

Análise de viabilidade econômica de PIs para adequação de maquinário em empresa do APL-Alumínio do Sudoeste/PR

Tiago Sieminkoski – UTFPR – tiagos@utfpr.edu.br
José Donizetti de Lima – UTFPR – donizetti@utfpr.edu.br
Sergio Luiz Ribas Pessa – UTFPR – slpessa@utfpr.edu.br

Resumo:

O presente artigo tem por objetivo realizar uma análise da viabilidade econômica de projetos de investimento para adequação de um equipamento a NR 12 em uma linha de produção de uma empresa pertencente ao Arranjo Produtivo Local de Utensílios Domésticos e Produtos em Alumínio do Sudoeste do Paraná (APL-Alumínio), promovendo a Segurança e Saúde no Trabalho (SST) com a prevenção de acidentes. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso empregando-se técnicas de coleta de dados primários e secundários na empresa, utilizando abordagem determinística promovida pela Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA), que avalia três aspectos: retorno; risco e limites de elasticidade que foram calculados pelo Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (\$AVEI). Dois projetos foram analisados e comparados pela MMIA, no qual foi possível optar pelo PI-B, que se mostrou mais viável economicamente, apesar de requerer maior investimento inicial. Esse projeto, além de possuir retornos financeiros significativos, riscos pequenos e bons limites de elasticidade, diminui o contato humano com o equipamento, reduzindo o risco de acidentes de trabalho. O fluxo de caixa incremental equiparou os dois PIs evitando uma decisão menos favorável para a empresa. Essa metodologia aplicada pelo software \$AVEI, auxilia a tomada de decisão e torna a construção de projetos de investimentos mais simples para as pequenas empresas sem omitir informações mais aprofundadas. Investir em SST pode ser visto pelos gestores como um investimento e não apenas como uma despesa de adequação.

Palavras chave: Análise econômica, Segurança do trabalho, Acidentes de trabalho.

Economic feasibility analysis of PIs for machinery adequacy at APL-Aluminum of south-west/PR company

Abstract:

The purpose of this article is to conduct an economic feasibility analysis of investment projects for the adaptation of an equipment to NR 12 in a production line of a company belonging to the Local Productive Arrangement of Household Goods and Aluminum Products of the Southwest of Paraná (LPA - Aluminum), promoting Safety and Health at Work (SHW) with the prevention of accidents. The research is characterized as a case study employing techniques of primary and secondary data collection in the company, using a deterministic approach promoted by the Multi-Indexed Expanded Methodology (MIEM), which evaluates three aspects: return; Risk and elasticity limits that were calculated by the Economic Feasibility Analysis System of Investment Projects (\$AVEI). Two projects were analyzed and compared by MIEM, in which it was possible to opt for the PI-B, which proved to be more economically viable, despite the need for greater initial investment. This project, in addition to having significant financial returns, small risks and good elasticity limits, reduces human contact with the equipment, reducing the risk of work accidents. The incremental cash flow equated the two PIs, avoiding a less favorable decision for the company. This methodology applied by \$AVEI software assists decision making and makes the construction of investment projects simpler for small businesses without

omitting more in-depth information. Investing in SHW can be seen by managers as an investment and not just as an expense of adequacy.

Key-words: Economic analysis, Workplace safety, Accidents at work.

1. Introdução

Alguns problemas que empresas de pequeno porte sofrem é a não adequação de seus maquinários as Normas Regulamentadoras (NR) colocando o trabalhador em risco, em um estudo direcionado aos gestores das empresas pertencente ao APL – Alumínio sobre SST, eles afirmaram que “a existência de muitas leis e normativas dificulta o cumprimento das mesmas, as quais têm como base as recomendações dos países de primeiro mundo aplicadas em maquinários de terceiro mundo” (SIEMINKOSKI et al., 2016), pois uma das causas de acidentes de trabalho são equipamentos mal projetados ou em precário estado de conservação e para atenuar ou prevenir acidentes a correção de eventuais deficiências e a manutenção periódica dos equipamentos são fundamentais (TACHIZAWA et al., 2006). A Organização Internacional do Trabalho (OIT) por meio da Convenção 119 estabelece algumas normas sobre máquinas desprovidas de equipamentos de segurança, as quais o Brasil adotou a partir do ano de 1994 (MATTOS E MÁSCULO, 2011). Porém para equipamentos velhos ou produzidos antes de 1994, cabe somente a adequação, que gera um custo a mais para as indústrias de pequeno porte.

