



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

SEEMI 2013
7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial



COMPARAÇÃO ENTRE SIGMANEST E TRUTOPS ALINHADO A SUSTENTABILIDADE EM UMA EMPRESA METAL-MECÂNICA DE CORTE LASER

Luciana Marzall (UFSM) luciana@tsm.com.br

Eliane Garlet (UFSM) eligarlet@gmail.com

Larissa Perufo (UFSM) larissa.perufo@hotmail.com

Leoni Pentiado Godoy (UFSM) leoni_godoy@yahoo.com

Resumo

Atualmente a necessidade de manter-se inserido no mercado competitivo, é a maior preocupação das organizações. A grande concorrência do mercado é um dos problemas enfrentados pelas mesmas na redução de lucros, assim, a empresa apenas torna-se sustentável tendo foco na produtividade. O presente artigo caracteriza-se como um estudo de caso realizado em uma empresa de corte a laser localizada na região central do Rio Grande do Sul. Inicialmente constatou-se que, cerca de 50% de seu custo de produção é proveniente do aço utilizado, verificando-se a necessidade de restringir a utilização deste recurso. A partir desta constatação compararam-se os resultados dos softwares Sigmanest e Trutops Laser, aplicativos empregados na programação de corte de chapas metálicas, no que tange produtividade relacionando tempos de corte e aproveitamento de material. O objetivo deste artigo é visualizar qual programa apresenta melhor resultado em termos de aproveitamento de chapas no processo e tempos de corte, além de melhorias em processos secundários, agilidade na programação de corte, orçamento e gestão. Como resultado, foi possível verificar após a comparação dos softwares, que a utilização do Sigmanest traz melhores tempos de corte e maior rendimento de material, gerando sustentabilidade a empresa com relação ao mercado e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Corte laser; Produtividade; Aproveitamento; Sustentabilidade.

1. Introdução

A indústria metal mecânica, é a principal responsável pela conformação de metais, utilizando vastamente o aço e todas as suas variações. Desta forma, o emprego consciente deste recurso é fator chave na continuidade do desenvolvimento econômico destas indústrias, surgindo a preocupação da utilização racional deste recurso de produção.

A sustentabilidade abordada nesse artigo trata-se tanto da sustentabilidade ambiental, ou seja, a continuidade da utilização do aço na natureza, quanto na sustentabilidade econômica da empresa. Empresas que



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013



não são voltadas para produtividade e sustentabilidade tende a não alcançar o objetivo de gerar preços competitivos e contribuirão para o esgotamento das reservas de aço no ambiente, o que também refletirá em descontinuidade do negócio em longo prazo.

O objetivo deste artigo é analisar a sustentabilidade econômica-ambiental de uma empresa do setor metal mecânico da região central do Rio Grande do Sul, fazendo uma análise da produtividade na fabricação de peças cortadas em chapas de aço com tecnologia laser. Para isso, foi realizado um estudo comparativo dos resultados de tempos de corte e aproveitamento de material entre dois softwares, o SIGMANEST da empresa americana SigmaTEK Systems LCC e o TRUTOPS LASER da empresa alemã Trumpf.

Esses softwares são referência no mercado de aplicativos CAM (*Computer Aided Manufacturing*) no que tange ao processo de corte de chapas metálicas com tecnologia laser. Basicamente, a função dos mesmos é gerar a distribuição de uma dada variedade de geometrias a serem cortadas em uma chapa metálica de uma dada espessura. Quanto maior a área transformada em peças em relação à área total da chapa, melhor será seu aproveitamento.

Segundo dados de uma empresa especializada no ramo de corte laser (Optimation, 2012), de 20% a 50% dos custos de produção são provenientes da matéria-prima. Com a comparação dos índices de perdas de material desses dois aplicativos, pode-se visualizar qual deles gera um melhor resultado operacional para a empresa, proporcionando consequentemente uma maior lucratividade à empresa.

