

## **REAPROVEITAMENTO DE SUCATA EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

Lucas Almeida dos Santos (Universidade Federal de Santa Maria) [luksanttos@gmail.com](mailto:luksanttos@gmail.com)  
Luciana Figuera Marzall (Universidade Federal de Santa Maria) [luciana@tsm.com.br](mailto:luciana@tsm.com.br)  
Marlene Kreutz Rodrigues (Universidade Federal de Santa Maria) [marlenekr@gmail.com](mailto:marlenekr@gmail.com)  
Felipe Barão Otero de Abreu (Universidade Federal de Santa Maria) [felipebarao@gmail.com](mailto:felipebarao@gmail.com)  
Leoni Pentiado Godoy (Universidade Federal de Santa Maria) [leoni\\_godoy@yahoo.com.br](mailto:leoni_godoy@yahoo.com.br)

### **Resumo**

No atual contexto mundial o tema da sustentabilidade torna-se cada vez mais importante para operação das empresas. Desta forma, empreendimentos brasileiros estão buscando adaptar-se a esta nova realidade de mercado, vislumbrando melhorias em seus processos as quais reflatam em índices ótimos de rendimento e minimização dos percentuais de desperdício. À luz destes índices, realizou-se uma pesquisa-ação em uma indústria metalúrgica de médio porte da região central do Rio Grande do Sul, especializada em fabricação de peças cortadas à laser. Assim, realizou-se uma pesquisa dos dados históricos referentes ao consumo de chapas de aço e a geração de sucata proveniente do processo com objetivo verificar o percentual de desperdício desta empresa. Como resultado foi possível verificar que o desperdício de materiais encontra-se por volta de 30%. Através deste resultado, gerou-se ações no sentido de aproveitar os retalhos resultantes do processo produtivo, em busca do maior rendimento da matéria prima empregada. Ademais, tem-se que, a diminuição da taxa de desperdício do material empregado pela empresa, torna a mesma mais competitiva com relação ao mercado regional de corte laser, além de adequar-se a tendência de mercado mundial, quanto a sustentabilidade.

**Palavras chave:** Corte Laser, Produtividade, Aproveitamento, Sustentabilidade.

## **REUSE OF SCRAP METALS IN A MEDIUM SIZE INDUSTRY**

### **Abstract**

In today's world the theme of sustainability becomes increasingly important for the operation of businesses. Thus, Brazilian enterprises are seeking to adapt to this new market reality, seeing improvements in its processes which reflect on great production performance and minimizing the percentage of waste. In light of these indices, there was an action research in a metallurgical midsize central region of Rio Grande do Sul, specializing in manufacturing laser cut parts. Thus, we carried out a survey of historical data concerning the consumption of steel plates and scrap generation from the process in order to verify the percentage of wastage of this company. As a result it was possible to verify that the waste material is around 30%. Through this result, we generated actions to seize the patchwork resulting from the production process, in search of higher yield of raw material used. Moreover, we have that the decreased rate of waste material used by the company, makes it more competitive with respect to the regional market for laser cutting, in addition to adapting the trend of the world market, as sustainability.

**Keywords:** Laser Cutting, productivity, utilization, Sustainability.

### **1 Introdução**

De acordo com as novas tendências mundiais, cada vez mais as organizações estão indo ao encontro de trabalhar dentro do contexto da sustentabilidade. No Brasil esta mudança não se

difere dos demais países que estão se adaptando à nova realidade do mercado: empresas que não têm foco em sustentabilidade estão fadadas à descontinuidade de sua operação. Isso ocorre por consequência do forte movimento mundial no sentido da preservação do meio ambiente e utilização racional dos recursos naturais disponíveis na natureza.

Os recursos naturais são materiais provenientes da natureza, os quais possuem renovação em longas escalas de tempo. Isto significa que estes recursos não são capazes de se reproduzir na mesma velocidade em que são consumidos pelo ser humano e em alguns casos estes não são renováveis, ou seja, suas fontes são finitas e a escassez de certos componentes na natureza já faz parte da realidade do nosso ecossistema.

Para isso, cada vez mais as empresas obrigam-se a estudar seus processos objetivando produzir cada vez mais produtos, utilizando ferramentas para que os fatores de produção empregados no processo não aumentem à mesma proporção da quantidade de produtos gerados.

O presente estudo, realizado em uma indústria metalúrgica da região central do Rio Grande do Sul, que tem por objetivo, buscar alternativas para melhorar os índices de aproveitamento de matéria-prima, o aço, em seus processos produtivos, evitando assim desperdícios e custos operacionais que a empresa vem contabilizando.

