

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**AUGUSTO CEZAR MENDONÇA**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA AQUISIÇÃO DE UM  
EQUIPAMENTO DE CORTE A PLASMA MANUAL**

Botucatu-SP  
Julho – 2015

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**AUGUSTO CEZAR MENDONÇA**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA AQUISIÇÃO DE UM**  
**EQUIPAMENTO DE CORTE A PLASMA MANUAL**

Orientador: Prof. Dr. Paulo André de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Produção Industrial.

Botucatu-SP

Julho – 2015

## RESUMO

O processo de corte a plasma possui diversas características técnicas a serem consideradas em um processo produtivo de uma indústria metalúrgica. No momento da decisão de investimento em aquisição de um equipamento as características técnicas devem ser associadas à viabilidade econômica pesando-se os custos e benefícios das diversas possibilidades de aquisição disponíveis no mercado. Este trabalho tem como objetivo auxiliar uma indústria na escolha da melhor opção para a aquisição de um equipamento de corte a plasma manual por meio da apresentação de uma análise econômica. Foram levantados os requisitos necessários para atender a operação e uma pesquisa para verificar as opções e preços de máquinas similares de corte a plasma manual existentes no mercado que atendam aos requisitos. A partir daí foi realizado a análise econômica de 4 equipamentos pesquisados a fim de escolher a melhor opção de compra. A máquina que apresentou o menor custo total, considerando-se o consumo de energia e a depreciação foi a Telwin com R\$ 32,85 para a simulação de um milhão de milímetros de corte linear. É importante destacar que a produtividade foi o fator determinante para que a Telwin fosse a melhor opção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise. Aquisição. Equipamento.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo plasma.....	11
Figura 2 - Peças de uma tocha plasma .....	12
Figura 3 - Comportamento do percentual da depreciação acumulada pelos diferentes métodos ao longo dos anos.....	28
Figura 4 – Custos de energia e depreciação exponencial.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação das quotas de depreciação anual da máquina Eutectic.....	23
Tabela 2 - Comparação das quotas de depreciação anual da máquina Hypertherm.....	24
Tabela 3 - Comparação das quotas de depreciação anual da máquina Telwin .....	24
Tabela 4 - Comparação das quotas de depreciação anual da máquina Lincoln .....	25
Tabela 5 - Depreciação acumulada da máquina Eutectic nos primeiros 5 anos.....	25
Tabela 6 - Depreciação acumulada da máquina Hypertherm nos primeiros 5 anos.....	26
Tabela 7 - Depreciação acumulada da máquina Telwin nos primeiros 5 anos .....	26
Tabela 8 - Depreciação acumulada da máquina Lincoln nos primeiros 5 anos .....	27
Tabela 9 - Percentual de depreciação acumulada ao longo dos anos nos diferentes métodos .	27
Tabela 10 – Custo de insumos e produção das máquinas .....	28
Tabela 11 – Custos de energia e depreciação linear (R\$) .....	29
Tabela 12 - Custos totais para a produção de 1.000.000 mm de corte por máquina .....	30
Tabela 13 - Custo de operação da Telwin na capacidade da Hypertherm e Lincoln.....	30

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

KWh - Quilowatt-hora

mm – Milímetro

L – Litros

Min. – Minuto

A - Ampere

## SÚMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
1.1 Objetivo .....	8
1.2 Justificativa .....	9
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Definição de plasma .....	10
2.2 Corte a plasma .....	10
2.3 Tocha plasma.....	11
2.4 Aplicação do corte a plasma manual .....	12
2.5 Competição analítica.....	13
2.6 O processo de decisão.....	13
2.7 A tomada de decisão.....	13
2.8 Custos .....	14
2.9 Custos como critério competitivo .....	14
2.10 Maximização dos lucros .....	15
2.11 Produção.....	15
2.12 Função de produção .....	15
2.13 Gestão da produção e operações.....	16
2.14 Depreciação .....	16
2.14.1 Depreciação real .....	16
2.14.2 Depreciação contábil .....	16
2.15 Métodos de depreciação .....	17
2.15.1 Método linear .....	17
2.15.2 Método exponencial.....	17
2.15.3 Método somatório dos dígitos periódicos .....	17
2.15.4 Método fundo de renovação.....	18
2.19 Viabilidade técnica e viabilidade econômica .....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
3.1 Material .....	19
3.2 Métodos .....	20
3.2.1 Depreciação .....	20
3.2.2 Cálculo do custo .....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>23</b>

<b>4.1 Depreciação .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Análise de custos .....</b>	<b>28</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE A – Depreciação linear.....</b>	<b>34</b>
<b>APÊNDICE B – Depreciação exponencial .....</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICE C – Depreciação pela soma dos dígitos periódicos.....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE D – Depreciação pelo método fundo de renovação .....</b>	<b>40</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Atualmente existem muitas indústrias em pleno crescimento e desenvolvimento que buscam, além de se manter vivas, alcançar novos mercados. Desta forma há uma constante preocupação com a redução de custos, aumento do lucro, aumento de produtividade, aumento das vendas, entre outras. No entanto muitas indústrias não conseguem analisar e aplicar cálculos, dificultando o processo de tomada de decisão para obter-se, por exemplo, um equipamento de forma viável tecnicamente e economicamente entre as diversas opções encontradas.

Para fazer as melhores escolhas diante de dúvidas encontradas nas decisões em relação a aquisição de um equipamento é necessário um conhecimento tácito e técnico, mas também um conhecimento articulável do gestor de produção que deve se basear em informações sólidas e mensuráveis antes de tomar qualquer decisão. Desta forma o uso da análise econômica pode contribuir para uma melhor escolha em situações de investimento.

As máquinas de corte a plasma são equipamentos importantes em muitos processos industriais. Como todo processo de investimento, além do custo de aquisição, deve-se analisar as variáveis envolvidas como custos operacionais e a produtividade. A hipótese que se coloca é que a depreciação deste tipo de equipamento, bem como o consumo de energia elétrica são fatores que podem ser de extrema relevância na decisão de qual equipamento uma empresa deve adquirir.

### **1.1 Objetivo**

Este trabalho tem como objetivo auxiliar uma indústria metalúrgica na escolha da melhor opção para a aquisição de um equipamento de corte a plasma manual por meio da apresentação de uma análise econômica.

## **1.2 Justificativa**

A decisão de investimento de uma empresa envolve diversas variáveis do ponto de vista técnico e econômico. A eficiência técnica em um processo fabril é fundamental para se produzir com maior produtividade física. A eficiência econômica deve aliar a eficiência técnica ao menor custo possível. Esta trabalho demonstrou como uma indústria poderá analisar um investimento na aquisição de um equipamento e fazer a melhor escolha entre as opções do mercado. Desta forma a empresa justificará seu investimento através de uma análise econômica, facilitando a tomada de decisão de forma que o investidor possa definir qual a melhor alternativa para empregar seus recursos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Definição de plasma**

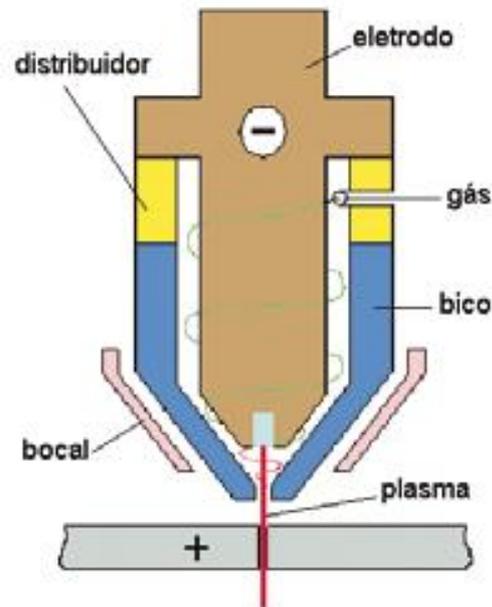
“Uma coleção de partículas carregadas contendo quase a mesma quantidade de elétrons e íons positivos, e, embora apresente quase todas as características dos seus gases formadores, se difere deles por ser um bom condutor de eletricidade”. (LIMA, 2006, p. 20).