Justifica-se a realização deste trabalho, devido o mesmo identificar qual software de programação e processamento é o melhor investimento para a empresa pesquisada, pois mostrará qual destes aperfeiçoa o processo em termos de aproveitamento de material, tempos de corte e funcionalidades secundárias, que irão gerar redução de custos diretos e indiretos à produção.

2. Revisão da Literatura

2.1 Sustentabilidade e Produtividade

Conforme Dalf (2010), a sustentabilidade é um termo usado que procura definir ações e atividades humanas que visam suprir às necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações.

Já a produtividade, esta é representada pela quantidade de produto ou serviços produzidos com os recursos utilizados (GAITHER, 2002).

No processo de corte a laser, a produtividade gera a sustentabilidade econômico-ambiental da empresa e é representada pelo aproveitamento do material, onde se confronta a quantidade de material utilizada com a quantidade de produtos fabricados. A medida que é possível colocar mais peças dentro de uma chapa e reduzir as perdas de material, pode-se dizer que



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

SEEMI 2013
7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial



se obtêm uma melhoria no aproveitamento, conseqüentemente aumento na produtividade.

2.2 Tecnologias de corte a laser

Segundo o material didático utilizado pela empresa TRUMPF para treinamento de utilização de maquinário de corte laser, verificou-se que, laser é um sistema que produz um feixe de luz concentrado, capaz de fundir e vaporizar o material que está sendo focado. Assim, é possível furar e cortar praticamente qualquer metal, independentemente de sua resistência mecânica (ESSEL, 2013).

Nas máquinas de corte a laser, o material a ser cortado normalmente encontra-se em forma de chapas, esta é colocada sobre uma mesa serrilhada onde o cabeçote laser movimenta-se nos eixos x, y e z. Esses movimentos são transmitidos por motores elétricos, controlados por computador (ESSEL, 2013).

Segundo o mesmo autor, a parte de programação da máquina é o processo de encaixe das peças dentro de uma chapa de aço, denominado NEST. Para esta programação é necessário ter um software específico. Os softwares Sigmanest e Trutops Laser são soluções destinadas à programação e gerenciamento de máquinas de corte a laser, plasma, oxicorte, jato d'água, puncionadeiras e similares. As duas soluções têm valores equivalentes. Nesse artigo é possível observar qual aplicativo traz o melhor resultado operacional do processo, analisando isoladamente a variável de aproveitamento de chapas em relação ao aproveitamento geométrico de peças distribuídas (maior área resultante transformado em peças dividido pela área total da chapa).

Pode-se visualizar na Figura 1 um arranjo de peças para corte de chapas de aço, demonstrando como se dá a programação do corte.

