

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**RAFAEL MERGER ARTUZO**

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA ALTERAÇÃO DO  
PROCESSO DE MOLDAGEM DE CHAPAS DE FOGÃO A LENHA**

**MONOGRAFIA**

**PATO BRANCO  
2017**

**RAFAEL MERGER ARTUZO**

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA ALTERAÇÃO DO  
PROCESSO DE MOLDAGEM DE CHAPAS DE FOGÃO A LENHA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, do Departamento Acadêmico de Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Donizetti de Lima.

**PATO BRANCO**

**2017**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Pato Branco

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
*II Curso de Especialização em Engenharia de Produção*



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### *ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA ALTERAÇÃO DO PROCESSO DE MOLDAGEM DE CHAPAS DE FOGÃO A LENHA*

por

**RAFAEL MERGER ARTUZO**

Esta Monografia foi apresentada em vinte e quatro de março de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

José Donizetti de Lima  
Prof.(a) Orientador(a)

---

Marcelo Gonçalves Trentin  
Membro titular

---

Gilson Adamczuk Oliveira  
Membro titular

**- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -**

## **AGRADECIMENTOS**

Especial agradecimento ao professor Dr. José Donizetti de Lima pela orientação e dedicação no desenvolvimento deste trabalho e por compartilhar seu conhecimento sempre de muito bom grado, e também ao professor Dr. Dalmarino Setti o qual nos auxiliou na parte técnica, cuja área temática domina com clareza, sem esquecer todos os professores, sem os quais não seria possível estar realizando este trabalho de conclusão de curso de especialização.

Agradeço também aos colegas Leomar Ulsenheimer e Rafael Daros, os quais foram imprescindíveis para a coleta de dados da empresa em questão, bem como o desenvolvimento de todo o trabalho.

Por fim, ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCTI/CNPQ – chamada universal 14/2014, processo n. 457.473/2014-2) por seu suporte financeiro, o qual financiou parcialmente o desenvolvimento dessa pesquisa.

Este trabalho foi publicado no VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (ConBRepro 2016) cujo link para acesso pode ser encontrado na sessão de referências ao final deste.

“Uma pessoa inteligente resolve um problema,  
um sábio o previne.”  
(EINSTEIN, Albert)

## RESUMO

ARTUZO, Rafael M. **Estudo de viabilidade econômica da alteração do processo de moldagem de chapas de fogão a lenha.** 2017. 27 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

O presente trabalho acadêmico tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da instalação de um sistema de moldagem em uma fundição, a qual produz ferro fundido, localizada no Sudoeste do Paraná. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, empregando-se a Metodologia Multi-índice Ampliado (MMIA) como ferramenta de análise quantitativa via aplicativo web \$AV€II e programação de planilhas eletrônicas no MS-Excel®. A viabilidade econômica do projeto de investimento (PI) foi obtida a partir de comparações de produtividade e custos associados, entre o processo produtivo atual (Pep Set) e o sistema em estudo (Cold-Box). Nesse caso, a diferença de custos é considerada o preço de venda do produto. Contudo, com a implementação desse PI, os valores podem ter variações devido à oscilação de demanda de produtos e variação nos custos de matéria-prima. Para contemplar estas variações, utilizou-se uma técnica probabilística via análise de cenários. Mesmo para o cenário pessimista considerado, o PI resultou em um retorno considerado de grau alto e baixos riscos. Dessa forma, recomenda-se a implementação do novo sistema de moldagem.

**Palavras-chave:** Fundição, Moldagem, *Cold-Box*, Avaliação Econômica, MMIA.

## ABSTRACT

ARTUZO, Rafael M. **Study of economic viability of change molding process for wood burning stove plates.** 2017. 27 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Federal Technology University - Parana. Pato Branco, 2017.

This paper aims to analyze the economic feasibility of installing a molding system in a foundry, which produces cast iron, located on the Paraná Southwest. The research is characterized as a case study, using the Expanded Multi-index Methodology (EMIM) and quantitative analysis tool web application  $\Delta V \Pi$  and programming spreadsheets in MS-Excel<sup>®</sup>. The economic viability of the investment project (IP) was obtained from comparisons of productivity and associated costs between the current production process (Pep Set) and the system under study (Cold-Box). In this case, the cost difference is considered the sales price of the product. However, with the implementation of this IP, the values may have variations due to a fluctuation of demand for products and changes in the costs of raw materials. To address these changes, we used a probabilistic technique via scenario analysis. Even for the worst case scenario considered, the IP resulted in a return considered high-grade and low risks. Therefore, we recommend the implementation of the new molding system.

**Keywords:** Casting, Molding, Cold-Box, Economic Viability, EMIM.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Input dos dados no \$AV€II .....	19
Figura 2 - Indicadores da Metodologia Multi-índice Ampliada – MMIA.....	20
Figura 3 - Espectro de validade da decisão (SOUZA e CLEMENTE, 2009) .....	22
Figura 4 - Confronto retorno esperado <i>versus</i> riscos estimados (LIMA, 2016) .....	23
Figura 5 - Estatísticas Descritivas .....	24



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Detalhamento do investimento proposto .....	13
Tabela 2 - Comparação de investimentos entre os processos.....	14
Tabela 3 - Comparação de custo de MDO entre os processos.....	15
Tabela 4 - Comparação de custo de energia elétrica entre os processos.....	15
Tabela 5 - Comparação de custo de manutenção entre os processos .....	16
Tabela 6 - Comparação de custo de matéria-prima entre os processos .....	16
Tabela 7 - Comparativo de custos entre os dois processos .....	17
Tabela 8 - Comparativo de custos entre os dois processos - Cenário pessimista ....	17
Tabela 9 - Comparativo de custos entre os dois processos - Cenário otimista .....	17

