

SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ADAPTADOR HIDROSTÁTICO UTILIZANDO SOFTWARE ARENA STUDENT 12[®]

PRODUCTION SIMULATION OF THE SOFTWARE ARENA STUDENT 12[®] HYDROSTATIC ADAPTER

Caio Rodrigues Romanhol, João Vytor Cardoso, Vitor Pereira Araújo*, Yago Pereira Barizon, Tiago Bittencourt Nazaré.

Graduando do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Faculdade Integradas de Cataguases UNIS, CATAGUASES, MG, BRASIL, E-MAIL: CAIOROMANHOL2@GMAIL.COM.

Graduando do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Faculdade Integradas de Cataguases UNIS, CATAGUASES, MG, BRASIL, E-MAIL: JOAOVYTORVR@GMAIL.COM.

Graduando do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Faculdade Integradas de Cataguases UNIS, CATAGUASES, MG, BRASIL, E-MAIL: VITORPEREIRAARAUJOOO@GMAIL.COM.

Graduando do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Faculdade Integradas de Cataguases UNIS, CATAGUASES, MG, BRASIL E-MAIL: YAGOBARIZON20@HOMAIL.COM

Mestre em Gestão de Sistemas de Engenharia, E-MAIL: TIAGO.NAZARE@PROFESSOR.UNIS.EDU.BR

Resumo

A usinagem consiste em um processo mecânico de desgaste da matéria bruta que da origem a uma peça de formato específico. Uma alternativa a outros tipos de processos de produção, como a moldagem e a fundição. O processo de usinagem, ou seja, o ato de dar forma a uma matéria bruta, surgiu há muitos anos, com o uso de processos manuais. Porém, hoje em dia, a usinagem possui uma precisão incrível. A usinagem mecânica envolve o uso de equipamentos e máquinas dentro da indústrias metálicas, como: Furadeiras, Tornos, Fresadoras, Retificadoras e etc. O estudo realizou uma pesquisa em cima da fabricação de um certo modelo de peça, produzida através do processo de usinagem, utilizando as máquinas torno convencional e fresadora, foi cronometrado cada etapa desse processo e feita uma simulação no *software* Arena Student 12[®] com o intuito de realizar vários testes para saber onde se encontra os problemas na produção. O propósito é verificar onde e em quais etapas podem ser diminuído o tempo de execução, buscando melhoria contínua e eliminando retrabalhos, pois foi visto que em uma das etapas o processo de retrabalho tem um longo período de duração, o que pode ocasionar um descontrole na linha de produção.

Palavra – chave: Usinagem. Produção. Software.

Abstract

Machining consists of a mechanical process of wear of the raw material that gives rise to a piece with a specific shape. An alternative to other types of production processes such as molding and casting. The machining process, that is, the act of shaping a raw material, emerged many years ago, with the use of manual processes. But today, machining has incredible precision. Mechanical machining involves the use of equipment and machines within the metal industries, such as: Drills, Lathes, Mills, Grinding Machines, etc. The study carried out a research on the manufacture of a certain part model, produced through the machining process, using conventional lathe and milling machines, each step of this process was timed and a simulation was performed in the Arena Student 12[®] software with the aim of to perform several tests to find out where the problems are in production. The purpose is to verify where and in which stages the execution time can be reduced, seeking continuous improvement and eliminating reworks, since it was seen that in one of the stages the rework process has a long period of duration, which can cause a lack of control in the production line.

Keyword: Machining, Production, Software.

1 INTRODUÇÃO

Os processos de usinagem são de suma importância na área metalúrgica, este setor consiste na retirada de material, com auxílio de uma ferramenta de corte, assim produzindo -se cavacos e obtendo – se uma nova peça com as formas e dimensões desejadas. Os estudos dos fatores que influenciam nos resultados da usinagem são de grande valia, principalmente para indústria que atua nesse campo.

Entretanto, para se obter alguma melhoria no processo, visa sempre um método eficaz e que dê certo. Portanto o *software* Arena Student 12[®] é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem de processos, desenho e animação, análise estatística e análise de resultados, que consiste na melhoria contínua do serviço desejado.

O presente trabalho possui como objetivo mapear o fluxo do processo de produção do Adaptador Hidrostático. Cronometrar o tempo em cada operação e simular utilizando o *software* Arena Student 12[®].