### **2.2 Corte a plasma**

“O processo de corte plasma foi criado na década de 50 e tornou-se muito utilizado na indústria devido sua capacidade de cortar qualquer metal condutor de eletricidade principalmente os metais não ferrosos que não podem ser cortados pelo processo oxi-corte.” (LIMA, 2006, p. 18).

Segundo Lima (2006) o processo de corte a plasma é obtido através da utilização do calor liberado por uma coluna de plasma, resultante do aquecimento por meio de um arco elétrico de um gás, em alta vazão rotacional, que é transferido ao metal a ser cortado. A parte do metal se funde pelo calor do plasma e este metal é expulso com auxílio do gás em alta vazão, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1 - Processo plasma



Revista da Soldagem, 2006.

De acordo com Lima (2006) em 1983 torna-se industrialmente viável a utilização do plasma com oxigênio para materiais ferrosos. O calor do processo, com oxigênio como gás de plasma, provém de duas fontes: a do plasma e da reação exotérmica da oxidação do ferro. A resultante é um aumento considerável de velocidade e qualidade de corte.

“Em 2004 são incorporadas novas tecnologias ao processo plasma de alta definição com o objetivo de melhorar o desempenho e consistência do processo.” (LIMA, 2006, p. 19).

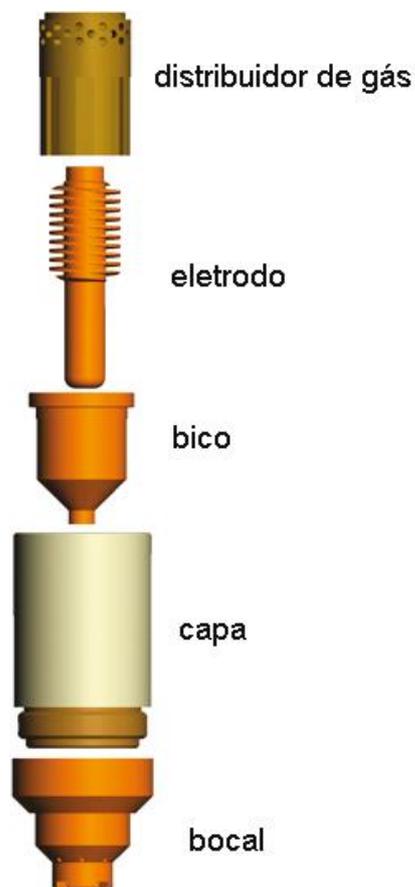
Ainda de acordo com Lima (2006) com todo este avanço tecnológico, o plasma torna-se um dos processos mais importantes na indústria do corte do país e vem sendo usado tanto para acompanhar o crescimento da indústria, bem como na substituição de processos mais lentos ou com maiores custos operacionais.

### 2.3 Tocha plasma

Segundo Lima (2006) o processo de corte a plasma utiliza um bico com orifício construído para restringir um gás ionizado em altíssima temperatura, tal que possa ser usado para derreter seções de metais condutores. Um gás eletricamente condutivo, plasma, é usado para transferir energia negativa fornecida pela fonte plasma da tocha para o material a ser cortado. A tocha serve de suporte para os consumíveis e fornece um fluido refrigerante para estas peças.

De acordo com Lima (2006) o distribuidor ou difusor de gás é construído de material isolante e tem como principal finalidade de dar sentido rotacional ao gás. O eletrodo conduz a corrente até um inserto de háfnio que emite os elétrons para geração do plasma. O bico constrói o plasma e o guia para o metal a ser cortado. A função da capa é manter os consumíveis alinhados e isolar a parte elétrica do bocal frontal. O bocal frontal guia o fluxo de jato de ar coaxial e pode ser apoiado à chapa por ser refrigerado e isolado. Observa-se na figura 2 um modelo de tocha a plasma.

Figura 2 - Peças de uma tocha plasma



Revista da Soldagem, 2006.

## 2.4 Aplicação do corte a plasma manual

Segundo Lima (2006), os sistemas de corte manual são muito simples e de fácil operação e são largamente utilizados nas mais diversas aplicações, desde cortes em chapas finas como as de automóveis ou móveis, até grandes espessuras como as de estruturas metálicas. Além de apresentar vantagens devido à flexibilidade da tocha, facilidade de operação, velocidade de

corte e menor deformação das chapas, os sistemas mais modernos possuem o bocal isolado eletricamente o que permite que o operador apoie a tocha na peça e/ou utilize uma régua ou gabarito para guiar o corte. As fontes inversoras são preferidas devido a sua a portabilidade.

## **2.5 Competição analítica**

Atualmente um dos grandes desafios que as empresas enfrentam é o de se manterem competitivas à medida que as condições do mercado mudam e se tornam mais complexas. Desta forma exige-se dos profissionais da empresa uma capacidade cada vez mais desenvolvida em análise da situação competitiva, das forças do ambiente, presentes ou incipientes, que podem provocar mudanças e na elaboração de cenários futuros. (ANDRADE, 2009).

## **2.6 O processo de decisão**

Segundo Lachtermacher (2009): Quando os gerentes se deparam com uma situação na qual uma decisão deve ser tomada entre uma série de alternativas conflitantes e concorrentes, basicamente tem-se duas situações: o uso apenas a intuição gerencial ou a realização de um processo de modelagem da situação dos mais diversos cenários de maneira a estudar mais profundamente o problema.

É recomendada o uso das duas opções conjuntamente, para melhorar ainda mais o processo de decisão. O tomador de decisão deve contar com a ajuda de sua intuição na seleção das informações relevantes, na validação do modelo e na análise de seus resultados (LACHTERMACHER, 2009).

## **2.7 A tomada de decisão**

“Podemos entender a tomada de decisão como o processo de identificação de um problema ou de uma oportunidade e a seleção de uma linha de ação para resolvê-lo.” (LACHTERMACHER, 2009, p. 4).

Segundo Andrade (2009, p. 2) “uma decisão é um curso de ação escolhido pela pessoa, como o meio mais efetivo à sua disposição, para alcançar os objetivos pretendidos , ou seja, para resolver o problema que o incomoda”.

“Pela sua própria natureza, o campo da administração da produção e operações tem se revelado muito fértil e propício para a aplicação de procedimentos formais de análises de problemas de decisão” (MOREIRA, 2002, p.25)

## **2.8 Custos**

“Os custos que a empresa incorre estão, assim, fortemente ligados ao processo produtivo e a sua função produção. Independente da estrutura de mercado em que a empresa opera, a produção é função dos recursos empregados” (ROSSETI, 2006, p.463).

Segundo Rosseti (2006) os recursos variáveis são aqueles empregados na produção que variam diretamente em função do volume da própria produção e incluem os insumos necessários para a produção (matéria-prima e outros materiais intermediários), o pessoal mobilizado diretamente no processo produtivo, a energia e outras categorias de dispêndios exigidas nas operações de produção. Por outro lado, os recursos fixos não variam em curto prazo e incluem imobilizações (edificações, equipamentos e outros bens de capital e parte do pessoal empregado).