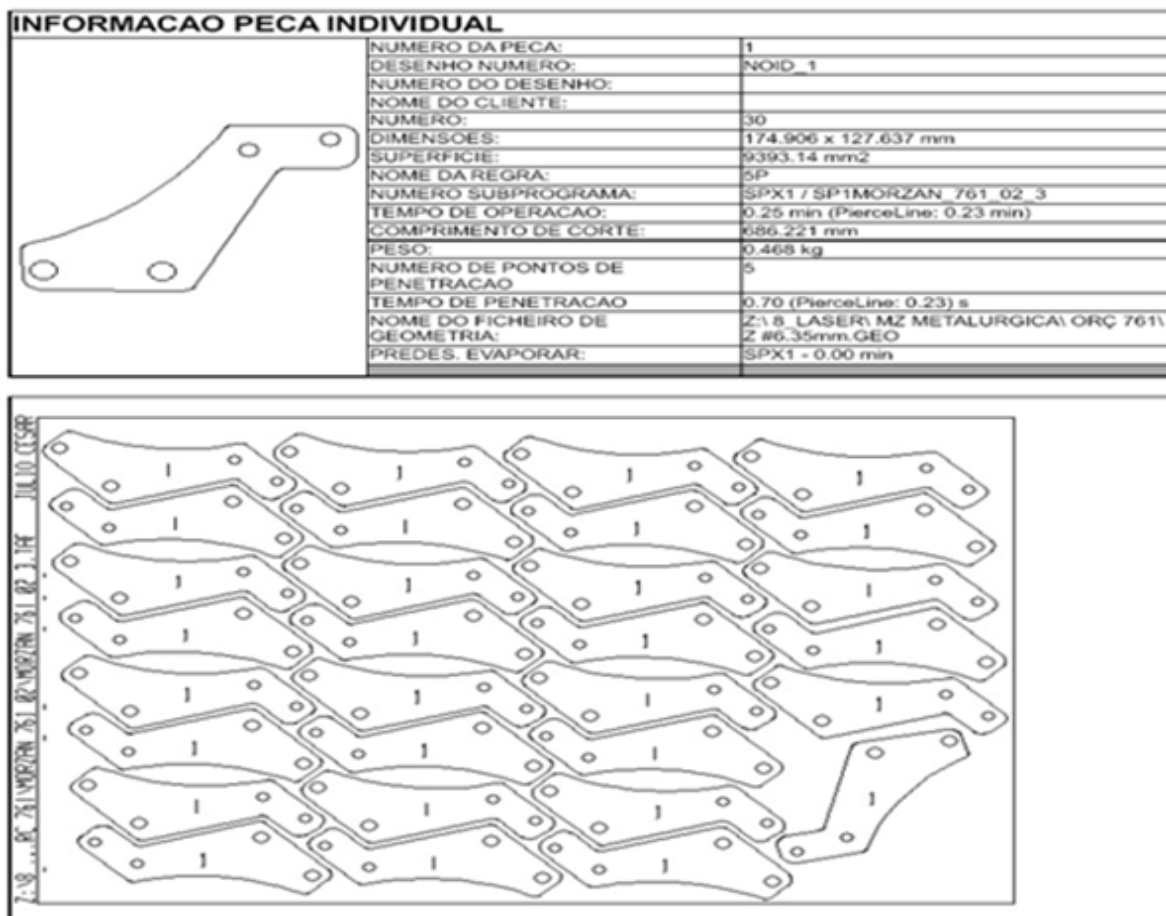


Figura 1 - O NEST: Distribuição de peças na chapa metálica gerada por software CAM. Fonte: Empresa pesquisada.

A Figura 1 demonstra o NEST feito em uma chapa de aço carbono, o qual foram encaixadas 30 peças de mesma geometria.

3. Métodos e Técnicas

Este trabalho um estudo de caso, uma abordagem metodológica de pesquisa muito utilizada na engenharia de produção. As informações foram coletadas além de alguns dados específicos de uma empresa do setor metal mecânico, localizada na região central do Rio Grande do Sul. Esses dados e informações direcionadas para esclarecer a problemática do processo específico à produtividade no processo de corte a laser de chapas de aço. Por motivos de confidencialidade, não foi possível divulgar o nome da empresa estudada.

Gil (1999) define o estudo de caso como uma forma de analisar um assunto profunda e exaustivamente, de uma ou poucas questões, com o objetivo de permitir o seu conhecimento amplo e detalhado.

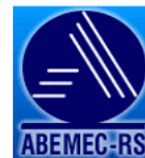
Foi utilizado um cenário idênticos para os testes de ambos os softwares,



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

SEEMI 2013
7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial



com peças de mesma geometria, mesma quantidade e com o corte realizado em uma chapa de dimensões 6 x 3000 x 1200 mm de aço carbono.

A coleta de dados inicialmente foi através dos dados primários e em um segundo momento pelos dados secundários, estes foram levantados através das seguintes etapas: (i) Coleta de dados sobre o aproveitamento do material, medindo o percentual utilizado de aço para cortar 282 peças; (ii) Coleta de dados sobre o tempo de corte, medindo quanto tempo a máquina levou para cortar 282 peças; (iii) Comparativo das funcionalidades dos softwares comparando-os qualitativamente.