Dessa forma, justifica-se o presente estudo pelo fato de que as empresas, especialmente as do ramo metal-mecânico, necessitam de ações estratégicas para a redução do desperdício de material proveniente do processo de *laser cutting* (corte de chapas metálicas com tecnologia do raio laser), aumentando assim sua rentabilidade e mantendo-se competitiva no atual mercado econômico em que estão inseridas

## **2 Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Composição do Aço**

O aço é o produto mais reciclável e reaproveitado do mundo. Quando finda sua vida útil, todos os produtos tornam-se sucatas que retornam aos fornos das usinas para a produção de aço com a mesma qualidade (IBS, 2010). O setor de produção do aço tem seu olhar voltado para o desenvolvimento sustentável, priorizando o uso racional de recursos naturais e insumos, evitando desperdícios de energia e de água e adotando tecnologias que permitem reduzir seus impactos sobre o meio ambiente. O aço é constituído de quatro componentes químicos disponíveis na natureza: o carbono, o manganês, o fósforo e o enxofre, sendo misturadas em quantidades diferentes para a formação de ligas metálicas com diferentes durezas (QUALINOX, 2014).

O ferro gusa, primeira etapa de fabricação do aço, é o mesmo para todos os produtos. Na fase seguinte, quando os elementos de liga são adicionados ou suprimidos no ferro gusa, é que são determinadas as grandes famílias de aço, dos mais rígidos aos mais estampáveis. O Carbono é o principal elemento endurecedor em relação ao ferro. Outros elementos, como o manganês, o silício e o fósforo, participam igualmente do ajuste do nível de resistência do aço. A quantidade de Carbono define sua classificação: o baixo carbono possui no máximo 0,30% do elemento; o médio carbono apresenta de 0,30 a 0,60% e o alto carbono possui de 0,60 a 1,00% (QUALINOX, 2010).

O baixo carbono possui baixa resistência e dureza e alta tenacidade e ductilidade. É usinável e soldável, além de apresentar baixo custo de produção. Geralmente, este tipo de aço não é tratado termicamente. O médio carbono possui maior resistência e dureza e menor tenacidade e ductilidade do que o baixo carbono e por final, o alto carbono é o tipo de aço que confere

maior resistência e dureza. Apresenta menor ductilidade entre os aços carbono, porém possui características de manutenção de bom fio de corte.

## 2.2 Tecnologia empregada no processo de corte

Tecnicamente, Laser é uma sigla formada pelas letras iniciais das palavras *Light amplification by stimulated emission of radiation* que, em português, quer dizer: amplificação da luz por emissão estimulada da radiação, Bartz, Figueredo e Silva, (2011). O laser é um sistema que produz um feixe de luz concentrado, obtido por excitação dos elétrons de determinados átomos, utilizando um veículo ativo que pode ser sólido (o rubi) ou um líquido (o dióxido de carbono sob pressão). Este feixe de luz produz intensa energia na forma de calor

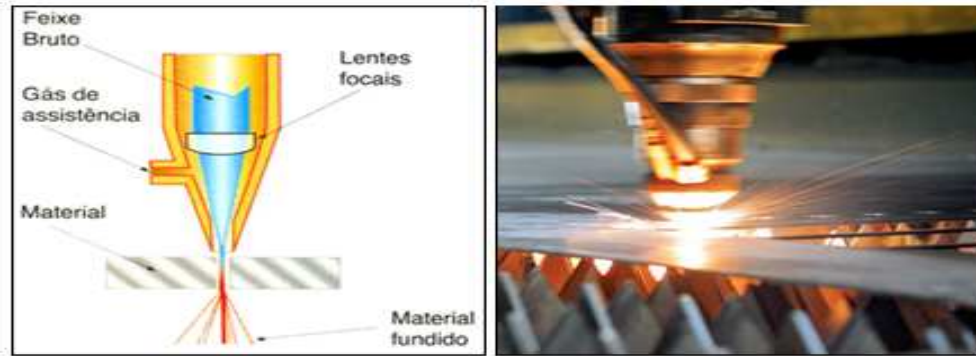
Para Secco (2006), laser é um dispositivo que produz um feixe de luz concentrado, obtido por excitação dos elétrons de determinados átomos, utilizando um veículo ativo que pode ser um sólido (o rubi) ou um líquido (o dióxido de carbono sob pressão). Este feixe de luz produz intensa energia na forma de calor.

Na concepção de Gaspar (2009), tem que a incidência de feixe de laser sobre um ponto de uma peça é capaz de fundir e vaporiza até mesmo o material em volta deste ponto. Desse modo, é possível furar e cortar, praticamente, qualquer material independente de sua resistência mecânica.

A usinagem a laser apresenta várias vantagens, pois é uma ferramenta que não precisa de contato mecânico com a peça e sua utilização atinge graus de precisão e funcionabilidade antes impossíveis. Conforme Gollmann (2010), o raio laser é um sistema que produz um feixe de luz concentrado, obtido por excitação dos elétrons de determinados átomos. No processo de corte a laser, um dispositivo chamado soprador (turbina) que gira a 900hz, faz circular CO<sub>2</sub> dentro de uma câmara, onde existem dois eletrodos ligados a uma fonte de alta-tensão.

