

SIMULAÇÃO DE DOIS CENÁRIOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM PARAFUSO EM AÇO INOX AISI 316 UTILIZANDO O *SOFTWARE* ARENA®

Ellen Werneck Resende – ellen.resende@alunos.unis.edu.br
Loaisy Machado Rodrigues – loaisy.rodrigues@alunos.unis.edu.br
LuanyDinalva Tavares – luany.tavares@alunos.unis.edu.br
Luiz César Tavares – luiz.tavares1@alunos.unis.edu.br
Tiago BittencourtNazaré– tiago@unis.edu.br

RESUMO: A simulação é muito adequada no estudo de processos, pois trata-se de uma ferramenta capaz de fornecer projeções precisas de seu comportamento. Nesta perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi realizar a simulação de dois cenários possíveis do processo de fabricação de uma peça, em uma empresa do setor metalúrgico, situada no município de Cataguases/MG, visando propormelhorias. O material escolhido foi um parafuso confeccionado em aço inox AISI 316, tendo um total de 17 unidades produzidas. Para desenvolver o trabalho, fez-se necessário realizar a cronometragem dos 6 processos de fabricação do parafuso. Posteriormente, aplicou-se conceitos básicos de estatística descritiva nos dados coletados, através do *software* Minitab® 19. Também, utilizou-se o *software* Arena® para realizar simulações computacionais dos processos. Além disso, realizou-se cálculos matemáticos para identificar o valor total da compra da matéria-prima, o valor de hora-máquina de cada processo, o valor total de hora-máquina do processo de fabricação completo, o tempo total para a finalização de cada processo e, por fim, o tempo total gasto para a produção do lote inteiro e, também, o tempo médio gasto para a fabricação de cada peça. Ao final da análise dos resultados, observou-se que implementando o modelo proposto pelos autores, a empresa atingiria um percentual de 47,63% de economia de tempo para a produção das peças, investindo apenas 1,8% a mais no custo do processo.

Palavras-Chave: Processos. Cronoanálise. Simulação Computacional. Arena.

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual das empresas caracteriza-se pela competitividade e este termo tem relevante destaque em todos os segmentos empresariais, pois é a partir de seu estudo e compreensão que as linhas de frente das companhias discutem e definem qual posição desejam alcançar no mercado e quais são os métodos que devem ser aplicados para que os objetivos organizacionais sejam atingidos.

Visando uma posição de destaque no mercado, cada vez mais as organizações buscam inovar ao desenvolver seus produtos e serviços. Neste sentido, a inovação não se restringe apenas a produzir um novo produto, mas, também, a aplicar novas metodologias ao produzi-lo, buscando sempre a redução de custos, tempo e mão de obra, além de aumentar a produtividade, qualidade, confiabilidade e, principalmente, agregar valor ao cliente de forma que as suas necessidades sejam supridas. Tudo isso se dá mediante a um planejamento e controle adequado, mão de obra qualificada, procedimentos bem definidos e, sobretudo, o uso de tecnologias que possibilitam a otimização dos processos.

É indiscutível que as tecnologias, quando aplicadas corretamente, promovem grandes melhorias no desempenho dos processos produtivos. Através de algumas delas, é possível mapear linhas de produção, modelar processos, realizar simulações, analisar cenários, identificar “gargalos” e, também, propor melhorias, de forma que os

resultados obtidos auxiliem na tomada de decisão e permitam que a organização atinja os seus objetivos estratégicos.

De acordo com o estudo de caso apresentado pela ©Rockwell Automation, fornecedor global de soluções em automação industrial, energia, controle e informação, um fabricante de eletrônicos de consumo, da Califórnia, com localizações internacionais e operações de reparo de manutenção na Europa, utilizou o *software* de simulação Arena® em sua cadeia de suprimentos e obteve como resultado uma economia superior a US \$ 50 milhões. Segundo ©Rockwell Automation (2014), com o estudo de caso supracitado, o fabricante de eletrônicos de consumo obteve uma redução dos estoques em 70% e dos prazos de entrega dos pedidos em 86%.

Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo, portanto, realizar a simulação de dois cenários possíveis do processo de fabricação de uma peça, visando propor melhorias. A análise de todas as etapas de fabricação até a obtenção do produto final será desenvolvida por meio da utilização de conceitos básicos de estatística descritiva, aplicados ao *software* Minitab® 19, simulações através do *software* Arena® e, também, cálculos matemáticos relacionando valor de matéria-prima, valor de hora-máquina e tempo de fabricação, a fim de descrever e estudar os processos de tornearia, fresagem, ajustagem e, por fim, inspeção.

O tema justifica-se pela importância dos efeitos positivos causados por uma gestão eficiente da produção através do uso de métodos, técnicas, tecnologias e ferramentas que promovem melhores resultados.

No decorrer do artigo será explanada de forma objetiva toda a análise dos dados coletados em uma empresa de metalurgia localizada na cidade de Cataguases, na Zona da Mata Mineira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de Processos

A Justiça do Trabalho TRT (2020) conceitua processo como um grupo de atividades sequenciais e lógicas, cujo principal objetivo é produzir um bem ou serviço com valor agregado a um grupo específico de cliente e, além disso, afirma que adotar uma boa gestão de processos dentro das organizações permite que as áreas empreendam menor esforço para o atingimento dos objetivos e metas, e alcancem um aumento da produtividade.

A gestão de processos pode ser entendida como um conjunto de atividades adotadas por uma organização a fim de identificar os processos críticos (que entregam valor ao cliente) e analisar continuamente o desempenho destes, propondo melhorias e ajustes, quando pertinente (ENAP, p. 10, 2016). Complementando, gestão de processos trata-se de um conceito que une gestão de negócios e tecnologia da informação para otimizar os resultados de uma organização melhorando os processos de negócio (ENDEAVOR BRASIL, 2020).

2.2 Cronoanálise

A cronometragem do tempo permite estabelecer tempos padrões, médios e normais de produção, obtendo assim, a possibilidade de alcançar um nível mais elevado de produção (APRIGIO *et al.*, p. 87, 2019). A cronoanálise também é uma das ferramentas muito utilizada nas empresas para mensurar o tempo padrão de cada etapa de um processo (MEDEIROS e LUCENA, p. 23, 2017).

Segundo Caetano *et al.* (2017) deve-se utilizar a cronoanálise quando busca-se conhecer, detalhar e melhorar a produtividade dos processos produtivos. Os autores

ainda afirmam que o seu uso pode permitir a identificação de possíveis gargalos e desperdícios produtivos e, além disso, servir de apoio à tomada de decisões estratégicas no PCP, o que possibilita a melhoria contínua. O método da cronoanálise é usado para cronometrar o tempo necessário que um operador demora a realizar alguma tarefa da produção (LOPES, p. 18, 2017).

2.3 Simulação Computacional

Segundo Soffiatti e Bing (2020) a simulação computacional refere-se à uma técnica muito importante utilizada nos estudos de tradução dos sistemas de produção, em seus aspectos mais dinâmicos, visando reduzir às dificuldades e facilitar a análise dos resultados. Ainda segundo os autores supracitados, a simulação é a ferramenta mais adequada no estudo de processos, já que por conta da complexidade dos mesmos, modelar sob os conceitos analíticos é uma tarefa muito difícil.

De acordo com Russel *et al.* (2019) a simulação computacional pode ser descrita como uma ferramenta auxiliadora dos gestores modernos nos processos decisórios, pois apresenta-se, nos cenários industriais complexos, como um mecanismo muito válido na tomada de decisões. Os autores ainda destacam a simulação computacional de eventos discretos como uma ferramenta que pode ser aplicada em diversos segmentos industriais.