Para o software Trutops Laser, foi comparado apenas o método do corte tradicional, pois o mesmo não possui a funcionalidade do corte cabeça baixa (também chamado de IPIERCE).

4. Resultados e Discussões

4.1 Produtividade relativa a aproveitamento de material

A Tabela 1 apresenta os dados relativos ao aproveitamento de uma chapa de aço no corte laser. Foi criada uma programação de corte em uma chapa de aço carbono A36 com dimensões de 1105 mm x 1211 x 6 mm para cortar 282 peças de mesma geometria. Comparou-se através de dados do NEST qual foi o aproveitamento do material utilizado no Sigmanest e no Trutopd. Foi possível constatar que no arranjo feito no Sigmanest houve uma menor geração de sucata, pois o mesmo obteve uma maior área livre de chapa para encaixar o mesmo número de peças. O Sigmanest utilizou 50 mm a menos de chapa que o Trutops para cortar as mesmas 282 peças, gerando uma redução de aproximadamente 2,78 kg de aço.

Tabela 1 - Comparação do aproveitamento de material entre Sigmanest e Trutops Laser.

SOFTWARE E TIPO DE CORTE	PEÇAS	SUCATA
TRUTOPS com corte tradicional	282	27,70%
SIGMANEST com corte tradicional	282	22,68%
SIGMANEST com corte cabeça baixa	282	22,66%

Fonte: Empresa pesquisada.

Após comparação dos resultados dos arranjos, verifica-se uma diferença no aproveitamento de matéria-prima de 5%, onde o Sigmanest conseguiu reduzir em 5% o percentual de sucata se comparado ao Trutops.

4.2 Produtividade relativa a tempos de corte

A Figura 2 apresenta um comparativo de tempos absolutos para resultantes da programação de corte, no que tange tempos de execução gerada por cada software nas suas possíveis modalidades.

Nas barras azul, vermelha e verde estão correlacionados os tempos que cada software utiliza para cortar 282 peças em uma chapa de aço A36 de dimensões 1105 mm x 1211 x 6 mm.

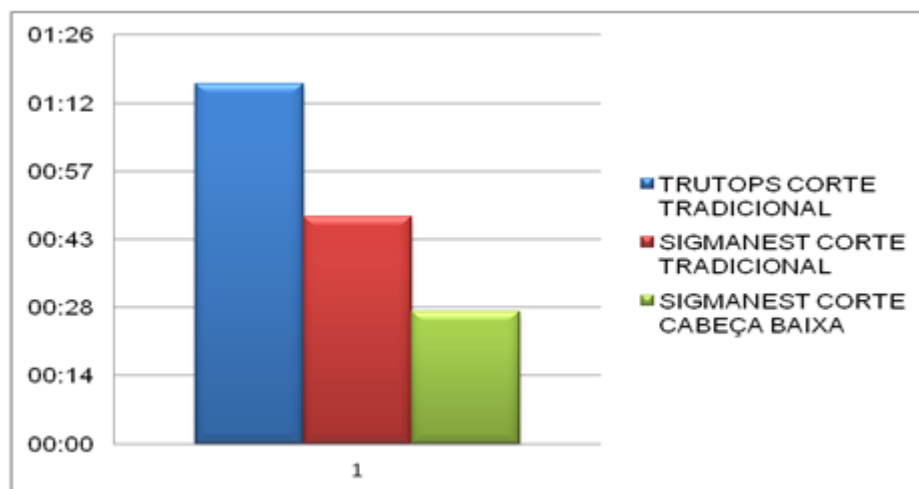


Figura 2 - Gráfico de tempos de corte em horas. Fonte: empresa pesquisada.

