



PREVISÃO DA DUREZA IDEAL DO AÇO 4340 APÓS TRATAMENTO TÉRMICO, UTILIZANDO A FERRAMENTA DOE

- [¹] Ana Paula Fernandes Marques, Graduanda em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Itajubá- FEPI, fernandesap.marques@gmail.com
- [²] Fabiana Karoline Gonçalves, Graduanda em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Itajubá- FEPI, fabiana.karoline96@hotmail.com
- [³] Adriana Amaro Diacenco, Doutora em Ciências e Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI, adriana_aadiacenco@yahoo.com.br

As indústrias diariamente têm procurado meios de aprimorar seus processos para reduzir custos de produção e aumentar sua produtividade. Entretanto, no contexto atual, existe uma defasagem de informações disponíveis às empresas referente aos insumos utilizados em seus processos. Por isso, a importância de se realizar estudos quanto as propriedades mecânicas dos aços temperados e revenidos, de modo que, tenham uma redução na quantidade de testes em laboratórios e uma diminuição na espera dos resultados pelas indústrias, proporcionando-lhes uma maior competitividade. Devido à alta aplicabilidade dos aços em construções civis, indústrias automobilísticas e aeronáuticas destacam-se a importância de conhecer as suas estruturas. Portanto, a justificativa desse trabalho busca entender melhor as propriedades dos aços, com foco na dureza obtida através do tratamento térmico, e assim, aprimorar as informações referentes ao aço SAE 4340 quanto a sua dureza ideal. O estudo em si, utilizará a ferramenta estatística DOE para auxiliar na obtenção dos parâmetros que influenciará nos resultados desejados. O objetivo geral deste trabalho é encontrar os parâmetros necessários no processo de tratamento térmico, do tipo têmpera e revenimento através da ferramenta estatística DOE, afim de obter a dureza ideal do aço SAE 4340 e validá-lo através da aplicação. A Metodologia aplicada será a experimental com os seguintes passos: Levantar parâmetros que influenciam a obtenção de dureza no aço 4340 através do DOE; Realizar tratamento térmico do tipo têmpera e revenimento no aço 4340 utilizando os parâmetros levantados; Analisar



experimentos determinando o parâmetro ideal fazendo assim sua replicação; E por último validar o experimento. Na primeira etapa deste trabalho, por meio da pesquisa bibliográfica, foi levantado as variáveis que mais interferirão no processo de têmpera, definidas como: temperatura de aquecimento, tempo de permanência nessa temperatura, as quais, são considerados fatores principais para se obter o resultado esperado. Na etapa dois, para a combinação dos parâmetros será utilizado a ferramenta estatística DOE no *software* Minitab, obtendo todas as combinações possíveis para a realização do experimento de têmpera. Após a obtenção dos dados, na etapa três, será realizado o tratamento em si, o qual terá como resultado aços com uma maior dureza. O tratamento será realizado em um forno onde 8 amostras serão colocadas no interior deste e permanecerão em tempos e temperaturas especificadas. Após o tempo determinado de aquecimento, as amostras serão resfriadas rapidamente em óleo. Posteriormente, será realizado o revenimento para corrigir as possíveis distorções que a têmpera possa vir produzir nas amostras do aço. Neste tratamento, as amostras serão aquecidas e resfriadas em temperatura ambiente, possibilitando o aumento da ductilidade e elasticidade destas. Após resfriamento das amostras, na etapa quatro, será analisada a dureza de cada amostra com o auxílio de um durômetro. Com os dados adquiridos, na etapa cinco será realizada uma regressão no *software* Minitab, de modo a definir o parâmetro ideal para se obter a melhor dureza do aço 4340 para a sua aplicabilidade. Após a análise dos dados, na etapa seis será feita a replicação do experimento para realizar sua validação. Em sequência, na última etapa, validar se realmente os parâmetros levantados são os ideais para se obter a melhor dureza do aço 4340 na aplicação desejada e comprovar juntamente com o processo de têmpera que é possível determinar parâmetros que reduzem e otimizam o processo de testes laboratoriais nas indústrias para se obter dados confiáveis. Este trabalho não está finalizado, portanto as autoras ainda não obtiveram os resultados e conclusões.

