

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA AQUISIÇÃO DE UM EQUIPAMENTO UTILIZANDO A METODOLOGIA MULTI-ÍNDICE AMPLIADA



Rafael Daros (UTFPR)

daros_rafael@hotmail.com

Jose Donizetti de Lima (UTFPR)

donizetti@utfpr.edu.br

Rafael Merger Artuzo (UTFPR)

rafael.w.artuzo@gmail.com

Gilson Adamczuk Oliveira (UTFPR)

gilson@utfpr.edu.br

Marcelo Goncalves Trentin (UTFPR)

marcelo@utfpr.edu.br

Esta pesquisa tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da aquisição de um equipamento para o acabamento de peças em uma fundição localizada no Sudoeste do Paraná. A pesquisa é caracterizada como um estudo de caso, aplicando a metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA) proposta por Lima et al. (2015), comparando os resultados das simulações com e sem impostos, como ferramenta de análise por meio do aplicativo \$AVEPI. Como resultados encontrados, destacam-se: (i) retorno esperado, considerando a redução de custos no processo, o qual apresenta grau

de nível baixo-médio desconsiderando os impostos (27,37%) e baixo (14,81%) considerando os impostos incidentes no lucro líquido; (ii) riscos estimados, com nível médio para o índice Payback/N sem impostos (59,17%), já com impostos apresenta riscos de nível alto (74,17%) e índice TMA/TIR igual a 57,46% e 72,23% sem e com impostos, respectivamente; e (iii) limites de elasticidade, com média-alta tolerância às variações da TMA sem impostos e baixa-média variação da TMA considerando os impostos sobre o lucro líquido. Esses resultados apontam para a viabilidade econômica, mostrando que é recomendável a aquisição do equipamento analisado.

Palavras-chave: Análise econômica, MMIA, \$AVEPI.

1. Introdução

O planejamento financeiro determina as diretrizes de mudança em uma empresa e servem para estabelecer metas, motivar a organização e avaliar seu desempenho. Além disso, em um mundo de incertezas, a empresa deve estar preparada para mudança de condições (ROSA, 2010).

Inicialmente, deve ser realizada a verificação da viabilidade técnica de um projeto de investimento (PI). A viabilidade técnica tem foco nos processos produtivos e mudanças tecnológicas do investimento, assim, faz-se necessário a avaliação da necessidade produtiva, bem como a análise das projeções de venda (STRACHOSKI, 2011).

Ferro et al. (2016) utilizaram a Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA), para análise de viabilidade econômica da aquisição de uma linha de pintura. Já Artuzo et al. (2016), utilizaram a MMIA para realizar a análise de viabilidade econômica da alteração de um processo de moldagem de chapas de fogão a lenha.

Segundo Souza e Clemente (2009) e Ferro et al. (2016), os indicadores econômicos para análise de PI podem ser divididos em dois grupos. No primeiro grupo, os indicadores são associados à rentabilidade do projeto, sendo eles: o Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), Índice de Benefício Custo (IBC), Retorno Adicional Sobre o Investimento (ROIA) e o índice ROIA/TMA, sendo TMA, a Taxa Mínima de Atratividade. Já no segundo grupo, são utilizados indicadores referentes aos riscos do projeto, sendo eles: Taxa Interna de Retorno (TIR), o Período de Recuperação do Investimento (*Payback*) e os índices TMA/TIR e *Payback*/N, em que N é o horizonte de planejamento.

A previsão do Fluxo de Caixa (FC) e a utilização de diversos indicadores econômicos, bem como os limites de elasticidade para avaliar possíveis variações na análise utilizada na MMIA, é um diferencial para auxiliar na tomada de decisão sobre um PI (LIMA et al., 2015).

Em decorrência dos benefícios da aplicação da MMIA, este estudo tem por objetivo realizar uma análise de viabilidade financeira da aquisição de um equipamento para o setor de

acabamento em uma fundição localizada na região Sudoeste do Paraná, com auxílio da ferramenta web \$AVEII.

2. Fundamentação teórica

2.1. Análise econômica

Segundo Rozenfeld et al. (2006), a análise da viabilidade econômica de um PI envolve o estudo de fases que abordam o conhecimento sobre o mercado que pretende atuar e a previsão de faturamento. De posse dessas informações é possível efetuar o cálculo dos indicadores que avaliarão a sua viabilidade econômica.

Para elaborar a análise de viabilidade econômico-financeira de um PI, somente deve se considerar fatores monetariamente conversíveis. Assim, repercussões que não sejam ponderáveis, tais como: redução do impacto ambiental, nível de emprego, vendas futuras e boa vontade de clientes e fornecedores, em geral, são critérios imponderáveis (CASAROTTO FILHO E KOPITTKKE, 2010).