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>11</b>
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>12</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO PROJETO DE INVESTIMENTO ...	12
3.2 ANÁLISE ECONÔMICA DO PROJETO DE INVESTIMENTO .....	14
3.2.1 Investimentos .....	14
3.2.2 Custos de Produção Envolvidos.....	14
3.2.2.1 Mão de obra (MDO) .....	14
3.2.2.2 Energia elétrica .....	15
3.2.2.3 Manutenção.....	15
3.2.2.4 Insumos.....	16
3.2.2.5 Comparativo entre os processos.....	16
3.3 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PI.....	18
3.3.1 Inserção dos Dados no Aplicativo Web \$AV€II .....	18
3.3.2 Principais resultados obtidos.....	19
3.3.3 Análise dos Indicadores Econômicos.....	20
3.3.3.1 Análise da dimensão retorno.....	20
3.3.3.2 Análise da dimensão riscos.....	21
3.3.3.2 Análise dos limites de elasticidade e do confronto entre retorno e riscos ...	23
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor metalúrgico apresenta uma expressiva importância na economia brasileira, na qual a balança comercial do setor apresentou em 2015, saldo da ordem de US\$ 23,6 bilhões, representando 1,34% do Produto Interno Brasileiro (PIB) e 5,3% do PIB da indústria (MME, 2016). A empresa foco desse estudo faz parte do setor metalúrgico e devido a mudanças de processo realizadas, tornou-se mais competitiva no mercado. Em consequência disso, surgiram novos clientes e um aumento da demanda de um produto cuja denominação é chapa de fogão a lenha, fabricada em ferro fundido. Diante da necessidade de aumentar a produtividade desse produto, este trabalho tem por objetivo realizar um estudo de viabilidade econômica da instalação de uma linha de moldagem em *Cold-Box*.

Assim, a instalação de uma linha de moldagem em *Cold-Box* é o Projeto de Investimento (PI) em avaliação. Para realizar a avaliação econômica, pode ser utilizada a Metodologia Multi-índice (MMI), conforme proposto por Souza e Clemente (2009). Essa metodologia embasa o processo decisório quanto à aceitação de um PI utilizando diversos indicadores, categorizados nas classes de retorno e riscos (LIMA et al., 2015; FERRO et al., 2016).

Esses indicadores auxiliam o processo de tomada de decisão, sendo: Valor Presente (VP), Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), Índice Benefício Custo (IBC), Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA) e Índice ROIA/TMA para avaliar a dimensão retorno. Nesse caso, a TMA é a Taxa Mínima de Atratividade, considerada adequada pela empresa proponente do PI (SOUZA e CLEMENTE, 2009; LIMA et al, 2016).

Para avaliar a dimensão riscos são utilizados os índices TMA/TIR e Payback/N, em que N é o horizonte de planejamento. Além disso, para melhorar a percepção do risco, pode ser utilizada a Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA) proposta por Lima et al. (2015), a qual amplia a MMI de Souza e Clemente (2009) por meio da incorporação de limites de elasticidade para promover uma análise de sensibilidade nos principais parâmetros intervenientes no desempenho econômico do PI em estudo.

Entretanto, o presente artigo utiliza a MMIA sob a abordagem estocástica via análise de cenários, pois, conforme destacam Silva et al. (2007) e Verzeloni *et al.*

(2015), quando entradas e saídas associadas ao Fluxo de Caixa (FC) são conhecidas, faz-se uso da abordagem determinística. Contudo, essa abordagem, apesar de sua praticidade, leva à simplificação das informações que normalmente variam e não podem ser exatamente estimadas. Por outro lado, a abordagem estocástica permite a inserção de parâmetros incertos nos quais, por exemplo, não se sabe a demanda, então combinam o paradigma de alocação ótimo de recursos com a modelagem de parâmetros aleatórios, fornecendo melhores decisões, as quais buscam incorporar na análise do PI as incertezas do futuro (VERZELONI *et al.*, 2015).

## 2 METODOLOGIA

Este trabalho se baseia em uma análise de investimento, na qual a coleta de dados é realizada com base em especificações de fornecedores de equipamentos similares para fabricação de moldes, custos de processos similares já existentes na fundição e consulta a especialistas na área de fundição. A formação do custo do produto está baseada no consumo de matéria-prima e número de colaboradores envolvidos no processo. O preço de venda terá como base a diferença do custo de moldagem do processo existente na empresa (*Pep Set*) e o custo de produção do projeto em análise (*Cold-Box*).

A análise econômica será realizada por meio de uma análise de cenários via Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA), a qual está implementada no Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (SAVEPI), um aplicativo web de acesso livre por intermédio de um cadastro prévio (LIMA et al., 2015; SOUTHER et al., 2016).

Assim, para a análise do PI em questão será utilizado a abordagem estocástica via análise de cenários, na qual são contempladas variações no investimento inicial ( $FC_o$ ), na estimativa de quantidade vendidas ( $Q_j$ ) e no preço de venda unitário ( $PV_{u_j}$ ). Contudo, não serão considerados os custos fixos ( $CF_j$ ) e custos variáveis unitários ( $CV_{u_j}$ ) diretamente, pois esses custos serão diluídos no preço de venda unitário do produto, o qual é formado pela diferença entre os custos fixos e variáveis do atual processo de moldagem instalado e o novo processo. Assim, a análise econômica se concentra na diferença estimada entre os dois sistemas de produção. Os demais parâmetros considerados no estudo são apresentados na próxima seção.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO PROJETO DE INVESTIMENTO

O presente estudo foi desenvolvido em uma empresa do setor metal mecânico, fundada em agosto de 2001. A fundição, localizada no Sudoeste do estado do Paraná, atende aos mercados nacional e internacional, fornecendo peças fundidas, principalmente para os setores agrícola, automotivo, civil e doméstico, com uma produção mensal de cerca de 200 toneladas.

