

## CAPÍTULO II - REUTILIZAÇÃO DE ÓLEO DE CORTE: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE USINAGEM

< CARLOS FERNANDO CILLI FIORATTE ><sup>1</sup>

< ADRIANA GISELI LEITE CARVALHO ><sup>2</sup>

< MARCOS BERNARDO DE LIMA ><sup>3</sup>

**Resumo:** A produção industrial, nos mais diversos segmentos, enfrenta desafios permanentes para repensar seus processos internos e adquirir maior competitividade. O grande paradigma está centrado no aumento de sua capacidade de produção, ao mesmo tempo em que reduz a utilização de recursos e sua pegada ecológica. Cresce a preocupação com o meio ambiente e a fiscalização da responsabilidade ambiental das empresas, estimulando a busca por soluções viáveis para diminuir resíduos poluentes e minimizar custos. Presente na maioria dos processos de usinagem, o óleo refrigerante tornou-se um dos principais problemas de empresas metalúrgicas que, além de seu custo de aquisição, somam-se despesas para seu descarte correto, de acordo com normas vigentes. Este estudo apresenta o processo de reutilização de óleo refrigerante pela centrifugação dos cavacos resultantes da usinagem, como alternativa para minimizar a utilização de insumos poluentes e redução de custos. A metodologia aplicada consiste em fundamentação teórica com base em pesquisas em literaturas e estudo de caso em uma empresa metalúrgica da região norte do Paraná. Os resultados obtidos demonstram que os cavacos que antes, eram descartados contaminados com óleo refrigerante, após a inserção da centrífuga no processo de produção, os mesmos são limpos e o óleo totalmente reutilizado.

**Palavras-chave:** Fluido de Corte. Centrífuga de Cavacos. Custo do Processo.

**Abstract:** Industrial production, in the most diverse segments, faces permanent challenges to rethink its internal processes and become more

---

<sup>1</sup>Graduação – Tecnólogo em Fabricação Mecânica, da Faculdade de Tecnologia do Senai Londrina. E-mail: carlosfioratte@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia Mecânica – Docente da Faculdade de Tecnologia do Senai Londrina. E-mail: adriana.carvalho@pr.senai.br.

<sup>3</sup> Mestre em Tecnologia – Docente da Faculdade de Tecnologia do Senai Londrina. E-mail: marcos.lima@mafiep.org.br.

competitive. The great paradigm is centered on increasing its production capacity, while reducing the use of resources and its ecological footprint. There is growing concern about the environment and the monitoring of environmental responsibility of companies, stimulating the search for viable solutions to reduce polluting waste and minimize costs. Present in most of the machining processes, the refrigerant oil has become one of the main problems of metallurgical companies that, in addition to its cost of acquisition, add expenses for its correct disposal, according to current norms. This study presents the process of reuse of refrigerant oil by the centrifugation of the chips resulting from the machining, as an alternative to minimize the use of polluting inputs and reduce costs. The applied methodology consists of theoretical foundation based on literature research and case study in a metallurgical company of the northern region of Paraná. The results show that the chips that were previously discarded contaminated with refrigerant oil after insertion of the centrifuge into the production process are cleaned and the oil completely reused.

Keywords: Cutting Fluid. Centrifuge of Chips. Cost of the Process.

## **1. INTRODUÇÃO**

A preocupação com as questões ambientais e sua importância para o futuro e segurança das sociedades, coloca em foco a responsabilidade ambiental de pessoas, empresas e até mesmo, de países. Atitudes e procedimentos passaram a ser repensados, levando ao entendimento de que aspectos ambientais não possuem fronteiras no mundo atual, incentivando a formação de uma maior consciência coletiva a respeito da necessidade de conter impactos ambientais negativos.

Manufaturas do setor metal mecânico podem exemplificar a busca por novas soluções para minimizar ou eliminar problemas ambientais, as quais podem ser fundamentais para sua competitividade e permanência no mercado. Soluções de menor custo e maior eficácia são pesquisadas para minimizar a pegada ecológica, como a emissão de poluentes.