A incidência de um feixe de laser sobre um ponto de uma peça é capaz de fundir e vaporizar o material em volta desse ponto. Desse modo, é possível furar e cortar praticamente qualquer material, independentemente de sua resistência mecânica. O tipo mais comum de laser usado na indústria é o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como veículo ativo. Outros gases, como o nitrogênio (N<sub>2</sub>) e o hélio (H), são misturados ao dióxido de carbono para aumentar a potência do laser.

De acordo com Secco (2006), o mesmo ressalta que o equipamento mais comum consiste em mesas móveis, com capacidade de movimentação segundo os eixos x, y e z. Os eixos x e y determinam as coordenadas de corte, enquanto o eixo z serve para corrigir a altura do ponto focal em relação à superfície da peça, pois, durante o corte, esta distância é afetada por deformações provocadas na chapa, pelo calor decorrente do próprio processo. As coordenadas de deslocamento geralmente são comandadas por um sistema CAD (*C Computer Aided Design* ou, em português, projeto assistido por computador), acoplado à mesa de corte. Nas máquinas de corte a laser, como a que é mostrada na figura 1, o material a ser cortado normalmente encontra-se em forma de chapas, embora existam máquinas que se destinem ao corte de tubos.



Fonte: Manual de programação TRUTOPS LASER 3030 (2011).

Figura 1 - Mesa de corte e cabeçote no processo de corte a laser

A figura 1 demonstra como funciona o feixe de raio laser no momento do corte do metal onde as lentes focais centralizam a luz em alta vibração que gera calor e corta facilmente a estrutura de aço. O gás de assistência dará suporte ao corte, refrigerando a superfície da chapa evitando ondulações na mesma e que as peças voltem a se soldar imediatamente após o corte.

### 2.3 Produtividade

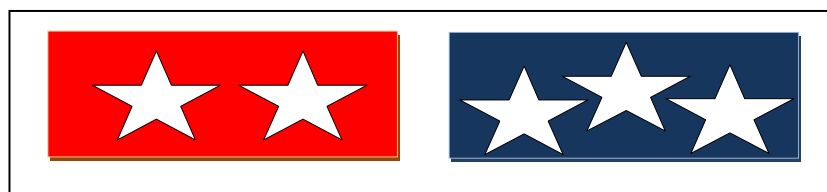
A produtividade de uma empresa refere-se a quantidade produzida em função dos recursos utilizados. Os recursos utilizados podem ser medidos em pessoas, horas de trabalho, máquinas ou dinheiro. É habitual medir a produtividade aparente do trabalho que consiste no valor de produção por operário ou por hora de trabalho.

Atualmente as empresas estão percebendo a importância de atuarem de forma menos agressiva ao meio ambiente, podendo gerar mais lucros e se tornarem mais competitivas ao incluírem em suas estratégias empresariais as preocupações ambientais, adotando inovações, novas estratégias tecnológicas, implantando ferramentas e racionalizando o consumo dos recursos naturais (SEVERO et al., 2009).

Entre os problemas a serem analisados, a alocação dos recursos nas diversas atividades do processo é ponto imprescindível de discussão. Na grande maioria dos casos estes recursos não são suficientes e existe a necessidade da melhor distribuição dos recursos disponíveis, de modo a atingir o melhor resultado para o objetivo proposto (ANDRADE, 2011).

No caso do processo de corte a laser, a produtividade é representada pelo aproveitamento do material, onde se confronta a quantidade de material utilizada com a quantidade de produtos fabricados.

A figura 2 mostra o conceito visual da produtividade no corte a laser. No retângulo vermelho, devido à disposição das estrelas, foi possível apenas 2 duas figuras, enquanto no azul retângulo, de mesmo tamanho e geometria, foi possível encaixar 3 estrelas.

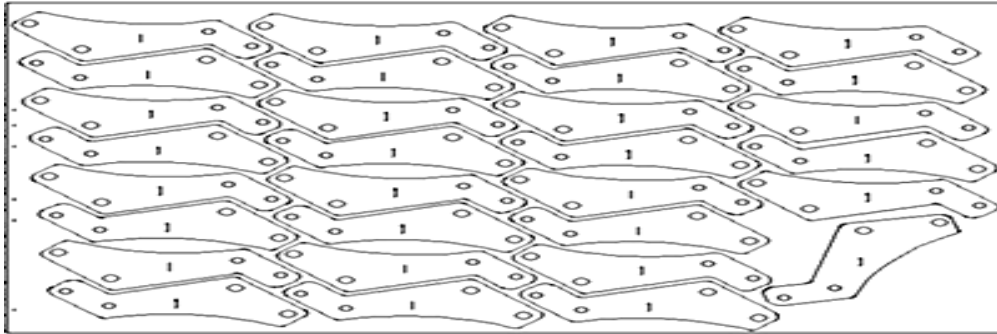


Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 2 – Produtividade: conceito visual do aproveitamento da chapa no corte laser

No corte de chapas ocorre o mesmo processo. O conceito de produtividade baseia-se na maximização da utilização da chapa no corte de peças, desperdiçando o mínimo possível de material. No caso da figura 2 é simples visualizar que a programação mais produtiva é a do retângulo azul, pois a disposição das peças permitiu o encaixe de uma estrela a mais do que a programação do retângulo vermelho.