Inicialmente o “carro chefe” da produção da empresa era a linha doméstica, com peças para fogão a lenha, um processo artesanal e pouco produtivo. Com o passar dos anos, a direção da empresa foi buscando novos mercados, no caso o setor da construção civil, com peças de elevadores e o setor agrícola, com peças de colheitadeiras e plantadeiras. Contudo, o aumento do portfólio gerou elevados investimentos no setor de produção da empresa. A busca de novos mercados se deu pelo fato de o mercado de fogões a lenha não ser tão atrativo quanto o agrícola e o automotivo, os quais na época estavam em ascensão, isto fez com que a produção de peças para linha doméstica fosse reduzida a uma média anual de 20% da produção total.

Desde o início das atividades em 2001, o processo de moldagem de chapas de fogão da lenha, principal produto da linha doméstica, era a areia verde, uma moldagem de forma manual, gerando elevado esforço físico do operador e apresentando baixa produtividade. Devido a baixa demanda, este processo não recebeu nenhum tipo de investimento até o ano de 2014, quando o produto voltou a ser atrativo, em decorrência do aumento de pedidos de clientes. A retomada do mercado de fogão a lenha fez com que a empresa voltasse a investir no processo de moldagem destas peças. Nesse contexto, para a moldagem das chapas de fogão foi utilizado o processo *Pep Set*. A partir desse momento, o processo de moldagem foi desenvolvido dentro da empresa, pois mesmo com elevada demanda, seu valor ainda era baixo em relação a outras peças. A forma de ser competitivo no mercado foi aumentar a produtividade. Dessa forma, no ano de 2015, chegou-se em uma produção de 270 chapas por dia, com investimentos na ordem de R\$ 600.000,00, porém, não específicos para o processo.

No final do ano de 2015, em decorrência de acordos comerciais realizados pela direção, no qual uma empresa fabricante de fogões a lenha adquiriu 60% da fundição, a empresa assumiu o compromisso de produzir 6.400 chapas por mês, o que representa algo em torno de 320 chapas por dia. Porém, para isso seria necessário um estudo de viabilidade econômica de como alcançar este objetivo, visto que o processo atual, de moldagem *Pep Set*, já estava operando em seu limite máximo. A solução imediata, porém, de custo elevado foi a implantação de um turno adicional de 2 horas por dia de produção.

Nesse contexto, para atender essa demanda, será analisada a proposta de aquisição de novos equipamentos com capacidade produtiva esperada de até 350 chapas por dia e com um número menor de operadores. Atualmente, no processo de moldagem *Pep Set*, são necessários 6 operadores para produzir 270 chapas, durante uma jornada diária de 8 horas e 40 minutos. Para cada chapa é necessário 55 kg de areia, resultando em uma relação areia/metal de 2,2 kg de areia para cada kg de ferro. Já no processo de moldagem *Cold-Box* em avaliação, serão necessários 3 operadores para produzir as 320 chapas, na mesma jornada diária de trabalho (8 horas e 40 minutos). Nesse processo, para cada chapa é necessário 37 kg de areia, ou seja, 1,48 kg de areia para cada kg de metal.

O investimento total para implantação do novo processo de moldagem é de R\$ 391.000,00, divididos em três equipamentos principais e outros acessórios, além do custo de instalações, como pode ser visto da Tabela 1.

**Tabela 1 – Detalhamento do investimento proposto**

<b>Equipamento</b>	<b>Valor</b>
Gasadora	R\$ 219.000,00
Misturador de Areia/Resina	R\$ 72.000,00
Virador de Molde	R\$ 50.000,00
Linha de Roletes	R\$ 30.000,00
Acessórios e Instalações	R\$ 20.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 391.000,00</b>

**Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)**

## 3.2 ANÁLISE ECONÔMICA DO PROJETO DE INVESTIMENTO

### 3.2.1 Investimentos

A Tabela 2 apresenta uma breve comparação dos processos, fazendo a suposição que a empresa tivesse que decidir entre a instalação de um sistema *Pet Set*, igual ao atual utilizado pela empresa, e um sistema *Cold-Box*, proposto neste Projeto de Investimento (PI).

**Tabela 2 - Comparação de investimentos entre os processos**

Item	Processo Atual ( <i>Pep Set</i> )	Novo Processo ( <i>Cold-Box</i> )
Misturador Areia/Resina	Capacidade (10T/h) R\$ 85.000,00	Capacidade (4T/h) R\$ 72.000,00
Sistemas de Movimentação	R\$ 18.000,00	R\$ 100.000,00
Máquina Moldagem	R\$ 0,00	R\$ 219.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 103.000,00</b>	<b>R\$ 391.000,00</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)

Com o sistema atual, a empresa trabalhando 8 horas e 40 minutos por dia, tem uma capacidade média mensal de produção de 5.400 chapas ou 270 chapas por dia. O novo processo proposto tem uma expectativa de produção de até 7.000 chapas por mês, trabalhando o mesmo número de horas mensais.

### 3.2.2 Custos de Produção Envolvidos

Nesta etapa do projeto serão levantados os custos de produção envolvidos, tanto para o processo atual quanto para o novo processo.

#### 3.2.2.1 Mão de obra (MDO)

Atualmente, devido à capacidade de produção do processo instalado, é possível produzir 270 chapas em horário comercial (8 h e 40 min por dia), porém, a demanda atual da empresa é de 320 chapas diárias. Com isto, são necessárias 2 horas extras diárias para suprir tal demanda (8 h e 40 min por dia + 2 h extras/dia). Outro fator importante é que no processo atual são necessários 6 colaboradores, enquanto no processo proposto seriam necessários apenas 3 colaboradores na linha do processo. A Tabela 3 apresenta uma comparação entre os dois processos, no



que compete aos custos de mão de obra. Tem-se que o custo da hora trabalhada é de R\$ 14,00, enquanto a hora extra acarreta um custo para a empresa de R\$ 19,23, já incluindo todos os encargos trabalhistas.

