasoso, existe ainda um segundo método de verificar o padrão de segurança e qualidade dos produtos submetendo-os a um banho de

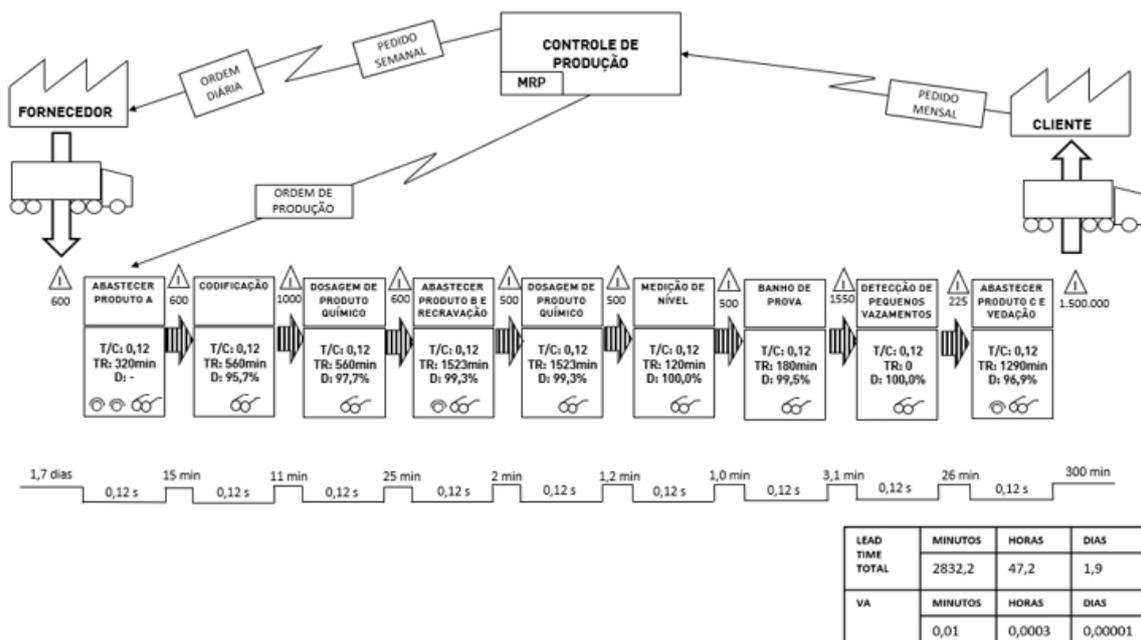
prova com uma elevada temperatura. Durante esse processo, é possível submeter os produtos a condições extremas de pressão e identificar possíveis fragilidades do processo. Na sequência, checa-se a existência de pequenos vazamentos dadas as condições de dilatação que o produto foi submetido. Mediante qualquer mínima concentração desse componente gasoso, esse produto é rejeitado no processo.

O último abastecimento de matéria-prima, o produto C, é realizado por um colaborador que realiza a tarefa de retirar os produtos de sua embalagem e colocá-los em um buffer dessa matéria-prima. Esse produto é então, automaticamente, direcionado para a máquina responsável pela vedação. Nesse processo, a máquina consta com um carrossel com 30 mandris de acionamento pneumático que, através de sensores de posicionamento, realizam o processo de vedação desse produto a uma velocidade de 500 unidades por minuto.

Por fim, os produtos são direcionados para encaixotadores que não farão parte desse estudo de caso. É possível verificar que a grande maioria do processo produtivo é automático. Dessa forma, os principais resultados em termos de produtividade devem estar relacionados aos processos de abastecimento dos materiais A, B e C realizados por colaboradores. A partir disso, a sequência deste trabalho se deu com a elaboração do mapeamento do estado atual e o seu registro pode ser visto na Figura 2.

É possível identificar pelo MFV que o fluxo de materiais na produção é realizado de forma empurrada determinado a partir de uma demanda de mercado. Neste modelo, a produção em uma empresa começa antes da ocorrência da demanda pelo produto. Ou seja, a produção depende de uma ordem anteriormente enviada, geralmente advinda de um sistema de controle de ordens de produção. Após o recebimento de tal ordem, é feita a produção em lotes de tamanho padrão. Dessa forma, cada etapa produz o que foi planejado, não se preocupando se o estágio posterior necessita ou não daquele material, ocasionando altos estoques intermediários antes e depois de cada processo.