A modelagem de eventos discretos é o processo de descrever o comportamento de um sistema complexo como uma série de eventos bem definidos e ordenados (©ROCKWELL AUTOMATION, 2020). Neste sentido, Gaziero e Ceconello (2019) destacam que a simulação de eventos discretos é utilizada na previsão e análise de desempenho de um sistema, podendo, dessa forma, fornecer projeções precisas de seu comportamento e, além disso, promover a redução de custos.

2.3.1 Software de Simulação Arena®

Segundo ©Rockwell Automation (2020) o Arena® trata-se de um *software* de simulação de eventos discretos capaz de criar modelos de processos de negócios e fornecê-los reduções de custos, medindo o desempenho e otimizando as operações. Dentre as suas principais vantagens, destacam-se: melhorar a visibilidade do efeito de uma mudança de sistema ou processo; explorar oportunidades para novos procedimentos ou métodos sem interromper o sistema atual; diagnosticar e corrigir problemas; reduzir ou eliminar gargalos; reduzir custos operacionais; melhorar a previsão financeira; avaliar melhor os requisitos de *hardware* e *software*; reduzir os prazos de entrega; gerenciar melhor os níveis de estoque, pessoal, sistemas de comunicação e equipamentos; aumentar a lucratividade por meio de operações aprimoradas gerais.

Paragon (2020) afirma que o *software* Arena® é uma das ferramentas mais utilizadas na simulação de eventos discretos, capaz de analisar cenários e realizar simulações de processos. Além disso, destaca que o *software* mencionado possui um ambiente gráfico integrado, recursos para análises estatísticas, modelagem de processos, animação e análise de resultados, além de possibilitar a criação de *templates* e possuir excelentes recursos 3D.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Empresa objeto de estudo

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi necessário realizar uma visita técnica na empresa objeto de estudo, com o intuito de conhecer os setores e seus

respectivos processos. Trata-se de uma empresa do setor metalúrgico localizada no município de Cataguases, no estado de Minas Gerais, em um parque fabril com área superior a 7000 m². A empresa está no mercado desde 1986. E, atua em diversos segmentos da economia, tais como: siderurgia, mineração, gráfica, papel, óleo e gás. É importante ressaltar que a empresa não possui produtos próprios, mas destaca-se como prestadora de serviços em usinagem média, pesada e caldeiraria em geral. Além disso, a empresa é certificada de acordo com a norma ISO 9001:2015.

3.1.1 Objeto de estudo

Para o desenvolvimento do presente artigo foi necessário realizar pesquisas bibliográficas baseadas em literaturas previamente elaboradas acerca de temas relacionados à gestão de processos. É importante destacar o uso da ferramenta de pesquisa Google Acadêmico. Através dela, foram consultados e estudados artigos científicos, além de outros trabalhos acadêmicos publicados em congressos e revistas. Consultou-se, também, alguns sites institucionais.

Primeiramente, foi necessário definir qual material seria estudado. A peça escolhida foi um parafuso confeccionado em aço inox AISI 316, tendo 17 unidades a serem produzidas. O objeto de estudo foi escolhido por se tratar do lote que estava em linha de produção no dia da coleta de dados. É importante destacar que para a fabricação da peça mencionada, é necessário que o material bruto passe por 6 processos.

Acompanhou-se e registrou-se os processos necessários para a produção do lote, com o intuito de obter os dados cronológicos para o estudo. A coleta de dados teve duração de 3 dias, sendo eles: 28, 29 e 30 de abril de 2020, no período de 07:00 às 16:00 horas. É importante ressaltar que foi cronometrada a produção de todas as peças, ou seja, do lote completo. Além disso, a unidade de tempo utilizada foi o segundo. Também, nesse estudo, o tempo de *setup*¹ ou parada das máquinas não foi considerado, pois a empresa responsável não contabiliza esse tempo.