1.1 Usinagem

O processo de usinagem exige a utilização de máquinas-ferramentas, ou seja, máquinas que utilizam uma ferramenta de corte. Elas podem ser de aço rápido ou metal duro (carbonetos metálicos sinterizados), fixado adequadamente na máquina-ferramenta. Essa ferramenta de corte pode trabalhar com movimentos rotativos, como nas fresadoras e furadeiras, ou parada. Nesse caso, a peça gira no torno mecânico. O processo de usinagem manual ocorre com o auxílio de limas, que são movimentadas pelo operador, pessoa que precisa entender de precisão geométrica e das dimensões da peça. Também podem ser utilizadas as limas rotativas, que são montadas em turbinas pneumáticas ou elétricas, e sua precisão também dependerá totalmente do operador.

1.1.1 Fases do Processo de Usinagem

A maneira como a peça será usinada, o modo de fixação, o tipo de ferramenta de corte, as condições de manutenção, a conservação da máquina e, principalmente, a competência técnica e o comprometimento do profissional que está executando a operação de usinagem impactarão no processo e no custo industrial da peça. Genericamente, o processo de usinagem possui as seguintes fases: **Desbaste**: o excesso de material é retirado, deixando- se uma pequena quantidade de material, chamada de sobremetal, para a fase de acabamento.

Acabamento: Ocorre a retirada de sobremetal deixada na fase anterior, respeitando-se as medidas dimensionais devidas dimensionais e geométricas, com as devidas tolerâncias constantes no desenho da peça.

Controle: são inspeções necessárias para a usinagem da peça e, após a fabricação da mesma, a inspeção de processo.

1.2 Simulação

O número de empresas que usam a simulação para minimizar problemas de manufatura e administração de materiais tem crescido rápida e acentuadamente fora e dentro do Brasil. Os gerentes e administradores estão percebendo os benefícios que o uso dessa técnica possibilita. Muito mais que uma simples alteração de *layout* fabril, a simulação tem oferecido aos administradores, gerentes, planejadores e projetistas, motivos para que os mesmos a incorporem em suas operações diárias. Aplicações bem sucedidas da simulação computacional, já foram realizadas em várias empresas e muitas cifras foram poupadas.

As ferramentas utilizadas em simulação também dispõem de indicadores que fornecem subsídios para que decisões possam ser tomadas. Destaca alguns indicadores, entre eles, a taxa de ocupação que é o percentual do tempo simulado que um determinado servidor está sendo utilizado. Sendo que servidor, neste âmbito, refere-se aos elementos que executaram uma atividade.

Segundo Freitas Filho (2008) é nesse cenário que a simulação computacional de processos vem como uma alternativa viável para o crescimento desse setor. A Simulação permite a realização de estudos sobre os correspondentes sistemas modelados para responder questões do tipo: “O que aconteceria se mudássemos determinado processo?”. Com o mercado cada vez mais competitivo, o uso de ferramentas como o software Arena se faz necessário para que esse tipo de pergunta seja respondido com rapidez e o máximo de precisão, levando ao desenvolvimento de projetos eficientes antes que qualquer mudança física seja iniciada.

Um exemplo disso foi a Draw Tite Inc. que pretendia transformar suas células de manufatura em uma linha de produção contínua, mas ao simular as modificações pretendidas, percebeu que elas não trariam resultados positivos, e evitou o gasto de U\$ 80.000,00 na aquisição de novas máquinas. No Brasil, são inúmeros os exemplos de empresas como a COFAP, FORD, VARGA COPERSUCAR.

A simulação é usada em situações em que é muito caro ou difícil o experimento da situação real. Ela nos permite fazer esse experimento com o modelo variando parâmetros críticos, para conhecer quais as combinações que dão os melhores resultados. Desta forma podemos analisar o efeito de mudanças sem correr o risco da construção de um sistema real equivocado, o que transformaria os custos dessa construção em prejuízo. (SILVA, 2015, p.144).

1.3 Software ARENA®

Existem vários *softwares* a disposição no mercado para simulação de sistemas, mas o *software* ARENA® se destaca entre todos eles. Esse *software* oferece um ambiente gráfico capaz de integrar todos os recursos e processos, fazer a modelagem, administrar níveis de inventários, criar animações e desenhos, previsão financeira, montagem de gráficos, análises e estatísticas de resultados. De acordo com o estudo feito por Lima (2018, apud Fábregas, 2003) o *software* ARENA® é uma ferramenta que pode ser utilizada, inclusive, por pessoas que não possuem um conhecimento específico e amplo de simulação ou programação. Basta saber a aplicabilidade do programa, seus recursos e variáveis.