É visível que o software Sigmanest obteve melhores tempos de corte em comparação ao Trutops Laser. O Trutops realizou corte em 1 hora e 16 minutos na modalidade corte tradicional. NEST a mesma modalidade, o Sigmanest levou 48 minutos para cortar as mesmas 282 peças e 28 minutos na modalidade corte cabeça baixa (IPIERCE).

Houve redução de tempo de corte de 28 minutos na modalidade normal e 48 minutos no corte IPIERCE em relação ao Trutops, o que significa em termos percentuais um ganho de produtividade de 36,8% a 63,15%.

Sigmanest utiliza apenas 63,15% do tempo que o Trutops utiliza no corte normal e utiliza apenas 36,8% do tempo que o Trutops utiliza quando se aciona a modalidade de corte IPIERCE.

4.3 Produtividade relativa a processos secundários: Estudo qualitativo dos softwares

O estudo qualitativo dos softwares tem como foco mostrar dados referentes ao aumento da produtividade em processos não ligados diretamente ao procedimento de corte de chapas. São atividades secundárias, que podem ser também denominadas como processos de apoio.



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

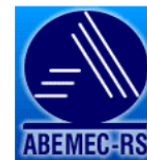


FATORES	TRUTOPS LASER	SIGMANEST	GANHO QUALITATIVO
Flexibilidade	Softwares só é compatível com máquinas Trumpf	Utilizado em máquinas de qualquer fabricante	Diminuição da dependência do fornecedor do equipamento
Importação de peças para o programa	A seleção de cada geometria é manual	Importa várias geometrias concomitantemente	Agilidade no preenchimento de material, espessura e quantidade de peças
Arquivos de corte	Precisa transformar o desenho de extensão comum (CAD) para um arquivo GEO (específico da TRUMPF), depois fazer um plano de corte e por fim o NEST	Utiliza as peças em formatos (DXF ou DWG). Vai diretamente para a etapa do NEST	Eliminação de etapas do processo
Alteração nos desenhos	Abrir o desenho em um programa CAD, eliminar linhas e marcações não necessárias ao arquivo de corte e salvar para iniciar o NEST. Qualquer alteração necessária, no início do processo ou no meio, é deve repetir todas estas etapas.	Abre o desenho na tela do NEST e limpa diretamente. Qualquer alteração no meio do processo do NEST resolve-se no mesmo momento.	Eliminação de etapas do processo
Funcionários necessários para programação	Funcionários necessários para programação: 2	Funcionários necessários para programação: 1	Menores gastos em mão de obra, menor investimento em licenças.
Orçamentação de peças	Não possui módulo de orçamentos	Possui módulo de orçamentos e gera precificação automática	Ágil atendimento ao cliente, satisfação nos prazos de entrega de orçamentos.
Ordens de produção	Não gera ordem de produção	Gera ordens de produção com dados de cliente, material, operações, desenho da peça e quantidades a serem cortadas	Possibilita gestão de produção e gera dados para conferência das peças produzidas
Função peças de preenchimento	Não busca peças para preenchimento dos espaços vazios, deve encaixar peças manualmente, como num quebra-cabeças.	Através do cadastro de peças de preenchimento, o sistema busca peças para preencher a chapa.	Diminuição de retalhos, menos troca de chapas, diminuição do lead-time
Quantidade de arranjos automáticos - encaixe de peças na chapa	2 algoritmos de cálculo para processamento de arranjos	5 algoritmos de cálculo para processamento de arranjos	Facilidade para desenhar arranjos rápidos e melhor aproveitamento de material



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013



Gestão de retalhos	Não controla retalhos	Controla retalhos, gerando etiquetas para colar nos retalhos das chapas para identificação	Aumento do aproveitamento de matéria-prima (MP)
	Não controla retalhos	Busca retalho compatível com o corte no programação.	

Fonte: Dados coletados na empresa pesquisada.

