

VIABILIDADE ECONÔMICA DA AQUISIÇÃO DE UMA LINHA DE PINTURA ASSOCIADA AO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE METAIS NANOCERÂMICO

Wílian Assmann Ferro

Aluno do Curso de Especialização em Engenharia de Produção pela UTFPR

José Donizetti de Lima

Orientador do Curso de Especialização em Engenharia de Produção pela UTFPR

Resumo: Este artigo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da aquisição de uma linha de pintura associada ao tratamento de superfície de metais nanocerâmico. Existem dois fornecedores que estão aprovados tecnicamente para fornecer a tecnologia para a empresa estudada. Esta pesquisa é aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Quanto a metodologia utilizada para a decisão final relacionada à viabilidade econômica do projeto de investimento, optou-se pela utilização da Sistemática de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento (SAVEPI), desenvolvida por Lima *et al.* (2014), buscando mensurar o retorno esperado e o risco associado ao projeto de investimento. Por meio da SAVEPI, avaliou-se o projeto de investimento em três dimensões: (i) retorno esperado, apresentando grau médio (53,31%); (ii) risco estimado, com grau baixo-médio (38,34%); e (iii) análise de sensibilidade, com alta tolerância às variações (TMA, custos e receitas). Esses resultados apontam para a viabilidade econômica, mostrando que é recomendável implantar a substituição da atual linha de pintura que utiliza a fosfatização como tratamento de superfície de metais pela linha de pintura associada ao tratamento de superfície de metais nanocerâmico.

Palavras-chave: Tratamento de Superfície de Metais Nanocerâmico, Fogões a Gás, Viabilidade Econômica, Análise de Sensibilidade, SAVEPI.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Silva (2009), o primeiro fogão a gás a ter êxito no mercado foi patenteado pelo inglês James Sharp (1790-1870), em 1826. Apesar disso, seu uso tornou-se conhecido por intermédio do francês Alexis Benoist Soyer (1810-1858) famoso chefe de cozinha da época. No entanto, somente com a Revolução Industrial, os fogões passaram a ter um aspecto mais parecido com os de hoje.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014) por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), referente ao ano de 2013, havia no Brasil 62,063 milhões de domicílios com fogão a gás. Isto representa 98,80% dos lares brasileiros.

Segundo o presidente da Associação Nacional dos Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (ELETROS), Lourival Kiçula, em 2011, as vendas da linha branca cresceram 10% e, em 2012, 20%, já em 2013, teve uma queda de 5%. Esta tendência de baixa nas vendas também ocorreu no 1º semestre de 2014, pois a comercialização da indústria para o comércio caiu 12% na comparação com o mesmo período de 2013 (DATAMARK, 2013).

De acordo com Calligaris *et al.* (2002), a disputa dos setores empresariais pela conquista de mercados passou a demandar, com mais intensidade, a utilização de tecnologias avançadas, com o objetivo de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. Para aumentar sua capacitação tecnológica, visando adaptarem-se às demandas do mercado, as empresas têm buscado vantagens competitivas por intermédio da introdução de inovações tecnológicas.

No mercado de fogões a gás, um segmento altamente competitivo e centralizado, a busca por alternativas que visam a maximização da margem de lucro por meio da redução do custo de produção é de vital importância. Dessa forma, faz-se necessário investimentos em novas tecnológicas para manter-se competitivo neste mercado (GUARRAIA *et al.*, 2012)

Neste cenário, as indústrias deparam-se com o desafio de integrar ações ambientais aos seus planos de produção e negócio. Assim, a melhoria do desempenho ambiental tem sido perseguida pelas empresas como resposta ao rápido aumento das pressões constantes do mercado (BEZERRA *et al.* 2007).

No setor de linha branca os seus processos de fabricação, especialmente de acabamento de superfícies, empregam volumes elevados de água e geram quantidades apreciáveis de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Assim, a pintura e a fosfatização, são os grandes responsáveis pelo impacto ambiental gerado por este setor industrial (DUARTE e JUNIOR, 2001).

De acordo com Banczek (2008), a fosfatização é um método de proteção de metais no qual a solução fosfatizante é normalmente constituída por água, ácido fosfórico livre, uma mistura de sais de fosfato de zinco, níquel, ferro ou manganês, e agentes oxidantes. Trata-se da conversão do metal, em quem o fosfato pouco solúvel em água, depositam-se sobre a superfície metálica em contato com as soluções, sob a forma de finas camadas de cristais. Aumentando a área superficial, o que permite uma boa penetração da tinta, melhorando a aderência e a resistência da superfície contra à corrosão.

Segundo Reis (2005), o processo de proteção de metais baseado na fosfatização, são reconhecidas como uma das principais fontes de poluição ambiental. Consequentemente, o desenvolvimento de tecnologias mais limpas é uma tarefa essencial.

Para Zaro (2010), os despejos industriais gerados no processo de fosfatização causam graves problemas de poluição hídrica por conterem metais pesados, que acima de determinadas concentrações podem ser tóxicos ao meio ambiente e ao ser humano. Sobre este viés, uma das

alternativas potenciais ao processo de fosfatização apresentada na literatura são as tecnologias de tratamento de superfície apoiadas na nanotecnologia (REIS, 2005).

Diante dessa problemática, o objetivo desse artigo é realizar um estudo de viabilidade econômica da aquisição de uma linha de pintura associada ao tratamento de superfície de metais nanocerâmico para fogões a gás. Vale adiantar que, existem dois fornecedores que estão aprovados tecnicamente para fornecer a tecnologia para a empresa do ramo da linha branca, localizada no Sudoeste do Paraná – PR.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão bibliográfica versará sobre dois temas. Primeiro, pela definição do tratamento de superfície baseado na fosfatização e o nanocerâmico. Posteriormente, sobre a análise econômica, tendo como ênfase a tomada de decisão de investir associada com a substituição de equipamentos e a consideração de índices para a análise de sensibilidade das principais variáveis intervenientes: endógenas (custos e receitas) e exógenas (taxa de mercado).

2.1 Tratamentos de superfície de metais

2.1.1 Fosfatização

A fosfatização é a conversão do metal em um fosfato zinco, ferro ou manganês insolúvel do íon metálico. O fosfato insolúvel deposita-se sobre o metal modificando as suas propriedades superficiais, para receber e reter as tintas ou outros revestimentos, aumentando a resistência contra a corrosão. A durabilidade da tinta está diretamente ligada à eficácia do sistema de pré-tratamento do substrato (COSTA, 2009).

Para Weng *et al.* (1998), a fosfatização é o revestimento de conversão, mais utilizado na proteção do aço carbono. Consiste em um banho composto, por ácido fosfórico diluído e fosfato de metal solúvel que com auxílio de metais pesados (cobre e níquel) que atuam como catalizadores, durante o processo químico, converte a superfície metálica em um óxido aderente.

Conforme descreve Moraes (2010), tem-se as seguintes vantagens na utilização da fosfatização como tratamento de superfície:

“Além da eficiência, outras razões justificam o uso deste tratamento: boa aderência às tintas, boa aparência, espessa camada e notável resistência à corrosão já comprovada durante muitos anos de aplicação. O principal e talvez único argumento apresentado para a substituição do fosfato/cromato é seu caráter poluente” (MORAES, 2010).

Atualmente, existe grande pressão dos órgãos ambientais para o controle, e possível, eliminação dos metais principalmente os sais de níquel utilizados nos processos de tratamento de superfície. Isso ocorre pois, os mesmos são considerados danosos para o meio ambiente e para o ser humano (REIS, 2005).

A fosfatização é largamente usada e associada com processos de pintura e com isto, gera efluentes contendo elevadas concentrações de fosfatos e outros íons que podem atingir o ambiente e levar a problemas ambientais (ARSAND, 2013). De acordo com Weng *et al.* (1998), a fosfatização convencional induz a danosos impactos ambientais, com elevada carga de efluentes como a borra de fosfato e as águas de enxague produzidas durante o processamento que contém metais pesados.

A formação de lama nos processos de fosfatização é um subproduto do processo e não pode ser evitada. Esta lama é basicamente constituída de fosfato férrico (PANOSSIAN, 2004). Conforme Giffoni e Lange (2005), o resíduo “lama de fosfato” é caracterizado como classe II

pela norma ABNT NBR 10004. Segundo Reis (2005), uma das alternativas potenciais ao processo de fosfatização apresentada na literatura são as tecnologias de tratamento de superfície apoiadas na nanotecnologia.