Assim, pode-se entender a simulação como um processo amplo que engloba não apenas a construção do modelo, mas todo o método experimental que se segue, buscando descrever o comportamento do sistema além de construir teorias e hipóteses que consideram as observações efetuadas. Outro fator é que ela utiliza modelos para analisar comportamentos do presente, ou ainda, para prever os possíveis comportamentos futuros, isto é, os efeitos produzidos por alterações no sistema ou nos métodos empregados em sua operação. Conceitua-se sistema, como uma coleção de itens entre os quais pode-se encontrar ou definir alguma relação, que são objeto de estudo na construção do modelo (PARAGON, 2018).

O Grupo Paragon *Software*®, uma equipe desenvolvedora de *softwares*, afirma que o ARENA® é constituído por muitos módulos que oferecem a modelagem do sistema de acordo com a necessidade do usuário, esses módulos são chamados de templates, conjunto de elementos interligados que ajudam a visualizar o cenário que está sendo simulado através de um desenho de fluxograma. Os principais templates têm suas funções conforme descrito abaixo:

- *Create*: Utilizado no início do processo, responsável pela entrada das entidades no sistema de acordo com o tempo;
- *Process*: Usado para simular alguma operação interna do processo (tempo gasto para o processamento do operador);
- *Decide*: Responsável pela fragmentação dos processos, onde as entidades tomam diferentes caminhos;
- *Batch*: Responsável por criar acumulação de entidades;
- *Separate*: Usado para desfazer o acúmulo provisório criado pelo template *Batch*;
- *Assign*: Responsável pela alteração ou associação dos valores às variáveis, atributos de entidades e mudar o desenho das entidades;
- *Record*: Responsável pela coleta de dados em certos pontos do sistema;

- *Dispose*: Responsável pela retirada de entidades do sistema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processo de Usinagem

Pode-se definir como usinagem um processo que tenha como característica a remoção de material com geração de cavaco, cujos objetivos são determinar forma, dimensão ou acabamento de peças. O cavaco gerado do processo caracteriza-se pelo material que a ferramenta retira da peça em processo e configura-se por possuir geometria irregular (FERRARESI DINO, 2018).

2.2 Pastilha

Denominado “metal duro”, o carboneto de tungstênio, fabricado pelo processo de metalurgia do pó, possui uma excelente combinação de resistência ao desgaste, resistência mecânica e tenacidade (SAMUEL PAULO, 2018).

2.3 Temperatura de Corte

A maior parte da potência consumida na usinagem dos metais é convertida em calor próximo à aresta cortante da ferramenta e muitos problemas técnicos e econômicos são causados direta ou indiretamente por conta desse aquecimento (BARTSCH WALTER, 2015)

As fontes geradoras de calor no processo de usinagem são as deformações e o cisalhamento do cavaco no plano de cisalhamento, o atrito do cavaco com a ferramenta e o atrito da ferramenta com a peça. [...] As porcentagens do calor total devido a cada uma das fontes acima variam com o tipo de usinagem, o material da peça e da ferramenta, as condições de usinagem e a forma da ferramenta. Porém, numa primeira aproximação, pode-se dizer que a deformação e o cisalhamento do cavaco no plano de cisalhamento são as principais fontes geradoras de calor, seguidas pelo atrito do cavaco com a superfície de saída da ferramenta e depois pelo atrito peça-superfície de folga da ferramenta (DINIZ et al, 2008).

2.4 Fresamento

Pela versatilidade, amplitude de opções de forma e produtividade agregada, o fresamento é o processo de usinagem mais utilizado na produção de moldes. Todavia, sua particularidade de corte

interrompido impacta na vida da ferramenta e na integridade superficial da peça em função das cargas térmicas e mecânicas do processo (SECCO, 2015).

2.5 Rugosidade

A rugosidade de uma superfície pode ser definida como conjunto de irregularidades finas ou erros micro geométricos, gerados, por exemplo, pelos seguintes aspectos no processo de usinagem: gume postiço da ferramenta, desgaste da ferramenta ou ainda marcas do avanço da fresa. A rugosidade é considerada um parâmetro de saída do processo, e serve para controle da qualidade superficial (NOVASKI OLÍVIO, 2020).