De posse dos valores conversíveis em dinheiro, são gerados indicadores econômicos que auxiliarão o processo de tomada de decisão. Além disso, também deve ser determinada a taxa de juros (desconto) a ser empregada como parâmetro para avaliação econômica (NOGUEIRA, 2009). Para Casarotto Filho e Kopittke (2010), a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) pode ser igual à taxa de juros da empresa no mercado, essa definição é adotada no restante desse trabalho.

2.2. Indicadores econômicos

De acordo com Souza e Clemente (2009), para realizar a análise da viabilidade econômico-financeira de um PI pode ser utilizada a Metodologia Multi-índice (MMI), a qual por meio de vários indicadores, auxilia no processo decisório quanto à aceitação ou rejeição do projeto. Os

indicadores são classificados em relação ao retorno, aos riscos e para melhorar a percepção, podem ser analisados por meio de sensibilidade (LIMA et al., 2015).

2.2.1. Indicadores de retorno

O Valor Presente (VP) ou Valor Atual (VA) representa o valor hoje de um fluxo ou de uma série futura de fluxos de caixa (BREALEY E MYERS, 1992). Para atualizar esses fluxos, é utilizada a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que Kassai et al. (2000), define como sendo a taxa mínima a ser alcançada em determinado projeto. É, também, a taxa utilizada para descontar os FC quando se usa o método de Valor Presente Líquido (VPL) e o parâmetro de comparação para a TIR. É o rendimento mínimo de uma segunda melhor alternativa do mercado.

O VPL é o resultado do acumulo de todos os valores de FC, descontados para o presente, utilizando como taxa de desconto a TMA. Apresenta em valores monetários atual, a diferença entre os recebimentos e os pagamentos de todo o projeto (LIMA et al., 2013; LIMA et al., 2015), também pode ser descrito como valor presente dos fluxos futuros de caixa estimados para o projeto em análise. Se positivo, representa o ganho gerado ao longo da vida útil do projeto a valor presente pela TMA (HARZER et al., 2012).

O Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) é uma derivação do VPL tradicional que o torna mais compreensível, pois o VPLA transforma o valor do VPL em uma série uniforme periódica equivalente a qual representa o ganho gerado por unidade de tempo (HARZER et al., 2012).

O índice de benefício custo (IBC) é uma relação entre o VP e o investimento inicial e pode ser analisado como o retorno gerado por unidade monetária investida no projeto, ao final de sua vida útil (SOUZA e CLEMENTE, 2009).

O Retorno Adicional Sobre Investimento (ROIA) representa a melhor avaliação de rentabilidade, já eliminado o efeito da TMA, do projeto de investimento em análise (SOUZA e CLEMENTE, 2009). É comparado ao percentual do Valor Econômico Agregado (EVA – *Economic Value Added*) (ROSOTO et al., 2012).

2.2.2. Indicadores de riscos

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010), o método da TIR exige o cálculo da taxa que zera o VPL dos FCs das alternativas. Esse indicador tem o objetivo de fazer com que os FCs, tanto de entrada (receitas) como de saída (custos), sejam iguais, ou seja, possuem a mesma taxa de desconto.

O período de recuperação do investimento (*Payback*) determina o número de períodos necessários para recuperar o investimento. Todos os valores dos FCs do projeto são trazidos a valor presente e, quando a soma desses valores periódicos iguala ou supera o capital investido, tem-se o *Payback* do investimento (SOUZA e CLEMENTE, 2009).

2.3. Metodologia multi-índice ampliada (MMIA)

Lima et al. (2015) e Lima (2017) ampliaram os indicadores de viabilidade econômica de um PI da Metodologia Multi-índice (MMI) proposta por Souza e Clemente (2009). A expansão da MMI, denominada MMIA, refere-se à incorporação de Limites de Elasticidade (LEs) e Valores-Limite (VLs) para melhorar a percepção dos riscos por meio da Análise de Sensibilidade (AS)

De acordo com Souza e Clemente (2009), a ideia básica da AS é a de verificar a sensibilidade da variação do VPL em função da alteração de um dos componentes do FC. Assim, os parâmetros que provocarem maior variação do VPL serão classificados como sensíveis ou críticos.

A Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA) é uma das mais recentes formas de se analisar um PI em ativos reais (LIMA et al., 2016). Segundo Lima et al. (2015) e Lima (2017), para aplicar a MMIA em ativos fixos é necessário calcular indicadores de riscos e retorno associados ao PI. Além disso, deve fazer uma AS sobre a TMA, os custos e as receitas para validar a manutenção da viabilidade econômica desse PI. Esses índices para a AS, sua fórmula e a interpretação usual são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Índices de Análise de Sensibilidade

ÍNDICE	INTERPRETAÇÃO USUAL
$\Delta\%TMA_{\text{máx}\uparrow} = \frac{TIR}{TMA} - 1$	Aumento máximo admitido à TMA utilizada antes de inviabilizar o PI em análise. Os demais parâmetros (Custos e Receitas, por exemplo) são mantidos constantes.
$\Delta\%C_{\text{máx}\uparrow} = IBC - 1$	Aumento máximo nos Custos estimados antes de inviabilizar o PI em avaliação. Os demais parâmetros (TMA e Receitas, por exemplo) são mantidos constantes.
$\Delta\%R_{\text{máx}\downarrow} = 1 - \frac{1}{IBC}$	Redução máxima nas Receitas esperadas antes de inviabilizar o PI em estudo. Os demais parâmetros (TMA e Custos, por exemplo) são mantidos constantes.