Na análise inicial dos dados, utilizou-se o *software* Minitab® 19. O Minitab® 19 *Statistical Software* fornece análises estatísticas, visualizações, análises preditivas e de progresso para permitir a tomada de decisões orientada por dados (MINITAB®, 2020). Através do *software* supracitado, aplicou-se conceitos básicos de estatística descritiva, tais como: média, valor máximo e valor mínimo, no tempo gasto para finalizar cada etapa do processo de fabricação de todas as unidades do parafuso confeccionado. Utilizando as funções estatísticas “média”, “mínimo” e “máximo” da calculadora do *software* mencionado, encontrou-se os tempos máximo, médio e mínimo, para a execução dos 6 processos.

Os tempos supracitados foram inseridos no *software* de simulação Arena®. Esse segundo *software* foi utilizado para fazer simulações dos processos, com o objetivo de descrever cada um deles. Além disso, foram realizados alguns cálculos matemáticos. Para identificar o valor total da compra da matéria-prima do processo de fabricação original, multiplicou-se o valor unitário do material bruto pela quantidade de peças do lote. Com base nos valores de hora-máquina e o tempo cronometrado em segundos de cada processo, obteve-se o valor de hora-máquina de cada processo e, conseqüentemente, o valor total de hora-máquina do processo de fabricação completo. Além disso, somou-se o tempo para a finalização de cada processo e obteve-se o tempo

¹ Segundo o Lean Institute Brasil (2020) “O termo *Setup* refere-se às atividades envolvidas em trocas de ordens de produção que necessitam de ajustes e substituição de moldes e outros dispositivos, em equipamentos compartilhados.”

total gasto para a produção de todo o lote. Consequentemente, obteve-se o tempo médio de fabricação de cada peça.

Tabela 1. Valor de hora-máquina nos processos da peça estudada

Processo	Valor da Hora-Máquina
Torno Convencional	R\$50,00/hora
Fresa	R\$50,00/hora
Torno CNC	R\$170,00/hora
Ajustagem	R\$45,00/hora
Inspeção	R\$50,00/hora

Fonte: Autores (2020)

A tabela 1 apresenta os valores de hora-máquina equivalentes a cada processo. Os valores foram extraídos diretamente da tabela de valores fornecida pela empresa de usinagem.

Foi feita uma comparação entre dois cenários distintos de fabricação do material escolhido. O primeiro cenário trata-se do processo de fabricação original da peça selecionada. Esse, então, refere-se aos dados coletados, e é composto pelos processos: facear e fazer furo de centro; facear, torner e abrir rosca; fresar; acabamento; facear ponta; inspeção final. Já o segundo, trata-se do processo de fabricação modificado de acordo com as melhorias propostas pelos autores desse artigo.

No processo original, o material bruto para a fabricação do parafuso trata-se de um tarugo redondo de aço inox AISI 316, no valor de R\$177,00, com dimensões de 2.1/4" x223 milímetros (mm). O primeiro processo é composto por duas operações: facear e fazer um furo de centro. Essas são realizadas em um torno convencional MIN, fabricado pela IMOR. Facear significa esculpir o material da face da peça. Nesta operação, o material é retirado através do corte perpendicular ao eixo de rotação da máquina. Já fazer um furo de centro trata-se de um processo destinado a obtenção de um furo através de uma ferramenta multicortante, conhecida como broca, onde a peça encontra-se em rotação e a ferramenta movimenta-se seguindo uma trajetória retilínea paralela ao eixo principal da máquina. Além disso, tem como finalidade apoiar peças longas em um contraponto, com o intuito de guiar o operador.

O segundo processo é composto por três operações: facear, torner e abrir rosca. Essas são feitas através de um torno CNC Centur 30D, fabricado pela ROMI. Nesse processo, vira-se a peça, para faceá-la no comprimento final de 223 mm e torneá-la para um diâmetro de 20 mm. E, sequencialmente, para usinar a rosca M 20.