Assim este estudo envolve uma indústria de pequeno porte pertencente ao Arranjo Produtivo Local de Utensílios Domésticos e Produtos em Alumínio do Sudoeste do Paraná (APL-Alumínio). Nesse APL, devido ao uso de maquinários (prensas excêntricas especialmente), o risco de acidentes mutilantes é maior. Em algumas ocasiões ocorreram acidentes e medidas posteriores foram tomadas para a adequação dos equipamentos às normas. Segundo Zocchio (2002), o controle das perdas derivadas dos acidentes de trabalho, não tiveram implementação a contento, pois, envolvem diversos setores de uma empresa e é complexo, além de ter um custo elevado. O mesmo autor ainda classifica a interferência do acidente nos quesitos qualidade, quantidade, prazos e custos do processo de produção. No custo ele considera: afastamento do trabalho, danos em máquinas e equipamentos, custo para prestar assistência a vítima, influências psicológicas, perdas de tempo e mais alguns custos de contrato firmados entre empresa/cliente.

Buscando a otimização do processo produtivo e garantindo condições seguras de trabalho busca-se, por meio deste estudo, um investimento no maquinário que atenda essas normas e tragam algum retorno financeiro para a empresa. Os estudos de viabilidade econômica são fundamentais na escolha de um projeto de investimento (LIMA et al., 2015). No Brasil, em especial pela elevada carga tributária que incide nos produtos/serviços, a avaliação de Projetos de Investimentos (PI) que considerem um vasto número de indicadores, podem melhorar a tomada de decisão. Lima et al. (2016), analisaram um PI com vários indicadores de retorno, risco, sensibilidade e perceberam um viés ergonômico que contribuiu para a prevenção de acidentes.

Este trabalho tem por objetivos analisar a viabilidade econômica de projetos de investimentos que envolvem a implementação de uma melhoria em um equipamento e consequentemente na linha de produção da empresa promovendo práticas em segurança e saúde do trabalhador, diminuindo o risco de acidentes de trabalho.

2. Referencial Teórico

2.1 Prevenção de acidentes de trabalho

A segurança do trabalho atua na prevenção de acidentes relacionados ao trabalho, na qual os Programas de Segurança e Saúde do Trabalhador (SST) são propostos pelas normas a fim de, dentre outros objetivos, identificar e eliminar os riscos de acidentes de trabalho (MATTOS E MÁSCULO, 2011; QUINTAS, 2014), por meio de ações e investimentos (MÁSCULO E VIDAL, 2011). Porém, esse investimento inicial, varia de empresa para empresa, pois depende do quadro de funcionários, da estrutura física, do ramo/atividade, dos equipamentos, entre outros e devem atender as leis e normas.

Amparadas pela Constituição Federal do Brasil (CF) e o Decreto-Lei nº 5.452 de 1943, que aprova a Consolidação das Leis de Trabalho (CLT) que abrange o aspecto do trabalho em si, e a Portaria nº 3.214 de 1978 que cria as Normas Regulamentadoras (NR), que permanecem em constantes adaptações, atualmente existem 36 NRs relacionados à prevenção de acidentes, as quais as empresas são obrigadas a atender, a NR 28 impõe multas caso o não cumprimento ou inadequação das mesmas que pode levar a NR 03, interdição da empresa ou setor.

Porém, esse estudo foca-se na NR 12 que trata da segurança do trabalho com máquinas e equipamentos, a qual define princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores. Ela estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos e especificamente em seu anexo VIII, essa norma, classifica e conceitua prensas (máquinas utilizadas na conformação e corte de materiais diversos). As prensas, são consideradas obsoletas e inseguras e a adequação sugerida é a alimentação automática, pois assim diminui a exposição do operador ao risco, que pode ser, esmagamento dos mesmos superiores (dedos, mãos, braço e ante-braço) ou amputação (MATTOS E MÁSCULO, 2011).

2.2 Análise de viabilidade econômica

A análise de viabilidade econômica consiste na avaliação de um ou mais Projetos de Investimentos (PI). Souza e Clemente (2009) sintetizam que um investimento para uma empresa é um desembolso atual que visa benefícios futuros. Porém, cada alternativa de investimento deve ser ponderada pelos objetivos da empresa afim de encontrar o melhor projeto (CASAROTTO FILHO E KOPITTKE, 2008). Ainda pode haver uma limitação de capital que para Carvalho (2002), obriga a empresa a selecionar um projeto de acordo com essa restrição.