2.1.2 Nanocerâmico

Segundo Reis (2005), a ciência denominada “nanotecnologia” surgiu para muitos em 1959, quando o Prof. Feynman, no encontro anual da sociedade de física no instituto de tecnologia da Califórnia, profere palestra intitulada “Há muito espaço lá em baixo – Um convite para penetrar em um novo campo da física”.

“O termo nanotecnologia foi criado em 1974, na Universidade de Ciências de Tóquio pelo professor Norio Taniguchi para descrever a manufatura precisa de materiais com tolerâncias nanométricas. Na década de 80, o termo foi reinventado e sua definição expandida pelo professor K. Eric Drexler do Massachusetts Institute of Technology - MIT, mais especificamente em seu livro “Engines of Creation – The Coming Era of Nanotechnology”, de 1986. Sua tese de doutorado “Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing and Computation”, publicado em 1992 reacendeu o interesse pela tecnologia no meio científico mundial” (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2010).

Desde então o termo “nanotecnologia” vem sendo empregado.

A Nanotecnologia engloba todo tipo de desenvolvimento tecnológico dentro da escala nanométrica, geralmente entre 0,1 e 100 nanômetros. O prefixo “nano” tem origem grega e significa anão (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2010).

De acordo com Silva (2006), a nanotecnologia é uma área multidisciplinar, em que as dimensões estudadas ocorrem na escala nanométrica, sendo um nanômetro a bilionésima parte de um metro, uma medida muito pequena.

Vários esforços têm sido realizados para reduzir ou abolir os fosfatos dos processos fabris. Estudos foram realizados com uma nova geração de produtos para proteção de ligas, de caráter ambiental mais favorável, como são os casos dos molibdatos, taninos, boratos, polímeros condutores, silanos, terras raras e nanocerâmico (MORAES, 2010).

O tratamento superficial de metais a base de nanocerâmica tem forte destaque como aspirante a substituição do processo de fosfatização (BOSSARDI, 2007). Segundo esse autor, o tratamento superficial a base de nanocerâmica apresenta um curto espaço de tempo para a obtenção do filme, favorece a aplicação de camadas de tinta, resistência elevada à corrosão, além de não conter metais pesados em sua composição.

O processo nanocerâmico utiliza uma composição à base de ácido hexafluorzircônio para produzir uma camada nanoestruturada sobre substratos metálicos, isento de metais pesados e componentes orgânicos, além de utilizar menos água e energia em todo processo. A camada nanocerâmica propicia um revestimento uniforme, aumentando a adesão da tinta e protegendo a superfície metálica contra corrosão (BEZZERA, 2007; MORAES, 2010; ZARO, 2010).

De acordo com Testa (2005), as vantagens da utilização da tecnologia nanocerâmica frente a fosfatização ocorrem no âmbito ambiental e econômico. Na parte ambiental a nova tecnologia de conversão é isenta de metais pesados, isento de fósforo, apresenta significativa redução de lodos, o banho não precisa ser descartado somente adicionado reforços, isento de DQO/DBO (Demanda Química de Oxigênio/ Demanda Bioquímica de Oxigênio), reduz a complexidade no processo. No âmbito econômico, o processo nanocerâmico, trabalha em temperatura ambiente, tempo de tratamento reduzido, redução no custo de tratamento de efluentes devido a isenção de metais pesados e baixo investimento inicial.

2.2 Análise Econômica

Para Buarque (1984), um projeto de investimento começa com a ideia de aplicar certa quantidade de capital na produção de certo bem ou serviço. Em complemento, Casarotto e Kopittke (2010), afirmam que somente um estudo econômico pode confirmar a viabilidade de projetos tecnicamente corretos. Segundo estes autores, antes de fazer um novo investimento, a empresa deve realizar uma análise de viabilidade econômica do mesmo.

Segundo Souza e Clemente (2008), um investimento, para a empresa, é um desembolso feito visando gerar um fluxo de benefícios futuros, usualmente superior a um ano. Na atualidade, as análises de investimentos estão sendo usadas para avaliação de empresas, de unidade de negócios e para investimentos de médio a grande porte.

Ao estabelecer um projeto de investimento, o mesmo requer recursos humanos, financeiros, equipamentos e de infraestrutura. A análise da viabilidade econômica de um projeto de investimento 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 viabilidade econômica do projeto de investimento (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Para Casarotto e Kopittke (2010), ao elaborar a análise econômica e financeira, somente são considerados os fatores conversíveis em dinheiro. Segundo esses autores, um investimento pode ter repercussões que não sejam ponderáveis: redução do impacto ambiental, nível de emprego, vendas futuras e boa vontade de clientes e fornecedores, em geral, são critérios imponderáveis.

2.2.1 Decisão de investimento

Segundo Casarotto e Kopittke (2010), somente problemas suficientemente importantes necessitam de métodos estruturados de tomada de decisões. Para Souza e Clemente (2008), a decisão de se fazer um investimento de capital é parte de um processo que envolve a geração e a avaliação das diversas alternativas que atendam às especificações técnicas dos investimentos. Somente, após os projetos serem viáveis tecnicamente, os mesmos devem ser analisados economicamente (SOUZA e CLEMENTE, 2008; RASOTO *et al.*, 2012; LIMA *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2014).

Ainda Casarotto e Kopittke (2010), afirmam que a decisão de implantação de um projeto de investimento deve considerar: (i) critérios econômicos: rentabilidade do investimento; (ii) critérios financeiros: disponibilidade de recursos; e (iii) critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro.

2.2.2 Substituição de equipamentos

Segundo Souza e Clemente (2008), a análise de substituição de equipamentos, não refere-se somente à substituição do que normalmente é entendido como “equipamentos”, mas também a toda a variedade de ativos fixos, incluindo equipamentos, máquinas e instalações.

Casarotto e Kopittke (2010), afirmam que os motivos que torna econômica uma substituição de equipamentos são: (i) deterioração: pois causa elevação dos custos operacionais, manutenção crescente, baixas níveis de qualidade e aumento das perdas no processo produtivo; e (ii) avanço tecnológico: pode causar obsolescência de equipamentos, pois novas tecnologia surgem sendo mais eficientes, reduzem os impactos ambientais, minimizam os custos de manutenção e de operação e aumentam a produtividade.

As principais situações práticas que conduzem a substituição de equipamentos são: (i) baixa sem reposição: analisa-se aquelas situações em que um equipamento está perdendo sua razão

de existir em virtude da evolução dos produtos ou processos; (ii) substituição idêntica: deve ser utilizada quando praticamente não há evolução tecnológica; (iii) substituição não idêntica: quando os equipamentos são mais aperfeiçoados, mas não é possível detectar uma tendência de evolução contínua; (iv) substituição com processo tecnológico: quando ocorre uma evolução contínua dos equipamentos e se reflete por economias periódicas de custos; e (v) substituição estratégica: considera não só a obsolescência de custos de equipamentos, mas também a obsolescência de mercado que incorpora o decréscimo do potencial de receita dos equipamentos usados (SOUZA e CLEMENTE, 2008; NOGUEIRA, 2009; CASAROTTO e KOPITTKE, 2010).

2.2.3 Principais indicadores de viabilidade econômica de projetos de investimento

De acordo com Souza e Clemente (2008), Luchtemberg *et al.* (2010), Rasoto *et al.* (2012), Lima *et al.* (2013) e Lima *et al.* (2014), os indicadores econômicos para a avaliação de projetos de investimentos podem ser subdivididos em dois grupos: (i) indicadores associados a rentabilidade ou ganho do projeto, são eles: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), o Índice Benefício/Custo (IBC), o Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA), o Retorno sobre o Investimento (ROI) e o índice ROIA/TMA; e (ii) indicadores associados ao risco do projeto, são eles: Taxa Interna de Retorno (TIR), o Período de Recuperação do Investimento (*Payback*), os índices TMA/TIR e *Payback/N*, em que N é o horizonte de planejamento e o Ponto de Fisher (análise de dois ou mais projetos).