Palavras-chave: DOE. Tratamento Térmico. Dureza. Aço 4340.

A IMPORTÂNCIA DA GINÁSTICA LABORAL NA REDUÇÃO DO ÍNDICE DE ABSENTEÍSMO RELACIONADO À ERGONOMIA NO DEPARTAMENTO DE COSTURA. UM ESTUDO DE CASO APLICADO A UMA INDÚSTRIA NO MUNICÍPIO DE CRISTINA NO SUL DE MINAS GERAIS.

Flaviane Morais Souza, Graduanda em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Itajubá – FEPI,
flavianemorais4@gmail.com

Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior, Doutor em Recursos Hídricos, Centro Universitário de Itajubá – FEPI,
leopoldo_junior@yahoo.com.br

A escolha do tema se deu devido à necessidade de diminuir o absenteísmo ocasionado por doenças ocupacionais relacionadas a ergonomia. Hoje, mesmo com as novas tecnologias, os trabalhadores passam muito tempo na mesma posição e realizando movimentos repetitivos, acentuando os casos de LER/DORT - Lesão por Esforço Repetitivo e Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho. Segundo dados do Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), em 2017 foram concedidos 22.029 benefícios a trabalhadores que precisaram ficar mais de 15 dias afastados do trabalho por causa de algum tipo de doença relacionada à LER/DORT. Esse número representa 11,19% de todos os benefícios concedidos no ano de 2017. O absenteísmo interfere diretamente na linha de produção e sobrecarrega toda a equipe de trabalho, por esse motivo, a prevenção é a maneira mais eficaz de resolver o problema, primeiramente realizando uma avaliação ergonômica no ambiente de trabalho, avaliações médicas específicas e adoção de medidas complementares como pausas para alongamentos e ginástica laboral. A ginástica laboral é um programa que promove qualidade de vida no trabalho, saúde e lazer durante o expediente, é também um programa que usa atividades físicas planejadas com a finalidade de prevenir lesões. É importante salientar que a ginástica laboral não tem capacidade de resolver sozinha os problemas ergonômicos que levam a ocorrência de LER/DORT, ela é apenas parte complementar, que preza pela saúde dos funcionários e proporciona boas condições de trabalho. Com isso, o objetivo geral desse estudo é comprovar a importância da ginástica laboral para reduzir o absenteísmo no objeto de estudo em questão. Quanto aos objetivos específicos, esse estudo visa quantificar as perdas por afastamento antes e depois da

implementação da ginástica, descrever como a empresa reduziu os índices de absenteísmo e fazer um teste de hipótese comparando o índice de faltas antes e depois da aplicação da ginástica. O método de pesquisa utilizado é um estudo de caso, com abordagem quantitativa, de natureza básica e com objetivo exploratório. A pesquisa será realizada de forma direta (in loco) através de coleta de dados históricos fornecidos pela empresa a respeito do número de faltas dos colaboradores, as observações e registros de dados obtidos antes e após a adoção da Ginástica Laboral nesta empresa, servirão de base para executar as análises e os testes de hipótese. Quanto ao objeto de estudo, a pesquisa será realizada em uma empresa, situada na cidade de Cristina no sul de Minas Gerais, a qual possui atividade manufatureira, voltada para a fabricação de Equipamentos de Proteção Individual. A empresa está presente no mercado a mais de 12 anos, ela possui em seu quadro aproximadamente 140 funcionários, entre operadores de linha de produção e setores administrativos. A amostra foi delimitada com intuito de identificar na empresa em estudo, os colaboradores do departamento de costura que possivelmente estão expostos ao risco ergonômico no desempenho de suas atividades laborais e que possam desenvolver LER/DORT. Além da coleta de dados, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com a finalidade de promover um maior conhecimento sobre o tema escolhido, uma vez que este tema é de grande importância para as empresas e empregados que estão em busca de produtividade e qualidade de vida. Por fim, será feita uma análise para verificar se o problema identificado foi solucionado e se houveram benefícios para o ambiente organizacional. Após essa análise e interpretação dos resultados serão apresentadas as melhorias obtidas através da ginástica laboral para a redução do índice de absenteísmo e prevenção das doenças provocadas por movimentos repetitivos.



ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DO PROCESSO DE SOLDAGEM MIG POR PONTOS APLICANDO O DOE

^[1]Leandro Furtado da Costa, Graduando em Engenharia de Produção, FEPI, leandro17furt@hotmail.com

^[2]Luis Felipe dos Santos Carollo, Professor, FEPI, luis.carollo@fepi.br

O processo de união de chapas por pontos é largamente utilizado para a soldagem de uma gama grande de materiais de pequena espessura nos mais diversos setores industriais, com destaque especial para o setor automotivo. O processo de soldagem por resistência elétrica é mais utilizado, porém exige equipamentos e instalações específicas como, por exemplo, máquinas estacionárias e até mesmo robôs industriais. Nesse processo a soldagem se dá pelo contato elétrico dois eletrodos de ligas cobre eletrolítico com as chapas a serem soldadas. Muito embora a soldagem seja muito rápida e eficiente, por vezes a soldagem de materiais de maior espessura (de 2 a 3 mm) ou até mesmo a união em juntas de acesso restrito ao local de solda é dificultado principalmente em montagens complexas. O processo MIG/MAG – Metal Inerte Gás/Metal Ativo Gás - é largamente utilizado para soldagens a arco de forma contínua em variados setores industriais e pode ser utilizado de diversas formas. Dentre estas possibilidades, a soldagem MIG/MAG por pontos é uma variante do processo MIG/MAG e se apresenta como uma forma alternativa para a soldagem por pontos convencional, permitindo substituir este último em aplicações por vezes difíceis de serem realizadas, como por exemplo, limitações físicas de acesso dos eletrodos. O processo MIG por pontos pode ainda ser utilizado em aplicações em materiais com espessuras maiores que as suportadas pelo processo de soldagem por resistência elétrica, bem como poder permitir soldar mais facilmente materiais de natureza diferentes. Nesse processo, pontos soldados podem ser obtidos através do controle da tensão, corrente e velocidade de alimentação do arame aplicados durante uma fração de tempo regulável. A sua ação sobre a peça provoca uma espécie de descarga gerando um depósito de material fundido em um local pré-



determinado provocando a fusão de duas peças de pequena espessura, o que gera, após sua solidificação, a formação de um ponto soldado. Esse ponto soldado, para que tenha uma qualidade compatível, deverá apresentar uma penetração completa na chapa inferior. O processo em si não necessita de preparação da junta a não ser a limpeza apenas na área de sobreposição das duas peças, sendo necessário que o bocal de proteção comprima as peças a serem soldadas, garantindo o melhor contato possível. Para uma melhor utilização do processo MIG por pontos, deve-se ter um melhor conhecimento da influência dos parâmetros do processo. Entre os parâmetros que podem afetar este processo, além das regulagens de tensão, intensidade de corrente e velocidade de alimentação do arame outros parâmetros também devem ser considerados como por exemplo, o tipo de gás de proteção, tempo de disparo para a soldagem e espessura do material a ser soldado. Baseado nestes aspectos, este projeto de iniciação científica tem por objetivo analisar a influência destes parâmetros na qualidade e geometria do ponto soldado, bem como sua resistência a um esforço cisalhante. Em função do número de variáveis envolvidas no processo, a melhor forma de análise para isto seria através da utilização de ferramentas estatísticas baseadas na técnica de projeto e análise de experimentos conhecidas como DOE (*Design of Experiments*). Em função do processo de soldagem MIG por pontos ocorrer de forma totalmente automática, sem interferência do ser humano, tal ferramenta se torna perfeitamente viável de ser utilizada. As análises serão aplicadas em chapas de aços de alta resistência (22MnB5) de 1 mm de espessura e não tratadas termicamente. Os resultados esperados são a realização de um mapeamento do processo através da ferramenta DOE, e, com isso, serão definidos os parâmetros mais influentes e as condições ideais para se produzir as soldas de forma mais eficiente e com melhores resultados. Espera-se que este trabalho ao ser concluído possibilite ampliar o conhecimento do processo MIG por pontos, identificando, dentre os muitos parâmetros do processo, aqueles que são mais significativos no controle da geometria do cordão e resistência da solda. Adicionalmente, pretende-se que o conhecimento da influência dos principais parâmetros possibilite um melhor domínio deste