**Tabela 3 - Comparação de custo de MDO entre os processos**

Item	Processo Atual ( <i>Pep Set</i> )	Novo Processo ( <i>Cold-Box</i> )
Total de Horas Diárias por Colaborador	10 h e 40 min (8 h e 40 min + 02 h extras)	8 h e 40 min (Horário comercial)
Número de Colaboradores	06	03
Custo MDO Diário por Colaborador	R\$ 161,66	R\$ 123,20
<b>Custo MDO Mensal</b>	<b>R\$ 19.399,20</b>	<b>R\$ 7.392,00</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)

### 3.2.2.2 Energia elétrica

Neste item foi levada em consideração a potência instalada em motores e equipamentos elétricos utilizada, tanto para o processo antigo quanto para o novo processo em avaliação, e em seguida foi realizado o cálculo a fim de comparar o custo mensal com energia elétrica nos dois processos, o qual pode ser visto na Tabela 4. Segundo informações coletadas, a empresa paga R\$ 0,54 por kWh consumido.

**Tabela 4 - Comparação de custo de energia elétrica entre os processos**

Item	Processo Atual ( <i>Pep Set</i> )	Novo Processo ( <i>Cold-Box</i> )
Total de Horas Diárias	10 h 40 min (16 cv)	8 h 40 min (15,5 cv)
Potência instalada	11,76 kW	11,39 kW
Consumo Diário	127,01 kW	100,23 kW
<b>Custo MDO Mensal</b>	<b>R\$ 1.371,71</b>	<b>R\$ 1.082,48</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)

### 3.2.2.3 Manutenção

Tanto para o novo processo quanto para o processo já instalado, existem alguns custos de manutenção devido a desgastes de processo, considerados mais impactantes. Esses são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Comparação de custo de manutenção entre os processos**

<b>Item</b>	<b>Processo Atual (<i>Pep Set</i>)</b>	<b>Novo Processo (<i>Cold-Box</i>)</b>
Componente	Eixo do Misturador 10 ton	Eixo do Misturador 4 ton
Valor	R\$ 2.500,00	R\$ 1.500,00
Periodicidade	06 Meses	06 Meses
<b>Custo Mensal</b>	<b>R\$ 416,67</b>	<b>R\$ 250,00</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)

#### 3.2.2.4 Insumos

Com o novo processo também haveria uma redução de consumo de insumos, que neste caso é areia resinada, utilizada para a fabricação dos moldes para fundição. A fim de comparar os custos mensais de matéria-prima, foi utilizada uma quantidade de 320 chapas diárias para o cálculo, sendo esta a demanda mensal atual. Tal comparação pode ser vista na Tabela 6.

**Tabela 6 - Comparação de custo de matéria-prima entre os processos**

<b>Item</b>	<b>Processo Atual (<i>Pep Set</i>)</b>	<b>Novo Processo (<i>Cold-Box</i>)</b>
Consumo de Insumos por Chapa	55 kg	37 kg
Valor por kg de Areia	R\$ 0,39	R\$ 0,39
Consumo diário (320 Chapas)	17.600 kg	11.840 kg
Consumo mensal	352 ton	236,8 ton
<b>Custo Mensal</b>	<b>R\$ 137.280,00</b>	<b>R\$ 92.352,00</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)

#### 3.2.2.5 Comparativo entre os processos

Após o levantamento dos dados expostos anteriormente, os mesmos foram reunidos na Tabela 7, a fim de comparar o custo envolvido na produção de chapas no processo atual com o processo proposto nesse PI. Para a estimativa do custo das chapas, foi considerada uma produção constante de 320 chapas diárias, sendo esta a demanda que a empresa deve atender.

Tal diferença de custo apresentada na Tabela 7 pode ser entendida como o valor que deixará de ser gasto para a produção de cada chapa de fogão. A fim de deixar a análise do PI em estudo mais completa, serão supostos mais dois cenários: um pessimista e outro otimista, variando a produção mensal de chapas, que por consequência altera os custos de produção. Para chegar nos números de produção

para estes cenários, foi consultado o diretor industrial da empresa proponente do PI.

**Tabela 7 - Comparativo de custos entre os dois processos**

<b>Cenário Provável</b>	<b>Processo Atual (Pep Set)</b>	<b>Novo Processo (Cold-Box)</b>
Mão de Obra (MDO)	R\$ 19.399,20	R\$ 7.392,00
Energia Elétrica	R\$ 1.371,71	R\$ 1.082,48
Manutenção	R\$ 416,67	R\$ 250,00
Insumos (Areia resinada)	R\$ 137.280,00	R\$ 92.352,00
<b>Custo Mensal</b>	<b>R\$ 158.467,58</b>	<b>R\$ 101.076,48</b>
Produção diária		320
Produção Mensal		6.400
<b>Custo por Chapa</b>	<b>R\$ 24,76</b>	<b>R\$ 15,79</b>
<b>Diferença de Custo</b>		<b>R\$ 8,97</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)

A Tabela 8 apresenta os dados utilizados para o cenário pessimista, com uma produção diária de 120 chapas (redução de 62,50%), enquanto que a Tabela 9 apresenta os dados do cenário otimista, com uma produção diária de 350 chapas (aumento de 9,375%).