Fonte: Lima et al. (2015) e Lima (2017)

3. Metodologia

Este trabalho, com relação à análise dos dados, classifica-se como uma pesquisa quantitativa e com relação à natureza da pesquisa, é tratado como um estudo de caso. O levantamento dos dados referentes aos custos para aquisição e instalação do equipamento, é determinado via orçamento realizado junto a um fabricante de equipamentos para fundições. As variações de custos do processo são estimadas com base nas informações de produtividade garantidas pelo fabricante do equipamento, bem como pela quantidade de operadores, energia elétrica consumida, custo de consumíveis dentre outros.

A TMA utilizada é de 1% ao mês, sendo esse o valor que a empresa tem definido para realização de PI. O recurso financeiro necessário para execução do projeto provém de recursos próprios.

Embora a aquisição do novo equipamento automatize uma etapa do processo de acabamento da fundição e reduza esforços físicos e riscos ergonômicos aos operadores, esse indicador não será mensurado durante a análise.

Para verificação da viabilidade econômica, as receitas serão mantidas constantes, mas servirão de base para determinar a diferença entre os custos do projeto atual com o futuro e utiliza-se da Metodologia Multi-Índice (MMI) proposta por Souza e Clemente (2009). Além disso, é utilizada a MMI Ampliada (MMIA) proposta por Lima et al. (2015) e ampliada por Lima (2017), conforme destaca a Figura 2.

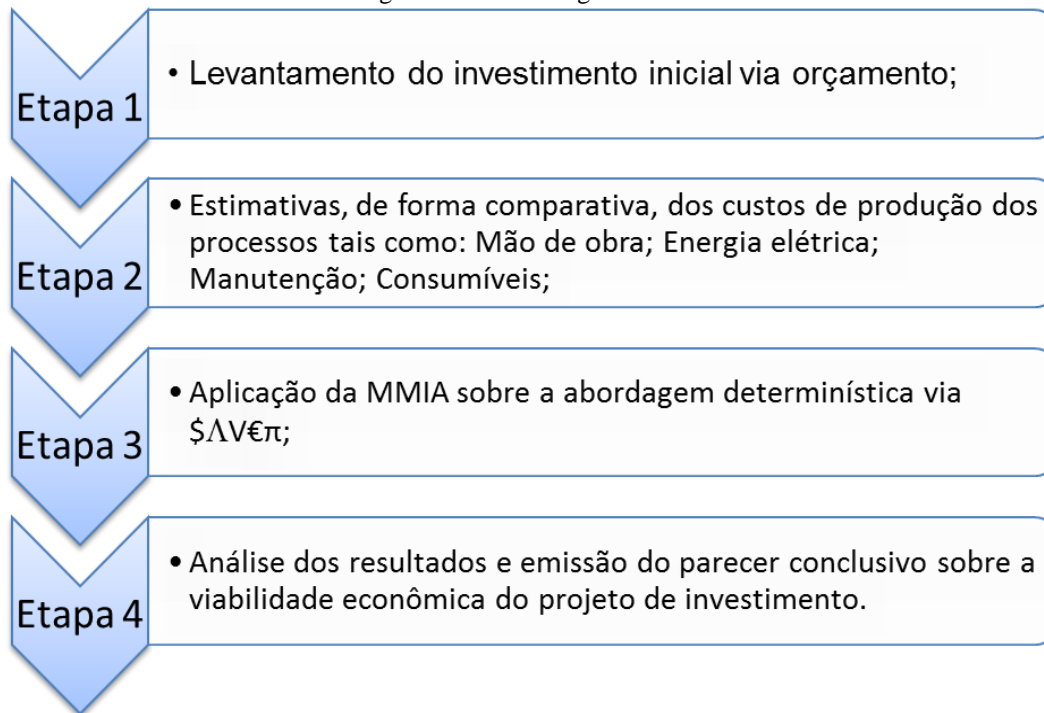
A Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA) está implementada no Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento, denominado \$AV€Π. Por recomendação de Lima (2017), o ponto de partida deve ser a construção do diagrama do FC, seguido da seleção e preenchimento do *input* aplicativo \$AV€Π. Por fim, esse autor recomenda a elaboração de um relatório com os resultados obtidos e a emissão de um parecer conclusivo sobre a viabilidade econômica da aquisição do equipamento. Na Figura 3, pode ser observado o modelo de metodologia utilizado.