processo permitindo a sua utilização principalmente em soldagem de chapas finas como sendo um processo alternativo a soldagem por resistência elétrica, podendo ser posteriormente estendido para a soldagem de materiais de natureza diferentes.

Palavras-chave: Soldagem. Processo MIG por pontos. DOE. Otimização. Parâmetros.



REFORMULAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE RETRABALHOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DO RAMO ALIMENTÍCIO

Mariana Ribeiro Lima, Graduanda em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Itajubá - FEPI,
marianaribeirolima@hotmail.com

Michele Rodrigues Mendes, Graduanda em Engenharia de Produção, Centro Universitário de Itajubá -
FEPI, michelerodrigues9728@gmail.com

Thiago Pouza Mussolini, Professor dos cursos de Engenharias, Centro Universitário de Itajubá - FEPI,
thiagopmussolini@gmail.com

Juliana Helena Daroz Gaudêncio, Professora dos cursos de Engenharias, Universidade Federal de Itajubá
- UNIFEI, ju.gaudencio@gmail.com

Para se manter no mercado como uma empresa consolidada, a competitividade é um fator de extrema importância nos dias atuais. Atrélado a competitividade, outro fator importante é a qualidade dos produtos e serviços prestados pela empresa. O conceito de qualidade está relacionado a tudo que traz melhorias para o cliente e é ele que define o padrão de qualidade que deve ser entregue. Sendo assim, para melhorar a qualidade é necessário o aperfeiçoamento contínuo dos processos produtivos, sabendo que esses aperfeiçoamentos trarão grandes benefícios, por meio de eliminação de não conformidades, desperdícios e custos da não qualidade. Os custos relacionados a não qualidade são aqueles custos por não se fazer certo na primeira vez. Esses custos devem ser registrados, classificados e analisados para servir como base no estudo de propostas para redução de custos e identificação de melhorias no processo utilizando ferramentas da qualidade. A gestão da qualidade em um ambiente empresarial está relacionada diretamente como uma forma estratégica para as organizações se tornarem mais produtivas e competitivas. Ressaltando a questão da competitividade no ambiente empresarial, sabe-se que o setor de alimentos é o maior empregador dentro da indústria brasileira, qualquer crescimento na indústria de alimentos é bastante significativo. De acordo com os dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) o faturamento do setor de alimentos brasileiro cresceu 2,08% em 2018, atingindo R\$ 656 bilhões, somadas as exportações e as vendas para o mercado interno. Uma das grandes preocupações empresariais está relacionada ao retorno financeiro de seu investimento, tendo como um de seus



objetivos a redução de desperdícios. A intenção deste estudo de caso é fazer uma reformulação da classificação de retrabalhos de uma indústria de equipamentos do ramo alimentício, tomando como foco os custos da não qualidade através das não conformidades percebidas no setor de teste. Atualmente a forma de contabilização de retrabalhos é realizada pela quantidade de equipamentos com defeitos, independente da quantidade de não conformidades em cada um deles. Cada não conformidade tem um tempo diferente para ser corrigida e isso gera um custo para a empresa. A importância de que o custo da não qualidade seja contabilizado, serve para que a empresa mude a priorização de suas correções, tomando como base os maiores custos de retrabalho e não a quantidade de ocorrências. O método de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho foi o estudo de caso. Sendo coletados e analisados dados da empresa objeto de estudo para apresentar as ações e melhorias com foco na reformulação dos indicadores. O estudo de caso é uma investigação empírica de um ou mais objetos, baseado em um contexto real e atual, através de análises em que os acontecimentos não estão bem definidos de acordo com o contexto em que está inserido. Esta pesquisa classifica-se como um estudo de caso aplicado, descritivo e quantitativo. O objetivo geral é apresentar a reformulação dos indicadores que avaliam as não conformidades de retrabalhos na empresa objeto de estudo.