**Tabela 8 - Comparativo de custos entre os dois processos - Cenário pessimista**

<b>Cenário Pessimista</b>	<b>Processo Atual (Pep Set)</b>	<b>Novo Processo (Cold-Box)</b>
Mão de Obra (MDO)	R\$ 14.784,00	R\$ 7.392,00
Energia Elétrica	R\$ 1.117,67	R\$ 1.082,48
Manutenção	R\$ 416,67	R\$ 250,00
Insumos (Areia resinada)	R\$ 51.480,00	R\$ 34.320,00
<b>Custo Mensal</b>	<b>R\$ 67.798,34</b>	<b>R\$ 43.044,48</b>
Produção diária		120
Produção Mensal		2.400
<b>Custo por Chapa</b>	<b>R\$ 28,25</b>	<b>R\$ 17,94</b>
<b>Diferença de Custo</b>		<b>R\$ 10,31</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)

**Tabela 9 - Comparativo de custos entre os dois processos - Cenário otimista**

<b>Cenário Otimista</b>	<b>Processo Atual (Pep Set)</b>	<b>Novo Processo (Cold-Box)</b>
Mão de Obra (MDO)	R\$ 21.706,80	R\$ 7.392,00
Energia Elétrica	R\$ 1.498,69	R\$ 1.082,48
Manutenção	R\$ 416,67	R\$ 250,00
Insumos (Areia resinada)	R\$ 150.150,00	R\$ 101.010,00
<b>Custo Mensal</b>	<b>R\$ 173.772,16</b>	<b>R\$ 109.734,48</b>
Produção diária		350
Produção Mensal		7.000
<b>Custo por Chapa</b>	<b>R\$ 24,82</b>	<b>R\$ 15,68</b>
<b>Diferença de Custo</b>		<b>R\$ 9,15</b>

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2016)


### 3.3 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PI





#### 3.3.1 Inserção dos Dados no Aplicativo Web \$AV€II

Após o levantamento dos dados expostos na seção anterior, foi utilizado o aplicativo Web \$AV€II para geração dos indicadores dos indicadores e gráficos para os 3 cenários em análise. De acordo com a Tabela 1, o montante aplicado no PI é de R\$ 391.000,00, para a aquisição e instalação dos equipamentos necessários para atender a demanda.

Na Figura 1 estão detalhados os dados do PI. Para a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), foi utilizada como referência a taxa SELIC, que está estimada em 1,1163% ao mês, equivalente a 14,25% ao ano (BACEN, 2016). Tal taxa foi utilizada devido a empresa não definir uma TMA própria ou não estar disposta a fornecê-la. Para este PI foi estimado um horizonte de planejamento (N) de 10 anos (120 meses), considerando o Valor Residual (VR) como nulo, já que não se tem uma expectativa de revenda dos equipamentos ao final desse horizonte.

Os valores das probabilidades utilizados para os cenários (pessimista, mais provável e otimista) foram baseados na experiência do diretor industrial da empresa em questão, o qual detém *know-how* do mercado. Os valores inseridos no \$AV€II, tanto para as quantidades vendidas (Q) quanto para os Preços de Vendas unitários (PVu) para os cenários pessimista e otimista, são variações percentuais que correspondem às quantidades e valores expostos nas Tabelas 7, 8 e 9. A fim de simplificar o desenvolvimento, o Investimento inicial ( $FC_0$ ) já incorpora incertezas de instalação do novo processo, não sendo necessário alterar percentual para os cenários pessimista e otimista.


 Recursos Didáticos    Projetos e Informações    Módulos -





 English    Créditos    Logout

**Abordagem Estocástica - Análise de Cenários - Quantidades, Preços e Custos**

	Taxa Mínima de Atratividade (TMA, %)		Horizonte de Planejamento (N)	
	1.1163		120	
Investimento Inicial (FC <sub>0</sub> )	391000	0	0	
Valor Residual (VR)	0	0	0	
Quantidade vendida (Q <sub>j</sub> )	6400	62.5	9.375	Constante? <input checked="" type="checkbox"/>
Preço de Venda unitário (PV <sub>uj</sub> )	8.97	-14.9387	2.00669	Constante? <input checked="" type="checkbox"/>
Custo Variável unitário (CV <sub>uj</sub> )	0	0	0	Constante? <input checked="" type="checkbox"/>
Custo Fixo (CF <sub>j</sub> )	0	0	0	Constante? <input checked="" type="checkbox"/>
Probabilidade (%)	70	25	5	

**Figura 1 - Input dos dados no \$AVEPI**  
**Fonte: Elaborada pelo autor no \$AVEPI (2016)**

### 3.3.2 Principais resultados obtidos

Na Figura 2 são apresentados os resultados dos indicadores econômicos julgados mais relevantes, são estes: de retorno (VP, VPL, VPLA, IBC, ROIA, índice ROIA/TMA e ROI); de risco (TIR, TMA/TIR, Payback e Payback/N); de sensibilidade (Variação da TMA, variação do FCo, variação de Q<sub>j</sub> e variação de PV<sub>uj</sub>, os quais são correspondentes à variação da TMA, do investimento inicial, da quantidade vendida e do preço unitário, respectivamente). Tal Figura foi gerada automaticamente no \$AVEPI após a inserção dos dados no *input*, apenas adaptada para a melhor visualização.