O terceiro processo refere-se à fresagem. O mesmo é realizado na fresadora modelo FVC-40, fabricada pela Cardoso. Esse processo serve para fazer com que a cabeça do parafuso fique no formato sextavado. Já o quarto processo é o momento no qual é feita a ajustagem ou acabamento referente à etapa anterior, com o intuito de retirar as rebarbas do sextavado.

O quinto processo é facear a ponta. Dessa forma, as peças retornam ao torno CNC, para que seja eliminada a ponta que fica com o furo de centro, depois que a peça é usinada.

Já o sexto e último processo é denominado inspeção final e é feito pelo setor de Qualidade. Nele, o inspetor valida se as medidas estão de acordo com o que foi solicitado pelo cliente. Primeiramente, é feita uma inspeção visual, para verificar se houve alguma falha na operação de acabamento. Posteriormente, é feita a inspeção por variável, com o auxílio de uma ferramenta denominada paquímetro. Compara-se as

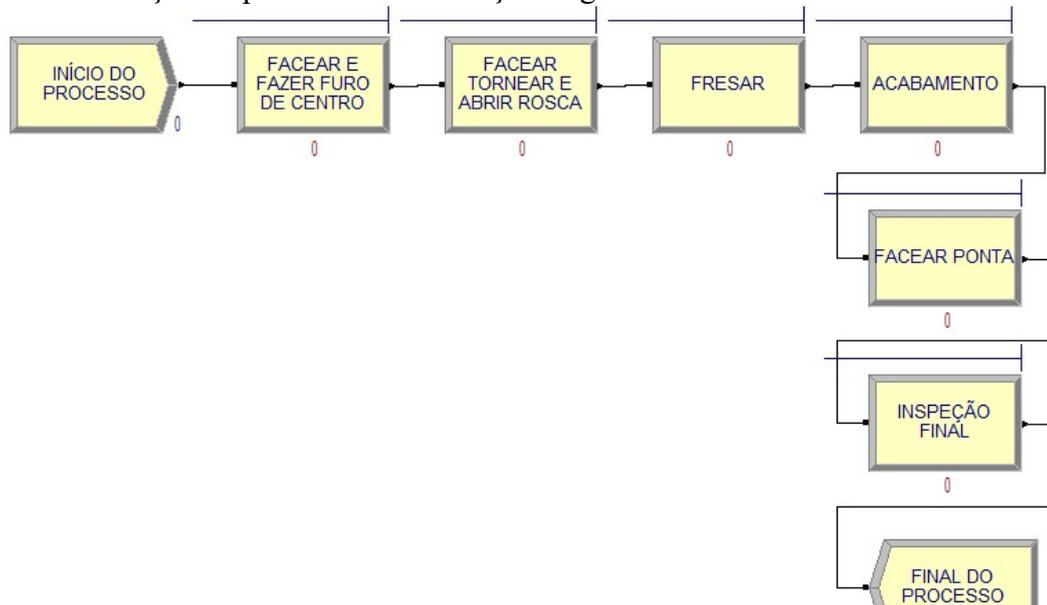
medidas da peça fabricada, com as medidas que estão descritas no desenho da peça, solicitadas pelo cliente.

Para a leitura, é necessário o uso de dois paquímetros quadridimensionais analógicos, fabricados pela Insize. Um deles com escala de 0-150 mm e, o outro, com escala de 0-300 mm. Também, é feita a validação das roscas através do uso de umcalibrador de rosca. Após todas as medidas serem validadas, é preenchida uma etiqueta que comprova a aprovação das medidas da peça por parte do setor de Qualidade. Feito isso, as peças são encaminhadas para a Expedição.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No processo de fabricação original (Figura 1), o material bruto é um tarugo redondo. Para a obtenção do produto final, o mesmo deve passar por 6 processos de fabricação. Tem-se um gasto de R\$1.346,65 com hora-máquina somando-se a 17 vezes o valor da peça bruta, que é R\$177,00 a unidade, o que resulta em um gasto total de R\$4.355,65 para o processo completo.