Figura 1 – Índices de Análise de Sensibilidade

DIMENSÃO	INDICADOR e FÓRMULA	INPUT e RESULTADO ESPERADO
RETORNO	$VP = \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1+TMA)^j}$	TMA, N, FC ₀ , FC _j e N. $VP \geq FC_0 $.
	$VPL = - FC_0 + VP$	VP e FC ₀ . $VPL \geq 0$.
	$VPLA = \frac{VPL \times [TMA \times (1+TMA)^N]}{[(1+TMA)^N - 1]}$	VPL, TMA e N. $VPLA \geq 0$.
	$IBC = \frac{VP}{ FC_0 }$ ou $IBC = \frac{VP(R)}{VP(C)}$	VP e FC ₀ ou VP(R) e VP(C). $IBC \geq 1$.
	$ROIA = \sqrt[3]{IBC} - 1$	IBC e N. $ROIA \geq 0$.
	$\text{Índice ROIA/TMA} = \frac{ROIA}{TMA}$	TMA e ROIA. $\text{Índice ROIA/TMA} \geq 0$.
	$ROI = (1+TMA) \times (1+ROIA) - 1$	TMA e ROIA. $ROI \geq TMA$.
RISCOS	$- FC_0 + \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} = 0$	N, FC ₀ e FC _j . $TIR \geq TMA$.
	Payback = Mínimo {j} tal que: $\sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1+TMA)^j} \geq FC_0 $	N, TMA, FC ₀ e FC _j . $\text{Payback} \leq N$.
	$\text{Índice TMA/TIR} = \frac{TMA}{TIR}$	TMA e TIR. $\text{Índice TMA/TIR} \leq 100\%$.
	$\text{Índice Payback/N} = \frac{\text{Payback}}{N}$	Payback e N. $\text{Índice Payback/N} \leq 100\%$.
SENSIBILIDADE	$\Delta\%TMA_{\max} = \gamma = \frac{TIR}{TMA} - 1$	TIR e TMA. $\gamma > 0$.
	$\Delta\%C_{\max} = \phi = IBC - 1$	IBC. $\phi > 0$.
	$\Delta\%R_{\max} = \lambda = 1 - \frac{1}{IBC}$	IBC. $\lambda > 0$.
	$\Delta\%(C_{\max} \cap R_{\max}) = \alpha = \frac{\lambda \cdot \phi}{\lambda + \phi}$	λ e ϕ . $\alpha > 0$.
	$\Delta\%(TMA_{\max} \cap C_{\max}) = \phi = \frac{\gamma \cdot \phi}{\gamma + \phi}$	γ e ϕ . $\phi > 0$.

 Fonte: Lima *et al.* (2016).

Figura 2 – Metodologia utilizada



Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

4. Apresentação e discussão dos resultados

4.1. Caracterização da empresa e do projeto de investimento

O presente estudo de caso foi baseado em dados coletados junto a uma fundição de ferro localizada no Sudoeste do Paraná, fornecendo peças fundidas, principalmente para os setores agrícola, automotivo, civil e doméstico, com uma produção mensal de cerca de 250 toneladas.

Desde 2001, umas das etapas do processo de acabamento de chapas de fogão da lenha, é realizado com um operador que manuseia a peça fornecendo o acabamento de sua lateral. Tal acabamento, além da baixa produtividade, apresenta uma instabilidade dimensional. Além disso, com o aquecimento do mercado, o aumento da demanda fez com que surgisse a necessidade de ampliar a capacidade do setor. Dessa forma, surgiu a necessidade de analisar economicamente a possibilidade de adicionar mais uma máquina semelhante às existentes ou investir em um sistema automatizado para realizar tal processo. Para fins de análise manteve-se fixa a capacidade de produção, tanto para o processo atual, quanto para o processo futuro.

4.2. Análise econômica do projeto de investimento proposto

4.2.1 Investimento

No sistema atual, a empresa trabalha 8 horas e 40 minutos por dia e tem uma capacidade média mensal de produção de 7.568 chapas ou 344 chapas por dia. O processo proposto tem uma expectativa de produção de mesmo número mensal de chapas, trabalhando a mesma quantidade de horas mensais, porém com apenas um quinto dos colaboradores.

O investimento total estimado para a implantação do novo processo de acabamento é de aproximadamente R\$ 247.000,00 sendo analisada a modalidade de execução na modalidade recursos próprios.

4.3. Custos de produção dos processos

Nesta etapa do projeto de investimento serão coletados os custos de produção envolvidos, tanto para o processo atual quanto para o novo processo, a fim de obter a diferença de custos resultante.

4.3.1. Mão de obra (MDO)

Atualmente, devido à capacidade de produção do processo instalado, é possível produzir cerca de 344 chapas em 8 horas e 40 minutos, sendo esperada a mesma produção com o novo processo. Porém, um fator importante é que no processo atual são necessários 5 colaboradores, enquanto no processo proposto será necessário apenas um colaborador. A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os dois processos, no que compete aos custos de mão de obra.