Segundo Correia Neto (2009), a análise de viabilidade econômica é um conjunto de análises de PI na qual são extraídos os índices de cada projeto que serão comparados com os índices dos demais projetos. Essa comparação resulta no projeto que melhor atende as expectativas ou necessidades da empresa. Souza e Clemente (2009) inferem que a análise de investimento gera indicadores que são utilizados para a seleção das possibilidades de investimento. Ainda para Souza e Clemente (2009), o Valor Presente Líquido (VPL) é a técnica mais utilizada para análise de investimentos, a qual consiste na antecipação dos valores de fluxo de caixa esperados para a data inicial ou data zero, usando a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) como taxa de desconto. Ainda, se o Valor Presente (VP) está sendo considerado após a descapitalização dos fluxos de caixa associados ao projeto, deve-se descontar o valor inicialmente investido. Assim, quando o VPL for maior que zero, então o PI pode continuar sendo analisado em conjunto com outros indicadores.

A Metodologia Multi-índice de Análise de Investimento (MMI) proposta por Souza e Clemente (2009) e adaptada por Lima et al. (2015), sendo denominada Metodologia Multi-Índice

Ampliada (MMIA), baseia a tomada de decisão na análise de um conjunto de índices de retorno e de risco com análise de sensibilidade (Tabela 1):

Retorno	Riscos
VP – Valor Presente	TIR – Taxa Interna de Retorno
VPL – Valor Presente Líquido	PAYBACK – Tempo para recuperação do investimento
VPLA – Valor Presente Líquido Anualizado	TMA/TIR – Taxa Mínima de Atratividade dividido pela Taxa Interna de Retorno
IBC – Índice de Benefício/Custo	PAYBACK/N – Tempo para recuperação do investimento dividido pelo período do projeto
ROI – Retorno sobre o Investimento	Ponto de Fischer – Comparação de dois PI com VPL iguais
ROIA – Retorno Adicional sobre o Investimento	
TIRM – Taxa Interna de Retorno Modificada	

Fonte: Elaborada com base nos autores Lima et al. (2015) e Souza e Clemente (2009).

Tabela 1 - Indicadores de viabilidade econômica propostas pela MMIA

Os indicadores de risco podem sofrer variações, necessitando de uma Análise de Sensibilidade (AS), Lima et al. (2016), propõem a combinação dos índices que são utilizados para a AS, contribuindo para que os empreendedores possam mensurar quanta variação essas taxas podem sofrer, mantendo o PI viável economicamente.

Comumente o uso isolado desses índices carrega informações pouco palpáveis para quem é mais cauteloso na tomada de decisão. O uso do conjunto traz mais consistência para ponderar os riscos com o possível retorno (SOUZA E CLEMENTE, 2009). Casarotto Filho e Kopittke (2008) sugerem que em situações além do aspecto econômico, envolvem outros critérios (subjetivos), uma análise de custo-benefício ou uma análise multicritério devem ser feitas.

3 Materiais e Métodos

A pesquisa trata-se de um estudo de caso exploratório (MIGUEL, 2012), que envolve uma empresa do APL – Alumínio, na qual haviam constantes acidentes de trabalho de natureza leve, e a cada acidente a empresa tomava as medidas necessárias para evitar novos acidentes.

Um APL consiste, segundo Marini e Silva (2010), em uma aglomeração de empresas de mesma base geográfica com interesses similares que tem apoio de órgãos governamentais e de fomento, que envolve pequenas e médias empresas, as quais interagem na busca por vantagens financeiras e aprendizado mutuo. No Sudoeste do Paraná está localizado o Arranjo Produtivo Local de Utensílios Domésticos e Produtos em Alumínio (APL-Alumínio), sendo que 35 empresas compõem o grupo. Essas empresas atuam em vários processos de produção como: fundição, laminação, injeção, extrusão, repuxo e a fabricação de acessórios (SIEMINKOSKI et al., 2016).

Para atender às questões e objetivos da pesquisa o estudo de caso contempla: a coleta de dados para identificar o problema com uma entrevista semiestruturada; a coleta de informações das possibilidades de resoluções para o problema encontrado; a aplicação de uma ferramenta que ajude no processo decisório entre as opções e o uso de um software para análise dos dados solicitados pela ferramenta.