Entre os vários processos de fabricação mecânica, muitos produtos são usinados durante a etapa de desbaste ou de acabamento das peças. Para obter uma melhor produtividade, muitas vezes faz-se necessário a utilização do fluido de corte, que tem por objetivo “aumentar a vida da ferramenta, minimizar a geração de calor durante o processo, auxiliar na remoção de cavacos e melhorar a eficiência do sistema produtivo” (GONÇALVES, 2013,

p. 25). Seu uso acelera o sistema produtivo, aumentando aquilo que é o principal objetivo das empresas: a lucratividade. Por outro lado, fluidos de corte passaram a chamar atenção pelos danos causados aos operadores de máquinas e ao meio ambiente, desencadeando a criação de novas normas e regras para sua utilização e descarte. Práticas recorrentes de descarte irregular passaram a ser inaceitáveis (SANTOS, 2007).

Segundo Machado e Silva (1999), a usinagem transforma em cavaco um volume aproximado de 10% de toda a produção de metais. O descarte desse material, juntamente com o óleo refrigerante, pode causar danos irreparáveis ao ambiente. Sua composição pode conter entre outros elementos químicos nocivos: cloro, enxofre, antioxidantes, biocidas, dióxido de carbono, entre outros.

Este é o cenário encontrado em uma empresa metalúrgica da região norte do Paraná, onde se realiza essa pesquisa. Objetiva-se pesquisar a viabilidade de reduzir custos de usinagem provenientes da utilização de óleo refrigerante mineral, por meio de sua reutilização, utilizando-se uma centrifugação de cavacos e reduzir o volume a ser descartado na natureza. Serão levantados dados do volume de óleo reutilizado, dos tempos necessários para centrifugar os cavacos e a economia financeira prevista pela empresa no período de 1 ano. Ficará também evidenciada, a redução do descarte deste fluido com a utilização deste processo.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Fluido de corte**

Fluido de corte pode ser entendido como líquidos e gases aplicados diretamente e simultaneamente em uma ferramenta de corte e na peça que está sofrendo o processo de usinagem, com o objetivo de facilitar o processo de corte. Suas principais funções são lubrificação e refrigeração durante o processo, visando reduzir o atrito entre a ferramenta e a peça e reduzindo o calor na operação. Segundo Dhar et al. (2007), apesar das vantagens tecnológicas que os fluidos de corte promovem, ultimamente vêm sendo questionados os efeitos negativos que eles causam, ou seja, além das agressões ambientais, também problemas relacionados à saúde do trabalhador.

Diniz (2013) afirma que o uso do fluido de corte foi introduzido por F.W.Taylor em 1980, quando utilizou água para resfriar a ferramenta. Depois, adicionou sabão para evitar a oxidação da peça e/ou da ferramenta.

Desde então, este insumo passou a ser essencial, pois possui características lubrificantes para os elementos da máquina e liberação dos cavacos da área da usinagem. Outras características decorrentes de seu uso são: ser um fluido anticorrosivo da própria máquina e também proporcionar peças com excelentes tolerâncias geométricas, devido a essa minimização da geração de calor na usinagem. Para Gonçalves (2013, p. 38):

O fluido de corte é um insumo ao processo de usinagem, que auxilia a ferramenta de corte a remover um maior volume de material, sem colocar a vida útil da ferramenta em risco. Para que o fluido possa realizar esta função é preciso de desempenho três funções principais:

Refrigeração, lubrificação e limpeza da região de corte.

O uso incorreto do fluido de corte pode gerar problemas, que vão desde a redução de sua vida útil e seu descarte prematuro. O contato do fluido com o operário pode ser direto ou através de vapores, névoa ou subprodutos formados durante a usinagem, podem causar problemas de pele, câncer, ou doenças pulmonares. A exposição a fluido contaminado com fungos e bactérias, devido à falta de inspeção e cuidado com o mesmo durante as operações, pode até mesmo prejudicar a saúde do trabalhador. Gonçalves (2010) e Souza (2011) indicam medidas preventivas como uso de cremes protetores e a adoção de EPIs adequados, os quais podem minimizar ou eliminar o risco de contaminação do operador.

Visando obter um menor impacto à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente, os usuários de fluido de corte devem estar atentos aos cuidados de sua utilização e descarte, seguindo criteriosamente as instruções fornecidas pelos fabricantes e órgãos ambientais, a fim de evitar ao máximo a ocorrência de problemas de saúde e ambientais.