Tabela 1 - Comparação de custo de MDO para os processos

Item	Processo Atual	Novo Processo
Total de Horas Diárias	8 h e 40 min	8 h e 40 min
Número de Colaboradores	5	1
Custo MDO Mensal por Colaborador	R\$ 2.152,26	R\$ 2.152,26
Custo MDO Mensal Total	R\$ 10.761,30	R\$ 2.152,26

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2017)

4.3.2. Energia elétrica

Para o levantamento deste item foi levada em conta a potência necessária em motores e equipamentos elétricos utilizados para ambos os processos, o qual é apresentado na Tabela 2. Cada kWh consumido tem um custo médio de R\$ 0,23 para a empresa.

Tabela 2 - Comparação de custo de energia elétrica para os processos

Item	Processo Atual	Novo Processo
Total de Horas Diárias	8 h 40 min	8 h 40 min
Potência instalada	18,4 kW	9,6 kW
Consumo Diário	161,7 kW	84,084 kW
Custo de Energia Mensal	R\$ 831,84	R\$ 432,56

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2017)

4.3.3. Manutenção

Para ambos os processos, existem alguns custos de manutenção devido a desgastes de processo, considerados mais impactantes. Esses valores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Comparação de custo de manutenção para os processos

Item	Processo Atual	Novo Processo
Custo de Manutenção Mensal	R\$ 400,00	R\$ 50,00

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2017)

4.3.4. Consumíveis

O processo atual utiliza um rebolo que tem um custo de R\$ 700,00 e uma vida útil de 340 chapas produzidas. Já o processo proposto utiliza um rebolo que tem um custo de R\$ 9.000,00 e uma vida útil de 3.400 chapas.

Com o objetivo de comparar os consumíveis, foi estimada uma quantidade de 344 chapas diárias. Tal comparação pode ser vista na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparação de custo do rebolo utilizado em ambos os processos

Item	Processo Atual		Novo Processo	
Custo do Rebolo	R\$	700,00	R\$	9.000,00
Quantidade de peças produzidas / Rebolo		340		3.400
Custo do Rebolo / Peça Produzida		R\$ 2,06		R\$ 2,65
Custo do Rebolo Mensal		R\$ 15.581,18		R\$ 20.032,94

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2017)

4.4. Comparativo entre os dois processos

Após a obtenção dos dados explanados anteriormente, os mesmos foram reunidos na Tabela 5, no qual a diferença de custo pode ser percebida como o valor que deixará de ser gasto para a etapa de acabamento de cada chapa de fogão.

Tabela 5 - Comparativo de custos de acabamento entre os dois processos

Custos mensais	Processo Atual	Novo Processo
Mão de Obra (MDO)	R\$ 10.761,30	R\$ 2.152,26
Energia Elétrica	R\$ 831,84	R\$ 432,56
Insumos (Rebolo)	R\$ 15.581,18	R\$ 20.032,94
Manutenção	R\$ 400,00	R\$ 50,00
Custo Mensal	R\$ 27.574,31	R\$ 22.667,76
Produção diária		344
Produção Mensal		7.568
Custo por Chapa	R\$ 3,64	R\$ 3,00
Diferença de Custo por Peça		R\$ 0,65

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados de pesquisa (2017)

4.5. Estudo de viabilidade econômica do projeto de investimento

4.5.1. Inserção dos dados no aplicativo web \$AV€II sem impostos

Após o levantamento dos dados apresentados na seção anterior, foi utilizado o aplicativo web \$AV€II para geração dos indicadores e gráficos para posterior análise. O montante aplicado

Taxa Mínima de Atratividade (TMA, %)	Impostos + Contribuições (IR+CSLL,%)	Horizonte de Planejamento (N)	
1	24	120	
Projeto A			
Recursos Próprios <input checked="" type="checkbox"/> Financiamento <input type="checkbox"/> Leasing <input type="checkbox"/>			
Investimento Inicial (FC ₀)	Valor Residual (VR)	Quantidade vendida (Q _j)	Preço de Venda unitário (PV _u _j)
247000	0	7568	0.65
		Quantidade constante? <input checked="" type="checkbox"/>	PV constante? <input checked="" type="checkbox"/>
Custo Variável unitário (CV _u _j)	Custo Fixo (CF _j)	Depreciação (DL _j)	Prazo Depreciação (P _d)
0	0	2058.33	120
CV constante? <input checked="" type="checkbox"/>	CF constante? <input checked="" type="checkbox"/>	Depreciação constante? <input checked="" type="checkbox"/>	
Limpar Calcular			

Fonte: Elaborada pelos autores no \$AVEPI (2017)

4.5.3. Principais resultados obtidos

Na Figura 6, é mostrado o comparativo dos resultados dos indicadores econômicos com e sem os impostos. Foram gerados os seguintes indicadores: dimensão retorno (VP, VPL, VPLA, IBC, ROIA, índice ROIA/TMA e ROI); dimensão riscos (TIR, TMA/TIR, *Payback* e *Payback/N*); dimensão sensibilidade (Variação da TMA, variação do FC₀, variação de Q_j e variação de PV_u_j, os quais são correspondentes à variação da TMA, do investimento inicial, da quantidade vendida e do preço unitário, respectivamente).