Custos fixos são aqueles que, a curto prazo, não se alteram em função de mudanças nas quantidades produzidas (ROSSETI, 2006).

Custos variáveis são aqueles que se modificam em função das quantidades produzidas. Portanto mais produção significará a utilização de mais matérias-primas, mais energia e mais também de tudo quanto for exigido para se obter cada unidade adicional do produto. (ROSSETI, 2006).

"O objetivo básico de uma firma é a maximização de seus resultados quando da realização de sua atividade produtiva. Assim sendo, ela procurará sempre obter a máxima produção possível em face da utilização de certa combinação de fatores" (VASCONCELLOS; GARCIA, 2004, P.66).

Quando for possível alcançar a maximização da produção para um dado custo total ou minimizar o custo total para um dado nível de produção, a otimização dos resultados da firma poderá ser conseguida (VASCONCELLOS; GARCIA, 2004).

## **2.9 Custos como critério competitivo**

“Uma empresa que procura concorrer valorizando este critério competitivo deve buscar reduzir seus custos ao máximo, possibilitando, desse modo, a prática de menores preços” (PAIVA; CARVALHO JUNIOR; FENSTERSEIFER, 2009, p.69).

## **2.10 Maximização dos lucros**

“A teoria microeconômica tradicional (também chamada de teoria neoclássica ou teoria marginalista) parte da premissa de que as empresas têm como objetivo maior a maximização de lucros, seja a curto ou a longo prazo” (VASCONCELLOS; GARCIA, 2004, P.73).

O lucro total pode ser definido como a diferença entre as receitas de venda da empresa e seus custos totais de produção. Desta forma a empresa, desejando maximizar seus lucros, escolherá o nível de produção para o qual a diferença positiva entre a receita total e custo total seja a maior possível (VASCONCELLOS; GARCIA, 2004).

## **2.11 Produção**

Segundo Vasconcellos e Garcia (2004) produção é o processo de transformação, onde diferentes insumos ou fatores de produção são combinados de forma a produzir o bem ou serviço final para venda no mercado.

Esses insumos são combinados de diferentes formas, são os chamados processos ou métodos de produção. Estes por sua vez podem ser escolhidos de acordo com sua eficiência, que pode ter um enfoque do ponto de vista técnico ou econômico. Um método é tecnicamente eficiente quando, comparado com outros métodos, utiliza a menor quantidade de insumos para produzir uma quantidade equivalente do produto. Já a eficiência econômica diz respeito ao método de produção mais barato relativamente a outros métodos (VASCONCELLOS; GARCIA, 2004).

## **2.12 Função de produção**

“A função da produção é a relação que mostra a quantidade física obtida do produto a partir da quantidade física utilizada dos fatores de produção em determinado período de tempo” (VASCONCELLOS; GARCIA, 2004, p.59).

Assim definida admite-se sempre que o empresário esteja utilizando a maneira mais eficiente de utilizar os fatores e, conseqüentemente, obter a maior quantidade produzida do produto (VASCONCELLOS; GARCIA, 2004).

### **2.13 Gestão da produção e operações**

A gestão de operações ocupa-se da atividade de gerenciamento estratégico dos recursos escassos (humanos, tecnológicos, informacionais e outros), de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços, com o objetivo de atender a necessidade e/ou expectativas de qualidade, tempo e custos de seus clientes. Além de compatibilizar este objetivo com as necessidades de eficiência no uso dos recursos que os objetivos estratégicos da organização requerem (CORRÊA, H.; CORRÊA, C., 2009).

### **2.14 Depreciação**

Segundo Minette et al. (2008) a depreciação pode ser definida como um processo que registra a perda de valor de um bem devido a desgastes, danos e obsolescência, ao longo de sua vida útil.

A depreciação de um bem se dá durante um prazo chamado vida útil, a qual pode ser real se resultar de pesquisa científica realizada para o bem específico analisado, e pode ser contábil, se, além de pesquisa científica houver eventualmente algumas aproximações de ordem prática determinadas pela Receita Federal (HIRSCHFELD, 2000).

#### **2.14.1 Depreciação real**

De acordo com Hirschfeld (2000) a depreciação real é a diminuição efetiva do valor de um bem resultante do desgaste pelo uso, ação da natureza ou obsolescência normal. Citando como exemplo a diminuição efetiva do valor de uma ferramenta motivada pelo desgaste físico, a diminuição do valor de um televisor motivada pelo uso, ou a diminuição efetiva do valor de um aparelho fotográfico motivada pela obsolescência.

#### **2.14.2 Depreciação contábil**

Ainda de acordo com Hirschfeld (2000) a depreciação contábil é a diminuição do valor contábil de um bem, resultante do decurso do prazo decorrido desde a sua aquisição até o instante atribuído ao desgaste físico, ao uso ou à obsolescência.

## **2.15 Métodos de depreciação**

De acordo com Cunha (2011) os diversos métodos de depreciação existentes exprimem o perfil do empreendedor, à medida que traduzem a política de investimentos na reconstituição dos ativos produtivos.

### **2.15.1 Método linear**

“A depreciação linear supõe que a depreciação por período é uma porcentagem constante do valor inicial do ativo e, portanto, é a mesma em todos os períodos. O valor contábil do equipamento declina linearmente com o tempo de uso” (TORRES, 2006, p.39).

### **2.15.2 Método exponencial**

Para aplicar o método exponencial, é necessário fundamentar uma taxa fixa aplicada sobre o saldo contábil do período anterior. Portanto, neste método, o equipamento é depreciado mediante uma taxa fixa, a qual influencia sobre o valor não depreciado ao final de cada período anterior (SIMÕES, CERVI, FENNER, 2013).

### **2.15.3 Método somatório dos dígitos periódicos**

Esse método consiste em determinar quotas de depreciação decrescentes ao decorrer da vida útil econômica da máquina, dado pela razão entre o ano atual e o somatório dos dígitos dos anos. Porém, apresenta como característica uma quota de depreciação ainda maior do valor a ser depreciado nos primeiros anos de vida do ativo. Este decréscimo nas quotas de depreciação é dado pela razão entre o ano corrente e o somatório dos dígitos, sendo a primeira quota de depreciação dada pela razão entre o último ano de vida útil econômica e o somatório dos seus dígitos, a segunda quota pela razão do penúltimo ano de vida útil econômica pelo somatório dos dígitos e assim por diante (SIMÕES, CERVI, FENNER, 2013).

#### **2.15.4 Método fundo de renovação**

Por meio desse método, é plausível compor uma reserva de capital, com a qual os juros são incidentes, de modo que ao final da vida útil econômica do equipamento, o valor final consista em ser suficiente para repô-lo. (SIMÕES, CERVI, FENNER, 2013).

#### **2.19 Viabilidade técnica e viabilidade econômica**

Segundo Torres (2006) primeiramente, um projeto deve ter viabilidade técnica, isto é, pode ser realizado com os procedimentos de engenharia e equipamentos disponíveis, porém a viabilidade técnica é necessária, mas não é suficiente; é preciso que haja também viabilidade econômica, isto é, o investimento somente é viável se remunerar adequadamente o capital investido, ou seja, os benefícios devem ser maiores que os custos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

No desenvolvimento deste trabalho foram coletadas informações sobre os requisitos necessários para atender a operação de corte a plasma e realizado uma pesquisa para verificar as opções e preços de máquinas similares de corte a plasma manual existentes no mercado que atendam aos requisitos especificados para comparação.