Figura 2 – Mapeamento do Estado Atual



Fonte: Elaborado pelos autores

O lead time total do processo, ou seja, o tempo desde o recebimento da matéria-prima até o seu despacho é de 1,9 dias enquanto o tempo de processamento efetivo das transformações de produto que agregam valor é de 1,08 segundos. A partir das informações do mapeamento do fluxo de valor foi possível identificar as perdas prioritárias dos processos

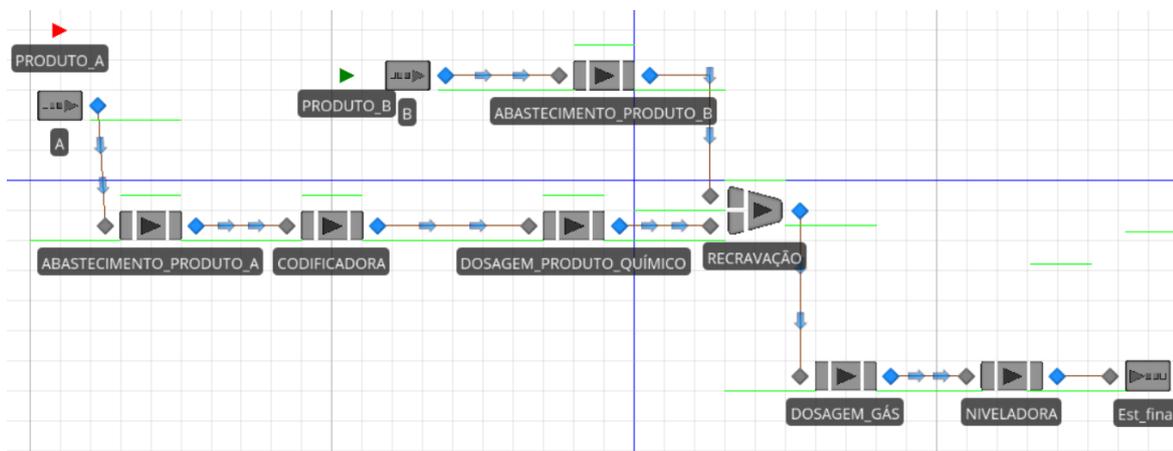
e suas respectivas causas. Excluindo-se o lead time das etapas de recebimento e despacho dos materiais e focando, especificamente, nos processos de envase de produto, o critério de decisão utilizado para priorização das perdas foi o lead time e a quantidade de operadores de cada um dos respectivos processos.

Esses critérios correlacionam-se a dois indicadores da fábrica conhecidos como produtividade e confiabilidade na entrega. Em termos de produtividade, sua métrica é dada pela relação entre unidades produzidas pelo número de operadores, ou seja, uma área mais produtiva é aquela que consegue atender a um determinado volume com o mínimo de operadores. Em relação à confiabilidade na entrega, falamos em termos de assertividade no lead time da cadeia produtiva versus o programado e produzido pelo time de controle da produção. Para tanto, os 3 cenários gargalos definidos para proposição do mapa de estado futuro foram: abastecimento de produto A, abastecimento de produto B e abastecimento de produto C.

3.3 Processo simulado

Dado o desenho do mapa estado atual foi construído um modelo utilizando o software Simio para a experimentação e validação dos resultados idealizados para analisar o comportamento do processo. É válido salientar que foi adotado um turno de trabalho em todos os cenários simulados, ou seja, foram simuladas 8 horas de operações. A partir do mapeamento desenvolvido, e da coleta de dados iniciais do processo foi possível desenvolver o modelo computacional, conforme Figura 3.

Figura 3 – Mapeamento do Estado Atual



Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 3 ilustra como o processo ocorre atualmente dentro da planta estudada. Os processos foram indicados de forma sequencial, sem que haja qualquer similaridade com o layout adotado pela empresa.

4. Análise dos resultados

A partir disso, foram simulados 5 cenários (C1, C2, C3, C4 e C5) cuja descrição e detalhamento podem ser encontrados na Tabela 1. Os cenários mesclam-se entre independentes e cumulativos decorrentes da incorporação das melhorias propostas.

Tabela 1 – Descrição dos cenários simulados

Proposta	O quê	Porque
C1	Cenário atual	Identificação dos gargalos do processo atual
C2	Automatização do abastecimento produto A	Aumentar produtividade e redução do <i>lead time</i> da etapa de abastecimento de produto A
C3	Automatização do abastecimento produto B	Aumentar produtividade e redução do <i>lead time</i> da etapa de abastecimento de produto B
C4	Automatização do abastecimento produto B	Aumentar produtividade e redução do <i>lead time</i> da etapa de abastecimento de produto C
C5	Cenário futuro	Análise do aumento de produtividade e redução do <i>lead time</i> de toda a cadeia produtiva