Figura 6 – Comparativo dos Indicadores da Metodologia Multi-índice Ampliada – MMIA

Dimensão	Indicador	Resultado Esperado (se viável)	Valor esperado sem impostos	Valor esperado com impostos
Retorno	VP (R\$)	$VP \geq FC_0 $	342.870,81	295.013,82
	VPL (R\$)	$VPL \geq Q$	95.870,81	48.013,82
	VPLA (R\$)	$VPLA \geq Q$	1.375,47	688,86
	IBC	$IBC_1 \geq 1$	1,3881	1,1944
	ROIA (%)	$ROIA \geq Q$	0,27	0,15
	Índice ROIA/TMA (%)	$\text{Índice ROIA/TMA} \geq Q$	27,37	14,81
Riscos	<i>Payback</i> (meses)	$\text{Payback} \leq N$	71	89
	TIR (%) (ao mês)	$TIR \geq TMA$	1,74	1,38
	Índice <i>Payback</i> N (%)	$\text{Índice Payback}N \leq 100\%$	59,17	74,17
	Índice TMA/TIR (%)	$\text{Índice TMA/TIR} \leq 100\%$	57,46	72,23
Limites de Elasticidade	$\Delta\%$ TMA	Quanto > a tolerância Melhor	74,04	38,45
	$\Delta\%$ FC_0	Quanto > a tolerância Melhor	38,81	19,44
	$\Delta\%$ Q_j	Quanto > a tolerância Melhor	27,96	18,07
	$\Delta\%$ PVU_j	Quanto > a tolerância Melhor	27,96	18,07

Fonte: Elaborada pelos autores no \$AVEPI (2017)

4.6. Análise dos indicadores de retorno

Na Figura 7, podem ser observados os indicadores de retorno.

Figura 7 - Comparativo dos Indicadores de retorno utilizando a MMIA

Dimensão	Indicador	Resultado Esperado (se viável)	Valor esperado sem impostos	Valor esperado com impostos
Retorno	VP (R\$)	$VP \geq FC_0 $	342.870,81	295.013,82
	VPL (R\$)	$VPL \geq 0$	95.870,81	48.013,82
	VPLA (R\$)	$VPLA \geq 0$	1.375,47	688,86
	IBC	$IBC_1 \geq 1$	1,3881	1,1944
	ROIA (%)	$ROIA \geq 0$	0,27	0,15
	Índice ROIA/TMA (%)	$\text{Índice ROIA/TMA} \geq 0$	27,37	14,81

Fonte: Elaborada pelo autor no SAV€π (2017)

O indicador VPL, mostrado na Figura 7, pode ser entendido como o retorno que se obteve além do que seria obtido se o mesmo investimento inicial (FC_0) tivesse sido aplicado em um investimento o qual rendesse o mesmo que a TMA adotada pela empresa. Segundo Souza e Clemente (2009), não é recomendado tomar uma decisão baseada apenas neste indicador, porém como o mesmo teve resultado positivo, o PI continuará a ser analisado.

O VPLA é útil, pois o mesmo representa o FC descapitalizado para o período presente sendo distribuído por unidade de tempo, isto é, quanto o PI renderia mensalmente, sendo este valor adicional ao que renderia caso FC_0 fosse investido com rendimento igual à TMA utilizada. Como o VPLA resultou em R\$ 1.375,47 sem considerar os impostos e R\$ 688,86 considerando os impostos sobre o lucro, sendo para ambos os casos, resultou um valor positivo, o PI continuará a ser analisado.

O Índice Benefício/Custo (IBC) resultou no valor de 1,3881 sem considerar impostos e em 1,1944 considerando impostos. Tal índice representa que a cada R\$ 1,00 investido, ocorrerá um retorno de R\$ 1,39 e R\$ 1,19 respectivamente ao final do horizonte de planejamento, já subtraído o retorno que se obteria caso o montante inicial fosse aplicado com uma taxa equivalente à TMA.

O Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA) sem impostos foi de 0,27% além da TMA utilizada e com impostos foi de 0,15%. A fim de auxiliar na decisão sobre o PI pode ser

utilizado o índice ROIA/TMA, pois este quantifica quanto o investimento poderá lucrar além da TMA. O valor atingido para o índice ROIA/TMA foi de 27,37% sem imposto e 14,81% com impostos.

Após a análise dos principais índices de retorno, pode-se concluir que o PI proposto tem um retorno esperado de nível Baixo-Médio (sem considerar impostos) e um retorno Baixo, considerando os impostos, segundo escala proposta por Lima (2017). Porém, ainda positivo, sendo necessário avaliar os indicadores de riscos e de elasticidade com o intuito de obter um parecer final com mais solidez.

4.7. Análise dos indicadores de risco

Na Figura 8, pode ser observado o comparativo entre os indicadores de riscos.