As máquinas analisadas são as seguintes:

- Eutectic Airjet 101 IMV, com faixa de corrente de corte de 20 a 100 ampéres, capacidade máxima de corte de 30 mm, consumo de energia de 22,5 KWh, consumo de ar comprimido de 220 L/min., velocidade de corte (alumínio 6 mm) de 5000 mm/min (100 A) e preço de R\$ 15.260,00;
- Hypertherm Powermax 85, com faixa de corrente de corte de 25 a 85 ampéres, capacidade máxima de corte de 25 mm, consumo de energia de 20 KWh, consumo de ar comprimido de 189 L/min., velocidade de corte (alumínio 6 mm) de 4900 mm/min (85 A) e preço de R\$ 13.000,00;
- Telwin Superplasma 130 HF, com faixa de corrente de corte de 65 a 120 ampéres, capacidade máxima de corte de 35 mm, consumo de energia de 30 KWh, consumo de ar comprimido de 200 L/min., velocidade de corte (alumínio 6 mm) de 8000 mm/min (120 A) e preço de R\$ 14.000,00;
- Lincoln Tomahawk 1000, com faixa de corrente de corte de 20 a 60 ampéres, capacidade máxima de corte de 25 mm, consumo de energia de 15 KWh,

consumo de ar comprimido de 130 L/min., velocidade de corte (alumínio 6 mm) de 4000 mm/min (60 A) e preço de R\$ 14.500,00.

### 3.2 Métodos

Foi realizado uma delimitação de alguns parâmetros técnicos de produção da máquina de corte a plasma para possibilitar o desenvolvimento do trabalho. Desta forma foram considerados, para escolha dos equipamentos à serem estudados, os seguintes requisitos técnicos: capacidade de corte até 25 mm (espessura), velocidade de corte acima de 3900 milímetros lineares por minuto (para alumínio 6 mm) e utilização de ar comprimido como gás de plasma. Não foram considerados fatores como proximidade com assistência técnica, garantia, preço de consumíveis (eletrodos, bicos de corte, acopladores), devido a restrição destas informações, para pessoa física, pelas empresas fornecedoras das máquinas.

Para viabilidade econômica utilizou-se dos custos de aquisição dos equipamentos, depreciação e custo final de operação.

As técnicas de viabilidade econômica são pautadas na produtividade do equipamento associado ao seu custo operacional. Como taxa mínima de atratividade será empregado a taxa de juros vigente para empréstimos do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). A partir daí foi realizado a análise econômica de 4 equipamentos pesquisados a fim de escolher a melhor opção de compra.

#### 3.2.1 Depreciação

Foi estimado a depreciação das máquinas através de 4 métodos. Para realização dos cálculos, considerou-se 10 anos de vida útil, sendo o valor final 10% do valor inicial dos equipamentos. As fórmulas dos métodos utilizados são apresentadas a seguir.

A - Método de depreciação linear

$$Da = \frac{Vi - Vf}{Vu}$$

(SIMÕES, CERVI, FENNER, 2013)

Onde,

- Da – depreciação ao ano (R\$ ano<sup>-1</sup>);  
 V<sub>i</sub> – valor inicial da máquina (R\$);  
 V<sub>f</sub> – valor final da máquina (R\$);  
 V<sub>u</sub> – vida útil econômica da máquina (anos).

#### B - Método de depreciação exponencial

$$t = 1 - \left(\frac{V_f}{V_i}\right)^{\frac{1}{n}}$$

(SIMÕES, CERVI, FENNER, 2013)

Onde,

- t – taxa de depreciação aplicada ao saldo anterior não depreciado (R\$);  
 n – vida útil econômica da máquina (anos);  
 V<sub>f</sub> – valor final da máquina (R\$);  
 V<sub>i</sub> – valor inicial da máquina (R\$).

#### C - Método de depreciação pela soma dos dígitos periódicos

$$d_n = \frac{n - (N - 1)}{Sd} (Vi - Vf)$$

(SIMÕES, CERVI, FENNER, 2013)

Onde,

- D<sub>n</sub> – depreciação no ano atual (R\$ ano<sup>-1</sup>);  
 n – vida útil econômica da máquina (anos);  
 N – ano da vida útil econômica em análise;  
 V<sub>i</sub> – valor inicial da máquina (R\$);  
 V<sub>f</sub> – valor final da máquina (R\$).

#### D - Método de depreciação fundo de renovação

$$a = (Vi - Vf) \frac{i}{(1 + i)^n - 1}$$

(SIMÕES, CERVI, FENNER, 2013)

a – quota de depreciação anual (R\$ ano<sup>-1</sup>);

V<sub>i</sub> – valor inicial da máquina (R\$);

V<sub>f</sub> – valor final da máquina (R\$);

i – taxa de juros ao ano (%);

n – vida útil econômica da máquina (anos).

A taxa de juros aplicada foi de 12,75% a.a.

Apresentou-se os valores de depreciação pelos diferentes métodos em tabelas.

### 3.2.2 Cálculo do custo

O objetivo do cálculo do custo foi:

- Valor do custo total por hora, ou seja o custo da depreciação por hora somado ao custo da energia por hora.
- Valor do custo total por milímetro considerando-se o custo de depreciação, energia e ponderando-se com a produtividade.

Considerou-se para o cálculo dos custos uma jornada de trabalho de 8 horas por dia e 22 dias trabalhados por mês, sendo 60 % destas horas com uso efetivo do equipamento em análise. Desta forma chegou-se ao valor de 105,6 horas/máquina por mês e 1267,2 horas/máquina por ano.

Assim pode-se chegar ao valor da depreciação por hora dividindo o valor anual pelo total de horas/máquina ao ano. E para calcular o custo de energia por hora, basta multiplicar o consumo de energia por hora (KWh) da máquina pelo preço do KWh (R\$ 0,45).

O custo por milímetro considerou um exemplo de um milhão de milímetros lineares para que os valores fossem de melhor visualização.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Depreciação

Nesta seção se analisa os métodos de depreciação das máquinas selecionadas.

Na tabela 1 observa-se as quotas de depreciação da máquina Eutectic cujo valor de aquisição é de R\$ 15.260,00. A depreciação linear apresenta quotas iguais de R\$ 1373,40 . A depreciação exponencial apresenta uma maior cota de depreciação nos primeiros anos, sendo R\$3138,55 no primeiro ano reduzindo-se até o décimo ano para R\$395,12.

Tabela 1 - Comparação das quotas de depreciação anual da máquina Eutectic

Período (Anos)	LINEAR (R\$)	EXPONENCIAL (R\$)	SOMA DOS DÍGITOS (R\$)	FUNDO DE RENOVAÇÃO (R\$)
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1373,40	3138,55	2497,09	754,71
2	1373,40	2493,04	2247,38	850,94
3	1373,40	1980,29	1997,67	959,43
4	1373,40	1573,00	1747,96	1081,76
5	1373,40	1249,48	1498,25	1219,68
6	1373,40	992,50	1248,55	1375,19
7	1373,40	788,37	998,84	1550,53
8	1373,40	626,22	749,13	1748,22
9	1373,40	497,43	499,42	1971,12
10	1373,40	395,12	249,71	2222,43

Na tabela 2 observa-se as quotas de depreciação da máquina Hypertherm cujo valor de aquisição é de R\$ 13.000,00. Nota-se que os métodos exponencial e soma dos dígitos periódicos resultam em uma depreciação decrescente, com valores de R\$ 2673,73 e R\$ 2127,27 no primeiro ano e de R\$ 336,60 e R\$ 212,73 no último ano respectivamente.