## 2.2 Cavaco

Segundo o Centro de Formação Metal Mecânico (2016), cavaco é o excesso de material removido necessariamente durante um processo de usinagem para dar a geometria ideal a uma peça ou objeto. Para um melhor entendimento, podemos fazer uma analogia para um ato de apontar um lápis,

onde o lápis é um tarugo. A lâmina do apontador é a ferramenta de corte e o material removido é o cavaco. As etapas de formação do cavaco se definem como:

- Recalque do material contra a face da ferramenta;
- Deformação plástica do material no ponto de cisalhamento;
- Ruptura parcial ou completa no ponto de cisalhamento;
- Escorregamento do material cisalhado através da ferramenta de corte.

As características do cavaco, quanto a sua forma, irão depender de parâmetros de usinagem, qualidade de ferramentas e do próprio material usinado. Como padrão adotado, têm-se duas formas principais: contínuo (fita) ou quebradiço (figura 1).

Figura: 1



Fonte: Autor (2016).

### 2.3 Centrífuga de cavacos

Baseando-se em informações da empresa GV Máquinas (2016), fabricante de centrífuga de cavacos, entende-se que é uma máquina industrial cuja principal função é a secagem de peças e a separação de líquidos oleosos de cavacos oriundos do processo de usinagem. Permite assim, a limpeza de cavacos, a finalização de peças a serem entregues limpas para o cliente e possibilita a reutilização do óleo separado neste processo. Podemos entendê-la como um recipiente fixado ao chão com pés providos de coxins, que reduzem a vibração oriunda do cesto giratório, onde o cavaco é depositado para a eliminação dos líquidos oleosos. Utiliza uma resistência elétrica para

afinar os fluidos existentes, facilitando seu escoamento para um compartimento de armazenamento. As características de uma centrífuga de cavacos variam de acordo com seu modelo, capacidade de centrifugação e comando eletrônico, o qual ajusta o tempo de serviço e desliga automaticamente a máquina. A figura 2 mostra um exemplo de centrífuga de cavacos.

Figura 2: Centrífuga de Cavaco



Fonte: GV Máquinas (2016)<sup>1</sup>

A partir de informações do mesmo autor, é possível analisar as dimensões de seu custo. A aquisição de um equipamento de cavacos está avaliada entre R\$ 5.000,00 a R\$ 10.000,00. O espaço ocupado pela varia entre 2 a 3 m<sup>2</sup> e o tempo dedicado de um funcionário no processo, que pode chegar até três horas diárias, dependendo dos serviços a serem executados. O consumo elétrico equivale ao consumo de um chuveiro elétrico.

Uma opção para minimizar investimentos e custos decorrentes do equipamento foi adotada na empresa, onde esse estudo de caso foi realizado. Segundo informações levantadas por essa pesquisa, a mesma optou por fabricar sua própria máquina. O custo estimado de aquisição passou de R\$ 7.000,00 para cerca de R\$ 3.000,00. Independente do valor inicialmente investido deve-se considerar o potencial de vantagens decorrentes deste processo, seja a nível econômico quanto ambiental.

<sup>1</sup>Disponível em: <[http://www.gvmaquinas.com.br/default.aspx? pagina=centrifuga](http://www.gvmaquinas.com.br/default.aspx?pagina=centrifuga)>. Acesso em: 13 out 2016.

## 2.4 Sustentabilidade e produção mais limpa

Segundo Barros (2016), o conceito de sustentabilidade está relacionado a uma atitude ou estratégia ecologicamente correta, ou seja, que promova desenvolvimento econômico e preserve o meio ambiente. Este processo inclui desde a separação de lixo reciclável, diminuição do consumo elétrico e de água, até a implantação de um sistema complexo de tratamento de resíduos em uma grande indústria. Abrange a utilização de todas as ferramentas possíveis a favor do meio ambiente.

O mesmo autor comenta que devido à grandes catástrofes ambientais e acidentes ecológicos ocorridos nos últimos tempos, a população em geral está mais atenta às questões ambientais, pressionando mudanças em empresas de todos os setores, na busca por produtos e serviços mais ecológicos. Um produto que respeita o meio ambiente torna-se um candidato imbatível perante a concorrência. Não basta ser somente ecologicamente correto, para ser considerado sustentável, um empreendimento deve ainda conter atitudes que visem serem socialmente justos culturalmente aceitos e economicamente viáveis.