Figura 8 - Comparativo dos Indicadores de risco utilizando a MMIA

Dimensão	Indicador	Resultado Esperado (se viável)	Valor esperado sem impostos	Valor esperado com impostos
Riscos	Payback (meses)	$\text{Payback} \leq N$	71	89
	TIR (%) (ao mês)	$\text{TIR} \geq \text{TMA}$	1,74	1,38
	Índice Payback/N (%)	$\text{Índice Payback/N} \leq 100\%$	59,17	74,17
	Índice TMA/TIR (%)	$\text{Índice TMA/TIR} \leq 100\%$	57,46	72,23

Fonte: Elaborada pelo autor no SAV€π (2017)

A Taxa Interna de Retorno (TIR), segundo Souza e Clemente (2009) pode ser explicada como a taxa que define um limite máximo para a variação da TMA proposta. Este indicador teve como resultado o valor de 1,74% sem considerar impostos, bem como 1,38% considerando os impostos sobre o lucro líquido. Outro indicador interessante para auxiliar na tomada de decisão é o índice TMA/TIR, o qual pode ser interpretado como o risco decorrente ao investir no projeto (SOUZA e CLEMENTE, 2009), sendo assim, quanto menor o índice obtido, mais seguro é de se investir no PI em questão. Foi obtido o valor de 57,46% considerado Médio risco para o caso sem impostos e 72,23% com impostos, o qual é considerado Médio-Alto risco segundo escala proposta por Lima (2017).

Outro indicador de risco que deve ser levado em consideração é o *Payback*, ou seja, o período de tempo necessário para a recuperação do montante inicialmente investido. O projeto proposto apresentou um *Payback* de 71 meses sem impostos e 89 meses com impostos, em horizonte de 120 meses. Um indicador relacionado a este é o índice *Payback/N*, o qual compara o *Payback* com o horizonte de planejamento (N) do projeto. Quanto menor este índice, menor o risco do PI não recuperar o investimento inicial. Foi obtido um *Payback/N* no valor de 59,17% considerado um risco Médio segundo escala proposta por Lima (2017) sem considerar os impostos e 74,17% considerando impostos, sendo este risco considerado como Médio-Alto segundo escala proposta por Lima (2017).

4.8. Análise dos Limites de Elasticidade e Comparativo entre Retorno e Riscos

Na Figura 9, pode ser observado o comparativo entre os limites de elasticidade. Os indicadores de retorno, riscos e limites de elasticidade podem ser avaliados segundo escala proposta por Lima (2017), os quais podem ser vistos nas Figuras 10 e 11.

Figura 9 - Comparativo dos Indicadores de risco utilizando a MMIA

Dimensão	Indicador	Resultado Esperado (se viável)	Valor esperado sem impostos	Valor esperado com impostos
Limites de Elasticidade	$\Delta\%$ TMA	Quanto > a tolerância Melhor	74,04	38,45
	$\Delta\%$ FC ₀	Quanto > a tolerância Melhor	38,81	19,44
	$\Delta\%$ Q _j	Quanto > a tolerância Melhor	27,96	18,07
	$\Delta\%$ PVU _j	Quanto > a tolerância Melhor	27,96	18,07

Fonte: Elaborada pelo autor no \$AV€π (2017)

Figura 5 - Confronto retorno esperado versus riscos estimados sem impostos (LIMA, 2017)

CATEGORIA	ÍNDICE	Observação	BAIXO	BAIXO-MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO-ALTO	ALTO	Observação
RETORNO	ROI/TMA	-		27,37				-
RISCOS	Payback/N ¹	-			59,17			-
	TMA/TIR ²	-			57,46			-
LIMITES DE ELASTICIDADE	$\Delta\%$ TMA	-				74,04		-
	$\Delta\%$ FC ₀	-		38,81				-
	$\Delta\%$ Q _j	-		27,96				-
	$\Delta\%$ PVU _j	-		27,96				-
Escala proposta		< 0%	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%	> 100%

Fonte: Elaborada pelos autores no \$AV€II (2017)

Figura 6 - Confronto retorno esperado versus riscos estimados com impostos (LIMA, 2017)

CATEGORIA	ÍNDICE	OBS	BAIXO	BAIXO-MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO-ALTO	ALTO	OBS
RETORNO	ROIA/TMA	-	14,81					-
RISCOS	Payback/N ¹	-				74,17		-
	TMA/TIR ²	-				72,23		-
LIMITES DE ELASTICIDADE	Δ% TMA	-		38,45				-
	Δ% FC ₀	-	19,44					-
	Δ% FC _j	-	16,28					-

Fonte: Elaborada pelos autores no \$AV€Π (2017)

O indicador de variação da TMA denota que para inviabilizar economicamente o PI, a TMA teria que aumentar em 74,04% para o caso de não considerar impostos, bem como 38,45% considerando os impostos. Já o indicador de variação da FCo mostra que o investimento inicial poderia ter um aumento de 38,81%, ou seja, ter um valor limite de R\$ 342.860,70, sendo esse limite de variação considerados Baixo-Médio, segundo escala proposta por Lima (2017), enquanto que para o caso com impostos, esse índice poderia ter um aumento de até 19,44%, tendo como valor limite R\$ 295.016,80 e se enquadra em um baixo limite de elasticidade para tal indicador, segundo escala proposta por Lima (2017).