Na figura 3 visualiza-se como se dá uma real programação de corte. Esta programação é feita em software especializado e é chamada de NEST.



Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 3 - NEST: Distribuição de peças na chapa gerada por software CAM

A figura 3 demonstra o NEST feito em uma chapa de aço carbono que possui uma área de 9.393,14 mm<sup>2</sup>, o qual foram encaixadas 30 peças de mesma geometria. A figura mostra que não é mais possível encaixar peças da mesma geometria dentro desta chapa, porém ainda existem espaços em branco os quais, se a disposição das peças já encaixadas mudarem ou forem encaixadas peças de diferentes dimensões, talvez seja possível otimizar o número de peças cortadas.

Os softwares de corte possuem algoritmos de cálculo que testarão várias formas de disposição das peças a serem cortadas, buscando a forma a qual que se conseguirá um número máximo de peças. Partindo deste pressuposto a produtividade no corte de chapas a laser dar-se-á pela fórmula:  $\text{Produtividade} = \frac{\text{Área da Chapa}}{\text{Número de peças cortadas}}$ . Ou seja, quanto maior o número de peças resultantes de uma chapa de aço, mais produtiva é a programação de corte.

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. Uma programação de corte focada em produtividade gera um melhor resultado operacional para a empresa, proporcionando consequentemente uma maior lucratividade. A produtividade está representada pela quantidade de produto ou serviços produzidos com os recursos utilizados (GAITHER, 2002).

## 2.4 Sustentabilidade

Segundo Ministério do Meio Ambiente (2013), sustentabilidade é um termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. Está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro.

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. A sustentabilidade está diretamente relacionada



ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro.

Na prática, sustentabilidade é a capacidade que um indivíduo tem de manter-se inserido num determinado ambiente sem, contudo, impactar violentamente esse meio. É agir com responsabilidade, justiça e inteligência, sem comprometer as necessidades das gerações futuras (CARTILHA SUSTENTABILIDADE, 2012).

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. À medida em que é possível colocar mais peças dentro de uma chapa e reduzir as perdas de material, pode-se dizer que se obtêm uma melhoria no aproveitamento, concluindo aumento na produtividade.

### **3 Metodologia**

Primeiramente foi feita uma pesquisa bibliográfica a respeito de produtividade e sustentabilidade interligando estes dois aspectos estudados à indústria metal mecânica regional. Por conseguinte, foram coletados os dados relacionados à utilização do aço dentro da empresa estudada. Após a tabulação dos dados verificaram-se os níveis de desperdício relacionados a esta indústria. De posse destes dados, ocorreram as análises, proporcionando informações para a criação de um modelo de gestão de materiais descartados pela produção, objetivando um menor impacto ambiental em termos de resíduos lançados na natureza e aumento da produtividade da empresa, empatando em aumento de faturamento.

Este artigo está constituído com base no modelo de pesquisa ação, uma abordagem metodológica de pesquisa muito utilizada na engenharia de produção. As informações foram coletadas 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, porém contou com total envolvimento dos gestores da empresa em foco.

O método utilizado é a da pesquisa-ação que consiste em uma pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de caráter cooperativo ou participativo (CAUCHICK, 2012).

### **4 Resultados e Discussões**

A indústria metal mecânica é o setor industrial responsável pela conformação de metais, utilizando vastamente o aço em todas as suas variações de ligas e formas. Deste modo, o emprego consciente deste recurso é fator chave na continuidade do desenvolvimento econômico destas indústrias, surgindo a preocupação com a utilização racional deste recurso de produção.

A empresa estudada faz produção de peças e projetos especiais por encomenda. Estas peças são produzidas em chapas de aço, aço inox ou alumínio e algumas vezes materiais especiais como alpaca e cobre. A organização tem entre seus principais clientes, indústrias montadoras de máquinas agrícolas e outros tipos de equipamentos, localizada na cidade de Santa Maria e região central do Rio Grande do Sul.

O processo de fabricação destas peças inicia-se a partir da encomenda feita pelo cliente o qual encaminhará o seu projeto. Este projeto é composto dos desenhos confeccionados em softwares CAD/CAM, nomeando o tipo de material que será empregado e quantidade.