Figura 1. Simulação do processo de fabricação original



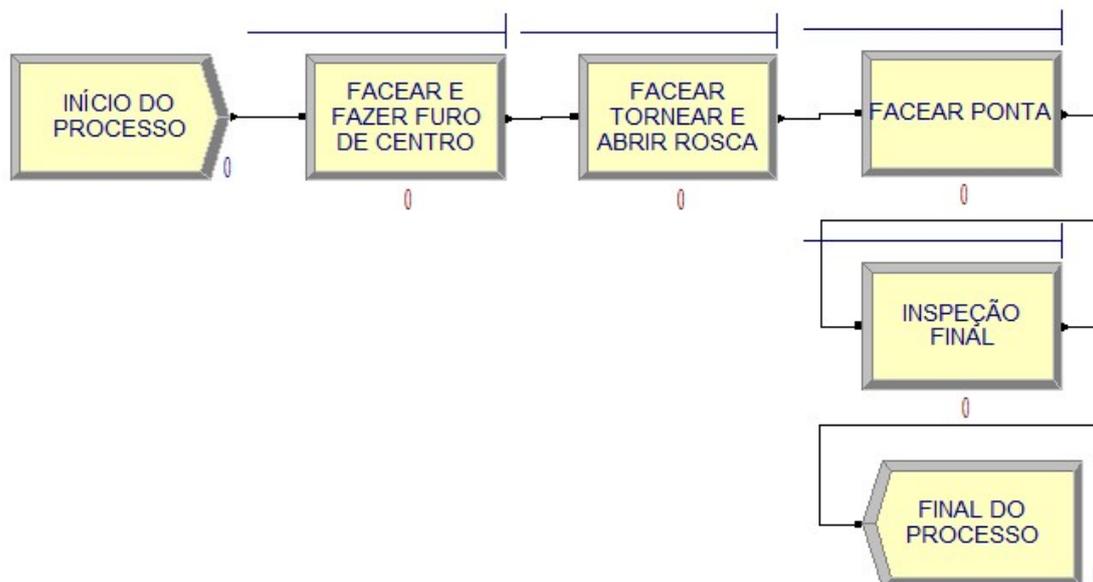
Fonte: Autores (2020)

A figura 1 apresenta a simulação, através do *software* Arena®, do processo de fabricação utilizado atualmente pela empresa de usinagem na fabricação do parafuso, peça objeto de estudo.

No processo proposto pelos autores (Figura 2), a matéria-prima a ser adquirida é um tarugo de aço inox AISI 316, já sextavado, no valor de R\$200,00. Isso eliminaria dois processos: fresar e acabamento. O processo de fabricação dos parafusos passaria a ter apenas 4 processos, o que acarretaria na redução de tempo total para fabricação as peças.

Seguindo o segundo processo, tem-se um gasto de R\$1.033,90 com hora-máquina somando-se a 17 vezes o valor da peça bruta, que é R\$200,00 a unidade, o que resulta em um gasto total de R\$4.433,90 para o processo completo.

Figura 2. Simulação do processo de fabricação proposto pelos autores



Fonte: Autores (2020)

A figura 2 apresenta a simulação, através do *software* Arena®, do processo de fabricação do parafuso proposto pelos autores.

No processo de fabricação original (Figura 1), o tempo médio de produção de cada peça é 46 minutos e 50 segundos, enquanto no processo de fabricação proposto (Figura 2), o tempo médio de produção de cada peça é 24 minutos e 32 segundos.

Tabela 2. Processo Original x Processo Proposto

Processos	Processo Original	Processo Proposto
Valor unitário matéria-prima	R\$ 177,00	R\$ 200,00
Valor total matéria-prima	R\$ 3.009,00	R\$ 3.400,00
Valor total hora-máquina	R\$ 1.346,65	R\$ 1.033,90
Valor total do processo	R\$ 4.355,65	R\$ 4.433,90
Tempo médio de produção de cada peça	46 minutos e 50 segundos	24 minutos e 32 segundos

Fonte: Autores (2020)

A tabela 2 apresenta um comparativo de custo e tempo entre o processo de fabricação original e o processo de fabricação proposto pelos autores.