Dimensão	Indicador	Valor Esperado Cenário + Provável	Valor Esperado Cenário Pessimista	Valor Esperado Cenário Otimista
Retorno	VP	3.785.480,84	1.631.618,21	4.223.454,01
	VPL	3.394.480,84	1.240.618,21	3.832.454,01
	VPLA	51.478,36	18.814,36	58.120,36
	IBC	9,6815	4,1729	10,8017
	ROIA (%)	1,91	1,20	2,00
	Índice ROIA/TMA (%)	171,09	107,29	179,42
Riscos	Payback	8	18	7
	TIR (%)	14,68	6,32	16,38
	Índice Payback/N (%)	6,67	15,00	5,83
	Índice TMA/TIR (%)	7,60	17,65	6,81
Limites de Elasticidade	$\Delta\%$ TMA	1.215,27	466,55	1.367,44
	$\Delta\%$ FC <sub>0</sub>	868,15	317,29	980,17
	$\Delta\%$ Q <sub>i</sub>	89,67	76,04	90,74
	$\Delta\%$ PV <sub>u<sub>j</sub></sub>	89,67	76,04	90,74
	$\Delta\%$ Q <sub>i</sub> e PV <sub>u<sub>j</sub></sub>	67,86	51,05	69,57

**Figura 2 - Indicadores da Metodologia Multi-índice Ampliada – MMIA**  
**Fonte: Elaborada pelo autor no \$AV€II (2016)**

### 3.3.3 Análise dos Indicadores Econômicos

#### 3.3.3.1 Análise da dimensão retorno

Tem-se a expectativa de que a empresa recupere os investimentos realizados, caso esse PI seja implantado, ou seja, substituir o processo atual (*Pep Set*) pelo novo processo (*Cold-Box*), gerando um retorno maior do que se o montante investido fosse aplicado no mercado a uma taxa de 1,1163% ao mês, gerando também um excesso de capital.

O indicador Valor Presente Líquido (VPL), mostrado na Figura 2, pode ser interpretado como o retorno que se teve além do que se teria obtido se o mesmo investimento inicial (FC<sub>0</sub>) tivesse sido aplicado com a taxa SELIC utilizada como TMA, sendo o mesmo positivo mesmo para o cenário pessimista proposto. Não é recomendado tomar uma decisão baseada apenas neste indicador (SOUZA e CLEMENTE, 2009), porém como o mesmo teve resultados positivos para os três cenários o PI continuará a ser analisado.

O indicador Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) é interessante, pois este representa o Fluxo de Caixa (FC) descapitalizado para o período presente, isto é, quanto o PI renderia por período, neste caso mensalmente, valor este adicional ao que renderia caso  $FC_0$  fosse investido com rendimento igual à TMA utilizada. Como o VPLA resultou em R\$ 51.478,36, R\$ 58.120,36 e R\$ 18.814,36 para os cenários “mais provável”, “otimista” e “pessimista” respectivamente, sendo todos os valores positivos, o PI continuará a ser analisado.

O Índice Benefício/Custo (IBC) apresentou os valores de 9,68, 10,80 e 4,17 para os cenários “mais provável”, “otimista” e “pessimista” respectivamente. Tal índice representa que a cada R\$ 1,00 investido, caso ocorra o cenário provável, ocorrerá um retorno de R\$ 9,68 ao final do horizonte de planejamento, já subtraído o ganho que se teria caso o montante inicial fosse aplicado com uma taxa equivalente a TMA, seguindo a mesma lógica para os cenários restantes.

O Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA) resultou nos valores de 1,91%, 2,00% e 1,20% para os cenários “mais provável”, “otimista” e “pessimista” respectivamente, valores estes além da TMA de 1,1163% ao mês. Para auxiliar na decisão sobre o PI pode ser utilizado o índice ROIA/TMA, pois o mesmo representa quanto o projeto poderá ganhar além da TMA. Os valores obtidos para o índice ROIA/TMA foram de 171,09%, 179,42% e 107,29% para os cenários “mais provável”, “otimista” e “pessimista” respectivamente, dos quais os dois primeiros valores poderiam ser classificados como um retorno esperado de nível excelente e mesmo o valor resultante para o cenário pessimista seria classificado como um retorno esperado alto, segundo escala proposta por Lima (2016).

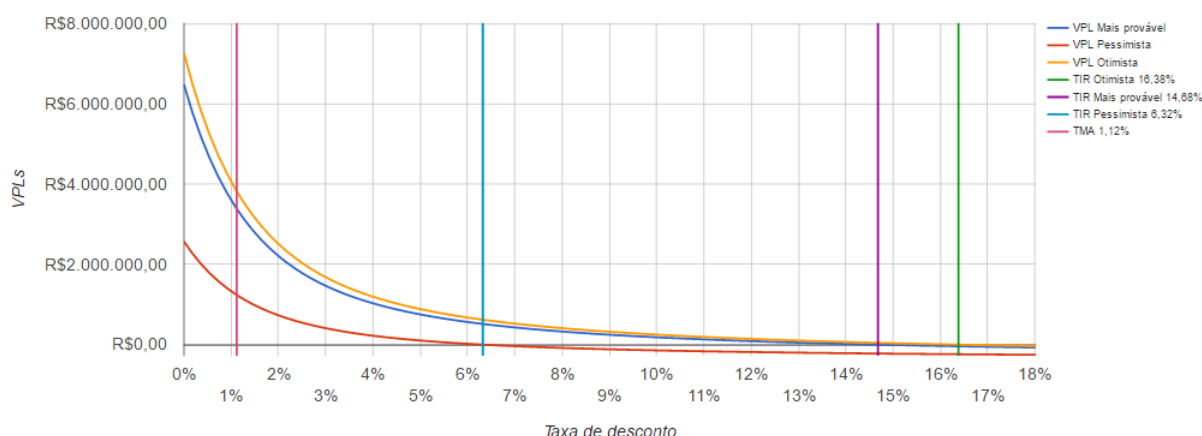
Depois de analisados os índices anteriores, pode-se dizer que o PI proposto tem um alto retorno monetário, mesmo considerando o cenário pessimista. Porém, é necessário avaliar os indicadores de riscos e de elasticidade a fim de dar um parecer final melhor embasado sobre o PI em questão. Tais indicadores serão discutidos nas próximas subseções.