Palavras-chave: Gestão da Qualidade. Não Conformidade. Indicadores.



SIMULAÇÃO E ANÁLISE DA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE BATATA PALHA SITUADA NO SUL DE MINAS GERAIS

^[1] Samuel Vinicius da Silva, Graduando em Engenharia de Produção, FEPI, sviniciusds@gmail.com

^[2] Jedeon de Souza Silva, Graduando em Engenharia de Produção, FEPI, jedeon_ip@hotmail.com

^[3] Luiz Carvalho Neto, Mestre em Engenharia de Produção, UNIFEI, luiz.carvalho.neto@hotmail.com

A batata pode ser considerada como umas das hortaliças mais importantes devido a sua grande quantidade produzida e pelas diversas formas de preparo. O estado de Minas Gerais se destaca por sua enorme produção, entretanto a grande maioria ainda é comercializada *in natura*. Desse modo, surgiu-se então a proposta deste trabalho, tendo como objetivo geral, aumentar a capacidade da linha de produção através da modelagem e simulação e desdobrando-se assim nos objetivos específicos de descrever o cenário atual da empresa, identificar quais os recursos restritivos do processo e criar cenários que compreendem os resultados esperados. Através da simulação computacional podemos importar um ambiente real para um ambiente virtual controlado, e com isso, estudá-lo sem que haja a utilização de recursos financeiros, fazendo com que assim a simulação se torne uma importante aliada das empresas na tomada de decisão. A simulação computacional realizada tem como foco a Simulação a Eventos Discretos (SED), já que foram observadas as mudanças nas variáveis no decorrer do tempo, entretanto em momentos diferentes. O objeto de estudo deste trabalho é uma indústria de batata palha, localizada na Região Sul do Estado de Minas Gerais, atuando no mercado a cerca de dois anos. Quanto a classificação da pesquisa, o método utilizado foi a modelagem e simulação, e pode ser definida quanto à natureza como aplicada, em relação aos objetivos ela se estabelece como explicativa, e quanto a abordagem em quantitativa. A metodologia utilizada para a construção desse trabalho foi a proposta por Montevechi *et al.* (2010), essa metodologia se divide em três fases, sendo elas, a



concepção, a implementação e a análise. Na fase de concepção, foi elaborado o modelo conceitual do processo, com a utilização da técnica IDEF-SIM (*Integrated Definition Methods – Simulation*). Para validação desse modelo, foi utilizada a técnica face-a-face, no qual o mesmo é validado por três especialistas diferentes. O primeiro sendo um especialista da técnica IDEF-SIM, porém sem o conhecimento do processo, o segundo como um especialista do processo sem o conhecimento da técnica IDEF-SIM, e por fim, o especialista que se obtém do conhecimento tanto da técnica IDEF-SIM quanto do processo. Após validado o modelo, foi realizado a modelagem dos dados de entrada, nesta etapa foram coletados os dados na empresa alvo do estudo através da cronometragem, com a utilização do *software* Minitab®, foram feitos testes de normalidade dos dados e então encontrado a melhor distribuição probabilística dos mesmos. Na fase de implementação, o modelo conceitual foi convertido em um modelo computacional com o auxílio do *software* Promodel®. Para validação do modelo computacional, espera-se realizar o teste *t* (*TwoSample t*), com o intuito de comparar as médias das saídas reais com as simuladas. Com o modelo computacional validado, passa-se então para a última fase, de análise. Nessa fase, serão feitos os estudos sobre o modelo computacional, simulando cenários com o acréscimo e/ou retirada de recursos, como também de pessoas, e após identificado o melhor cenário, serão feitas as observações e as conclusões. Caso venha a se firmar a necessidade de investimento, vistos que os mesmos demandam ato recurso financeiro, espera-se fazer um estudo da viabilidade através dos métodos VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno), para que se possa justificar de fato, que se as mudanças forem realizadas, as mesmas trarão resultados positivos para a organização.