Para identificar aspectos quantitativos e qualitativos de uma análise de investimento por meio da MMIA, são seguidas quatro etapas: (1) a coleta de dados na empresa por meio de entrevista; (2) orçamento das possibilidades de investimento; (3) aplicação da MMIA utilizando planilhas do Microsoft Excel 2013 para estimativas do fluxo de caixa e (4) os cálculos dos indicadores via Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (\$AVEI) desenvolvido por Southier et al. (2016).

Para aplicação da MMIA, segue-se 9 etapas conforme Lima et al. (2013) expostas na Tabela 2, que auxiliam o gestor na construção e organização do projeto.

Etapas	Descrição
1	Identificação do PI
2	Coleta, organização e tratamento dos dados
3	Definição da TMA
4	Estimativas e análise do custos e receitas
5	Construção da projeção dos fluxos de caixa
6	Definição dos critérios de retorno e risco
7	Calculo dos indicadores de viabilidade econômica
8	Interpretação e análise dos cálculos
9	Emissão do relatório ou parecer conclusivo

Fonte: Elaborada com base nos autores Lima et al. (2013).

Tabela 2 – Etapas para aplicação da MMIA.

A partir de uma entrevista semiestruturada aplicada ao gestor de uma das empresas do APL-Alumínio, identificou-se que a máquina com maior necessidade de adequação se trata de uma prensa excêntrica (Figura 1), pois a produção fica a critério do operador tanto na quantidade quanto na qualidade e o risco de um acidente de trabalho é elevado. Existe disponível no mercado nacional um alimentador pneumático e um desembobinador (Figura 2) que podem ser acoplados na prensa eliminando o contato do operador durante o funcionamento. Com essa demanda identificada foi enviado solicitações de orçamento para 5 empresas, com as especificações técnicas, incluindo despesas com instalação, obtendo-se resposta de 2 empresas, sendo que se optou pela proposta que melhor atendeu as condições financeiras da empresa (custo-benefício), avaliando também a qualidade do equipamento.



Figura 1 - Prensa excêntrica sendo operada, objeto do estudo de caso



Figura 2 – Prensa excêntrica adaptada com alimentador e desembobinador, possível solução do projeto.

A partir dessas informações, foram propostas 2 soluções: o PI-A leva em consideração a aquisição, transporte e instalação de um alimentador pneumático com investimento inicial aproximado de R\$ 20.000,00; e o PI-B, que leva em consideração a aquisição, transporte e instalação de um alimentador pneumático mais um desembobinador, cujo montante do investimento inicial é cerca de R\$ 30.000,00. Para ambos os PIs, considera-se o fluxo de caixa descontado (SOUZA E CLEMENTE, 2009) e TMA igual a taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e Custódia) de 14,25% ao ano (CASAROTTO FILHO E KOPITTKE, 2008).

Na simulação dos PIs serão executados considerando recursos próprios. A alíquota de Imposto de Renda e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), são utilizados de acordo com o enquadramento da empresa no SIMPLES NACIONAL juntamente com outros impostos, que, informado pelo proprietário, representa 6,5% no custo do produto.

Rasoto et al. (2012), afirmam que determinar o fluxo de caixa projetado é uma das tarefas mais árduas pelas variáveis envolvidas. O que muda de fato na empresa com a aplicação dos PIs envolve o gasto direto com o operador, diminuição do tempo gasto para produzir e a qualidade dos produtos (redução das peças danificadas e o tempo de classificação das mesmas). Com base nas informações coletadas na empresa, um operador custa em média R\$ 1.796,00 mensais considerando impostos.