Tabela 2 - Comparação das quotas de depreciação anual da máquina Hypertherm

Período (Anos)	LINEAR (R\$)	EXPONENCIAL (R\$)	SOMA DOS DÍGITOS (R\$)	FUNDO DE RENOVAÇÃO (R\$)
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1170,00	2673,73	2127,27	642,94
2	1170,00	2123,82	1914,55	724,91
3	1170,00	1687,01	1701,82	817,34
4	1170,00	1340,04	1489,09	921,55
5	1170,00	1064,43	1276,36	1039,05
6	1170,00	845,51	1063,64	1171,53
7	1170,00	671,61	850,91	1320,89
8	1170,00	533,48	638,18	1489,31
9	1170,00	423,76	425,45	1679,20
10	1170,00	336,60	212,73	1893,29

Na tabela 3 observa-se as quotas de depreciação da máquina Telwin cujo valor de aquisição é de R\$ 14.000,00. O método fundo de renovação apresenta uma depreciação crescente com valores iniciais mais suaves comparados aos outros métodos, sendo o valor de R\$ 692,39 no primeiro ano e R\$ 2038,93 para o último ano.

Tabela 3 - Comparação das quotas de depreciação anual da máquina Telwin

Período (Anos)	LINEAR (R\$)	EXPONENCIAL (R\$)	SOMA DOS DÍGITOS (R\$)	FUNDO DE RENOVAÇÃO (R\$)
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1260,00	2879,40	2290,91	692,39
2	1260,00	2287,19	2061,82	780,67
3	1260,00	1816,78	1832,73	880,21
4	1260,00	1443,12	1603,64	992,44
5	1260,00	1146,31	1374,55	1118,97
6	1260,00	910,55	1145,45	1261,64
7	1260,00	723,27	916,36	1422,50
8	1260,00	574,52	687,27	1603,87
9	1260,00	456,35	458,18	1808,36
10	1260,00	362,50	229,09	2038,93

Na tabela 4 observa-se as quotas de depreciação da máquina Lincoln cujo valor de aquisição é de R\$ 14.500,00. A escolha do método de depreciação mais adequado ao equipamento pode ser feita levando em consideração a intensidade da sua utilização, ou seja, se o equipamento for de uso intensivo seria interessante o método de depreciação exponencial, pois se for necessário repor este equipamento antes do fim de sua vida útil o valor já depreciado será maior. Caso o equipamento não tenha uso intensivo seria interessante a utilização do método fundo de renovação pois sua depreciação começa com valores mais suaves e provavelmente o equipamento durará além da vida útil estimada.

Tabela 4 - Comparação das quotas de depreciação anual da máquina Lincoln

Período (Anos)	LINEAR (R\$)	EXPONENCIAL (R\$)	SOMA DOS DÍGITOS (R\$)	FUNDO DE RENOVAÇÃO (R\$)
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1305,00	2982,24	2372,73	717,12
2	1305,00	2368,88	2135,45	808,56
3	1305,00	1881,67	1898,18	911,65
4	1305,00	1494,66	1660,91	1027,88
5	1305,00	1187,25	1423,64	1158,94
6	1305,00	943,07	1186,36	1306,70
7	1305,00	749,10	949,09	1473,31
8	1305,00	595,04	711,82	1661,15
9	1305,00	472,65	474,55	1872,95
10	1305,00	375,44	237,27	2111,75

Na tabela 5 observa-se que a máquina Eutetic cujo o valor é de R\$15260,00 depreciou até o quinto ano R\$ 6867,00 pelo método linear, R\$ 10434,36 pelo exponencial, R\$ 9988,36 pela soma dos dígitos e R\$ 4866,51 pelo método do fundo de renovação. Percebe-se que se a substituição do equipamento (uso intensivo) fosse realizada antes do fim da vida útil (5º ano) o melhor método para depreciá-lo seria o exponencial, uma vez que o valor acumulado da depreciação é maior.

Tabela 5 - Depreciação acumulada da máquina Eutectic nos primeiros 5 anos

Período (Anos)	LINEAR (R\$)	EXPONENCIAL (R\$)	SOMA DOS DÍGITOS (R\$)	FUNDO DE RENOVAÇÃO (R\$)
1	1373,40	3138,55	2497,09	754,71
2	2746,80	5631,59	4744,47	1605,65
3	4120,20	7611,88	6742,15	2565,07
4	5493,60	9184,88	8490,11	3646,83
5	6867,00	10434,36	9988,36	4866,51

Na tabela 6 observa-se que a máquina Hypertherm cujo o valor é de R\$ 13000,00 depreciou até o quinto ano R\$ 5850,00 pelo método linear, R\$ 8889,04 pelo exponencial, R\$ 8509,09 pela soma dos dígitos e R\$ 4145,78 pelo método do fundo de renovação. A escolha do método de depreciação a ser adotado é muito importante para o equilíbrio entre os custos e receitas da empresa, por isso deve ser feita levando em consideração a intensidade de utilização do equipamento, ou seja, da produção do equipamento. Como exemplo, a empresa que escolher o método exponencial deve ter a produção e utilização do equipamento equilibrados com custos anuais de depreciação deste método.

Tabela 6 - Depreciação acumulada da máquina Hypertherm nos primeiros 5 anos

Período (Anos)	<b>LINEAR (R\$)</b>	<b>EXPONENCIAL (R\$)</b>	<b>SOMA DOS DÍGITOS (R\$)</b>	<b>FUNDO DE RENOVAÇÃO (R\$)</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1170,00	2673,73	2127,27	642,94
2	2340,00	4797,55	4041,82	1367,85
3	3510,00	6484,57	5743,64	2185,19
4	4680,00	7824,61	7232,73	3106,74
5	5850,00	8889,04	8509,09	4145,78

Na tabela 7 observa-se que a máquina Telwin cujo o valor é de R\$ 14000,00 depreciou até o quinto ano R\$ 6300,00 pelo método linear, R\$ 9572,81 pelo exponencial, R\$ 9163,64 pela soma dos dígitos e R\$ 4464,69 pelo método do fundo de renovação.

Tabela 7 - Depreciação acumulada da máquina Telwin nos primeiros 5 anos

Período (Anos)	<b>LINEAR (R\$)</b>	<b>EXPONENCIAL (R\$)</b>	<b>SOMA DOS DÍGITOS (R\$)</b>	<b>FUNDO DE RENOVAÇÃO (R\$)</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1260,00	2879,40	2290,91	692,39
2	2520,00	5166,60	4352,73	1473,07
3	3780,00	6983,38	6185,45	2353,28
4	5040,00	8426,50	7789,09	3345,72
5	6300,00	9572,81	9163,64	4464,69

Na tabela 8 observa-se que a máquina Lincoln cujo o valor é de R\$ 14500,00 depreciou até o quinto ano R\$ 6525,00 pelo método linear, R\$ 9914,70 pelo exponencial, R\$ 9490,91 pela soma dos dígitos e R\$ 4624,14 pelo método do fundo de renovação.