### 3.3.3.2 Análise da dimensão riscos

Pode ser dito que a Taxa Interna de Retorno (TIR) define um limite máximo para a variação da TMA (SOUZA e CLEMENTE, 2009). Tal indicador obteve como

resultados os valores de 14,68%, 16,38% e 6,32% para os cenários “mais provável”, “otimista” e “pessimista” respectivamente. Como a TMA utilizada no PI é de 1,1163% ao mês, é praticamente improvável que tal taxa atinja os limites encontrados no PI, mesmo para o cenário pessimista. Outro indicador que é utilizado para auxiliar na tomada de decisão é o índice TMA/TIR, indicador esse que pode ser entendido como o risco que se corre ao investir no projeto (SOUZA e CLEMENTE, 2009), isto é, quanto menor o índice obtido, mais seguro é de se investir no PI. Para tal indicador, foram obtidos os valores de 7,60%, 6,81% e 17,65% para os cenários “mais provável”, “otimista” e “pessimista” respectivamente.

Outro meio de se visualizar os riscos desse PI é graficamente, observando o comportamento do VPL em função da TMA, como mostrado na Figura 3. Quanto mais próxima for a distância entre o valor da TMA e os valores das TIR para os cenários propostos, maior o risco do PI se tornar economicamente inviável (SOUZA e CLEMENTE, 2009).



**Figura 3 - Espectro de validade da decisão (SOUZA e CLEMENTE, 2009)**

Fonte: Elaborada pelo autor no \$AV€II (2016)

Outro indicador de risco que deve ser levado em consideração para projetos de investimento é o *Payback*, ou seja, o período de tempo necessário para a recuperação do investimento realizado. Tal indicador tem função importante, pois não é recomendado que um PI leve muito tempo para recuperar o valor investido (FCo). O PI em questão apresentou um *Payback* de 8 meses, 7 meses e 18 meses para os cenários “mais provável”, “otimista” e “pessimista” respectivamente. Um indicador paralelo a este é o índice *Payback/N*, o qual relaciona o *Payback* com o horizonte de planejamento (N) do projeto. Quanto menor o valor obtido para este



índice, mais baixo o risco de o projeto não recuperar o investimento inicial realizado. Para os índices Payback/N, foram obtidos os valores de 6,67% para o cenário mais provável, 5,83% para o cenário otimista e 15% para o cenário pessimista.

Como o PI apresenta um retorno elevado e riscos baixos, mesmo para o cenário pessimista, o mesmo deve continuar sendo analisado. Sendo assim, devem-se analisar também os Limites de Elasticidade (LEs) para os dados iniciais considerados mais importantes deste projeto de investimento.

### 3.3.3.2 Análise dos limites de elasticidade e do confronto entre retorno e riscos

Os indicadores de retorno, risco e elasticidade podem ser avaliados segundo escala proposta por Lima (2016), a qual pode ser vista na Figura 4. Nesse caso, é realizado um confronto entre o retorno esperado e os riscos associados ao desenvolvimento do PI em estudo.

Categoria	Índice	Obs.	Baixo	Baixo-Médio	Médio	Médio-Alto	Alto	Observação
RETORNO	ROIA/TMA	-						Excelente: + Provável, Otimista e Pessimista
RISCOS	Payback/N	-	+ Provável Otimista Pessimista					-
	TMA/TIR	-	+ Provável Otimista Pessimista					-
LIMITES DE ELASTICIDADE	$\Delta\%$ TMA	-						Excelente: + Provável, Otimista e Pessimista
	$\Delta\%$ FC <sub>0</sub>	-						Excelente: + Provável, Otimista e Pessimista
	$\Delta\%$ Q <sub>i</sub>	-				Pessimista	+ Provável Otimista	-
	$\Delta\%$ PV <sub>u<sub>j</sub></sub>	-				Pessimista	+ Provável e Otimista	-
Escala proposta		< 0%	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%	> 100%

**Figura 4 - Confronto retorno esperado versus riscos estimados (LIMA, 2016)**

Fonte: Elaborada pelo autor no \$AV€II (2016).

O indicador de variação da TMA denota que para inviabilizar economicamente o PI em questão, a TMA teria que aumentar 466,55%, isto para o cenário pessimista. Com isto, mesmo no atual cenário econômico e político em que

o país se encontra é pouco provável que isso ocorra, visto que tal taxa causaria um colapso na economia brasileira.

O indicador de variação da FCo mostra que o investimento inicial poderia ter um aumento de 868,15%, 980,17% e 317,29% para os cenários “mais provável”, “otimista” e “pessimista” respectivamente, sendo estes limites de variação considerados excelentes segundo escala proposta por Lima (2016).

Para o indicador de variação de Qj, isto é, a quantidade mensal vendida, é admitida uma diminuição nas vendas na ordem de 89,67% para o cenário mais provável e de 90,74% para o cenário otimista, sendo estes limites de elasticidade considerados altos, enquanto para o cenário pessimista é admitida uma redução de até 76,04% nas vendas estimadas, podendo ser considerado uma elasticidade média-alta, segundo escala proposta por Lima (2016).

O índice de variação de PVuj representa quanto o preço de venda do produto em questão poderia diminuir antes do PI deixar de ser viável. Contudo, neste caso representa o quanto pode diminuir a diferença entre o custo de manufatura do processo atual para o novo processo proposto. No presente estudo, sendo mais plausível o aumento do custo do novo processo, aproximando-se do custo de manufatura do processo instalado. É admitida uma diminuição nesta diferença de 89,67% para o cenário mais provável e de 90,74% para o cenário otimista, sendo esses limites de elasticidade considerados altos, e para o cenário pessimista uma diminuição de até 76,04% nessa diferença, valor este que, segundo escala proposta por Lima (2016), pode ser considerado uma elasticidade média-alta.