Luchtemberg *et al.* (2010), analisaram a viabilidade técnica e econômica da verticalização da produção de válvula reguladora de pressão para painéis de pressão de uso doméstico. Estes autores, utilizaram os indicadores de rentabilidade (VPL, VPLA, IBC e ROIA) e dois indicadores de risco (TIR e índice *Payback*) para realizar a viabilidade econômica. Os mesmos concluíram que os resultados encontrados apresentaram viabilidade econômica e baixo risco de investimento, demonstrando ser atraente produzir internamente as válvulas reguladoras de pressão da empresa estudada.

A análise econômica e financeira, observando as dimensões risco e retorno, pode não ser suficiente para subsidiar adequadamente o processo de tomada de decisões (CASAROTTO E KOPITTKE, 2010). Nesse sentido, a próxima subseção apresenta a análise de sensibilidade que busca melhorar a percepção do risco associado ao desenvolvimento do projeto de investimento em avaliação (LIMA *et al.*, 2014).

2.2.4 Análise de Sensibilidade na avaliação econômica de projetos de investimentos

Segundo Souza e Clemente (2008) a análise de sensibilidade é utilizada para casos em que há mínimas variações na Taxa Mínima de Atratividade (TMA), no investimento inicial (FC_0), nos benefícios líquidos periódicos (FC_j) ou no prazo do projeto (N). Assim, a análise de sensibilidade, é um instrumento útil, pois permite conhecer a importância de cada variável sobre o desempenho esperado do projeto de investimento (BUARQUE, 1984).

Para Buarque (1984), o estudo da sensibilidade é muito importante para os casos nos quais a taxa de rentabilidade dos projetos não é elevada. A análise da sensibilidade informa aos responsáveis pelo projeto qual é o comportamento da rentabilidade. Além disso, ao comparar essa rentabilidade com outras alternativas, pode-se determinar se o projeto em estudo representa uma decisão coerente para o investimento (BUARQUE, 1984).

De acordo com Buarque (1984), por meio da análise de sensibilidade, determina-se que mediante um erro ou modificação de uma das variáveis, incide nos resultados finais do projeto. Logo, é possível determinar quais desses elementos devem ser estudados mais profundamente. Ainda Souza e Clemente (2008), informam que a ideia básica da análise de sensibilidade, é a de verificar a sensibilidade da variação do VPL de um dos componentes do

fluxo de caixa. Assim, os parâmetros que provocarem maior variação do VPL serão classificados como sensíveis ou críticos. Segundo esses autores, uma boa estratégia é plotar o gráfico VPLs versus TMA para verificar o espectro de validade da decisão.

De acordo Lima *et al.* (2014), para realizar uma análise sistemática da viabilidade econômica de um projeto de investimento (SAVEPI) em ativos fixos é necessário calcular indicadores de risco e retorno associados ao projeto de investimento. Além disso, deve fazer uma análise de sensibilidade sobre Taxa Mínima de Atratividade (TMA), os custos e as receitas para validar a viabilidade econômica do projeto de investimento. Lima (2014), ampliou a SAVEPI incorporando três novos índices para melhorar a Análise de Sensibilidade (AS). Esses índices para a AS, sua fórmula e a interpretação são apresentados na Figura 1.

ÍNDICE	INTERPRETAÇÃO
$\Delta\%TMA_{\text{máx}\uparrow} = \gamma = \frac{TIR}{TMA} - 1$	Aumento máximo admitido à TMA utilizada antes de inviabilizar o projeto de investimento (PI) em estudo. Os demais parâmetros (Custos e Receitas, por exemplo) são mantidos constantes.
$\Delta\%C_{\text{máx}\uparrow} = \varphi = IBC - 1$	Aumento máximo nos Custos estimados antes de inviabilizar o PI em estudo. Os demais parâmetros (TMA e Receitas, por exemplo) são mantidos constantes.
$\Delta\%R_{\text{máx}\downarrow} = \lambda = 1 - \frac{1}{IBC}$	Redução máxima nas Receitas esperadas antes de inviabilizar o PI em estudo. Os demais parâmetros (TMA e Custos, por exemplo) são mantidos constantes.
$\Delta\%(C_{\text{máx}\uparrow} \cap R_{\text{máx}\downarrow}) = \alpha = \frac{\lambda \cdot \varphi}{\lambda + \varphi}$	Aumento máximo nos Custos estimados e redução máxima nas Receitas esperadas, de forma concomitantemente, antes de inviabilizar o PI em estudo. Os demais parâmetros são mantidos constantes.
$\Delta\%(TMA_{\text{máx}\uparrow} \cap C_{\text{máx}\uparrow}) = \phi = \frac{\gamma \cdot \varphi}{\gamma + \varphi}$	Aumento máximo na TMA utilizada e nos Custos estimados, de forma concomitantemente, antes de inviabilizar o PI em estudo. Os demais parâmetros são mantidos constantes.
$\Delta\%(TMA_{\text{máx}\uparrow} \cap R_{\text{máx}\downarrow}) = \theta = \frac{\gamma \cdot \lambda}{\gamma + \lambda}$	Aumento máximo na TMA utilizada e redução máxima nas Receitas esperadas, de forma concomitantemente, antes de inviabilizar o PI em estudo. Os demais parâmetros são mantidos constantes.
$\Delta\%(TMA_{\text{máx}\uparrow} \cap C_{\text{máx}\uparrow} \cap R_{\text{máx}\downarrow}) = \beta = \frac{\lambda \cdot \varphi \cdot \gamma}{\lambda \cdot \varphi + \lambda \cdot \gamma + \varphi \cdot \gamma}$	Aumento máximo na TMA utilizada, nos Custos estimados e redução máxima nas Receitas esperadas, de forma concomitantemente, antes de inviabilizar o PI em estudo. Os demais parâmetros são mantidos constantes.

Fonte: Adaptado de Lima *et al.* (2014) e Lima (2014).

Figura 1 – Índice de Análise de Sensibilidade e sua interpretação usual

3. Metodologia

De acordo com Silva e Menezes (2005), pesquisar significa “procurar respostas para indagações propostas”. Já para Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa é “um procedimento formal, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”.

Para Terence e Filho (2006), a pesquisa nas organizações é objeto de estudo em diversas áreas, entre estas, a Engenharia de Produção e a Administração vem se desenvolvendo e destacando, de maneira significativa, por estudos que valorizam o emprego de métodos quantitativos para descrever e explicar fenômenos do dia a dia das organizações.

Na classificação adotada por Silva e Menezes (2005), a presente pesquisa é aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. No tocante a forma de abordagem do problema, esta pesquisa é quantitativa, pois

utiliza-se de técnicas e recursos padronizados já existentes na literatura. É bibliográfica quanto aos procedimentos técnicos, portanto elaborada a partir de materiais já publicados em livros e artigos de periódicos e congressos científicos. Também é estudo de caso quanto aos procedimentos técnicos, por isso envolve o estudo profundo e exaustivo dos objetivos de maneira que se permita o amplo e detalhado conhecimento.

O presente artigo baseia-se em um estudo de caso que busca investigar e explorar o tema proposto por intermédio de coleta de dados, leitura de informações que satisfaça os interesses e objetivos do estudo. A metodologia proposta tem como base a coleta de dados e informações por meio de orçamento de fornecedores e entrevistas individuais com os colaboradores responsáveis pelos setores envolvidos na análise do projeto de investimento.

Para realizar a análise econômica será utilizada a Sistemática de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (SAVEPI) proposta por Lima *et al.* (2014) e ampliada por Lima (2014), a qual busca mensurar o retorno esperado e o risco associado ao projeto de investimento, bem como ampliar a percepção do risco via análise de sensibilidade. A SAVEPI foi implementada por Lima (2014) no MS-Excel®. A Figura 2 apresenta as dimensões e os respectivos indicadores.