Tabela 8 - Depreciação acumulada da máquina Lincoln nos primeiros 5 anos

Período (Anos)	LINEAR (R\$)	EXPONENCIAL (R\$)	SOMA DOS DÍGITOS (R\$)	FUNDO DE RENOVAÇÃO (R\$)
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1305,00	2982,24	2372,73	717,12
2	2610,00	5351,12	4508,18	1525,68
3	3915,00	7232,79	6406,36	2437,33
4	5220,00	8727,45	8067,27	3465,21
5	6525,00	9914,70	9490,91	4624,14

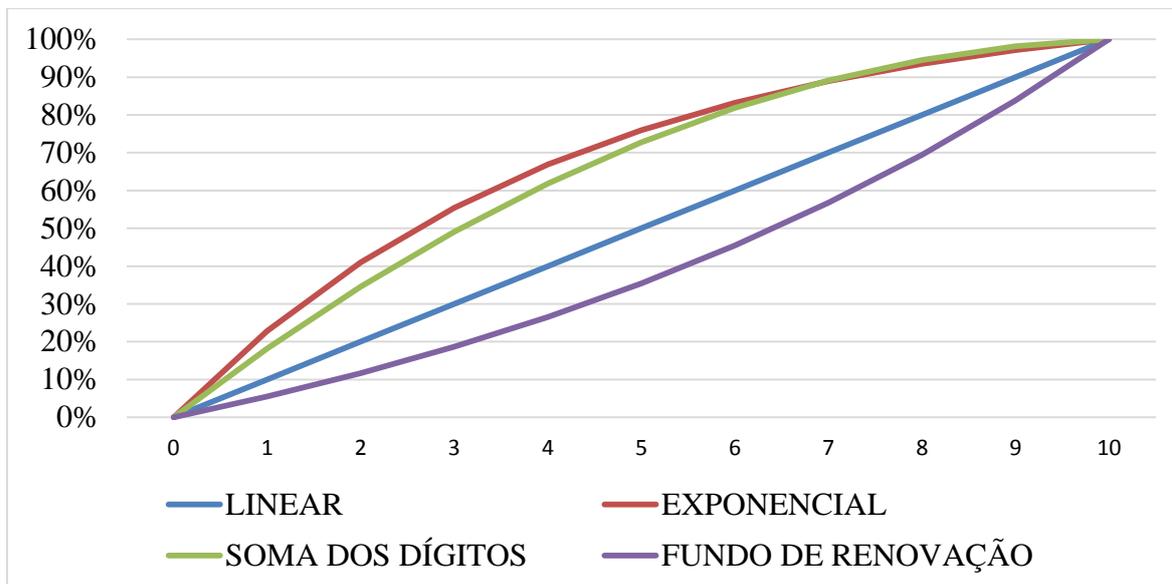
Na tabela 9 observa-se as diferenças entre os percentuais da depreciação acumulada pelos diferentes métodos.

Tabela 9 - Percentual de depreciação acumulada ao longo dos anos nos diferentes métodos

Período (Anos)	LINEAR	EXPONENCIAL	SOMA DOS DÍGITOS	FUNDO DE RENOVAÇÃO
0	0%	0%	0,00	0,00
1	10,0%	22,9%	18,2%	5,5%
2	20,0%	41,0%	34,5%	11,7%
3	30,0%	55,4%	49,1%	18,7%
4	40,0%	66,9%	61,8%	26,6%
5	50,0%	76,0%	72,7%	35,4%
6	60,0%	83,2%	81,8%	45,4%
7	70,0%	88,9%	89,1%	56,7%
8	80,0%	93,5%	94,5%	69,5%
9	90,0%	97,1%	98,2%	83,8%
10	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Observa-se na Figura 3 que a curva do método fundo de renovação é convexa por apresentar uma depreciação mais suave que é feita de forma a compor uma reserva de capital sobre o qual incidem juros. Já o método linear apresenta uma linha reta, pois a depreciação é feita a taxas constantes, ou seja, apresenta cotas anuais iguais. Os métodos exponencial e soma dos dígitos são parecidos apresentando uma curva côncava e propiciam uma carga anual de depreciação decrescente, sendo que seus valores se assemelham mais a partir do sétimo ano.

Figura 3 - Comportamento do percentual da depreciação acumulada pelos diferentes métodos ao longo dos anos



## 4.2 Análise de custos

Nesta seção apresenta-se os custos com energia elétrica e depreciações de cada máquina, sendo utilizado o método linear e exponencial (cinco primeiros anos) para comparação dos valores, já que o método de depreciação a ser utilizado depende das características de cada empresa.

A tabela 10 relaciona o custo de energia elétrica com a produção das máquinas em estudo. Observa-se que a máquina Eutetic é que possui o maior custo por mm cortado, contudo a Telwin apresenta o maior custo por hora devido a maior produtividade. A Lincoln e a Telwin tem o mesmo custo de energia elétrica por milímetro.

Tabela 10 – Custo de insumos e produção das máquinas

MÁQUINAS	EUTECTIC	HYPER THERM	TELWIN	LINCOLN
Produção hora (mm)	300000	294000	480000	240000
Gasto energia (KW/mm)	0,000075	0,00006803	0,0000625	0,0000625
Custo energia (R\$/mm)	0,00003375	0,000030612	0,000028125	0,000028125
Custo energia (R\$/hora)	10,13	9,00	13,50	6,75
Produção mês (mm)	31680000	31046400	50688000	25344000

Observa-se na tabela 11 o custo total por hora de cada máquina resultante da soma dos custos da energia por hora e depreciação linear por hora. Verifica-se que a máquina Lincoln

apresenta o menor custo total (R\$ 7,78) seguida das máquinas Hypertherm (R\$ 9,92), Eutectic (R\$ 11,21) e Telwin (R\$ 14,49) respectivamente.

Tabela 11 – Custos de energia e depreciação linear (R\$)

	<b>EUTECTIC</b>	<b>HYPERTHERM</b>	<b>TELWIN</b>	<b>LINCOLN</b>
Depreciação ano	1.373,40	1.170,00	1.260,00	1.305,00
Depreciação hora (a)	1,08	0,92	0,99	1,03
Energia hora (b)	10,13	9,00	13,50	6,75
Custo total por hora (a+b)	11,21	9,92	14,49	7,78

Observa-se na figura 4 o custo total por hora de cada máquina resultante da soma dos custos da energia por hora e depreciação exponencial por hora dos primeiros 5 anos da vida útil para comparação dos valores. Verifica-se que a máquina Hypertherm apresenta os menores valores de depreciação por hora, porém a máquina Lincoln apresenta o menor custo de energia por hora, resultando nos menores valores de custo total por hora.

Figura 4 – Custos de energia e depreciação exponencial

<b>Período</b>	<b>EUTECTIC</b>	<b>HYPERTHERM</b>	<b>TELWIN</b>	<b>LINCOLN</b>
<b>DEPRECIÇÃO POR ANO (R\$)</b>				
Ano 1	3138,55	2673,73	2879,40	2982,24
Ano 2	2493,04	2123,82	2287,19	2368,88
Ano 3	1980,29	1687,01	1816,78	1881,67
Ano 4	1573,00	1340,04	1443,12	1494,66
Ano 5	1249,48	1064,43	1146,31	1187,25
<b>DEPRECIÇÃO POR HORA (R\$)</b>				
Ano 1 (a)	2,48	2,11	2,27	2,35
Ano 2 (b)	1,97	1,68	1,80	1,87
Ano 3 (c)	1,56	1,33	1,43	1,48
Ano 4 (d)	1,24	1,06	1,14	1,18
Ano 5 (e)	0,99	0,84	0,90	0,94
<b>CUSTO ENERGIA POR HORA</b>				
Custo energia (R\$/h) (z)	10,13	9,00	13,50	6,75
<b>CUSTO TOTAL POR HORA</b>				
CT ano 1 (R\$/h) (a+z)	12,60	11,11	15,77	9,10
CT ano 2 (R\$/h) (b+z)	12,09	10,68	15,30	8,62
CT ano 3 (R\$/h) (c+z)	11,69	10,33	14,93	8,23
CT ano 4 (R\$/h) (d+z)	11,37	10,06	14,64	7,93
CT ano 5 (R\$/h) (e+z)	11,11	9,84	14,40	7,69