Quadro 1 – Pesquisa qualitativa do Sigmanest e Trutops Laser

Referente ao estudo comparativo do Quadro 1, constatou-se que o Sigmanest obteve menor tempo de programação de corte com relação ao Trutops Laser devido à eliminação de tarefas que este gera.

Isso ocorre, pois, na importação de peças para a montagem do arranjo na chapa, o Sigmanest importa várias geometrias concomitantemente, enquanto o Trutops importa manualmente peças de geometrias diferentes. Também se eliminou etapas no processamento do NEST com relação ao tipo de arquivo utilizado. Os clientes encaminham para o corte, arquivos de extensão DWG e DXF. O Sigmanest trabalha diretamente com essas extensões na tela do NEST, porém o software da Trumpf trabalha somente com arquivos de extensão GEO, o que acrescenta mais 2 etapas ao processo de programação de corte: a transformação de arquivos DWG/DXF em arquivos GEO, a montagem de um plano de corte e por fim o NEST.

Com relação a limpeza dos desenhos para programação de corte, que consiste na eliminação de linhas, pontos e marcações que não fazem parte do corte, é possível executá-la diretamente na tela do NEST no software da Sigmatek, enquanto no da Trumpf é preciso abrir o desenho em um software CAD, fazer a limpeza e depois processar o arranjo. Se caso precisar alterar algum ponto do desenho no meio da programação de corte é necessário voltar ao processo de limpeza no outro programa, enquanto no Sigmanest este problema seria resolvido concomitantemente com a programação.

Essa eliminação de tarefas mensurada em valores monetários equivale na eliminação de um programador de máquina do quadro funcional da empresa, o que representa um corte nos custos de por volta R\$ 2.500,00 mensais mais R\$ 6.000,00 da compra de uma licença extra do programa (cada software só vem com uma licença para programação de NEST).

No que diz respeito a satisfação ao cliente, o Sigmanest agrega valor ao negócio, pois este vem com módulo de orçamento, o que agiliza o tempo de resposta aos orçamentos solicitados. Utilizando o Trutops, o tempo de resposta para a confecção de um orçamento era de 4 dias, pois era necessário fazer o NEST, pegar os dados de corte e depois passar para outro software de orçamento para obter os valores das peças. No Sigmanest o orçamento é feito em tempo real, pois basta o vendedor ter acesso ao desenho do cliente e os



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

SEEMI 2013
7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial



dados de corte (quantidade de peças, material, gases utilizados, e espessura) para gerá-lo. A média de tempo de retorno cai de 4 para 1 dia, gerando uma maior produtividade no que tange ao número de clientes atendidos por vendedor.

Relativo à gestão da produção, o Sigmanest gera vantagens para a empresa, pois possui um módulo de ordens de produção. A cada orçamento solicitado e aprovado o programa gera uma ordem de produção que também servirá como folha de verificação para conferência das peças após a fabricação. Esse documento traz um número da ordem de produção, que é gerado automaticamente pelo sistema a cada orçamento que é registrado, quantidade de peças, peso real da peça, desenho da peça e quais foram os processos que a mesma sofreu como corte, gravação e usinagem. Essa ordem ainda pode conter mais informações, pois é totalmente customizável. Vai depender do que cada gestor de produção achar que é necessário constar na mesma.

Com estes dados em mãos sabem-se quantas ordens de produção estão sendo processadas na fábrica, quantas peças a máquina produz por mês, quais são os clientes críticos, além de ter a informações para a conferência de cada produto que é cortado, criando um controle de qualidade do material que é vendido. Para finalizar, o Sigmanest possui mais duas funções que interferem positivamente no aproveitamento do material que é a gestão de retalhos e peças de preenchimento.

A cada retalho produzido em um corte, este aplicativo mede o mesmo e possibilita fazer uma catalogagem desta sobra. O programa armazena os dados deste retalho, gerando uma etiqueta com uma numeração de controle do mesmo. Assim, quando houver alguma peça a ser cortada que seja compatível com algum dos retalhos catalogados pelo sistema, será possível utilizá-los ao invés de uma chapa inteira para fazer o corte, evitando o desperdício, reduzindo custo e gerando sustentabilidade a essa indústria.