Fonte: Elaborado pelo autor

A simulação foi conduzida durante um período de igual para cada cenário, e os dados obtidos em cada cenário de simulação encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado das simulações

Variável	C1	C2	C3	C4	C5
Total de saídas (unid.)	119829	119829	119829	119829	119829
Total em processo (unid.)	172	172	172	172	172
Tempo de simulação (min)	240	240	240	240	240
Mão-de-obra direta	3	2	2	2	0
Produtividade (unid./Hh)	166,4	249,6	249,6	249,6	500

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, pode-se entender que não houve variação significativa no processo quanto ao aumento de unidades processadas, uma vez que o tempo de ciclo trabalhado em cada máquina permanece o mesmo. O ganho observado está na produtividade que é calculada com base no número de unidades produzidas dividida pelo número de operadores que trabalham na linha.

No estado atual temos três operadores, um em cada abastecimento de produtos, e nos cenários 2, 3 e 4 este número é reduzido a 2 devido a automatização individual de abastecimento de cada máquina, e finalmente no cenário 5 temos a automatização de abastecimento de produtos dos três postos de trabalho. Desta maneira o cenário 5 apresentou a maior produtividade comparado ao demais, pois utilizou da automatização para aos três pontos de abastecimento, fazendo com o que os mesmos trabalhem no mesmo tempo de ciclo de toda a linha.

5. Considerações finais

Considera-se que os resultados do estudo foram satisfatórios, quando alinhados com os objetivos propostos, conseguindo atingi-los através das abordagens propostas. Ao adotar como ferramenta para estudo o Mapeamento de Fluxo de Valor e a Simulação como mecanismo facilitador para a tomada de decisão, foi a viabilizada a possibilidade de desenvolver ensaios em cenário controlado, minimizando os custos irrecuperáveis com propostas, que poderão vir a não ter o resultado desejado.

A simulação quando utilizada para modelar e analisar o cenário atual, observou que é possível realizar estudos mais completos sobre os processos e seus parâmetros, diferente do que ocorre somente com o mapeamento de fluxo de valor, principal ponto a ser ressaltado é o dinamismo que é possível encontrar com o auxílio da simulação.

A possibilidade de contato com a simulação para direcionar as estratégias voltadas ao aumento da produtividade de uma empresa possibilitou aos autores grande conhecimento no assunto, da mesma forma que permitiu a compreensão da importância de se fazer um elaborado estudo acerca de uma mudança antes de se aderir a mesma. Além disto, observou-se um interesse de todos os integrantes nos resultados que seriam gerados, para que assim pudesse observar impacto de cada escolha para a empresa. É importante ressaltar que, apesar da indisponibilidade de alguns dados, o trabalho obteve êxito.

Analisando o estado atual foram propostas algumas melhorias ao processo com o intuito de diminuir as atividades que não agregam valor e aumentar a produtividade do processo. Com isto foram simulados alguns cenários para avaliação do impacto das novas mudanças ao processo. Em um dos cenários simulados, a melhoria proposta foi de automatizar todo o processo de abastecimento da linha, já que este era uma das poucas atividades que ainda eram feitas de maneira manual. E segundo os dados obtidos através deste cenário, a linha poderia trabalhar em sua produtividade de 500 unidades/min sem problemas, já que o abastecimento aconteceria no mesmo tempo de ciclo das máquinas em processo.

Como proposta para trabalhos futuros sugere-se a coleta de dados in loco dos cenários propostos para efeito de comparação com os dados obtidos através da simulação.

Referências

BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. Lean Manufacturing: Literature Review and Research Issues. International Journal of Operations & Production Management, India, v. 34, n. 7, p. 876-940, 10 Julho 2013.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações. 4ª edição. São Paulo: Elsevier Brasil, 2014.

DOH, S. W.; DESCHAMPS, F.; PINHEIRO DE LIMA, E. Systems Integration in the Lean Manufacturing Systems Value chain to Meet Industry 4.0 Requirements. Transdisciplinary Engineering: Crossing Boundaries, Curitiba, 2016. 642-650.

KELTON, W. D.; R., S.; ZUPICK, N. Simulation with Arena. 5. ed. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2009.

MONDEN, Y. Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time. 4. ed. New York: CRC Press, 2011.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, R. B. M. de; CORRÊA, V. A.; NUNES, L. E. N. Mapeamento do fluxo de valor em um modelo de simulação computacional. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 837-861, ago. 2014. ISSN 16761901. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1461>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 102, [10] p.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2005.

ZHONG, R. Y.; XU, X.; KLOTZ, E. N. S. T. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. Elsevier, China, 24 Outubro 2017. 1-15.