Na tabela 12 observa-se o custo para o corte de um milhão de milímetros de corte a plasma para as quatro máquinas do estudo. Utilizou-se esta quantidade para melhor visualização. A Telwin foi a de menor custo para os cinco anos de depreciação exponencial. Isto ocorreu devido a maior produtividade do equipamento que atinge 480.000 mm por hora. Cabe observar que a máquina de menor custo do segundo ao quinto ano após a Telwin foi a Lincoln, que é a máquina com a menor produtividade por hora entre as estudadas (240.000 mm). Contudo apresenta o mesmo custo de energia que a Telwin. A Eutetic e a Hypertherm consomem mais energia (Tabela 10). O maior custo total entre as máquinas foi a Eutetic que apresenta o maior custo de depreciação (maior valor de aquisição) e o maior consumo de energia.

Tabela 12 - Custos totais para a produção de 1.000.000 mm de corte por máquina

Custo	EUTECTIC (R\$)	HYPERTHERM (R\$)	TELWIN (R\$)	LINCOLN (R\$)
Ano 1	42,00	37,79	32,85	37,92
Ano 2	40,30	36,33	31,88	35,92
Ano 3	38,97	35,14	31,10	34,29
Ano 4	37,90	34,22	30,50	33,04
Ano 5	37,03	33,47	30,00	32,04

Na tabela 13 simulou-se a máquina Telwin operando no máximo da capacidade da Hypertherm e Lincoln. A produção da Hypertherm representa 61,25% da produção da Telwin e a Lincoln 50%. Mesmo nesta situação a Telwin apresenta o menor custo, tendo em vista que a depreciação continua fixa com a energia se tornando variável.

Tabela 13 - Custo de operação da Telwin na capacidade da Hypertherm e Lincoln

Custo	HYPERTHERM (R\$)	LINCOLN (R\$)	OPERAÇÃO TELWIN	
			61,25% (R\$)	50,00% (R\$)
Ano 1	11,11	9,10	10,54	9,02
Ano 2	10,68	8,62	10,07	8,55
Ano 3	10,33	8,23	9,70	8,18
Ano 4	10,06	7,93	9,41	7,89
Ano 5	9,84	7,69	9,17	7,65

## 5 CONCLUSÃO

A depreciação do equipamento é um importante fator de custo. O fator preponderante para o cálculo da depreciação é o custo de aquisição. Desta forma, a máquina Eutetic apresentou o maior custo de depreciação (Método linear = R\$ 1,08/hora) em todas as modalidades seguida pela Lincoln (R\$ 1,03/hora), Telwin (R\$ 0,99/hora) e Hypertherm (R\$ 0,92/hora).

Entre as modalidades de depreciação a escolha da mais adequada depende da intensidade de uso. A depreciação linear apresenta a mesma depreciação ano após ano sem considerar o desgaste do equipamento. Esta forma é utilizada para fins contábeis que atribui a depreciação como uma despesa linear reduzindo-se a lucratividade. O método exponencial começa com uma depreciação de até 20% atingindo 76% em cinco anos. Como é a mais acelerada se atribui um custo maior de operação nos primeiros anos decrescendo até o décimo ano, sendo adequado para empresas que operam com uso intensivo, ou seja, mais próximo da capacidade máxima produtiva. O método de soma dos dígitos é intermediário atingindo 72% de depreciação em cinco anos, sendo menos intensivo do que o exponencial. Por fim, no método de fundo de renovação, a depreciação é bastante suave sendo indicada para usos pouco intensivos em que a máquina venha a ser substituída em até 10 anos.

A escolha do equipamento para uma empresa deve considerar a depreciação e, neste caso o consumo de energia, devido ser este um insumo representativo para o corte a plasma. A máquina que apresentou o menor custo total, considerando-se o consumo de energia e a depreciação foi a Telwin com R\$ 32,85 no primeiro ano com depreciação exponencial para a simulação de um milhão de milímetros de corte. É importante destacar que a produtividade foi o fator determinante para que a Telwin fosse a melhor opção. Contudo, simulou-se a operação

com a produtividade por hora da segunda colocada de menor custo (Lincoln, 50% da capacidade da Telwin) e a terceira (Hypertherm, 61,25% da capacidade) que possibilitou confirmar o menor custo para a Telwin. Outras simulações podem ser feitas para capacidades menores o que levaria a mudança de resultados tendo em vista a proximidades de resultado da Lincoln e da Telwin com uma capacidade menor, pois com uma redução da produção aumentaria a importância do custo fixo (depreciação) e reduziria o variável (energia).

Desta forma pode-se concluir que a decisão de compra deve ser baseada não só pelo preço e capacidade do equipamento, mas pelos seus custos totais relacionados a capacidade produtiva. Outros fatores podem ser analisados considerando-se situações específicas como gastos com consumíveis como eletrodo, bocal de corte e ainda a durabilidade do equipamento e disponibilidade de assistência técnica.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. L. de. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 202 p.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços**. São Paulo: Atlas, 2009. 446 p.
- CUNHA, J. L. O. **Impactos econômicos da depreciação de sistemas de irrigação por gotejamento na produção agrícola**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2011. 61 p.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. São Paulo: Atlas, 2000. 519p.
- LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 223 p.
- LIMA, E. G. Corte a plasma. **Revista da soldagem ABS**, São Paulo. Ano 2 n. 9, p. 18-26. 2006.
- MINETTE, L. J.; SILVA, E. N. S.; FREITAS, K. E.; SOUZA, A. P. SILVA, E. P. Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada em Niquelândia, Goiás. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. Campina Grande, v.12, n.6, p.659–665. 2008.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 619 p.
- PAIVA, E. L.; CARVALHO JUNIOR, J. M.; FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégia de produção e de operações: conceitos, melhores práticas e visão do futuro**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 253 p.
- ROSSETI, J. P. **Introdução à economia**. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 922p.
- SIMÕES, D.; CERVI, R. G.; FENNER, P. T. Análise da depreciação do *forwarder* com aplicação do custo anual uniforme equivalente. **Revista Tekhne e Logos**, Botucatu, v.4, n.2, p. 34-49. 2013.
- TORRES, O. F. F.; **Fundamentos da engenharia econômica e da análise econômica de projetos**. São Paulo: Thomson Learning, 2006. 145 p.
- VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 246 p.