Outro fator que coloca à prova a eficiência dos modelos de negócios, sujeitando-os à reconsiderações, é a constante mudança tecnológica. Para Valle (2002), o desenvolvimento sustentável passa a ser um fator reorientador das ações, reconhecendo a importância do uso de tecnologias para conservar os recursos disponíveis e permitir sua renovação, de acordo com as demandas das futuras gerações. Atividades industriais utilizam recursos naturais em seus processos produtivos, estes recursos podem ser renováveis quando são repostos de forma natural e em tempo hábil. São considerados não renováveis quando são extraídos com velocidade maior do que são repostos.

Produção Mais Limpa (PML) é um modelo de gestão que foi criado com objetivo de ser um instrumento para conceitos e objetivos do desenvolvimento sustentável, ou seja, uma integração entre as atividades humanas com a natureza. Por um lado, a poluição ambiental é considerada uma ineficiência dos processos, por outro lado, conceito de produção mais limpa tem confirmado várias vantagens ambientais e econômicas. Barbieri (2011) afirma que a “Produção mais Limpa (Cleaner Production) é um modelo baseado na abordagem preventiva aplicada aos processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente”.

De acordo com Peneda (1995), a PML refere-se a uma nova filosofia e mentalidade de encarar a produção de bens e prestação de serviços, de

forma a evitar a degradação do ambiente, prevenindo ou gerando, no contexto dos atuais limites, tecnológico e econômico, o menor impacto ambiental possível. Este sistema de gestão agrega uma série de vantagens para empresas, que vão desde o desenvolvimento de estratégias de longo prazo para sua competitividade futura, diante das restrições ambientais. A responsabilidade ambiental vem como uma oportunidade, mesmo diante de custos adicionais. A reorganização dos processos produtivos e uma melhor definição do produto final irão refletir na redução da poluição e dos custos industriais. Dessa forma será possível reduzir custos hoje, para evitar custos previsíveis futuros.

O processo de centrifugação de cavacos também pode ser incluído no conceito de produção mais limpa, reduzindo o impacto ambiental dos rejeitos do processo ao separar fluidos e cavacos, possibilitando a reutilização do fluido e um descarte não contaminado dos cavacos.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Levantaram-se dados do estudo de caso em uma empresa de usinagem de produção, com sede em Londrina-Pr. Seu processo produtivo utiliza o aço inox 304, um rejeito de alto valor, devido a sua alta resistência à oxidação atmosférica, inúmeras aplicações e facilidade de reciclagem. Como insumo para usinagem, utiliza óleo refrigerante do tipo mineral integral e anular, resultando em cavacos misturados aos fluidos.

Uma das iniciativas da empresa para reduzir o consumo dos fluidos estabeleceu um procedimento de tratamento do óleo e cavacos descartados. O processo inicial consistia da retirada dos cavacos e fluidos da máquina, com o auxílio de uma pá metálica, permitindo que o excesso de óleo escorresse. Na segunda etapa, os cavacos são acondicionados em uma caixa plástica e posteriormente despejados em tambores vazados que permitem escorrer lentamente os fluidos ainda existentes (Figura 3). Por último, os cavacos são separados por tipo de material, para serem vendidos para empresas especializadas em reciclagem.

Figura 3: Etapas do Processo de Redução de fluidos em cavacos



Fonte: Autor (2016).

Tendo como base o processo anterior, esse estudo acompanhou o processo de utilização de uma centrífuga de cavacos e levantou os resultados do mesmo. Os recursos utilizados no desenvolvimento deste estudo consistiram de:

- Cavacos de aço inox 304;
- Óleo de corte Castrol Ilocut 482;
- Pá metálica para remoção de cavacos da máquina;
- Caixa plástica para pesagem e transferência de materiais;
- Centrífuga para cavacos, desenvolvida pela empresa (Figura 4).