A função peças de preenchimento, é possível cadastrar peças que serão utilizadas para preencher uma chapa quando a mesma ainda conter espaços livres após a programação de corte. Ou seja, é feito um aproveitamento pleno da chapa antes do corte. Essa função é amplamente utilizada por empresas que necessitam de peças para estoque, pois ao invés de gerar um retalho, utiliza-se o material na sua totalidade, o que também gera aumento da produtividade.

5. Conclusões

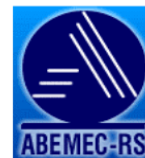
Através da Tabela 1 observa-se um ganho de 5% entre o percentual de aproveitamento de matéria prima do aplicativo Sigmanest para o Trutops, refletindo em uma redução do custo de produção de 2,5%. Considerando ainda que a relação entre o custo de matéria-prima e o preço médio de venda da empresa estudada gira em torno de 40%, estima-se um aumento do resultado



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

SEEMI 2013
7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial



operacional de 2% sobre venda bruta, resultando numa direta economia dos recursos ambientais e melhoria da sustentabilidade econômica da empresa.

Analisando a Figura 2 observa-se um ganho de aproximadamente 37% no tempo de corte quando comparado os algoritmos tradicionais e um ganho de aproximadamente 63% do tempo quando relacionado ao algoritmo tradicional e otimizado de ambos os softwares. Na empresa em questão detectou-se que o maior gargalo do processo está justamente nos tempos de corte e que a eficiência deste fator produtivo reflete a própria produtividade de todo o processo. Desta forma, pode-se atribuir um ganho de produtividade de 20% a 60% para toda a cadeia quando utilizado o software Sigmanest. Por derradeiro, pode-se afirmar que a utilização do mesmo aumentará a sustentabilidade da empresa, no que tange à sua condição financeira.

Os pontos estudados em relação ao software Sigmanest e Trutops Laser, revelam a possibilidade do racionamento dos recursos naturais e econômicos utilizados no processo de corte de chapas de aço com tecnologia laser. Foram mensurados ganhos referente ao consumo de matéria-prima e de tempos de produção. Também foram analisados processos secundários, porém não menos importantes à gestão do negócio.

Concluiu-se que o objetivo do estudo foi alcançado, pois obteve-se a resposta de qual software mais indicado para a programação de uma indústria metal mecânica de corte a laser. Os dados coletados indicam que a melhor escolha para o caso estudado é o software Sigmanest, pois apresentou resultados superiores comparados ao Trutops laser em todos os quesitos analisados. Este conseguiu um aumento de 5% no aproveitamento de matéria-prima e economia de até 60% do tempo utilizado para corte. Este também oferece ferramentas que viabilizam a organização dos processos e informações, como ordens de produção, módulo de orçamento e controle de retalhos, que geram melhoria a gestão do chão de fábrica, concluindo lucratividade da empresa.

Referências

ESSEL. **Corte com laser.** Disponível em: <<http://www.essel.com.br/cursos/material/01/ProcessosFabricacao/62proc.pdf>>. Acessado em: 27 set 2013.

WHITE PAPERS. **10 ways to cut material waste:** Optimation,2012. Disponível em: <http://www.optiNEST.com/white_papers.asp#cuttingcosts>. Acesso em: 29 de setembro de 2013.

DALF, R. **Administração, A ética da sustentabilidade e o meio ambiente**, São Paulo: Cengage Learning, 2010.

GAITHER, N. **Administração da produção e operações**, 8. Ed.São Paulo: Cengage Learning, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

OPTIMATION. **10 ways to cut material waste.** 2012. Disponível em: <http://www.optiNEST.com/white_papers.asp#cuttingcosts>. Acessado em: 29 set 2013.