## APÊNDICE A – Depreciação linear

### Estimativa de depreciação linear da máquina Eutectic

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	15260,00
1	1373,40	1373,40	13886,60
2	1373,40	2746,80	12513,20
3	1373,40	4120,20	11139,80
4	1373,40	5493,60	9766,40
5	1373,40	6867,00	8393,00
6	1373,40	8240,40	7019,60
7	1373,40	9613,80	5646,20
8	1373,40	10987,20	4272,80
9	1373,40	12360,60	2899,40
10	1373,40	13734,00	1526,00

### Estimativa de depreciação linear da máquina Hypertherm

Periodo (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	13000,00
1	1170,00	1170,00	11830,00
2	1170,00	2340,00	10660,00
3	1170,00	3510,00	9490,00
4	1170,00	4680,00	8320,00
5	1170,00	5850,00	7150,00
6	1170,00	7020,00	5980,00
7	1170,00	8190,00	4810,00
8	1170,00	9360,00	3640,00
9	1170,00	10530,00	2470,00
10	1170,00	11700,00	1300,00

## Estimativa de depreciação linear da máquina Telwin

Periodo (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	14000,00
1	1260,00	1260,00	12740,00
2	1260,00	2520,00	11480,00
3	1260,00	3780,00	10220,00
4	1260,00	5040,00	8960,00
5	1260,00	6300,00	7700,00
6	1260,00	7560,00	6440,00
7	1260,00	8820,00	5180,00
8	1260,00	10080,00	3920,00
9	1260,00	11340,00	2660,00
10	1260,00	12600,00	1400,00

## Estimativa de depreciação linear da máquina Lincoln

Periodo (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	14500,00
1	1305,00	1305,00	13195,00
2	1305,00	2610,00	11890,00
3	1305,00	3915,00	10585,00
4	1305,00	5220,00	9280,00
5	1305,00	6525,00	7975,00
6	1305,00	7830,00	6670,00
7	1305,00	9135,00	5365,00
8	1305,00	10440,00	4060,00
9	1305,00	11745,00	2755,00
10	1305,00	13050,00	1450,00

## APÊNDICE B – Depreciação exponencial

Estimativa de depreciação exponencial da máquina Eutectic

Periodo (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	15260,00
1	3138,55	3138,55	12121,45
2	2493,04	5631,59	9628,41
3	1980,29	7611,88	7648,12
4	1573,00	9184,88	6075,12
5	1249,48	10434,36	4825,64
6	992,50	11426,86	3833,14
7	788,37	12215,23	3044,77
8	626,22	12841,45	2418,55
9	497,43	13338,88	1921,12
10	395,12	13734,00	1526,00

Estimativa de depreciação exponencial da máquina Hypertherm

Periodo (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	13000,00
1	2673,73	2673,73	10326,27
2	2123,82	4797,55	8202,45
3	1687,01	6484,57	6515,43
4	1340,04	7824,61	5175,39
5	1064,43	8889,04	4110,96
6	845,51	9734,55	3265,45
7	671,61	10406,16	2593,84
8	533,48	10939,64	2060,36
9	423,76	11363,40	1636,60
10	336,60	11700,00	1300,00

## Estimativa de depreciação exponencial da máquina Telwin

Periodo (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	14000,00
1	2879,40	2879,40	11120,60
2	2287,19	5166,60	8833,40
3	1816,78	6983,38	7016,62
4	1443,12	8426,50	5573,50
5	1146,31	9572,81	4427,19
6	910,55	10483,36	3516,64
7	723,27	11206,63	2793,37
8	574,52	11781,15	2218,85
9	456,35	12237,50	1762,50
10	362,50	12600,00	1400,00

## Estimativa de depreciação exponencial da máquina Lincoln

Periodo (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	14500,00
1	2982,24	2982,24	11517,76
2	2368,88	5351,12	9148,88
3	1881,67	7232,79	7267,21
4	1494,66	8727,45	5772,55
5	1187,25	9914,70	4585,30
6	943,07	10857,76	3642,24
7	749,10	11606,87	2893,13
8	595,04	12201,90	2298,10
9	472,65	12674,56	1825,44
10	375,44	13050,00	1450,00

### APÊNDICE C – Depreciação pela soma dos dígitos periódicos

Estimativa de depreciação pela soma dos dígitos da máquina Eutectic

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	15260,00
1	2497,09	2497,09	12762,91
2	2247,38	4744,47	10515,53
3	1997,67	6742,15	8517,85
4	1747,96	8490,11	6769,89
5	1498,25	9988,36	5271,64
6	1248,55	11236,91	4023,09
7	998,84	12235,75	3024,25
8	749,13	12984,87	2275,13
9	499,42	13484,29	1775,71
10	249,71	13734,00	1526,00

Estimativa de depreciação pela soma dos dígitos da máquina Hypertherm

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	13000,00
1	2127,27	2127,27	10872,73
2	1914,55	4041,82	8958,18
3	1701,82	5743,64	7256,36
4	1489,09	7232,73	5767,27
5	1276,36	8509,09	4490,91
6	1063,64	9572,73	3427,27
7	850,91	10423,64	2576,36
8	638,18	11061,82	1938,18
9	425,45	11487,27	1512,73
10	212,73	11700,00	1300,00

## Estimativa de depreciação pela soma dos dígitos da máquina Telwin

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	14000,00
1	2290,91	2290,91	11709,09
2	2061,82	4352,73	9647,27
3	1832,73	6185,45	7814,55
4	1603,64	7789,09	6210,91
5	1374,55	9163,64	4836,36
6	1145,45	10309,09	3690,91
7	916,36	11225,45	2774,55
8	687,27	11912,73	2087,27
9	458,18	12370,91	1629,09
10	229,09	12600,00	1400,00

## Estimativa de depreciação pela soma dos dígitos da máquina Lincoln

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	14500,00
1	2372,73	2372,73	12127,27
2	2135,45	4508,18	9991,82
3	1898,18	6406,36	8093,64
4	1660,91	8067,27	6432,73
5	1423,64	9490,91	5009,09
6	1186,36	10677,27	3822,73
7	949,09	11626,36	2873,64
8	711,82	12338,18	2161,82
9	474,55	12812,73	1687,27
10	237,27	13050,00	1450,00

## APÊNDICE D – Depreciação pelo método fundo de renovação

Estimativa de depreciação pelo fundo de renovação da máquina Eutectic

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	15260,00
1	754,71	754,71	14505,29
2	850,94	1605,65	13654,35
3	959,43	2565,07	12694,93
4	1081,76	3646,83	11613,17
5	1219,68	4866,51	10393,49
6	1375,19	6241,70	9018,30
7	1550,53	7792,23	7467,77
8	1748,22	9540,45	5719,55
9	1971,12	11511,57	3748,43
10	2222,43	13734,00	1526,00

Estimativa de depreciação pelo fundo de renovação da máquina Hypertherm

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0	0,00	0,00	13000,00
1	642,94	642,94	12357,06
2	724,91	1367,85	11632,15
3	817,34	2185,19	10814,81
4	921,55	3106,74	9893,26
5	1039,05	4145,78	8854,22
6	1171,53	5317,31	7682,69
7	1320,89	6638,20	6361,80
8	1489,31	8127,51	4872,49
9	1679,20	9806,71	3193,29
10	1893,29	11700,00	1300,00

## Estimativa de depreciação pelo fundo de renovação da máquina Telwin

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0		0,00	14000,00
1	692,39	692,39	13307,61
2	780,67	1473,07	12526,93
3	880,21	2353,28	11646,72
4	992,44	3345,72	10654,28
5	1118,97	4464,69	9535,31
6	1261,64	5726,33	8273,67
7	1422,50	7148,83	6851,17
8	1603,87	8752,71	5247,29
9	1808,36	10561,07	3438,93
10	2038,93	12600,00	1400,00

## Estimativa de depreciação pelo fundo de renovação da máquina Lincoln

Período (Anos)	Quota de depreciação	Depreciação acumulada	Valor Final
0		0,00	14500,00
1	717,12	717,12	13782,88
2	808,56	1525,68	12974,32
3	911,65	2437,33	12062,67
4	1027,88	3465,21	11034,79
5	1158,94	4624,14	9875,86
6	1306,70	5930,84	8569,16
7	1473,31	7404,15	7095,85
8	1661,15	9065,30	5434,70
9	1872,95	10938,25	3561,75
10	2111,75	13050,00	1450,00