De acordo com os dados apresentados, observa-se que o modelo proposto pelos autores (Figura 2) resultou em um aumento de R\$78,25 no custo do processo, o equivalente a 1,8%. E, em contrapartida, obteve-se uma economia de 47,63% no tempo médio gasto para a fabricação das peças.

5 CONCLUSÃO

O uso de métodos, técnicas, tecnologias e ferramentas no processo de fabricação de produtos, promove uma gestão eficiente da produção, o que resulta em melhoria de processos e, conseqüentemente, grandes resultados para a empresa. Neste sentido, o presente artigo teve como finalidade realizar a simulação de dois cenários possíveis do processo de fabricação de uma peça, visando propor melhorias para a empresa objeto de estudo.

Foi estudado o processo de fabricação de um lote de 17 unidades de um parafuso confeccionado em aço inox AISI 316, com o intuito de propor melhorias e otimizar as suas operações. Para isso, realizou-se pesquisas bibliográficas baseadas em literaturas previamente elaboradas acerca de temas relacionados à gestão de processos. Além disso, foi necessário realizar a coleta dos dados cronológicos do processo de fabricação do material de estudo. Posteriormente, foi preciso aplicar conceitos básicos de estatística descritiva, através do *software* Minitab® 19. Sequencialmente, foi utilizado o *software* Arena® para realizar a simulação dos processos. Também, foram realizados cálculos matemáticos para identificar o valor total da compra da matéria-prima, o valor de hora-máquina de cada processo, o valor total de hora-máquina do processo de fabricação completo, o tempo total para a finalização de cada processo e, por fim, o tempo total gasto para a produção do lote inteiro e, conseqüentemente, o tempo médio de fabricação de cada peça. Após a análise dos dados coletados, dos processos simulados e dos valores obtidos através dos cálculos, os autores do artigo propuseram um segundo modelo de processo de fabricação, visando a redução de tempo de fabricação da peça. O modelo original contém 6 processos, já o modelo proposto contém apenas 4. Mas, é importante ressaltar que, nesse caso, o material bruto a ser adquirido deve ser um tarugo já sextavado. A simulação e os cálculos matemáticos também foram aplicados ao modelo proposto.

Realizando uma comparação entre os dois modelos de processo de fabricação, observou-se que houve um aumento de 1,8% no custo do processo, já que, inicialmente, pagava-se R\$4.355,65 para a fabricação de todo o lote e, com o modelo proposto, o gasto total elevou-se para R\$4.433,90. Observou-se também que no processo de fabricação original, o tempo médio de produção de cada peça era de 46 minutos e 50 segundos. Já no processo proposto pelos autores, o tempo para que cada peça fosse produzida era de 24 minutos e 32 segundos. Ou seja, obteve-se 47,63% de ganho de tempo para a produção do material.