2.6 Furação com Brocas Especiais

Diante da necessidade de melhorias e diminuição de custos foram surgindo variações do processo de furação, que incluem principalmente alterações na geometria das brocas. E por isso são chamadas usualmente de furação especial e de furação com brocas especiais. A furação especial é compreendida como a realizada sob condições especiais, como altas velocidades, grandes avanços e até mesmo grandes profundidades. Silveira (2013) afirma que quando a relação L/D é maior que 5, o processo pode ser considerado como furação especial, neste caso 15 precisando de cuidados adicionais e máquinas robustas.

2.7 Processo

De acordo com Valdemir Martins Lira (2016) o arranjo físico, ou ainda layout, de uma empresa ou de apenas um departamento, nada mais é do que a distribuição física de máquinas e equipamentos dentro da organização onde, através de cálculos e definições estabelecidas de acordo com o produto a ser fabricado, se organiza os mesmos para que o trabalho possa ser desenvolvido da melhor forma possível e com o menor desperdício de tempo (LIRA VALDEMIR, 2016)

2.8 Cronoanalise

De forma seminal, por meio da administração científica, o pioneirismo para utilização da crono análise encontra-se nos estudos de tempos e movimentos realizados por Frederic W. Taylor e pelo casal Frank e Lilian Gilbreth. Viana et al. (2015) afirma que Taylor, conhecido como pai da

“administração científica” realizou uma verdadeira racionalização do trabalho operário sendo que o instrumento para realizá-lo era o estudo de tempos e movimentos.

Costa et al. (2008), acrescenta que o objetivo é a determinação da capacidade produtiva de um setor ou de uma linha de produção, ou seja, a determinação de um tempo padrão. E, dessa forma, torna possível a comparação com a capacidade real, gerando informações para tomada de decisões

2.9 Modelagem Computacional

Para se definir os conceitos de modelos computacionais e modelagem computacional usar-se-á como base as definições de modelos & modelagem desenvolvidos anteriormente e também, algumas propriedades do computador destacadas por Marcos Vinícius Melconian, 2014.

Computador é uma máquina. Segue passos prescritos sem considerar seu contexto ou significado. O computador é uma máquina de processamento de símbolos. Ou seja, suas prescrições operam somente em sentido sintático, semântico não, informações sobre símbolos. O fato de o computador ser uma máquina de processamento de símbolos é de fundamental interesse por causa da profunda ligação entre formalização e mecanização. Um modelo formalizado é aquele que é construído a partir de um vocabulário estritamente definido usando regras sintáticas estritamente definidas. Não sobra espaço para a interpretação ad hoc ou variação. (MELCONIAN MARCOS, 2014).

3 METODOLOGIA

A elaboração do artigo foi feita através de pesquisas em artigos científicos, sites e livros. Definida por meio da análise do processo da usinagem de um lote de Adaptadores Hidrostáticos, um integrante que trabalha na área ficou encarregado de fazer a cronoanálise, foi feita durante a produção das 22 peças, com auxílio do cronômetro foi retirado seu tempo de todas as etapas da fabricação dos Adaptadores Hidrostáticos descritas na Figura 1. Com os resultados dos tempos em mãos, inserindo-os assim no *software* Arena student 12®, onde obteve resultados e relatórios.

Para ser feito a simulação no *software* Arena student 12®, é preciso analisar os tempos que foram coletados, para saber como vai ser criado o processo no *software*. O tempo simulado foi de 9600 minutos e utilizado o tempo em triângulo, pois em máquinas convencionais os tempos oscilam, cada etapa do processo de produção foi simulada para que se tenha cada detalhe dos processos em mãos.

3.1 Objeto de estudo

Em conversa com o gerente de produção foi informado que este Adaptador Hidrostático apresenta maior reprocesso. O material utilizado para a fabricação do Adaptador Hidrostático é o aço SAE 1020, um dos aços ao carbono mais comum utilizado como aço para cementação com excelente relação custo benefício comparado com aços mais ligados para o mesmo propósito. Possui excelente plasticidade e soldabilidade.