DIMENSÃO	INDICADOR/ÍNDICE
INPUT	Taxa Mínima de Atratividade (TMA)
	Horizonte de Planejamento (N)
	Investimento Inicial (FC ₀)
	Fluxo de caixa (FC _t = R _t - C _t)
	Valor residual ou de venda (Vr)
RETORNO	VP *
	VPL*
	VPLA*
	IBC ou IL *
	ROIA = IBC ^{1/N} - 1
	Índice ROIA/TMA
	ROI ou TIRM = (1+ROIA) ^N (1+TMA) - 1
RISCO	TIR *
	Payback *
	Índice TMA/TIR
	Índice Payback/N
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	Índice Δ%TMA _{máx} ? = $\gamma = \frac{TIR}{TMA} - 1$
	Índice Δ%C _{máx} ? = $\varphi = IBC - 1$
	Índice Δ%R _{máx} ? = $\lambda = 1 - \frac{1}{IBC}$
	Índice Δ%(C _{máx} ? ∩ R _{máx} ?) = $\alpha = \frac{\lambda \cdot \varphi}{\lambda + \varphi}$
	Índice Δ%(TMA _{máx} ? ∩ C _{máx} ?) = $\phi = \frac{\gamma \cdot \varphi}{\gamma + \varphi}$
	Índice Δ%(TMA _{máx} ? ∩ R _{máx} ?) = $\theta = \frac{\gamma \cdot \lambda}{\gamma + \lambda}$
	Índice Δ%(TMA _{máx} ? ∩ C _{máx} ? ∩ R _{máx} ?) = $\beta = \frac{\lambda \cdot \varphi \cdot \gamma}{\lambda \cdot \varphi + \lambda \cdot \gamma + \varphi \cdot \gamma}$

Fonte: Adaptado de Lima et al. (2014) e Lima (2014). *Apêndice I

Figura 2 – Sistemática de Análise de Projetos de Investimentos (SAVEPI)

4. Resultados e Discussão

4.1 Caracterização da empresa e dos projetos de investimento

A empresa foco desse estudo é integrante do setor de produção de linha branca. Fundada na década de 1950, está localizada no Sudoeste do Paraná-PR, com destaque para a de produção de diversos modelos de fogões a gás, que visam atender tanto as classes ascendentes C e D como também as classes mais exigentes A e B. Consolidando assim a presença da empresa em todas das faixas do mercado consumidor.

Na atualidade, a indústria possui 1.300 colaboradores e uma capacidade produtiva de 6.500 fogões/dia. O setor de pintura a pó e o tratamento de superfície (fosfatização) atualmente são o gargalo da fábrica e operam de formas manuais. Estes procedimentos geram alto índice de retrabalho (histórico de 9%), limitação do nível de qualidade dos produtos, propiciam um passivo ambiental com a geração de borra de fosfato e metais pesados necessitando de um custo adicional para tratamento destes efluentes na ordem de R\$ 47.225,47.

Diante do exposto, o objetivo é analisar a viabilidade econômica da aquisição de uma linha de pintura associada ao tratamento de superfície de metais nanocerâmico, para a referida organização, utilizando para isso a SAVEPI. A empresa recebeu duas propostas comerciais da nova linha de pintura a pó associada com o novo tratamento de superfície de metais nanocerâmica, as quais estão em fase de estudo de viabilidade econômica, pois já obtiveram aprovação da área técnica da indústria.

Conforme destaca a Figura 3, espera-se que o novo equipamento atinja os seguintes resultados: (i) reduzir os custos produtivos; (ii) minimizar os impactos ambientais; (iii) aumentar a produtividade; e (iv) melhorar a qualidade das peças pintadas com tinta eletrostática a pó, quando comparado com o atual sistema.

SISTEMA ATUAL	SISTEMA PROPOSTO
Fosfato de zinco	Nanotecnologia
Elevado consumo d'água	Baixo consumo d'água
Geração de resíduos sólidos (lodo)	Isento de resíduos
Excesso de manuseio de peças	Manuseio reduzido
Tempo de ciclo de processo elevado	Tempo de ciclo reduzido com processo contínuo
Elevado índice de reprocesso	Baixos índices de reprocesso
Baixo rendimento de pó	Elevado rendimento na aplicação do pó
Aplicação de pó manual	Aplicação de pó automática
Imperfeições no acabamento da pintura	Elevação do padrão de qualidade
Baixo consumo de energia elétrica/glp	Aumento consumo energia/glp
Alta dependência operacional	Baixa dependência operacional
Rendimento do pó - 8,5m ² /kg de tinta	Rendimento do pó - 10,5m ² /kg de tinta
Capacidade de 6.500 fogões/dia (3 turnos)	Capacidade de 8.500 fogões/dia (3 turnos)
MDO: 85 operários para 6.500 fogões/dia	MDO: 57 operários para 6.500 fogões/dia

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Figura 3 – Comparação entre o sistema atual e o proposto

4.2 Análise econômica dos projetos de investimentos

4.2.1 Investimentos do Projeto

O investimento inicial para instalar o projeto está descrito na Tabela 1. Estes investimentos são necessários independentemente do fornecedor de equipamentos. Assim, para concretização do projeto é imprescindível adequar a indústria, pois sem estas alterações o projeto não apresenta viabilidade técnica.

Tabela 1 – Investimento inicial para instalação do projeto

Item	Descrição dos investimentos	Preço
1	Obra civil	R\$ 760.000,00
2	Estrutura Metálica (Cobertura)	R\$ 660.000,00
3	Compressor de ar	R\$ 400.000,00
4	Unidade de água deionizada	R\$ 60.000,00
5	Instalações e equipamentos	R\$ 90.000,00
6	Alterações na fábrica (<i>layout</i>)	R\$ 100.000,00
Total		R\$ 2.070.000,00

Atualmente, a organização em questão tem uma produção média mensal de 140 mil fogões/mês. O estudo foi desenvolvido para uma capacidade instalada de até 200 mil

fogões/mês. Na Tabela 2 são apresentados os valores referentes às duas propostas comerciais: denominados como fornecedores A e B, por questão de sigilo comercial.

Tabela 2 – **Relação dos valores dos equipamentos referente ao projeto de investimento**

Item	Descrição dos equipamentos	Fornecedor A	Fornecedor B
1	Túnel de tratamento de superfície	R\$ 1.100.000,00	R\$ 819.926,40
2	Forno de Secagem de peças	R\$ 345.000,00	R\$ 266.864,00
3	Forno de polimerização	R\$ 516.000,00	R\$ 371.904,00
4	Transportador aéreo	R\$ 470.000,00	R\$ 880.000,00
5	Sistema de Pintura	R\$ 1.285.136,00	R\$ 814.720,00
6	Equipamentos adicionais	R\$ 0,00	R\$ 156.160,00
7	Montagem + startup	R\$ 146.000,00	R\$ 300.256,00
8	Dutos de exaustão e chaminé	R\$ 0,00	R\$ 27.840,00
9	Comando central com PLC	R\$ 0,00	R\$ 128.320,00
10	Partes separadas da cabine de pintura GEMA	R\$ 0,00	R\$ 102.983,00
11	Partes separadas da instalação	R\$ 0,00	R\$ 36.402,30
12	Custo importação	R\$ 0,00	R\$ 127.769,60
Total dos investimentos		R\$ 3.735.136,00	R\$ 3.892.985,30

Fonte: Empresa estudada

4.2.2 Custos de Produção

Nesta etapa serão apresentados os custos de produção. Inicialmente, realizou-se um estudo comparativo entre a produção atual e as propostas de implementação apresentadas pelos fornecedores A e B. Os valores descritos na Tabela 3 têm como base a linha de pintura atual.

Tabela 3: **Comparativo das reduções de custos operacionais da pintura atual com as duas propostas comerciais**

Item	Custos Operacionais	Linha de Pintura atual	Linha de Pintura Fornecedor A	Linha de Pintura Fornecedor B	Redução de Custo Fornecedor A	Redução de Custo Fornecedor B
1	Consumo de Tinta	R\$ 1.263.274,28	R\$ 1.142.962,45	R\$ 1.142.962,45	R\$ 120.311,83	R\$ 120.311,83
2	Sucata (2,2% médio)	R\$ 91.200,00	R\$ 45.600,00	R\$ 45.600,00	R\$ 45.600,00	R\$ 45.600,00
3	Retrabalho (9%)	R\$ 113.694,69	R\$ 34.288,87	R\$ 34.288,87	R\$ 79.405,82	R\$ 79.405,82
4	Mão de Obra	R\$ 2.620.988,50	R\$ 1.285.920,00	R\$ 1.285.920,00	R\$ 1.335.068,50	R\$ 1.335.068,50
5	Consumo de Gás GLP	R\$ 587.714,17	R\$ 641.437,24	R\$ 870.121,74	-R\$ 53.723,07	-R\$ 282.407,57
6	Energia Elétrica	R\$ 93.105,94	R\$ 426.244,21	R\$ 502.582,73	-R\$ 333.138,27	-R\$ 409.476,79
7	Custo de Tratamento Superfície Anual	R\$ 329.896,20	R\$ 283.710,73	R\$ 283.710,73	R\$ 46.185,47	R\$ 46.185,47
8	Custo/m ² de Área Tratada	R\$ 0,12756	R\$ 0,11672	R\$ 0,11672	R\$ 0,01	R\$ 0,01
9	Custo Tratamento de Efluente Anual	R\$ 65.270,40	R\$ 18.044,93	R\$ 18.044,93	R\$ 47.225,47	R\$ 47.225,47
Total		R\$ 5.165.144,18	R\$ 3.878.208,43	R\$ 4.183.231,45	R\$ 1.286.935,75	R\$ 981.912,73

Fonte: Dados da pesquisa (2014). Nota: valores anualizados.