Em suma, pode-se dizer que tal PI, mesmo para o cenário pessimista, resulta em um retorno considerado alto e de baixo risco. Por fim, a Figura 5 apresenta o valor médio esperado para o VPL, o desvio-padrão e o coeficiente de variação desse parâmetro, sendo que os dois últimos podem ser interpretados como medidas de riscos.

VPL	Valor
Médio: E(VPL)	2.877.913,84
Desvio-padrão: s(VPL)	950.016,12
Coeficiente de variação: s(VPL)/E(VPL) (%)	33,01

**Figura 5 - Estatísticas Descritivas**  
**Fonte: Elaborada pelo autor no \$AVEII (2016)**

#### 4. CONCLUSÃO

A busca por melhorias de processo é um fator preponderante para obter a maximização do lucro via redução de custos e, dessa forma, se manter competitivo no mercado. Como a produção de chapas de fogão a lenha representa um percentual elevado da receita líquida mensal da empresa em estudo, é de extrema importância buscar alternativas para melhorias de processo desse produto.

Nesse contexto, foi analisada a aquisição de um sistema de moldagem *Cold-Box*. A análise de viabilidade econômica desse PI foi realizada por intermédio da MMIA proposta por Lima et al. (2015) e executada no  $\$AV\epsilon\Pi$  (Southier et al., 2016), utilizando a abordagem estocástica via análise de cenários. Como resultado principal, foi possível concluir que o PI, mesmo para o cenário pessimista apresenta um retorno elevado considerado de grau alto, com baixos riscos, segundo a escala de Lima (2016). Dessa forma, recomenda-se a implementação do sistema de moldagem *Cold-Box*.

Considerando os dados coletados e os valores obtidos nos indicadores avaliados, é seguro afirmar que a implementação deste novo processo é economicamente viável, e mesmo que ocorra elevação na TMA, o PI continua viável, podendo ser caracterizado como um projeto de baixos riscos e elevado retorno para a organização proponente. Contudo, é preciso implementar um sistema para o monitoramento dos custos efetivos com a implementação do PI. Desta forma, é possível verificar a diferença entre o planejado e o realizado.

Para trabalhos futuros, sugere-se: (i) buscar acessar uma linha de financiamento e realizar um estudo comparativo do desempenho econômico desse PI, entre as opções: recursos próprios versus financiamento; e (ii) aplicação da Simulação de Monte Carlo para tratar as incertezas associadas ao desenvolvimento desse projeto, por exemplo.

## REFERÊNCIAS

ARTUZO, R. *et al.* **Estudo de viabilidade econômica da alteração do processo de moldagem de chapas de fogão a lenha.** In: VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção - ConBRepro, 6, 2016, Ponta Grossa, PR. Anais (on-line). Ponta Grossa: CONBREPRO, 2016. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2016/anais2016.php>> Acesso em mar. 2017.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Consulta a taxa Selic diária.** Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdia.asp>>. Acesso em: set. 2016.

FERRO, W.A.; LIMA, J.D. de; SETTI, D. **Viabilidade econômica da aquisição de uma linha de pintura associada ao tratamento de superfície de metais com tecnologia nanocerâmica.** Revista Espacios, 2016. v.37, n.26.

LIMA, J. D. de; ALBANO, J. C. da S.; OLIVEIRA, G. A.; TRENTIN, M.G.; BATISTUS, D. R. **Estudo de viabilidade econômica da expansão e automatização do setor de embalagem em agroindústria avícola.** Custos e Agronegócios online, v.12, n.1, 2016. p.89-112. 2016.

LIMA, J.D. de. **Manual de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (MAVEPI): abordagens determinística e estocástica.** Notas de aula – textos para discussão. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Câmpus Pato Branco). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS). 2016. Disponível em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi/cadastrar.php>>. Acesso em: set. 2016.

LIMA, J.D. de; TRENTIN, M.G.; OLIVEIRA, G.A.; BATISTUS, D.R.; SETTI, D. **A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects.** Int. J. Engineering Management and Economics. v.5, n.1/2. 2015. p. 19-34.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Anuário estatístico do setor metalúrgico, 2016.** Disponível em : <[http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732813/ANU%C3%81RIO+METAL%C3%9ARGICO+2016\\_vers%C3%A3o+3.pdf/9595d304-7072-4313-a190-b5b97a10e7a5](http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732813/ANU%C3%81RIO+METAL%C3%9ARGICO+2016_vers%C3%A3o+3.pdf/9595d304-7072-4313-a190-b5b97a10e7a5)>. Acesso em: mar. 2017.

SILVA, F.N.; FERREIRA, M.A.M.; PAZZINI; F.L.S.; ABRANTES, L.A. **Abordagem Determinística e de Simulação de Risco Como Instrumentos de Análise de**

**Viabilidade Financeira em investimentos Imobiliários.** Revista de Negócios, v.12, n.3, 2007. p. 3-17.

SOUTHIER, L.F.P.; LIMA, J.D. de; BATISTUS; D.R.; OLIVEIRA, G.A.; TRENTIN, M.G. **Proposta de um sistema para auxiliar o processo de análise da viabilidade econômica de projetos de investimentos.** In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). João Pessoa/PB. Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil, 2016. Artigo aceito.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análises de Investimentos: Conceitos, técnicas e aplicações.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VERZELONI, S.L.; REIS, S.A.; PARREIRA, F.F. **Modelo Estocástico de Planejamento para a Cadeia Logística da soja.** In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Fortaleza/CE. Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, 2015.

$\$ \Delta V \in \pi$ . **Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos.** Disponível em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi/cadastrar.php/>>. Acesso em: set. 2016.