Figura 4: Centrífuga de Cavacos

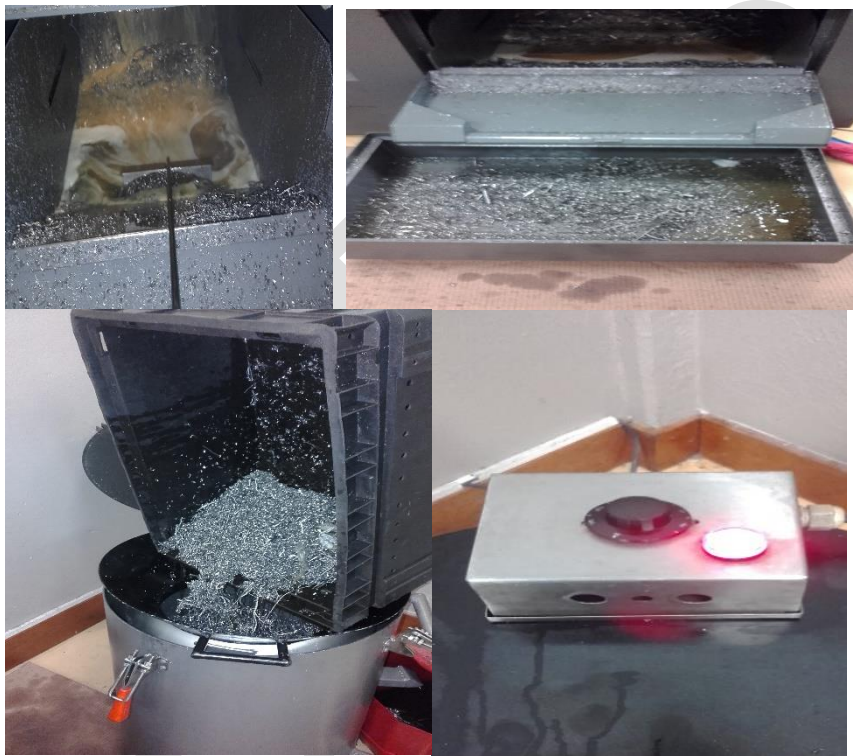


Fonte: Autor (2016).

<b>Características:</b>	
<b>Motor:</b>	1.5 cv
<b>Resistência de Aquecimento</b>	1500 w
<b>Diâmetro externo da máquina</b>	600 mm
<b>Altura da máquina</b>	700 mm
<b>Medidas do cesto</b>	250 Ø x 200 mm alt
<b>Capacidade máxima</b>	30 kg
<b>Comando</b>	Por Botoeira

A utilização da centrífuga de cavacos foi incorporada ao processo de separação dos fluidos do aço inox 304, consistindo das seguintes etapas (Figura 5). Retiram-se os cavacos da máquina com auxílio de uma pá metálica (a) deposita-se os resíduos na caixa com rodinhas para ser levado à centrífuga (b). Utiliza-se um funil para despejar o cavaco no cesto rotativo da centrífuga (c). Aciona-se a centrifugação por 10 minutos (d).

Figura 5: Processo de Centrifugação de Cavacos de Inox 304



Fonte: Autor (2016).

O processo pós-centrifugação (Figura 6), consiste do resfriamento dos cavacos por 2 minutos, com a máquina aberta (e); seguida da retirada em caixa plástica padrão e armazenamento do cavacos (f); prensagem em prensa hidráulica para reduzir o volume dos cavacos (g); a partir do qual apresentam forma achatada para comercialização (h).