Estes custos são praticados atualmente no processo de produtivo e o qual será aplicado neste projeto para o estudo da viabilidade econômica. Já, os custos produtivos para o fornecedor A e B, têm como base as especificações técnicas de cada fabricante.

O item 1 (consumo de tinta) e o item 3 (retrabalho 9%) da Tabela 2, utiliza como base a produção 932.879 fogões/ano correspondente a quantidade produzida na cor branca que representa aproximadamente 70% da capacidade produtiva da fábrica.

Já o item 4 (mão de obra) da Tabela 3, utiliza como base a produção de 1.500.000 fogões/ano, ou seja, o quadro atual de colaboradores do setor de pintura está dimensionado para esta

capacidade produtiva. Com esta fonte pode-se observar que este item representa uma redução 49% na mão de obra com a implantação de quaisquer projetos A ou B.

Em relação à Tabela 4, a mesma representa a redução de custo anualizada obtidas para os fornecedores A e B, em comparação com o sistema de pintura atual. Para realizar os cálculos, considerou-se um cenário conservador com uma produção anual de 1,5 milhões de fogões. Esta quantidade está relacionada com a capacidade máxima de produção de fogões com dois turnos de trabalho para o sistema de pintura proposto.

Tabela 4: **Redução de custo anual: sistema de pintura atual versus fornecedores A e B**

Sistema de pintura	Produção anual/fogões	Custo operacional/fogão	Redução de custo/fogão	Redução de custo anual
Atual	1.500.000	R\$ 4,09	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Fornecedor A	1.500.000	R\$ 3,07	R\$ 1,02	R\$ 1.532.970,00
Fornecedor B	1.500.000	R\$ 3,27	R\$ 0,82	R\$ 1.227.945,00

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

4.2.3 Comparativo dos projetos de investimentos

Por intermédio de uma análise econômica simples, é possível concluir que realizar o projeto de investimento via fornecedor B é inviável. Observa-se na Tabela 3 que a relação de equipamentos que o fornecedor B propõe está com uma diferença de preço de R\$ 157.849,30. Isso representa um acréscimo de aproximadamente 5% em relação à aquisição dos equipamentos do fornecedor A.

Na Tabela 4 é possível observar que a redução de custo anualizada do fornecedor B é da ordem de R\$ 305.023,02 a menos que a do fornecedor A, isto representa 23,70% a menos em relação ao fornecedor A. Além disso, pode-se observar através da Tabela 5 que a projeção de redução de custo obtida em um ano utilizando o sistema de pintura do fornecedor A é de aproximadamente R\$ 1.532.970,00 e para o fornecedor B é de R\$ 1.227.945,00. Em uma comparação direta, o fornecedor A apresenta uma redução de custo 19,89% superior em relação ao fornecedor B, confirmando a inviabilidade dos equipamentos serem adquiridos junto ao fornecedor B. Diante do exposto, a aplicação da SAVEPI concentrar-se-á na avaliação econômica do projeto de investimento ser realizado via Fornecedor A.

4.3 Viabilidade econômica do projeto de investimento

4.3.1 Input da SAVEPI

Os recursos financeiros aplicados no projeto de investimento, de acordo com a Tabela 2 é de R\$ 2.070.000,00 para instalação do projeto e de R\$ 3.735.136,00 para aquisição dos equipamentos conforme a Tabela 3. Assim, o total de recursos financeiros aplicados no projeto são na ordem de R\$ 5.805.136,00.

Os dados de entrada do projeto de investimento (*input* da SAVEPI) estão detalhados na Figura 4. Para a TMA, utilizou-se como referência a taxa de juros do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (taxa SELIC), que está estimada em 11,75% ao ano (BACEN, 2014). Adotou-se a taxa SELIC como TMA, uma vez que a empresa não revelou a TMA praticada, por questões estratégicas para o negócio.

Em relação ao financiamento para aquisição dos equipamentos utilizou-se o Financiamento de Máquinas e Equipamentos (FINAME), linha de crédito fornecida pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2014). Nesse caso, o percentual financiável do projeto é de 80% com uma taxa de juros do financiamento (TJF) de 6% ao ano. Empregou-se, o sistema de amortização com prestações constantes (sistema PRICE). O prazo máximo de amortização do financiamento é de 10 anos, com período de 2 anos de carência e pagamento

dos juros nesse período para evitar a elevação do saldo devedor. O horizonte de planejamento ou de análise também é de 10 anos.

O Investimento Inicial (FC_0) foi orçado em R\$ 2.817.027,20, correspondente a R\$ 2.070.000,00 para adequação da indústria e R\$ 747.027,20 que representa os 20% de contrapartida para obter-se o financiamento. Por outro lado, o fluxo de caixa esperado (FC_j) foi estimado em aproximadamente R\$ 1.532.970,00 e considerado constante ao longo do horizonte de planejamento (N).

DADOS DO PROJETO (input do SAVEPI [®]): Coleta de dados e informações a respeito do PI em estudo		
TMA	11,75%	Taxa Mínima de Atratividade ou Taxa de desconto por período ou Custo de oportunidade ou Custo do Capital.
N	10	Horizonte de planejamento ou horizonte de análise ou vida útil do projeto.
FC_0	-R\$ 2.817.027,20	Investimento inicial: aquisição, transporte, instalações e aporte inicial de capital de giro, por exemplo.
FC_1	R\$ 1.532.970,00	Fluxo de caixa esperado para cada período = Receitas esperadas (quantidades x preços) - Custos estimados (operações e/ou manutenções).
VR	R\$ 0,00	Valor residual ou valor de revenda. Utilizar a Depreciação Econômica e não a Depreciação Contábil.
IR+CS	25,00%	Alíquota máxima do Imposto de Renda (IR) e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CS).
PMD	10	Prazo máximo de depreciação.
MD	linear	Método de depreciação: linear - exigido pela receita federal do Brasil.
PF	80,00%	Percentual financiável - definido pela linha de financiamento.
PMF	10	Prazo máximo de amortização do financiamento.
TJF	6,00%	Taxa de juros do financiamento.
SAC ou PRIC	PRICE	Sistema de amortização: SAC (sistema de amortização constante) ou Sistema Price. Utilize a planilha SISAMO.

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Figura 4 – Dados de entrada do projeto de investimento (input da SAVEPI)

O Valor Residual (VR) foi considerado nulo, pois o sistema atual de pintura possui aproximadamente 20 anos de uso e é um projeto exclusivo, além de estar sucateado. O mesmo procedimento foi adotado para o novo empreendimento.

Referente à depreciação contábil, utilizou-se o método de depreciação linear, único método aceito pela Receita Federal do Brasil (RFB, 2014). De acordo com a RFB (2014), máquinas e equipamentos apresentam uma taxa de depreciação de 10% ao ano e um prazo de 10 anos para a depreciação total. Já as edificações apresentam uma taxa de depreciação de 4% ao ano e um prazo de 25 anos para a total depreciação. No entanto, o prazo total para depreciação completa do projeto de investimento, considerou-se o período do financiamento, ou seja, 10 anos. Logo, para a depreciação das edificações, utilizou-se um período proporcional de 10 anos o que representa 40% do prazo total de depreciação que é de 25 anos para as edificações.