No PI-A o operador continuará dando suporte a prensa, pois esse projeto não contempla a aquisição do desembobinador, tarefa que será feita manualmente pelo operador. Contudo, a atividade de desembobinar não é constante e somente é necessária no final de cada bobina, podendo o operador fazer outras atividades em outro equipamento (considera o tempo que sobra como um ganho para a empresa). O ciclo de cada bobina dura 45 minutos, reabastecer a prensa leva em média 15 minutos e a mudança da matriz uma vez ao dia leva em média 30 minutos, o ato de desembobinar é requerido em média após 30 minutos do início do ciclo de operação e se mantém até o reabastecimento da prensa, seriam 30 minutos de ociosidade do operador por ciclo caso não tivesse outra tarefa e 3 horas e 30 minutos por dia. Caso fosse pago por hora trabalhada no final de cada mês o operador custaria R\$ 1.010,25 referente a 4 horas e 30 minutos, e se a ociosidade fosse descontada daria o montante de R\$ 785,75. O alimentador proporcionaria uma redução no tempo de produção em 50% gerando uma economia com energia elétrica de aproximadamente R\$ 100,00/mês. As perdas por peças defeituosas representam 1% do total produzido, que em média representa 668 Kg/mês. Considerando que a matéria-prima perdida é revendida pela metade do preço do custo da nova matéria-prima, o prejuízo médio com perda de peças defeituosas é de R\$ 55,95/mês.

No PI-B o operador teria novas atribuições, devendo ainda abastecer a prensa e fazer a troca de matrizes. Esse tempo somado representa 2 horas e 30 minutos de trabalho por dia, que se fosse pago por hora trabalhada custaria mensalmente R\$ 561,25, gerando uma economia de tempo do operador de 5 horas e 30 minutos que, caso descontadas, daria o montante de R\$ 1.234,75. Esse projeto contempla os ganhos do PI-A: R\$ 100,00/mês de economia de energia e R\$ 55,95/mês de economia evitando peças danificadas.

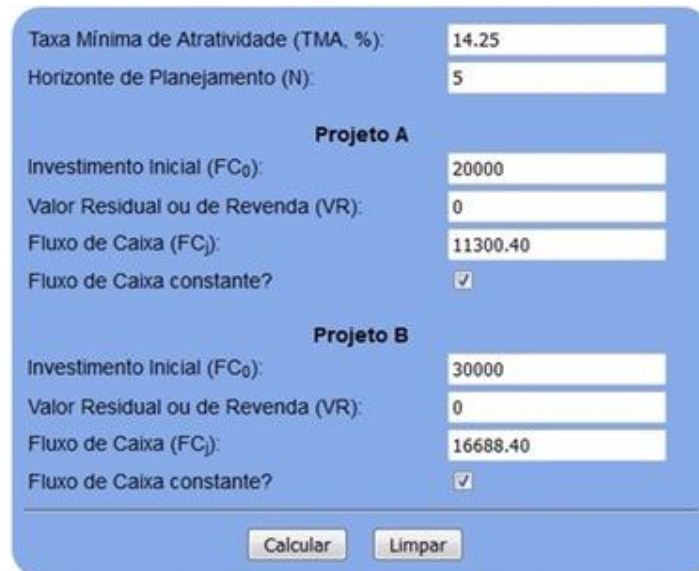
Ambos os projetos eliminam uma etapa do processo que é a classificação ou identificação das peças defeituosas, porém não envolvem ganhos consideráveis ou mesmo mensuráveis economicamente, pois tal tarefa é feita por qualquer funcionário que esteja ocioso ou sem atividade. Com isso, os fluxos de caixa mensais do PI-A e PI-B são, respectivamente, R\$ 941,70 e R\$ 1390,70.

Os demais dados necessários para a aplicação do MMIA consistem: no horizonte de planejamento que para ambos projetos é de 5 anos; o valor residual ou valor de revenda, que não será considerado, pois o equipamento trata-se de uma adaptação à prensa existente (esse equipamento pode não funcionar ou não se adaptar a outros modelos de prensas mais modernos); os indicadores de retorno, de risco e os limites de elasticidade que estão representados na Tabela 2; e os cálculos dos indicadores, que serão feitos pelo sistema \$AV€II e apresentados na seção 4.1 juntamente com a interpretação e o parecer conclusivo sobre a viabilidade econômica dos PIs em estudo.

4 Resultados e Discussão

4.1 Resultados

A inserção de dados no \$AV€II (Figura 3) é simples, bastando transformar os fluxos de caixa mensais para anuais e inserir o investimento inicial de cada projeto, o tempo estimado e a TMA.