Características e propriedades mecânicas dos aços SAE 1020, os aços SAE 1020 são Aços carbonos de ligas metálicas constituídas basicamente de ferro, carbono, silício e manganês, apresentando também outros elementos inerentes ao processo de fabricação, em percentuais controlados. O aço carbono SAE 1020 é um dos aços mais utilizados, devido a sua baixa temperabilidade, excelente forjabilidade e soldabilidade, porém sua usinagem é relativamente pobre. Este tipo de aço SAE 1020 pode ser aplicado de diversas formas com cementação com excelente relação custo benefício comparado com aços utilizados para o mesmo propósito. A microestrutura presente neste aço no seu estado normalizado perlita fina e ferrita.

A produção do período analisado de 30 dias do mês de março de 2022 foi de 30 unidades.

Foram realizadas 22 cronometragens atendendo 90% de nível de confiança e 10% de erro de amostra. Segundo Pedro D'Angelo (2016), 90% e 10% são aceitáveis.

O presente estudo realizado para obter relatórios no intuito de utilizar o *software* Arena Student 12[®] e com isso verificar a eficiência da produção de um tipo de produto. Com isso, foi feita uma busca na empresa para conseguir um determinado produto que tenha várias etapas no processo, e conseguir retirar o máximo de eficiência do Arena Student 12[®]. No entanto, com o produto em processo de fabricação foram retirados tempos de cada operação.

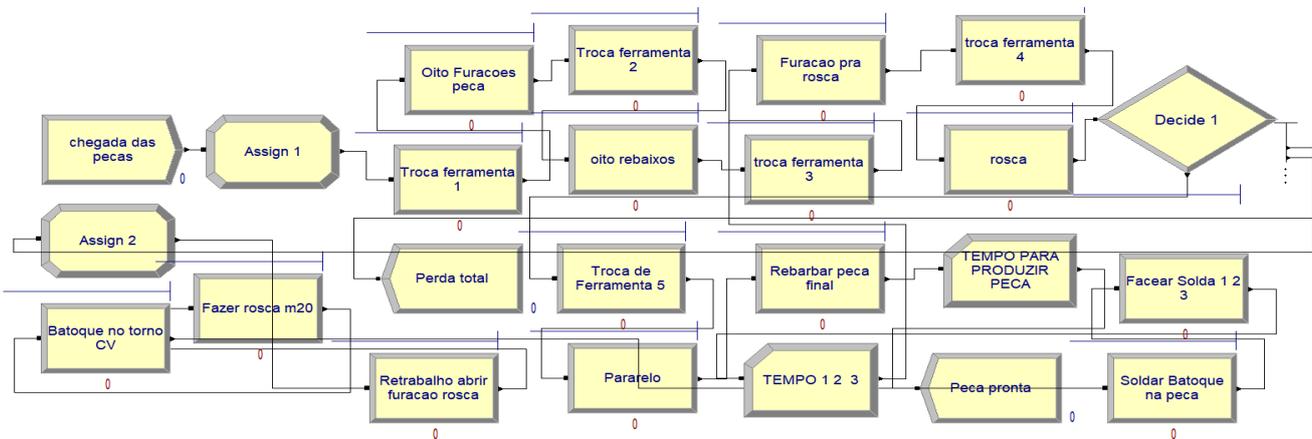
As Operações são utilizando Torno Mecânico convencional, Fresadora Convencional e as Operações para Retrabalho:

As Operações do Torno Mecânico Convencional são: Desbastar, Rebaixar, Acabamento.

As Operações da Fresadora Convencional são: Fixação na Placa, Prender Ferramenta, Furação, Rebaixar, Furar para fazer Rosca, Escarear furo da Rosca, Fazer rosca com macho ¼ bsp, Paralelo, Rebarbar.

As Operações para Retrabalho são: Abrir furação da rosca, Fazer rosca M20, Fazer um batoque no torno convencional, Soldar batoque na peça, Facear solda.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES



Fonte: Elaborado pelo grupo (2022).

Figura 1- Simulação no *Software* Arena Student 12®

Na figura 1, foi realizado e monitorado passo a passo do início ao fim, para que se tenha informações concretas, por isso todos os processos foram acompanhados e visualizados um por um.

No Torno convencional o tempo para desbastar uma peça foi de 15min, o processo de rebaixar foi de 5min, e por final o acabamento para finalizar a etapa no torno foi de 10min.