Palavras-chave: Simulação Computacional. IDEF-SIM. Simulação a Eventos Discretos.



ANÁLISE DE MELHORIA DE UM PROCESSO PRODUTIVO POR MEIO DA MODELAGEM E SIMULAÇÃO.

^[1]Thiago Waldomiro Nogueira, Graduando em Engenharia de Produção, FEPI, wnthiago@gmail.com

^[2]Danillo Lopes Nunes, Engenheiro de Controle e Automação, UNIFEI, nunes.prod@gmail.com

^[3]Juliana Helena Daroz Gaudêncio, Engenheira de Controle e Automação, UNIFEI,
ju.gaudencio@gmail.com

A indústria no ramo automobilístico é um setor que tem grande influência na economia brasileira, em um mercado cada vez mais competitivo, com novas tecnologias, onde diariamente buscam-se meios para o aumento da produtividade utilizando o máximo dos recursos disponíveis. Desse modo, a simulação, vem adquirindo cada vez mais espaço, pode ser uma grande aliada a esta busca, uma vez que ela permite encontrar soluções para aumentar a produtividade com foco na diminuição dos inúmeros desperdícios, pode demonstrar melhores condições de trabalho aos colaboradores e, assim, proporcionando dados para uma tomada de decisão que possa influenciar no posicionamento da empresa no mercado. A simulação é uma importante técnica para o estudo de sistemas complexos que possibilita conhecer e entender as características de um processo produtivo, através da comparação com um outro processo semelhante, afim de se experimentar as diferentes opções aceitáveis, analisando-as, para que se encontre um resultado que permita a otimização do sistema sem interferir na situação real. A simulação pode ser classificada em dois tipos: (1) computacional, realizada através de um computador, e (2) não computacional realizada através do uso de protótipos para estudo de atributos físicos, mecânicos ou dimensionais, onde neste trabalho, será abordada a simulação computacional, com foco na Simulação a Eventos Discretos (SED); A SED é utilizada para modelar sistemas reais e complexos que evoluem no decorrer do tempo, assim como as variáveis pertencentes a ele se modificam em pontos diferentes, provendo uma visualização completa do sistema e permitindo visualizar os resultados antes mesmo de sua implementação. O objeto de estudo deste trabalho é um processo produtivo, no qual está inserido em uma empresa de grande porte, líder mundial em componentes para motores, situada no Sudeste do Brasil. Esse trabalho tem como objetivo, através do uso da modelagem e simulação, buscar soluções para aumentar a produtividade do processo produtivo utilizando os recursos já disponíveis. A respeito da metodologia, a pesquisa ao utilizar o método de modelagem e simulação é classificada quanto a natureza como aplicada, quanto aos objetivos em explicativa e quanto a abordagem em quantitativa. A aplicação seguirá o método proposto por Montevechi *et al.* (2010), o qual respeita uma sequência de 3 etapas, sendo elas a concepção, a implementação e a análise. Na etapa de concepção, será criado o modelo conceitual do processo utilizando a técnica de mapeamento IDEF-SIM (*Integrated Definition Methods - Simulation*). Na implementação, será elaborado o modelo computacional através do software ProModel®, que corresponderá



ao modelo conceitual elaborado na etapa anterior. Por último, na etapa de análise, o modelo computacional será estudado e estabelecido os cenários alternativos. O presente trabalho objetiva buscar melhorias para o processo, com a aplicação da modelagem e simulação será possível encontrar um cenário no qual permita aumentar a produtividade do processo e verificar a eficácia da simulação para a tomada de decisão em um ambiente produtivo.

Palavras-chave: Simulação computacional, Simulação a Eventos Discretos, Modelagem, Setor automotivo.