Neste sentido, ao final da análise dos resultados, concluiu-se que a partir de um investimento irrisório de capital (menos de 50% do valor de uma peça bruta) obtém-se um ganho significativo no tempo de produção das peças, de forma com que o lote pudesse ser produzido quase na metade do tempo gasto originalmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APRIGIO, A.; PAULA, G.; PAIVA, L.; SALDANHA, M.; NAZARÉ, T. **Análise comparativa entre processos de fabricação através de simulações do software Arena**. 11 ed. Cataguases: Revista Mythos, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unis.edu.br/index.php/mythos/article/view/257/231>>. Acesso em: 30/05/2020.
- Arena: O software Arena é a ferramenta para simulação de eventos discretos mais utilizado no mundo**. ParagonDecision Science, 2020. Disponível em: <<https://www.paragon.com.br/%20softwares/arena/>>. Acesso em: 30/05/2020.
- Arena Software de Simulação**. Rockwell Automation, 2020. Disponível em: <<https://www.arenasimulation.com/>>. Acesso em: 30/05/2020.
- BING, W.; SOFFIATTI, E. **Uso da Simulação Computacional no Estudo de Desempenho em uma Linha de Fabricação de Vigas Metálicas**. 6 ed. Curitiba: Brazilian Journal of Development, 2020. Disponível em: <<http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9682/8130>>. Acesso em: 30/05/2020.
- Enap Escola Nacional de Administração Pública. Introdução à Gestão de Processos: Introdução e Conceitos Básicos**. Brasília, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/2894>>. Acesso em: 30/05/2020.
- GAZIERO, C.; CECCONELLO, I. **Simulação Computacional do Fluxo de Valor: uma proposta de Integração da Indústria 4.0 e Lean Production**. 7 ed. Universidade de Caxias do Sul (UCS): Scientia Cum Industria, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332650028_Simulacao_Computacional_do_Fluxo_de_Valor_uma_proposta_de_Integracao_da_Industria_4_0_e_Lean_Production>. Acesso em: 30/05/2020.
- Gestão de Processos**. Justiça do Trabalho TRT da 18ª Região (GO), 2020. Disponível em: <<http://www.trt18.jus.br/portal/institucional/gestao/gestao-de-processos/>>. Acesso em: 30/05/2020.
- Gestão de processos: quando o seu objetivo é otimização de resultados**. Endeavor, 2018. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/operacoes/gestao-processos/>>. Acesso em: 30/05/2020.
- LOPES, L. **Estudo de tempos e movimentos: um estudo de caso em uma indústria química**. Ituiutaba: Universidade Federal de Uberlândia, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19219/1/EstudoTemposMovimentos>>. Acesso em: 30/05/2020.
- MEDEIROS, T.; LUCENA, J. **Gestão de processos: uma análise sobre a utilização de técnicas de gestão de processos no ambiente das facções de costura da cidade de Acari-RN**. Currais Novos: Universidade Federal do Rio Grande Do Norte, 2017. Disponível em: <http://monografias.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/6281/6/Gest%C3%A3o%20de%20processos%20uma%20an%C3%A1lise_2017_Monografia.pdf>. Acesso em: 30/05/2020.

Minitab lança novo Minitab® 19 Statistical Software. Minitab, 2020. Disponível em: <<https://www.minitab.com/pt-br/Press-Releases/Minitab-Launches-New-Minitab-19-Statistical-Software/#:~:text=Minitab%20lan%C3%A7a%20novo%20Minitab%C2%AE%2019%20Statistical%20Software,-Uma%20solu%C3%A7%C3%A3o%20melhor&text=O%20Minitab%C2%AE%2019%20Statistical,de%20decis%C3%B5es%20orientada%20por%20dados.>>. Acesso em: 22/06/2020.

RUSSEL, R.; PASSOS, F.; MENEZES, B.; MIURA, M. **Modelagem e simulação computacional para o balanceamento de linhas de montagem de computadores.** 8 ed. Revista de Tecnologia Aplicada (RTA), 2019. Disponível em: <<http://www.cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RTA/article/view/1356/677>>. Acesso em: 30/05/2020.

SANTOS, A. C.; SANTIAGO, H.; BRITO, M.; OLIVEIRA, C.; CAETANO, M. E. **Análise do impacto da utilização da cronoanálise nas atividades do planejamento e controle da produção - um estudo de caso em uma usina siderúrgica.** XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção. **João Pessoa: ENEGEP, 2016.** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_318_30485.pdf>. Acesso em: 30/05/2020.

Setup Rápido. Lean Institute Brasil. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/workshop/34/setup-rapido.aspx>>. Acesso em: 27/06/2020.