Na segunda etapa, foi utilizado uma fresadora convencional, o tempo de fixação na placa é de 2min, para prender a ferramenta foi no tempo 1.5min, a furação gastou 5min, pois são 8 furos, a operação de rebaixar os 8 furos foi de 8min, a próxima foi furar para fazer rosca, teve o tempo de 10min, já para escarear os furos da rosca foi de 1min, a outra etapa é fazer a rosca com macho na própria fresadora para garantir o esquadro, teve o tempo de 7min, o paralelo foi usinado em 10min, e pôr fim a parte de finalização da peça que é rebarbar, com o tempo de 15min.

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Alencar Rebarba	0.4906	0.015357372	0.00	1.0000
david Soldador	0.02011585	(Insufficient)	0.00	1.0000
Gabriel m20	0.00984927	(Insufficient)	0.00	1.0000
Gustavo Soldador	0.01383277	(Insufficient)	0.00	1.0000
Joao	0.2475	0.007140238	0.00	1.0000
Lucas ferramenta 5	0.1625	(Correlated)	0.00	1.0000
Luis	0.1496	(Correlated)	0.00	1.0000
Luis rebaixo	0.2662	(Correlated)	0.00	1.0000
Luis troca 1	0.02490355	(Correlated)	0.00	1.0000
Murilo Torno	0.04400897	(Insufficient)	0.00	1.0000
Paulo ferramenta 2	0.03408003	0.000982367	0.00	1.0000
Paulo ferramenta 3	0.03299675	(Correlated)	0.00	1.0000
Paulo ferramenta 4	0.03562480	0.001462862	0.00	1.0000
Paulo furacao rosca	0.3546	0.010974459	0.00	1.0000
Vitor Paralelo	0.3273	(Correlated)	0.00	1.0000
yago	0.00540110	(Insufficient)	0.00	1.0000

Fonte: Elaborado pelo grupo (2022).

Figura 2- Simulação no *Software* Arena Student 12®

De acordo com a figura 2, o processo com maior ocupação foi a parte da rebarba com 49%, já o processo para fazer o paralelo com 32%, a parte da rosca que é representada no relatório por João equivale a 24%.

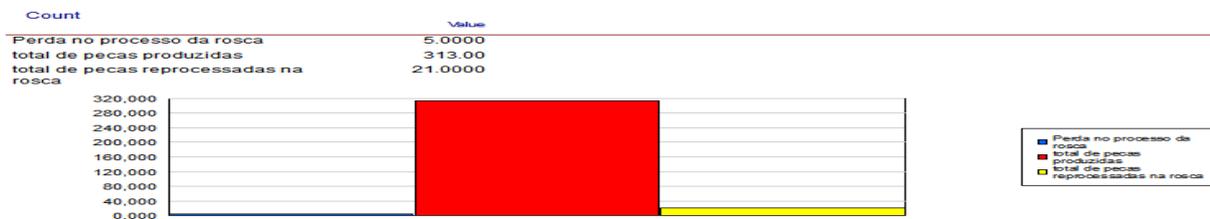
Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tempo de reprocesso	42.6094	(Insufficient)	39.0194	46.5257
TEMPO PARA PRODUZIR PEÇA	68.1559	(Insufficient)	58.3673	142.06

Fonte: Elaborado pelo grupo (2022).

Figura 3- Simulação no *Software* Arena Student 12[®]

Como mostrado na figura 3, o tempo de simulação para produzir uma peça do início ao fim foi de aproximadamente 68 minutos. É observado que se acontecer um reprocesso é gasto 61% do tempo de uma peça em perfeito estado, com o tempo de operação na média de 42 minutos.



Fonte: Elaborado pelo grupo (2022).

Figura 4 - Simulação no *Software* Arena Student 12[®]

É visto na figura 4, a simulação foi realizada em 9600 minutos, foram produzidas 313 peças em perfeito estado, 21 reprocessadas e 5 perdas no processo da rosca.

4 CONCLUSÃO

Os processos de usinagem na área de metalurgia são de grande importância, pois oferece uma demanda grande de uma determinada peça para um produto específico que pode ser construído em larga escala. Ou, ainda, atender pedidos específicos, com a produção de quantidade menor, mas mantendo a mesma qualidade. Portanto o estudo tem como objetivo mapear fluxos de produção e cronometrar o tempo em cada operação e simular utilizando o *software* Arena Student 12[®].