Figura 6. Processo pós-centrifugação



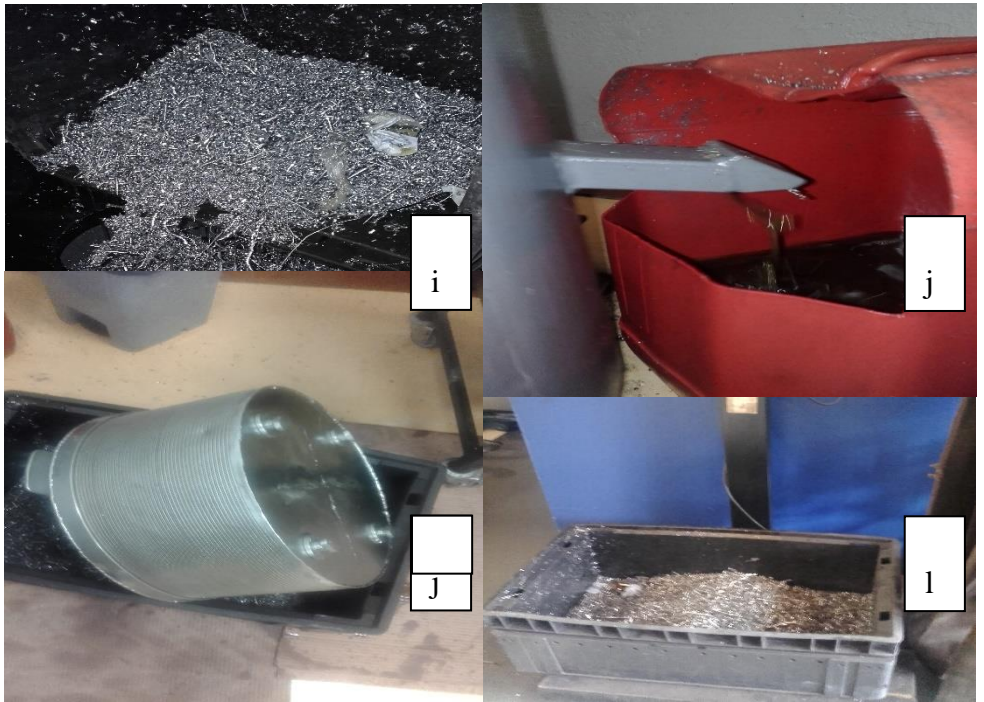
Fonte: Autor (2016).

A partir do processo exposto, adotou-se como procedimentos para aferir a quantidade de fluidos a ser retirada dos cavacos, realizar a pesagem da caixa padrão e das etapas consecutivas do processo.

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tendo como objetivo levantar a quantidade de óleo reutilizável pelo processo de centrifugação, realizou-se o transporte do cavaco do aço inox 304 encharcado da máquina para um caixote com rodinhas, de uso exclusivo para o processo de centrifugação. Depois, com auxílio de uma pá metálica, que permite o escoamento dos fluidos, os resíduos foram acondicionados em uma caixa plástica padrão, com peso aferido de 4,38 kg. A caixa foi levada novamente à balança, totalizando 12,44 kg de cavacos contaminados. A figura 7 representa o as etapas seguintes: Despejou-se na centrífuga todo o conteúdo de cavaco contaminado (i); Centrifugou-se por 10 minutos (j); Após o tempo de resfriamento de dois minutos, o cavaco foi despejado novamente na caixa plástica limpa (k); Após nova pesagem, foi registrado 9,68 kg, apontando uma diferença de peso entre pesagens de 2,76 kg (l).

Figura 7. Aferição do desempenho da centrífuga



Fonte: Autor (2016).

Considerando que ocorre perda, tanto de óleo quanto de cavacos no processo de transferência entre a caixa – centrífuga e vice-versa, este estudo leva em consideração ser viável reincorporar 2 kg de fluidos resultantes do processo. Levando em consideração a densidade de 0,885 kg/L, obtem-se cerca de 2,26 litros. Na figura 8 são apresentados dados levantados e previstos pela pesquisa.

Figura 8: Reaproveitamento em quantidade

<b>TARA CAIXA PLÁSTICA (kg)</b>	<b>4,38 kg</b>
<b>CAVACO CONTAMINADO (kg)</b>	<b>12,44 Kg</b>
<b>CAVACO CENTRIFUGADO (kg)</b>	<b>9,68 Kg</b>
<b>QTDE ÓLEO REAPROVEITADO (kg)</b>	<b>2,76 Kg</b>
<b>QTDE ÓLEO CONSIDERADA PARA ESTUDO (kg)</b>	<b>2 Kg</b>
<b>QTDE DE ÓLEO REAPROVEITADO EM LITROS</b>	<b>2,26 L</b>
<b>Nº DE LIMPEZAS DIÁRIA MÁQUINA</b>	<b>1</b>
<b>QTDE DE ÓLEO REAPROVEITADO POR DIA</b>	<b>2,26 L</b>
<b>QTDE DE ÓLEO REAPROVEITADO POR MÊS (22 DIAS)</b>	<b>49,72 L</b>
<b>QTDE DE ÓLEO REAPROVEITADO EM 12 MESES</b>	<b>596,64 L</b>

Fonte: Autor (2016).