A interface do software \$AV€II para inserção de dados é apresentada na Figura 3. Ela possui um fundo azul claro e campos de entrada brancos. No topo, há campos para 'Taxa Mínima de Atratividade (TMA, %)' com o valor 14.25 e 'Horizonte de Planejamento (N)' com o valor 5. Abaixo, há duas seções para 'Projeto A' e 'Projeto B'. Cada seção contém campos para 'Investimento Inicial (FC₀)', 'Valor Residual ou de Revenda (VR)', 'Fluxo de Caixa (FC_j)' e uma opção 'Fluxo de Caixa constante?' com uma caixa de seleção marcada. Os valores inseridos são: Projeto A (FC₀: 20000, VR: 0, FC_j: 11300.40) e Projeto B (FC₀: 30000, VR: 0, FC_j: 16688.40). No rodapé, há dois botões: 'Calcular' e 'Limpar'.

Projeto	TMA (%)	Horizonte (N)	Investimento Inicial (FC ₀)	Valor Residual (VR)	Fluxo de Caixa (FC _j)	Fluxo constante?
Projeto A	14.25	5	20000	0	11300.40	Sim
Projeto B	14.25	5	30000	0	16688.40	Sim

Figura 3 – Inserção de dados no \$AV€II para 2 projetos com vidas iguais.

O resultado dos índices (Figura 4) já consideram, de forma didática, as análises entre os 2 PIs. Possui uma diferença entre as análises, pois o investimento inicial do PI-A é menor que o investimento do PI-B. Como considera-se que a empresa possui o valor do maior PI para

desembolso imediato, a diferença deve ser lançada como um fluxo de caixa incremental (Projeto TMA), que se limita ao rendimento máximo da TMA e que somada ao menor projeto equipara os 2 PIs e traz uma segunda análise mais precisa, apontando para o PI-B como melhor opção.

Dimensão	Indicador	Projeto A	Projeto B	1ª Análise	Projeto TMA	Projeto A+TMA	2ª Análise	Atenção
Retorno	VP	38.563,22	56.950,06	Não comparar	10.000,00	48.563,22	Projeto B	Quanto > Melhor
	VPL	18.563,22	26.950,06	Projeto B	0	18.563,22	Projeto B	Quanto > Melhor
	VPLA	5.439,69	7.897,33	Projeto B	0	5.439,69	Projeto B	Quanto > Melhor
	IBC ₁ ou IL	1,9282	1,8983	Projeto A	1	1,6188	Projeto B	Quanto > Melhor
	ROIA (%)	14,03	13,68	Projeto A	0	10,11	Projeto B	Quanto > Melhor
	Índice ROIA/TMA (%)	98,47	95,98	Projeto A	0	70,97	Projeto B	Quanto > Melhor
	ROI ou TIRM (%)	30,28	29,88	Projeto A	14,25	25,8	Projeto B	Quanto > Melhor
Riscos	Payback	3	3	Indiferente	Não existe	3	Indiferente	Quanto < Melhor
	TIR (%)	48,74	47,72	Projeto A	14,25	37,94	Projeto B	Quanto > Melhor
	Índice Payback/N (%)	60	60	Indiferente	0	60	Indiferente	Quanto < Melhor
	Índice TMA/TIR (%)	29,24	29,86	Projeto A	100	37,56	Projeto B	Quanto < Melhor
	Fisher (%)	45,66						
Limites de Elasticidade	Δ% TMA	242,04	234,87	Projeto A	0	166,22	Projeto B	Quanto > Melhor
	Δ% FC ₀	92,82	89,83	Projeto A	0	61,88	Projeto B	Quanto > Melhor
	Δ% FC _j	48,14	47,32	Projeto A	0	38,22	Projeto B	Quanto > Melhor
	Δ% FC ₀ e FC _j	31,7	30,99	Projeto A	0	23,63	Projeto B	Quanto > Melhor
	Δ% TMA e FC ₀	67,09	64,98	Projeto A	0	45,09	Projeto B	Quanto > Melhor
	Δ% TMA e FC _j	40,15	39,39	Projeto A	0	31,08	Projeto B	Quanto > Melhor
	Δ% FC ₀ e FC _j e TMA	28,03	27,38	Projeto A	0	20,69	Projeto B	Quanto > Melhor
	Δ% TMA (Fisher)	220,45						

Figura 4 – Saída dos dados calculados pelo \$ΔVEPI onde os índices da MMIA foram calculados para 2 projetos com vidas iguais (duração).

O PI-B suporta uma variação máxima de 234,87% para a TMA antes de torná-lo economicamente inviável. O investimento inicial permite sofrer um acréscimo de até 89,83%. Já o fluxo de caixa permite uma redução máxima 47,32%. Esses índices podem ser utilizados para monitoramento e controle do projeto.