Analisado 30 dias de produção, foram coletados os tempos dos 12 processos de fabricação de 22 Adaptadores Hidrostáticos tendo uma margem de 90% de confiança. Com isso, foi feita a simulação no *software* Arena Student 12[®] com os tempos coletados, portando o tempo de reprocesso da rosca teve aproximadamente 61% do tempo de uma peça em perfeito estado. Visto que uma peça do início ao fim tem o tempo de duração em média de 68 minutos, e o reprocesso 42 minutos.

No entanto, o resultado do estudo teve como destaque o reprocesso da rosca que teve um tempo elevado, prejudicando assim o tempo final da peça, com isso gera uma margem menor de lucro para empresa. Portanto o *software* Arena Student 12[®] teve uma grande eficiência, mostrando quais são os processos lentos e os mais hábeis, provando que o *software* Arena Student 12[®] consegue trazer bons resultados.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, M. M. **Importância do estudo de métodos e tempos nas organizações no que se refere aos custos do processo de fabricação.**

Curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006.

Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_221_28073.pdf > Acesso em 28 de abril de 2022.

BARTSCH, W., 2015. **Metal Cutting and the Tribology of Seizure: I. Seizure in Metal Cutting,.**

Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4652496/mod_resource/content/1/5-Temperatura%20em%20Processos%20de%20Usinagem.pdf >. Acesso em 28 de abril de 2022.

COSTA F. N.; PEREIRA F. L. M.; ALVES I. B. S.; CARVALHO C. A. S.; NUNES C. E. de C. B.

Determinação e análise da capacidade produtiva de uma empresa de cosméticos através do estudo de tempos e movimentos. XXVIII Encontro nacional de engenharia de produção, ENEGEP, 2008. Disponível em:<

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_069_496_10717.pdf >. Acesso em 28 de abril de 2022.

DINIZ, A.E.; MARCONDES, F.C.; COPPINI, N.L. Tecnologia Da Usinagem Dos Materiais 2.ed.São Paulo: Artiber Editora, 2000.

FERRARESI, D., 2018. **Análise da qualidade superficial no fresamento em raio com ferramenta de ponta esférica.** CAXIAS DO SUL 2018. Disponível em: <

https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/4321/TCC%20Pedro%20Henrique%20Sc_hwaizer.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acesso em: 28 de abril de 2022.

LIRA, V., 2016. **Layout de empresas e seus benefícios.** Gestão de pessoas: segunda edição. Rio de Janeiro 2016. Disponível em: <

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_177_010_23292.pdf >. Acesso em: 28 de abril de 2022.

MELCONIAN, M., 2014. **Computacional Issues in Modelling**. London. Disponível em: <<https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/1580/1/A%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20da%20modelagem%20computacional%20no%20processo%20de.pdf> >. Acesso em 28 de abril de 2022.

NOVASKI, O., 2020. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. São Paulo: Blucher. 371 p. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/4321/TCC%20Pedro%20Henrique%20Sc hwaizer.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em 28 de abril de 2022.

PARAGON. **Software de Simulação Arena**. 2008. Disponível em: <https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/download/157/88/ > . Acesso em 28 de abril de 2022.

SAMUEL, P., 2018. **Estudo comparativo entre a temperatura no torneamento convencional a seco por imagem termográfica e o modelo analítico de trigger e chão**. JUIZ DE FORA, 2016. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/mecanica/files/2016/07/Patrick-Croko-Caputo-TCC-II.pdf> >. Acesso em 28 de abril de 2022.

SECCO, D. C., **Fresamento de aços para moldes e matrizes em condições criogênicas**. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Materiais e Processos de Fabricação, Faculdade de Engenharia - Unesp - Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/4321/TCC%20Pedro%20Henrique%20Sc hwaizer.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em 28 de abril de 2022.

SILVA, E., 2015. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3.ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 121p. Disponível em: <https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/download/157/88/ > . Acesso em 28 de abril de 2022.

SILVEIRA, D. **Superando Desafios em Furação Profunda**. Revista O Mundo da Usinagem; Publicação da Sandvick Coromant do Brasil. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21468/5/estudodesviosgeometricos.pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2022.

VIANA J. R.; BONFIM W. B.; DUARTE J. A. S. **Os benefícios da crono análise**. ENEGEP, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_221_28073.pdf> . Acesso em 28 de abril de 2022.