Após esta etapa faz-se a programação do corte, onde são encaixados o maior numero possível de peças dentro de uma área de chapa (mesa de corte suporta chapas de 3m de comprimento por 1,2 metro de largura e espessura de até 20 mm). Quanto mais peças for possível encaixar dentro de uma mesma chapa, mais produtiva é considerada a programação do corte.

Em relação a sustentabilidade ambiental, ou seja, a continuidade da disponibilidade do aço na natureza e conseqüentemente da sustentabilidade econômica da empresa que se utiliza dessa matéria-prima, tem-se na empresa em estudo, uma constante preocupação, pois é sabido por seus gestores, que as empresas que não são voltadas para sustentabilidade tendem a dissiparem-se no mercado, uma vez que não alcançam o objetivo de gerar preços competitivos, fato que torna o empreendimento inviável, uma vez que o consumo indiscriminado do aço contribui para o esgotamento de suas reservas na natureza, o que também refletirá em descontinuidade do negócio em longo prazo.

Logo, na empresa estudada, a sustentabilidade será garantida pelo nível de produtividade que ela é capaz de alcançar. Quanto mais produtiva é a empresa, maior será a produção que ela é capaz de liberar utilizando a menor quantidade possível de insumos. A melhoria nos índices de produtividade tornará a mesma mais competitiva no seu contexto econômico e preservação do ambiente.

Quanto ao mercado em que a empresa pesquisada está inserida, tem-se, segundo dados da FIERGS (2013), um total de 36.227 indústrias gaúchas, onde, dessas, 5.027 são indústrias do ramo de produtos de metal, o que representa 13,86% do total da indústria de transformação gaúcha se utiliza do aço como matéria prima de sua operação. Assim, percebe-se a infinidade de mercados os quais são utilizadas ligas metálicas de aço. Isso pressupõe um consumo elevado de aço da natureza e os outros componentes do aço carbono e inox, ratificando os altos níveis de consumo de aço e sua importância para economia riograndense.

Referente à empresa pesquisada, levantou-se o consumo do aço utilizado ao longo de um ano. Observa-se na tabela 1 a quantificação destas informações.

PERÍODO (2013)	MATERIAL	QDE CONSUMIDA (EM KG)	VALOR DO MATERIAL CONSUMIDO (EM REAIS)
JANEIRO	AÇO CARBONO/INOX	8098,00	R\$ 17.567,16
FEVEREIRO	AÇO CARBONO/INOX	4500,00	R\$ 11.636,80
MARÇO	AÇO CARBONO/INOX	2990,00	R\$ 7.937,79
ABRIL	AÇO CARBONO/INOX	7490,00	R\$ 19.574,59
MAIO	AÇO CARBONO/INOX	14650,00	R\$ 48.624,75
JUNHO	AÇO CARBONO/INOX	24666,50	R\$ 71.527,84
JULHO	AÇO CARBONO/INOX	47159,00	R\$ 137.528,87
AGOSTO	AÇO CARBONO/INOX	50875,30	R\$ 148.160,35
SETEMBRO	AÇO CARBONO/INOX	28586,25	R\$ 80.575,60
OUTUBRO	AÇO CARBONO/INOX	57218,00	R\$ 162.954,44
NOVEMBRO	AÇO CARBONO/INOX	18162,40	R\$ 59.581,17
DEZEMBRO	AÇO CARBONO/INOX	27011,00	R\$ 74.483,07

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 – Consumo de chapas de aço período de janeiro a dezembro de 2013

A tabela 1 revela a quantidade de matéria prima empregada no processo de uma indústria metalúrgica de pequeno porte da região central do Rio grande do Sul em seu segundo ano de operação (2013).

O estudo ocorreu através das notas fiscais de compra, contabilização das ordens de produção geradas ao longo de 2013 e seus respectivos movimentos de baixas do estoque de matérias primas. Através destes dados foi possível descobrir as quantidades consumidas de aço no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2013, além e os valores dos materiais processados.

Nota-se que no ano de 2013 foram consumidos pela empresa estudada aproximadamente 300 toneladas de aço gerando um gasto para empresa de mais de R\$ 840.000,00. Considerando a

empresa pesquisada como um exemplo, porém não uma amostra (a empresa não configura uma amostra representativa da população para dar precisão ao valor), pode-se estimar um consumo aproximado do aço no Estado, utilizando os dados do consumo anual deste material e a quantidade de indústrias do ramo de produtos de metal situadas em solo gaúcho. São em média 291.406,45de kg consumidos, multiplicados por 5.027 empresas. Isto reflete um consumo anual de mais de um bilhão de quilos de aço carbono por ano somente no estado do Rio Grande do Sul.

Sobre a sucata gerada pelo processamento de chapa de aço, os dados estão relacionados na tabela 2.