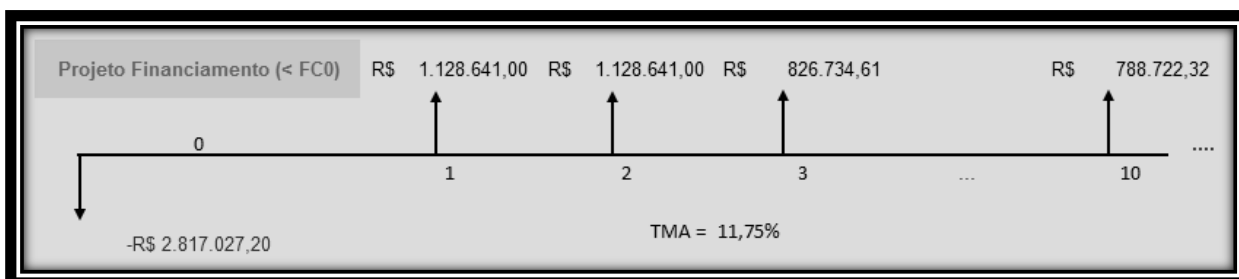
Para o projeto de investimento em estudo, considerou-se uma alíquota de Imposto de Renda (IR) de 16%. Por outro lado, para a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) adotou-se uma alíquota de 16%. Assim, a alíquota total de IR e CSLL considerada foi de 25%, como é destacado na Figura 4.

4.3.2 Principais Resultados

Nesta subseção são apresentados os resultados dos indicadores econômicos: de retorno (VP, VPL, VPLA, IBC, ROIA, índice ROIA/TMA e ROI), de risco (TIR, TMA/TIR, *Payback* e *Payback/N*) e da análise de sensibilidade (Var. TMA (γ), Var. Custos (ϕ), Var. Receitas (λ), Var. C e R (α), Var. TMA e C (ϕ), Var. TMA e R (θ) e Var. C e R e TMA (β)). Os cálculos necessários foram realizados com a utilização de um aplicativo computacional implementado por Lima (2014) na planilha eletrônica MS-Excel[®] que automatiza parcialmente a SAVEPI desenvolvida por Lima *et al.* (2014) e ampliada por Lima (2014).

A Figura 5 disponibiliza o diagrama do fluxo de caixa esperado no desenvolvimento do projeto de investimento em estudo, para um período de 10 anos. O fluxo de caixa na data

focal zero (0) ou fluxo de caixa inicial é de R\$ 1.532.970,00, valor já apresentado na Tabela 4. Por outro lado, a Figura 6 apresenta os indicadores econômicos do projeto de investimento. Ambas Figuras foram geradas automaticamente no SAVEPI[®], após o preenchimento do *input*.



Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Figura 5 – Fluxo de caixa anual esperado para o projeto de investimento

INDICADORES		Projeto Financiamento
Retorno	VP	R\$ 5.171.950,83
	VPL	R\$ 2.354.923,63
	VPLA	R\$ 412.528,04
	IBC ou IL	1,8360
	ROIA	6,26%
	Índice ROIA/TMA	53,31%
	ROI ou TIRM	18,75%
Risco	Payback	4
	TIR	31,86%
	Índice Payback/N	40,00%
	Índice TMA/TIR	36,88%
Análise de sensibilidade	Var. TMA (γ)	171,14%
	Var. Custos (ϕ)	83,60%
	Var. Receitas (λ)	45,53%
	Var. C e R (α)	29,48%
	Var. TMA e C (ϕ)	56,16%
	Var. TMA e R (θ)	35,96%
	Var. C e R e TMA (β)	25,15%

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Figura 6 – Indicadores econômicos da SAVEPI

4.3.3 Análise dos indicadores econômicos da SAVEPI

4.3.3.1 Indicadores econômicos de retorno

A expectativa é de que a organização recupere os investimentos efetuados para a implantação do projeto de investimento, na substituição do sistema atual de pintura pelo sistema de pintura proposto. Além disso, recupera a remuneração que seria obtida se esse capital (FC_0) fosse aplicado no mercado a uma taxa de 11,75% ao ano e ainda gere um excesso de capital.

O indicador econômico Valor Presente Líquido (VPL), presente na Figura 4, permite a seguinte interpretação, que se recupera o investimento inicial (R\$ 2.817.027,20) que teria obtido se esse capital tivesse sido aplicado no mercado financeiro a 11,75% ao ano e, ainda lhe sobra os valores monetários de hoje à importância de R\$ 2.354.923,63. É importante destacar que este projeto tem um horizonte de 10 anos e esse valor é o ganho para esse período.

A informação do VPL, embora útil não é suficiente para suportar uma decisão de investimentos por apresentar um resultado global e não por período. No entanto, a regra primária para o indicador de VPL é a seguinte: se o mesmo for VPL positivo, então o projeto merece continuar sendo analisado.

Dessa forma, a análise do indicador Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) se faz necessário. A interpretação do VPLA, representa o fluxo de caixa representativo do projeto de investimento em uma série de benefícios uniforme. Assim, dependendo dos cenários futuros, o ganho anual com a implementação do projeto é de aproximadamente R\$ 412.528,04 a mais do que se os recursos financeiros fossem aplicados no sistema financeiro com uma taxa de 11,75% ao ano. Por ter apresentado um valor positivo, é um indicativo de que o projeto merece continuar sendo analisado.

Nesse cenário, faz-se necessário a análise de outros indicadores econômicos, para corroborar a viabilidade econômico do projeto de investimento. Para isso, tem-se o Índice Benefício/Custo (IBC) que apresentou um valor de 1,83. Isso significa que, para cada R\$ 1 imobilizado no projeto, espera-se retirar, após o horizonte de análise do projeto que é de 10 anos, R\$ 1,83 considerando a retirada do ganho que se teria caso esse R\$ 1 tivesse sido aplicado na TMA de 11,75% ao ano. Contudo, esse indicador apresenta a mesma limitação do VPL.

O retorno adicional sobre o investimento (ROIA), que busca corrigir a limitação do IBC, teve um resultado de 6,26% ao ano além da TMA de 11,75% ao ano, ou seja, a decisão neste ponto resume se vale a pena investir no projeto e assumir o risco do investimento e ter um adicional sobre o ganho de 6,26% ao ano. Por outro lado, o índice ROIA/TMA, auxilia nesta decisão, pois representa quanto o projeto irá ganhar além da TMA. Para o projeto em estudo, tem-se um ganho de 53,31% ao ano além da TMA (11,75% ao ano) que seria um retorno esperado classificado como médio. Ainda, tem-se o retorno sobre o investimento (ROI), que representou um ganho de 18,75% ao ano, valor acima da TMA de 11,75%.

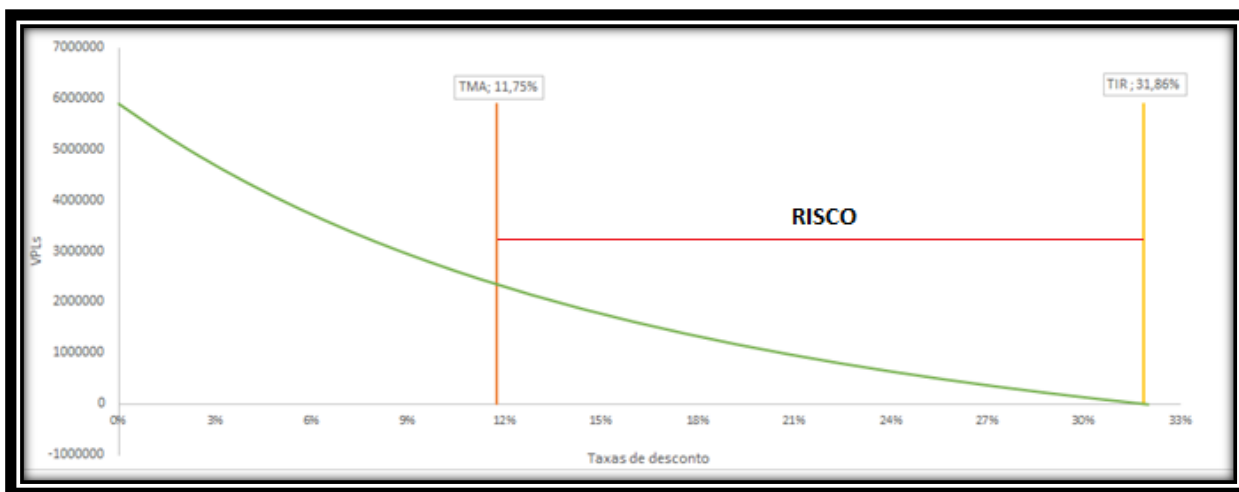
Assim, na dimensão retorno o projeto de investimento, mostra-se viável sob a ótica econômica. Contudo, ainda é necessário avaliar a dimensão risco e melhor a percepção do mesmo via análise de sensibilidade. As próximas subseções discutem esses resultados.