O Ponto de Fisher é o empate técnico entre os dois PIs, no qual tanto faz optar por um ou por outro projeto; nesse caso ele se situa próximo da TIR do PI-B, tornando pouco útil para tomada

de decisão. O IBC representa o retorno financeiro para cada real investido onde o PI-B recebe R\$ 1,90 de cada real investido e o PI-A R\$ 1,62.

Ambos os PIs se pagam no terceiro ano (Payback). Os índices do MMIA sustentam a escolha pelo PI-B após a equiparação do PIs pelo fluxo de caixa incremental.

4.2 Discussão

Lima et al. (2016) aplicou o MMIA para melhoria de equipamentos com ampliação da produção motivados pelo aumento da demanda. Ferro et al. (2016) aplicaram o MMIA para a melhoria da produtividade e minimização de impactos ambientais. Em comparação a estes estudos, os PIs analisados foram motivados por SST e não por um aumento de produção, pois a empresa produz sob demanda (puxada) no qual estoques mínimos são mantidos. Outro fator percebido por Lima et al. (2016), foi a diminuição do quadro de funcionários em mais de 50%; no presente estudo a diminuição se limita a horas de trabalho de um único funcionário e a diminuição de mais uma etapa da linha de produção (classificação das peças defeituosas), pois o novo investimento tende a reduzir quase a zero essa perca, no estudo de Ferro et al. (2016) a redução do retrabalho também foi percebida gerando uma redução no custo da mão-de-obra em aproximadamente 50%.

Os quesitos ergonômicos não mensurados no trabalho de Lima et al. (2016) aqui também não foram mensurados, mas foram a motivação do estudo e fundamentais para a tomada de decisão pois o PI escolhido (PI-B) evita o contato do operador com a máquina em funcionamento, colaborando com a SST já no estudo de Ferro et al. (2016) foi percebida diminuição no impacto ambiental.

A utilização do sistema $\Delta V\epsilon II$ para análise entre os PI's mostrou-se viável para estudos com dimensões financeiras distintas e objetivos distintos, que são os casos de pequenas empresas pertencentes ao APL – Alumínio e também para as grandes organizações como os casos de estudo de Lima et al. (2016) e Ferro et al. (2016).

5 Conclusão

Para analisar a viabilidade econômica de projetos de investimentos que envolvam melhoria na linha de produção em pequenas empresas, a MMIA se mostrou eficaz e sua aplicação por meio do sistema $\Delta V\epsilon II$, tornou essa tarefa acessível para qualquer pessoa, podendo o gestor da empresa aplicá-lo de forma simples pois a disponibilidade do software é gratuita para fins didáticos.

O índice IBC, que demonstra um ganho para cada real investido e o limite de elasticidade da TMA ficaram com maior evidência sobre os demais índices. O fluxo de caixa incremental equiparou os dois PIs, auxiliando na visualização, pois sem ele a decisão poderia adotar erroneamente o PI-A como melhor opção. Na perspectiva de SST, projetou-se uma redução do tempo de exposição do operador ao risco, evitando o contato do mesmo com a prensa em funcionamento, diminuindo a possibilidade de um acidente de trabalho com proporções graves.

Percebeu-se que a adequação do maquinário era uma exigência, na qual traria gastos para a pequena indústria, porem mostrou-se que ambos PI's possuíam retorno financeiro e que investir na adequação dos maquinários para atender as normas pode ser lucrativo, nesse caso houve um aumento na produção e na qualidade do produto e uma diminuição do retrabalho e do risco de um acidente de trabalho.

Pretende-se apresentar este estudo de caso para o APL-Alumínio, para promover o desenvolvimento do grupo e disseminar a importância do uso de PIs para projetar melhorias em equipamentos que evitem danos a integridade física de seus trabalhadores. Em estudos futuros pretende-se aplicar o MMIA juntamente com o $\Delta V\epsilon\pi$ no APL-Alumínio para análise de viabilidade econômica na implantação de programas de SST, mensurando os custos com acidentes de trabalho no APL-Alumínio.

6 Referências

CARVALHO, J. V. *Análise econômica de investimentos: EVA –Valor econômico agregado*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 415p, 2002.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. *Análise de investimentos*. 10a ed. – 2a Reimpr. São Paulo: Atlas, 468p, 2008.