A redução de custos prevista com o processo, levando em consideração o preço de compra do óleo pela empresa estudada (Figura 9):

Figura 9. Economia de Óleo de Corte

<b>PREÇO GALÃO 200 L ÓLEO ILOCUT 482</b>	<b>R\$ 2.800,00</b>
<b>ECONOMIA DIÁRIA</b>	<b>R\$ 31,64</b>
<b>ECONOMIA MENSAL</b>	<b>R\$ 598,08</b>
<b>ECONOMIA ANUAL</b>	<b>R\$ 8.352,96</b>

Fonte: Autor (2016).

Estes foram cálculos baseados em uma amostragem, não podendo ser tratados como números reais deste processo de fabricação, pois seria necessário levar em conta diverso outros fatores como: quantidade de peças usinadas por ano, número de manutenções na máquina, retrabalhos, vazamentos tanto na máquina (Torno), quanto na própria centrífuga, entre outros. Porém, não deixa de evidenciar a eficiência do sistema, comprovando a possibilidade de reutilização de uma quantidade significativa de óleo, permitindo a geração de uma importante economia importante para a empresa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar todos os pontos deste trabalho, conclui-se que é possível utilizar tecnologias simples e disponíveis no mercado, ou mesmo criar novas tecnologias, para se obter maior lucratividade nos processos de fabricação. A economia na compra de insumos exemplificada pelo fluído de corte, gera um menor impacto ambiental, reduzindo a captação de recursos da

natureza e seu respectivo descarte. Esse entendimento demonstra que novos conceitos e posturas de entendimento são imprescindíveis para produzir de forma mais limpa e respeitosa ao meio que vivemos. Esse estudo procura coloca em evidência a possibilidade de pesquisas futuras investigarem processos automáticos de centrifugação de cavacos e de equipamentos para briquetagem. Empresas que compõem a cadeia produtiva precisam estar voltadas para ações e comportamentos sustentáveis, buscando a reformulação de seus modelos de gestão, na busca por vantagens competitivas e alinhadas às dinâmicas do mercado.

## REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos**. Editora Saraiva, 3ª Edição. São Paulo 2011.

BARROS, Jussara de. **Sustentabilidade**. Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/educacao/sustentabilidade.htm>>. Acesso em 05 de dezembro de 2016.

CENTRO DE INFORMAÇÃO METAL MECÂNICA. Estudo do Cavaco. Disponível em: <[www.cimm.com.br/portal/material\\_didatico/3632-estudo-do-cavaco#.WCzmMbIrKM8](http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/3632-estudo-do-cavaco#.WCzmMbIrKM8)>  
Acesso em: 10 de nov. 2016.

DINIZ, Anselmo Eduardo. MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemes. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. São Paulo, 2013.

DHAR, N.R.; AHMED, M.T.; ISLAM, S. **An experimental investigation on effect of minimum quantity lubrication in machining AISI 1040 steel**. International Journal of Machine Tools & Manufacture, n. 47, p. 748-753, 2007.

GONÇALVES, Bruno Bastos; YAGINUMA, Gabriel Fernando; YAMAMOTO, Marcelo Kazuo. **Óleos de usinagem: tipos, classificação e desempenho**. Universidade Estadual Paulista, 2010, 13p. Disponível em: <[http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo\\_18.pdf](http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_18.pdf)> Acesso em: 30/11/2015.

GONÇALVES, Janaina Fracaro Souza. **Proposição de Método de Desenvolvimento de Fluido de Corte de Base Vegetal**. 2013. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, área de Mecânica dos Sólidos e Estruturas – Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. São José dos Campos - SP.

GV Máquinas. Disponível em: <[http://www.gvmaquinas.com.br/default.aspx?\\_pagina=centrifuga](http://www.gvmaquinas.com.br/default.aspx?_pagina=centrifuga)>. Acesso em: 13 out 2016.

MACHADO, Álisson Rocha; SILVA, Márcio Bassi da. **Usinagem dos metais**. 4 ed. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1999. 224 p.

PENEDA, C.; FRAZÃO, R. **ECODESIGN no desenvolvimento de produtos**, Lisboa, INETI-ITA, 1995.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO 14 000**. São Paulo: SENA