4.3.3.2 Indicadores econômicos de risco

A taxa interna de retorno (TIR) define um limite para a variação da TMA. Enquanto a TMA (estimada em 11,75% ao ano) permanecer inferior a TIR (31,86% ao ano) as expectativas é de que haja mais ganho em se investir no projeto do que deixar o dinheiro aplicado na TMA. Assim, a distância entre a TIR e a TMA pode representar o risco do projeto de investimento.

Nesse contexto, o risco está sendo interpretado como a possibilidade de se ter um ganho melhor, ao investir no projeto de aquisição de uma linha de pintura associada ao tratamento de superfície de metais nanocerâmico, do que deixar o valor aplicado no mercado financeiro a 11,75% ao ano. É visível a segurança da decisão de investir no projeto, pois seria necessário que a TMA tivesse um aumento de 171% para que o sistema financeiro proporcionasse o mesmo retorno do projeto de aquisição da linha de pintura.

Uma melhor percepção desse risco é oportunizada pelo índice TMA/TIR, que é de 36,68%, classificando o projeto na categoria de risco baixo-médio (entre 20% a 40%). Para corroborar os dados apresentados, a Figura 7 apresenta o comportamento do VPL em função da TMA, a TIR, a TMA, bem como a distância entre as mesmas.



Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Figura 7 – Espectro da validade da decisão (VPLs x TMAs)

Um outro indicador de risco de projeto de investimentos é o período de recuperação do investimento ou *Payback*. Este indicador, assume papel importante na análise de investimentos, pois não se pode dispender muito tempo para recuperar o capital investido, pois pode-se perder novas oportunidades para a empresa. Dentro desta visão, o projeto de investimento em questão apresentou um *Payback* de 4 anos. Parar ressaltar e mostrar o *Payback* em relação ao tempo de vida útil do projeto, existe outro indicador de risco o índice TMA/TIR. Assim, o retorno sobre o investimento ocorrer somente após passados 40% do tempo de vida útil do projeto, ou seja, as chances para o projeto não ter êxito são de 40%.

Por se tratar de um retorno médio (53,33%) e um risco baixo-médio (38,34), o projeto merece continuar sendo analisado. Para finalizar a avaliação econômica, deve-se promover uma análise de sensibilidade nos principais parâmetros intervenientes (TMA, custos e receitas) no desempenho esperado do projeto em estudo.

4.3.3.3 Indicadores econômicos de sensibilidade

O indicador Var. TMA (γ), mostra que para inviabilizar o projeto de investimento a TMA deve aumentar 171,14%. Como utilizou-se para TMA a taxa SELIC, no cenário econômico atual as chances de isto ocorrer praticamente são nulas. Vale ressaltar que, se a SELIC aumentar 171,14% a economia brasileira entraria em colapso, algo pouco provável.

Outro índice Var. Custos (ϕ), indica que para inviabilizar o projeto de investimento os custos de implantação do projeto (FC_0) devem aumentar acima de 83,60%. Caso ocorra aumentos substanciais da inflação, que atualmente está em 6,50% ao ano, há uma boa margem de segurança ao longo do horizonte de análise. Esta situação não afeta a decisão de investir no

projeto, pois é uma situação pouco provável de ocorrer, além disso o projeto após o quarto ano de vida já tem o retorno do capital investido.

Diferentemente do índice anterior, a Var. Receitas (λ), indica quanto as receitas (FC_j) do projeto de investimento deve reduzir para inviabilizar o mesmo. Neste caso, para que isto ocorra as receitas devem diminuir 45,53%. Uma situação pouco provável de ocorrer uma vez que a principal ganho na receita do projeto está relacionando com a diminuição da mão de obra que representa 49,06% da receita total do projeto.

O índice Var. C e R (α), mostra que para inviabilizar o projeto de investimento deve ocorrer concomitantemente um aumento máximo nos custos estimados e redução máxima nas receitas esperadas. No caso do projeto de investimento o resultado para este índice foi de 29,48%. Já o índice Var. TMA e C (ϕ), traduz que antes de inviabilizar o projeto de investimento deve ocorrer um aumento máximo da TMA utilizada nos custos estimados de forma concomitante de 56,16%. Por outro lado, segundo o índice Var. TMA e R (θ), para ocorrer a inviabilização do projeto de investimento deve ocorrer um aumento máximo na TMA e uma redução máxima nas receitas esperadas do projeto de investimento de forma concomitante de 35,96%.

Por fim, o índice Var. C e R e TMA (β), informa que para ocorrer à inviabilidade econômica do projeto de investimento deve ocorrer um aumento máximo na TMA, nos custos estimados e redução máxima das receitas esperadas, de forma concomitante na ordem de 25,15%.

Através, dos indicadores de sensibilidade expostos, o projeto de investimento possui um risco de inviabilidade classificado de baixo-médio para os índices Var. TMA e R (θ), Var. C e R (α) e Var. C e R e TMA (β). Por outro lado, os índices Var. Receitas (λ) e Var. TMA e C (ϕ) possui um risco de inviabilidade classificado como médio. Já o índice Var. Custos (φ) e Var. TMA (γ) enquadram-se como altamente viável e excepcionalmente viável, respectivamente.

Em síntese o projeto de investimento, possui retorno médio e um risco médio. Portanto sobre o ponto de vista econômico é recomendável investir no projeto de investimento. Vale ressaltar que a tecnologia empregada atualmente nesse setor da organização está defasada e no limite da capacidade produtiva restringindo os planos de crescimento da empresa.

5. Conclusão

No mercado de fogões a gás, um segmento altamente competitivo e centralizado, a busca por alternativas que visam a maximização da margem de lucro por meio da redução do custo de produção é de vital importância. A aquisição de uma linha de pintura associada ao tratamento de superfície de metais nanocerâmico, é uma alternativa encontrada pela empresa para melhorar a qualidade dos produtos fornecidos aliado ao menor custo produtivo, consequentemente auferindo aumento nos lucros.

A tecnologia empregada atualmente nesse setor da organização está defasada e no limite da capacidade produtiva restringindo os planos de crescimento da empresa. Por intermédio da aplicação da Sistemática de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (SAVEPI) proposta por LIMA *et al* (2014) e ampliada por Lima (2014), foi possível concluir que o referido projeto de investimento apresenta um retorno médio, um risco baixo-médio e alta sensibilidade nos principais parâmetros intervenientes. Portanto, sobre o ponto de vista econômico é recomendável investir referido projeto de investimento, tendo em vista que esse setor está utilizando uma tecnologia defasada.

Como sugestão para estudos futuros, propõe-se que a organização realize o controle dos custos operacionais como também dos custos de reparo e manutenção dos equipamentos. De posse destas informações é possível determinar a vida econômica do equipamento.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa estudada por ter cedido às informações para a elaboração do presente artigo, o qual foi apresentado aos gerentes e diretores da mesma.

7. REFERÊNCIAS:

ARSAND, D. *Tratamento de eletrodialise de soluções de fosfato*. 2013. Disponível em: <http://pelotas.ifsul.edu.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=770:professor-tem-artigo-publicado-por-editora-internacional&catid=4:noticias>.

Acesso em: 01/10/2014

BACEN. BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Atas do Comitê de Política Econômica (COPOM)*, reunião nº 187. 2014. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?COPOM187>>.

Acesso em: 14/12/2014.

BANCZEK, E.P. *Desenvolvimento e Caracterização de Camadas de Fosfato de Zinco/Níquel e Zinco/Nióbio*. Tese de D. Sc., IPEN/CNENSP. São Paulo, 2008.

BEZERRA, M.B.P. SPINOLA, Adriana Tahereh Pereira; HEEMANN, Adriano. *Identificação de processos alternativos mais limpos de tratamento de superfícies metálicas para a indústria de linha branca*. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 2007.