DECRETO-LEI Nº 5.452, DE 1º DE MAIO DE 1943. *Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho*. Diário Oficial da União de 09/08/1943, retificado pelo Decreto-Lei nº 6.353, de 1944 e retificado pelo Decreto-Lei nº 9.797, de 1946. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm

FERRO, W. A.; LIMA, J. D.; SETTI, D. *Viabilidade econômica da aquisição de uma linha de pintura associada ao tratamento de superfície de metais com tecnologia nanocerâmica*. Revista Espacios. 37 (nº 26), 2016.

LEI Nº 8.213, DE 24 DE JULHO DE 1991. *Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências*. Diário Oficial da União de 25/07/1991, republicado 11/04/1996 e republicado em 14/08/1998. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm

LIMA, J. D.; ALBANO, J.C.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 @gronegocio online. 12 (nº 1) pp.89-112, 2016. Recuperado de <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v12/OK%206%20automatizacao.pdf>

LIMA, J. D.; SCHEITT, L.C.; BOSCHI, T. F.; SILVA, N. J.; MEIRA, A. A.; DIAS, G.H. *Propostas de ajuste no cálculo do payback de projetos de investimentos financiados*. Custos e @gronegocio online. 9 (nº 4) pp.162-180, 2013. Recuperado de <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero4v9/calculo%20payback.pdf>

LIMA, J. D.; 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. 5, Nos. 1/2, pp. 19-34, 2015.

MARINI, M. Jr.; SILVA, C. L. *Políticas públicas e arranjos produtivos locais: Uma análise do APL de confecção sudoeste do Paraná*. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba (nº 118) pp.87-112, 2010.

MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. (Orgs.). *Ergonomia – Trabalho adequado e eficiente*. Rio de Janeiro: Elsevier / ABEPRO, 2011.

MATTOS, U. A.; MÁSCULO, F. S. (Orgs.). *Higiene e segurança do trabalho*. Rio de Janeiro: Elsevier / ABEPRO, 2011.

MIGUEL, P. A. C. (Org.). *Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações*. Elsevier, 2012.

PORTARIA Nº 777/GM, DE 28 DE ABRIL DE 2004. *Dispõe sobre os procedimentos técnicos para a notificação compulsória de agravos à saúde do trabalhador em rede de serviços sentinela específica, no Sistema Único de Saúde – SUS*. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 81, 29 abr. 2004. Seção 1, pp. 37-38.

PORTARIA Nº 3.214, DE 08 DE JUNHO DE 1978. *Aprova as Normas Regulamentadoras –NR- do capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho*. Diário Oficial da União de 06/07/1978. Recuperado de http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/ORGaos/MTE/Portaria/P3214_78.html

QUINTAS, P. *Manual de direito da segurança e saúde no trabalho*. 3a ed. Edições Almedina; Coimbra, 2014.

RASOTO, A.; GNOATTO, A. A.; OLIVEIRA, A. G.; ROSA, C. F.; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, H. A.; ... RASOTO, V. I. *Gestão financeira: Enfoque em inovação*. Curitiba: Aymara, 06, Série UTFinova, 2012.

SAVEPI Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos. [Programa de computador]. 2016. Recuperado de <http://pb.utfpr.edu.br/savepi>.

SIEMINKOSKI, T.; LAPERUTA, D. G. P.; PESSA, S. L. R.; GIARETTA, S. M. *Programas e práticas de SST adotados pela APL de alumínio do Sudoeste do Paraná.* In: CONBREPRO - Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2016, Ponta Grossa - PR. Anais Conbrepro. Recuperado de <http://aprepro.org.br/conbrepro/2016/down.php?id=1664&q=1>

SOUTHIER, L. F. P.; LIMA, J. D.; 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 ENEGEP, 2016, João Pessoa - PB. Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2016. 1. pp. 52-61. Recuperado de www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_228_330_30172.pdf.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões financeiras e análises de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações.* 6a ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TACHIZAWA, T.; FERREIRA, V. C. P.; FORTUNA, A. A. M. *Gestão com pessoas: uma abordagem aplicada às estratégias de negócios.* 5a ed. Rio de Janeiro. FGV, 2006.

ZOCCHIO, A. *Prática da prevenção de acidentes: ABC da segurança do trabalho.* 7a ed. rev. e ampl. – São Paulo: Atlas, 2002.