PERÍODO (2013)	QDE CONSUMIDA (KG)	CUSTO MÉDIO DO KG DE AÇO	SUCATA GERADA (KG)	DESPERDÍCIO (%)
JANEIRO	8098,00	R\$ 2,17	3745,00	46%
FEVEREIRO	4500,00	R\$ 2,46	1439,00	32%
MARÇO	2990,00	R\$ 2,59	1321,00	44%
ABRIL	7490,00	R\$ 2,65	1620,00	22%
MAIO	14650,00	R\$ 3,32	4544,00	31%
JUNHO	24666,50	R\$ 2,90	9421,00	38%
JULHO	47159,00	R\$ 2,92	9389,00	20%
AGOSTO	50875,30	R\$ 2,91	10332,00	20%
SETEMBRO	28586,25	R\$ 2,82	6803,00	24%
OUTUBRO	57218,00	R\$ 2,85	10497,00	18%
NOVEMBRO	18162,40	R\$ 3,28	7504,00	41%
DEZEMBRO	27011,00	R\$ 2,76	8502,00	31%

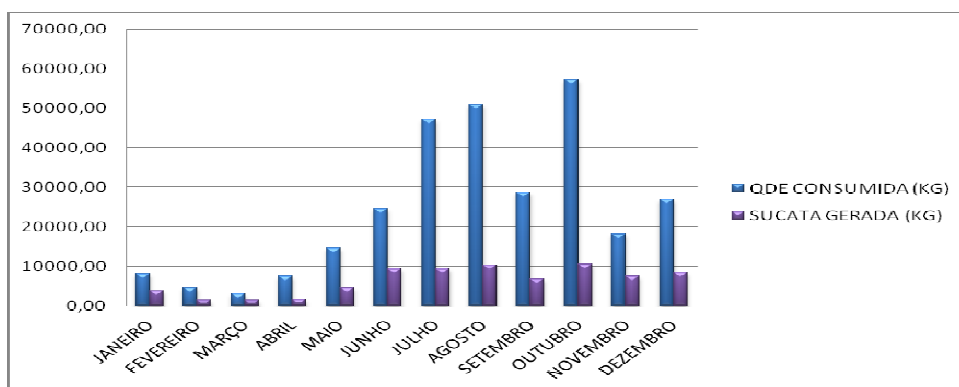
Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 2 – Sucata gerada do processamento de chapas de aço período 2013.

Interpretando os dados da tabela 2, pode-se vislumbrar que a quantidade de de aço desperdiçado no ano de 2013 encontra-se na média de 30% de toda a matéria prima utilizada.

Do ponto de vista econômico da organização, do total do valor médio consumido no ano de 2013, aproximadamente R\$ 252.000,00 foram perdidos em retalhos de material não utilizados. Do ponto de vista ambiental, estes dados demonstram a real necessidade de restringir os desperdícios, pois dá dimensão as quantidades de aço fabricado e seus resíduos de fabricação, além da sucata gerada em seu processamento.

A figura 4 demonstra mês a mês o comparativo da quantidade consumida em relação à sucata gerada.



Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 4 – Comparativo do consumo mensal de matéria prima e sucata gerada

Nota-se que a evolução da sucata é diretamente proporcional á evolução do consumo mensal do chapas. Deste modo conclui-se que o desperdício de materiais é uma variável inerente do processo de produção, ou seja, quanto maior a produção, maior é o desperdício de material. Assim, ocorre a necessidade de revisar o processo a fim de diminuir as perdas.



Unindo os valores das notas fiscais de compras ao levantamento do consumo dos materiais e da sucata gerada pelo processamento dos materiais obtém-se o custo monetário do desperdício, que está representado na tabela 3.

PERÍODO (2013)	CUSTO DO DESPÉRDICIO
JANEIRO	R\$ 8.124,11
FEVEREIRO	R\$ 3.539,94
MARÇO	R\$ 3.416,05
ABRIL	R\$ 4.300,74
MAIO	R\$ 15.081,97
JUNHO	R\$ 27.318,99
JULHO	R\$ 27.380,96
AGOSTO	R\$ 30.089,12
SETEMBRO	R\$ 19.175,51
OUTUBRO	R\$ 29.895,01
NOVEMBRO	R\$ 24.616,63
DEZEMBRO	R\$ 23.444,34

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 3 – Custo gerado do pelo desperdício de materiais

Comparando ao faturamento do 2º ano de operação da empresa (2013) aos valores da sucata gerada, pode-se dizer que o custo do desperdício de material representou por volta de 8% do valor total vendido pela empresa. Para a redução deste percentual, foram propostos métodos de melhoria na gestão dos materiais e fórmulas para a mensuração do desempenho da organização com o intuito de diminuir os índices de material refugado e melhorar a lucratividade e sustentabilidade da empresa.

## 5 Sugestões De Melhorias: Gestão De Processos

### 5.1 Gestão de Sucata: Sistema de Registro de Retalhos

Para melhoria do aproveitamento do material, além de uma programação de corte eficiente também foi sugerida à empresa pesquisada um sistema de gestão de retalhos.