BORSSADI, K. *Nanotecnologia aplicada a tratamentos superficiais para o aço carbono 1020 como alternativa ao fosfato de zinco*. UFRGS, Porto Alegre, 2007.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. *Linha Finame – Financiamento de Máquinas e Equipamentos*. 2014.

BUARQUE, C.R.C. *Avaliação Econômica de Projetos*. 8ª reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 1984.

CALLIGARIS, A.B.; TORKOMIAN, A.L.V. *Benefícios do desenvolvimento de projetos de inovação tecnológica: um estudo de caso*. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, 2002

CASAROTTO, N.F.; KOPITKE, B.H. *Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial*. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

COSTA, M.V. *Revestimentos de conversão*. 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lapec/wa_files/fosfatizacao_20cromatizacao_20_20anodizacao_20e_20silanos.pdf>. Acesso: 21/10/2014.

DUARTE, R.R.; JUNIOR, D.R. de P. *Gerenciamento ambiental como instrumento de competitividade: estudo de caso*. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa, 2001.

GIFFONI, P. de O., LANGE, L.C. *A utilização de borra de fosfato como matéria-prima alternativa para a fabricação de tijolos*. Revista Engenharia sanitária ambiental. Vol.10 - Nº 2 - abr-jun, 128-136. 2005.

GUARRAIA, P. et al. *Como reduzir custos de forma sustentável e manter a redução a longo prazo*. Bain & Company. São Paulo, 2012.

INSTITUTO INOVAÇÃO. *Nanotecnologia*. 2010. Disponível em: <http://inventta.net/wp-content/uploads/2010/07/Nanotecnologia.pdf>. Acesso em: 22/19/2014.

LIMA, J. D. de; Scheitt, L.C.; Boschi, T. De F.; Silva, N.J. da; Meira, A.A. de; Dias, G.H.

Propostas de ajuste no cálculo do payback de projetos de investimentos financiados. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Administração. Periódico Custos e Agronegócios online - v. 9, n. 4 – Out/Dez - 2013.

LIMA, J.D. de. *Introdução à Análise Econômica de Projetos: Princípios e Práticas – Notas de aula – textos para discussão.* Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Câmpus Pato Branco), 2014.

LIMA, J.D. de; TRENTIN, M.G.; OLIVEIRA, G.A.; BATISTUS, D.R.; SETTI, D. *Systematic analysis of economic viability: a proposal for investment projects.* In: Joint Conference CIO-ICIEOM-IIIIE 2014 - XX International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2014, Málaga - ES. The global reach of industrial engineering. Enhancing synergies in a collaborative environment. Málaga - ES: Andalusia Tech. Universidad de Sevilla. Universidad de Málaga, 2014. p.87.

LUCHTEMBERG, I.C.; LIMA, J.D. de; ADAMCZUK, G.; TRENTIN, M.G. *Viabilidade técnica e econômica da verticalização na produção de válvula reguladora de pressão para painéis de pressão em indústria de artefatos de alumínio.* XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: São Carlos-SP, 2010.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica.* 5. ed. - São Paulo: Atlas, 2003.

DATAMARK, Market Intelligence Brazil. *Associação pedirá ao governo prorrogação do IPI reduzido para linha branca.* 2013. Disponível em: <https://www.datamark.com.br/noticias/2013/12/associacao-pedira-ao-governo-prorrogacao-do-ipi-reduzido-para-linha-branca-148518/>. Acesso em 13/09/2014.

MORAES, Juliana dos Anjos. *Estudo do comportamento do revestimento de conversão à base de zircônio e zircônio/titânio sobre aço carbono.* UFRGS. Porto Alegre, 2010.

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

PANOSSIAN, Z. *Curso de fosfatização de metais ferrosos.* Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração - IBM. São Paulo: s.n., 2004

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.; RASOTO, V.I. *Gestão Financeira: enfoque em inovação.* 1. ed. Curitiba: Aymar, 2012. v. 6. 140p. (série UTFinova).

REIS, F.M. *Novo tratamento de superfície isento de metais pesados.* Tratamento de Superfície, n. 131, pp. 26- 30, 2005.

RFB. Receita Federal do Brasil -. *Instrução Normativa SRF nº 162, Anexo I - Bens Relacionados na Nomenclatura Comum do MERCOSUL – NCM.* 2014. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/ins/ant2001/1998/in16298ane1.htm>. Acesso em: 27/10/2014.

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.

SILVA, C.A.P. *História do fogão a gás.* 2009. Disponível em: <http://capsilva.blogspot.com.br/2009/02/historia-do-fogao-gas.html>. Acesso em: ago.2014.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.* 4.

ed, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2005.

SILVA, G.C. *Brasil aposta na nanociência e nanotecnologia*. Inovação Uniemp v.2 n.1 Campinas jan./mar. 2006.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões Financeiras e Análises de Investimentos: Conceitos, técnicas e aplicações*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 186p.

TERENCE, A.C.F.; FILHO, E.E. *Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais*. XXVI ENEGEP – Fortaleza, 2006.

TESTA, A. *Camadas de conversão nanocerâmicas*. Tratamento de Superfície n. 130: v. 25, P. 38 – 43, 2005.

WENG, D; WANG, R. ZHANG, G. *Environmental impact of zinc phosphating in surface treatment of metals*. Metal Finishing, p. 54-57, 1998.

ZARO, G.; FERREIRA, J.Z. *Revestimento de conversão à base de zircônio como pré-tratamento em aço galvanizado*. XVIII Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica. Bento Gonçalves, 2010.

APÊNDICE I - Principais indicadores de viabilidade econômica de projetos de investimento

A Taxa Mínima de Atratividade - (TMA) é a melhor taxa com baixo risco, disponível para aplicação do capital em análise. A decisão de investir sempre terá pelo menos duas alternativas para serem avaliadas: investir no projeto ou na TMA. De acordo com Souza e Clemente (2008), os indicadores de projetos de investimentos que destacam-se são:

- Valor Presente Líquido (VPL): é a concentração de todos os valores de um fluxo de caixa, descontados para a data “zero” (presente) usando-se como taxa de desconto a TMA. Representa em valores monetários de hoje, a diferença entre recebimentos e os pagamentos de todo o projeto. O valor do VPL deve ser suficiente para cobrir os riscos do projeto e atrair o investidor. Sua fórmula básica é:

$$VPL = - |FC_0| + \sum \frac{FC_j}{(1+TMA)^j} \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (01)$$

- Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA): e tem o mesmo significado do VPL, porém interpretado por ano. Em suma, é o excesso de caixa por período. É um indicador muito utilizado para analisar projetos com horizontes de planejamento longos. Em resumo é o excesso de caixa por período. Sua fórmula básica é:

$$VPLa = \frac{VPL * TMA * (1+TMA)^N}{[(1+TMA)^N - 1]} \quad (02)$$

- Índice Benefício/Custo (IBC): representa para todo o horizonte de planejamento (N), o ganho por unidade capital investido no projeto após expurgado o efeito da TMA, ou seja para cada unidade monetária investida no projeto qual será o retorno que o mesmo dá também em unidades monetárias. Sua fórmula básica é:

$$IBC = \frac{|FC_0| + VPL}{|FC_0|} \quad (03)$$

- Retorno Sobre investimento Adicionado (ROIA): que representa a melhor estimativa de rentabilidade, já expurgado o efeito da TMA, do projeto em análise. Sua fórmula básica é:

$$ROIA = \sqrt[N]{IBC} - 1 \quad (04)$$

- Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa que anula o VPL de um fluxo de caixa. Representa um limite para a variabilidade da TMA. O risco do projeto aumenta na medida em que a TMA se aproxima da TIR. Sua fórmula básica é:

$$\sum_{j=0}^n \frac{[CF_j]}{(1+i)^j} = 0 \quad i = TIR \quad (05)$$

- Período de Recuperação do Investimento (*Payback*): representa o tempo necessário para que os benefícios do projeto recuperem o valor investido. Pode ser interpretado como uma medida de risco do projeto. De acordo com Lima et al. (2013), sua fórmula básica é:

$$\text{Payback} = \text{mínimo } \{j\}, \text{ tal que: } \sum_{k=1}^j \frac{FC_k}{(1+TMA)^k} \geq |FC_0| \quad (06)$$