Para o indicador de variação de quantidade esperada de vendas (Q_j), é admitida uma redução nas vendas na ordem de 27,96% (mínimo 5.452 unidades) e 18,07% (mínimo 6.200 unidades) para os casos sem e com impostos, respectivamente, sendo este limite de elasticidade considerado Baixo-Médio.

O índice de variação de PV_{uj} , que nesse estudo representa a diferença entre o custo de produção do processo atual para o processo futuro, admite uma diminuição na diferença dos custos de até 27,96%. Assim, a diferença entre os custos do processo atual e futuro pode reduzir para até R\$ 0,47 para o caso sem considerar impostos. Já considerando os impostos é admitida uma redução de até 18,07%. Dessa forma, o menor valor da diferença entre os custos dos processos admissível é de R\$ 0,53.

5. Considerações finais

O objetivo proposto nesse estudo foi analisar economicamente a automatização do processo via aquisição de um novo equipamento. Os resultados apresentados mostram a quantidade e qualidade de informações geradas com a aplicação da MMIA.

Para o projeto em estudo foi avaliado o retorno, o qual apresentou uma expectativa de ganho financeiro de 27,37% além da TMA, definida pela empresa. Diante dos dados mensurados, ao combinar os riscos medidos pelos índices *Payback/N* e *TMA/TIR*, o PI se enquadra na categoria de risco com grau médio com valor percentual de 58,30%. Contudo, para melhorar a percepção dos riscos desse investimento, considerando a análise de sensibilidade nos principais parâmetros intervenientes no desempenho econômico do PI em análise. O PI apresentou baixa-média sensibilidade. Portanto, conclui-se com os dados coletados e a realização do estudo para os casos sem e com impostos, que é recomendado a aquisição do equipamento analisado.

REFERÊNCIAS

- ARTUZO, R.; ULSENHEIMER, L.; DAROS, R.; LIMA, J. D. de; SETTI, D. **Estudo de viabilidade econômica da alteração do processo de moldagem de chapas de fogão a lenha**. VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, PR, Brasil, 2016.
- BREALEY, R..A.; MYERS, S. C. **Princípios de Finanças Empresariais**. Tradução H. Caldeira Menezes e J.C. Rodrigues da Costa. 3. ed. Portugal: McGraw-Hill de Portugal, 1992.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B.H. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- 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. v.37, n.26. p.19. 2016.
- HARZER, J. H.; SOUZA A.; DUCLÓS L. C. **Método de Monte Carlo Aplicado à Análise de Projeto: Estudo de Investimento em um Empreendimento Hoteleiro**. 2012.

HARZER, J. H.; SOUZA A.; SILVA, W. V. da; CRUZ, J. A. W. C.. **Abordagem Probabilística do Indicador TMA/TIR Para Avaliação do Risco Financeiro em Projetos de Investimentos**. XXI Congresso Brasileiro de Custos – Natal, RN, Brasil, 2014.

KASSAI, J. R.; KASSAI, S.; SANTOS, A. dos; ASSAF NETO, A. **Retorno de Investimento: Abordagem Matemática e Contábil do Lucro Empresarial**. São Paulo: Atlas 2000.

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. p.19-34. 2015.

LIMA, J.D. de. **Manual de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (MAVEPI): abordagem determinística**. 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). 2017. Disponível em: <http://pb.utfpr.edu.br/savepi/materialDeApoio.php>.

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 agronegócio online* v. 12, n. 1 – Jan/Mar - 2016.

NOGUEIRA, E.; BATALHA, M.O. (coord.). **Análise de Investimentos**. Gestão Agroindustrial. 5. ed. v.2. São Paulo: Atlas, 2009. p. 205-266.

RASOTO, A.; GNOATTO, A.A.; OLIVEIRA, A.G. de; ROSA, C.F. da; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, H.A. de; LIMA, I.A. de; LIMA, J.D. de; TRENTIN, M.G.; **V.I. Gestão Financeira: enfoque em inovação**. 1. ed. Curitiba: Aymar, 2012. v. 6. (série UTFinova).

ROSA, F. do E. S.. **Planejando as Finanças de Sua Empresa**. Monografia, Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2010.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

SAVÉII. **Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos**. Disponível em: <http://pb.utfpr.edu.br/savepi/cadastrar.php>. Acesso em: mai. 2017.

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

STRACHOSKI, P. **Análise de Viabilidade Econômica de um Projeto de Investimento em uma Indústria de Artefatos de Cimentos**. Trabalho de Conclusão de Curso, Criciúma, SC, 2011.