O sistema proposto pode ser descrito da seguinte forma: a cada processo de corte, se houver geração de retalho com área maior do que 0,25 m<sup>2</sup>, o mesmo deve ser armazenado para reaproveitamento. O parâmetro de tamanho mínimo de retalho foi estipulado com base no tempo de preparação da máquina para corte. Retalhos menores que 0,25 m<sup>2</sup> de área não gerarão peças em número suficiente para cobrir o custo do tempo de preparação da máquina (setup) e gerar lucratividade para empresa, ou seja, a empresa ganha na utilização completa da chapa, porém perde em tempo de produção para a realização de corte um número pequeno de peças, onde poderiam estar sendo processados lotes de grande valia para a empresa.

Para os retalhos de tamanhos menores que o estipulado foi sugerido os mesmos fossem armazenados em um contêiner e uma vez por mês a administração solicita o seu recolhimento à empresa Recicladora de Metais Santa Maria Ltda, onde estes retalhos serão vendidos. Não é válido vender diretamente toda a sucata para a empresa recicladora, pois como mostra a tabela 3, o aço é adquirido pela empresa a um valor médio de R\$ 2,80 por quilo e a recicladora pagará no máximo R\$ 0,40 o quilo desta matéria-prima, fazendo-se necessário o reaproveitamento.

Após o corte, o retalho gerado será medido pelo auxiliar de produção. Caso ele for maior que 0,25 m<sup>2</sup>, ele será catalogado em uma planilha onde constarão os dados sobre tipo de aço, espessura e dimensões do retalho. Essa planilha gera um número sequencial do retalho o qual será impresso em uma etiqueta e fixado ao mesmo, fazendo a catalogagem das sobras.

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 do mesmo.

Após o corte do retalho executa-se novamente o processo de separação, medição e catalogagem dos retalhos para que o mesmo possa ser reutilizado. Este processo é retroalimentado toda a vez que sobrar um retalho utilizável para corte gerando melhoria continua no que tange gestão de sucata, como é apresentado na figura 5.



Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 5 – Fluxo retroalimentado do aproveitamento de sucata de chapas de aço

Esta ação gerará redução de custos de matéria prima para a empresa e a tornar-se-á mais sustentável do ponto de vista ambiental e econômico.

## 5.2 Gestão de Estoques: Sistema de Peças de Preenchimento

Foi ainda sugerido a criação de um sistema de peças de preenchimento. Este sistema consiste na criação de um estoque de terceiros utilizando áreas não preenchidas de chapa, evitando a produção do retalho.

Para isso foi recomendado que se fizesse um levantamento das peças que os clientes encomendavam lotes repetidos (mesmo projeto) para a empresa. Estas peças que são compradas repetidamente pelo cliente serão utilizadas para preencher uma chapa quando a mesma ainda contiver 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.

Além da vantagem da eliminação do retalho, quando o cliente encomendar o próximo lote de peças, a empresa já terá algumas unidades à pronta entrega previamente cortadas pela função de peças de preenchimento, gerando a satisfação do mesmo. Essa melhoria no processo gerará para a organização uma diminuição de retalhos, menos troca de chapas na mesa de corte o que significa uma melhoria de produtividade tanto em termos de aproveitamento de material como em tempos de operação (redução dos leads-time de corte), tornado a operação mais lucrativa e sustentável.

## 5.3 Gestão de Desempenho Organizacional: Indicadores de Desempenho

Foram sugeridos indicadores com o objetivo de mensurar o desempenho econômico e ambiental da empresa. Os indicadores possibilitarão o controle da *performance* da empresa no que diz respeito ao aproveitamento de materiais, desperdício e lucratividade da empresa.

Para isso serão criadas metas relativas a estes indicadores que serão controladas mensalmente. Estes índices serão expostos em chão de fábrica conforme quadro modelo da figura 6.

INDICADOR	DESCRIÇÃO	MÉTRICA	META (1º trim) 2014	CONTROLE												
				JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
PRODUTIVIDADE	Mede o percentual de aproveitamento da chapa	área de chapa utilizada/nº de peças produzidas	20%													
DESPERDÍCIO	Mede o desperdício de material mensurado em valores monetários	Quantidade de sucata gerada (kg) x custo médio do aço (kg)	20%													
LUCRATIVIDADE	Mede o quanto a empresa lucrou na operação	Faturamento/gastos gerais de fabricação	15%													

Fonte: Autores (2014)

Figura 6 – Gestão à vista dos indicadores de desempenho econômico e ambiental

Este quadro gera um processo de gestão à vista que facilita o envolvimento dos colaboradores para consecução das metas sugeridas. Estas metas serão revisadas a cada três meses, sendo ajustadas de acordo com a necessidade da empresa. O cálculo dos indicadores se dá pela coluna denominada métrica, a qual descreve a fórmula para a obtenção dos valores mensais que controlarão o desempenho da organização. Caso a meta não for atingida, deve-se fazer uma reunião com o comitê de gestão de chão de fábrica e gerar ações para o atendimento das mesmas.

## 6 Conclusões

O presente estudo realizado utilizou-se de dados históricos referentes ao consumo de chapas de aço em uma indústria metalúrgica da região central do Estado do Rio Grande do Sul. Foi avaliada a geração de sucata proveniente do processo de corte laser dentro do período de janeiro de 2013 a dezembro de 2013, com objetivo verificar o percentual de desperdício de matéria prima desta empresa. Constatou-se que do total consumido em chapas de aço ao longo do ano de 2013, em média 30% foi transformado em sucata.

Com o desperdício apurado, mensurou-se o valor perdido pela organização e gerou-se ações no sentido de aproveitar os retalhos resultantes da fabricação de itens em busca do maior rendimento da matéria prima empregada.

A partir do estudo do processo de produção de corte de chapas a laser, foi possível sugerir a empresa que se fizesse uma gestão de retalhos, onde todo o retalho gerado contendo mais de 0,25 m<sup>2</sup> deve ser catalogado, com número sequencial e descrição, para ser armazenado e utilizado em um próximo processo de corte. Os retalhos com tamanhos menores ao estipulado serão vendidos para a empresa especializada em reciclagem de metais. Com isso, percebeu-se que fazer o reaproveitamento das chapas de aço, ao invés de vender todos os retalhos diretamente para as recicladoras, gera uma maior rentabilidade para a empresa, pois estas empresas recicladoras pagam apenas uma média de 14% do valor pago no quilo da chapa não conformada.

Conclui-se também, que alternativas como o desenvolvimento de um sistema para preenchimentos de peças, onde o mesmo gere uma listagem de peças que são encomendadas repetidamente pelos clientes e preenche-se as chapas que possuem espaços vazios com as mesmas, evita a criação de retalhos e gera um pequeno estoque de terceiros dentro da empresa. Isto possibilitará o atendimento mais veloz para o cliente e diminuição dos tempos de produção para a empresa.

A partir da realidade e dados da empresa pesquisada, a criação de indicadores de desempenho organizacional permitiria a organização controlar e analisar a utilização dos insumos de produção, dos quais sugeriu-se a criação de indicadores de produtividade, desperdício e lucratividade que serão controlados mensalmente através de um quadro de gestão a vista, proposto na Figura 6.

Por fim, tem-se que, a diminuição da taxa de desperdício do material empregado pela empresa torna a mesma mais competitiva com relação ao mercado regional de corte laser, além de adequar-se a tendência de mercado mundial, quanto a sustentabilidade. No que tange as limitações da pesquisa, obteve-se total apoio dos gestores da organização quanto as informações repassadas, pois através deste estudo melhorias puderam ser implementadas na empresa estudada.

## Referências Bibliográficas

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

**ESSEL. Corte com laser.** Disponível em:

<<http://www.essel.com.br/cursos/material/01/ProcessosFabricacao/62proc.pdf>>. Acessado em: 27 jun. 2014.

**FIERGS,** Cadastro das Indústrias, Fornecedores e Serviços 2013. Disponível em CD-ROOM. Editora EBGE Editora Brasil de Guias Especiais Ltda, 2013.

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

**GOLLMANN, P.F.** Aplicação do processo de corte a laser com ênfase no fornecimento de peças livres de óxidos. Trabalho de Conclusão de Curso- FAHOR. Horizontina, RS, 2010.

**IBS,** Instituto Brasileiro de Siderurgia: Relatório de Sustentabilidade. Disponível em

[http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/sustentabilidade/downloads/relatorio\\_sustentabilidade\\_2012.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/sustentabilidade/downloads/relatorio_sustentabilidade_2012.pdf). Acesso em 16 jun. 2014.

**OPTIMATION.** 10 ways to cut material waste. 2012. Disponível em:

<[http://www.optiNEST.com/white\\_papers.asp#cuttingcosts](http://www.optiNEST.com/white_papers.asp#cuttingcosts)>. Acessado em: 29 mai. 2013.

**QUALINOX, A.** Aço Inoxidável. Disponível em <<http://www.qualinox.com.br/aco-inoxidaveis.html>>. Acessado em 27 jun. 2014.

**SECCO, A. R.; FILHO, D. A.; OLIVEIRA, N. C.** Processos de fabricação. Curso Profissionalizante.

Telecurso 2000, FIESP/Fundação Roberto Marinho. vol. 4. Disponível em

<<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/index.php>>. Acesso em 16 maio 2014.

**WHITE PAPERS.** 10 ways to cut material waste: Optimization, 2012. Disponível em:

<[http://www.optiNEST.com/white\\_papers.asp#cuttingcosts](http://www.optiNEST.com/white_papers.asp#cuttingcosts)>. Acesso em: 29 mai. 2014.