

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE TIJOLOS SOLO- CIMENTO

Rogério Restelli

rogeriorestelli@gmail.com

José Donizetti de Lima

donizetti@utfpr.edu.br

Dayse Regina Batistus

daysebatistus@gmail.com

Alex Restelli

alex.restelli@ifsc.edu.br



O presente artigo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de uma fábrica de tijolos solo-cimento. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, empregando-se técnicas de coleta de dados primários e secundários. Para atingir os resultados foi utilizada a Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA), como ferramenta para análise quantitativa via aplicativo web \$AVEPI (Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento). Buscou-se, responder a seguinte questão: Seria economicamente viável investir em uma fábrica de tijolos solo-cimento? Como resposta a esse questionamento, para o Projeto de Investimento (PI) em estudo, o retorno é considerado excelente, no qual para cada R\$ 1,00 investido, espera-se um retorno de R\$ 5,42, além dos riscos de níveis baixos, com Payback em 16 meses e elasticidades altas. Nesse contexto, sob a ótica econômica, o projeto em estudo recebe recomendação de implantação.

Palavras-chave: Tijolos ecológicos, Análise de Investimentos em ativos reais, MMIA, \$AVEPI, tomada de decisão

1. Introdução

Desde o início do período industrial, com a queima de combustíveis fósseis, as devastações geradas pelo ser humano vêm agredindo o meio ambiente. Com isso, a emissão de gases causadores do efeito estufa: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, entre outros, foi intensificada (MMAa, 2015).

Conforme o MMAb (2015), com o Acordo de Paris em 2016, o governo brasileiro, no compromisso de reduzir as emissões de gases na atmosfera, formulou sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (*intended Nationally Determined Contribution*) (iNDC), propondo-se a reduzir as emissões de gases no país em 43% até 2030, baseado nas emissões registradas em 2005. Assim, a elaboração de estudos de viabilidade para projetos de cunho sustentável torna-se fator preponderante para suas implantações e cooperação ao iNDC.

Nesse contexto, encontra-se inserida a produção do tijolo solo-cimento, conhecido popularmente por tijolo ecológico, que é produzido por meio da compactação de uma mistura de solo arenoso (material que está acima do nível dos mananciais e que não degrada regiões ribeirinhas) e compactado com 12,5% de cimento. O processo de produção dispensa a queima do tijolo em fornos, portanto, a queima de lenha, e conseqüentemente, evita a emissão de gases na atmosfera (ANITECO, 2015). Já a produção de tijolos cerâmicos no método convencional de produção, com queima, de acordo com Baccelli (2010), consome 1,4 m³ de lenha para cada mil unidades de tijolos, com temperatura de queima na ordem de 750 a 900°C, durante 18 horas.

De acordo com o Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) (2011), um terço do gás que causa o aquecimento global está ligado à construção civil e essa versão sustentável de tijolos auxilia na preservação do meio ambiente. Entretanto, apenas vantagens ambientais não são o suficiente para que investidores se interessem por esse método de produção de tijolos. É nesse cenário que se configura o objetivo desse artigo, que é analisar a viabilidade econômica de se investir no ramo de produção de tijolos solo-cimento.

2. Referencial teórico

A Metodologia Clássica (MC) de análise de investimentos em ativos reais se caracteriza por avaliar o retorno que um investimento apresenta pela utilização de poucos indicadores. A

efetivação dessa análise baseia-se na definição de uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e é centrada em três indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *Payback*, o qual representa período de tempo necessário para recuperar o capital investido (SOUZA e CLEMENTE, 2012; LIMA *et al.*, 2016; GULARTE *et al.*, 2017).

Apesar de esses indicadores serem bem conhecidos e utilizados nos meios acadêmicos e empresariais, eles não são os únicos. No nível de exemplificação, tem-se a Metodologia Multi-índice (MMI), proposta por Souza e Clemente (2012), a qual utiliza-se de múltiplos indicadores de retorno e de múltiplos indicadores de risco.

Recentemente, Lima *et al.* (2015) e Lima *et al.* (2017a), sugerem investigações adicionais para a discussão da viabilidade econômica de um Projeto de Investimento (PI). Esses autores apresentam uma versão ampliada da MMI de Souza e Clemente (2012). Essa versão, denominada Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA), incorpora Limites de Elasticidade (LEs) e Valores Limite (VLs) com o intuito de melhorar a percepção dos riscos existentes na implantação de um PI. Segundo Lima *et al.* (2015), a MMIA utiliza-se da Matemática Financeira como instrumento básico para a geração de indicadores de retorno e de riscos, os quais são ponderados para a tomada de decisões, analisando as alternativas por meio de estimativas dos fluxos de caixa, os quais são trazidos ao momento presente.

A MMIA realiza a análise de viabilidade econômica avaliando as dimensões: retorno (VPL, VPLA, IBC, ROIA e índice ROIA/TMA), riscos (TIR, *Payback*, índice TMA/TIR e índice *Payback*/N) e elasticidades ($\Delta\%TMA$, $\Delta\%FC_0$ e $\Delta\%FC_j$). Contudo, para gerar os indicadores, faz-se necessário estimar parâmetros, tais como: Investimento Inicial (FC_0), Custo Fixo por período (CF_j), Custo Variável unitário (CV_{uj}), Preço de Venda unitário (PV_{uj}), Quantidade vendida (Q_j), Horizonte de planejamento (N), Depreciação Contábil (DL_j), Valor Residual (VR) e Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (LIMA *et al.*, 2015; LIMA *et al.* 2017).

Para efetivar os cálculos e facilitar a leitura dos dados atrelados à MMIA, pesquisadores da UTFPR Câmpus Pato Branco desenvolveram uma ferramenta sintetizadora, a plataforma on-line \$AV€PI (Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento), (SOUTHIER *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2017b).

A metodologia proposta por Lima *et al.* (2015), vem sendo testada com êxito na análise de PI. Dentre esses trabalhos, elencamos o de Lizot *et al.* (2017), o qual teve por objetivo analisar a viabilidade econômica da produção de silagem de aveia preta para a finalidade de plantio para

pastejo e posterior ensilamento; o trabalho de Maidana (2017), o qual analisou a viabilidade econômica de um sistema residencial de aquecimento solar de água e ainda, a pesquisa de Gularte *et al.* (2017), a qual considerou os custos locais para a implantação de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (URRCD). Dos trabalhos supracitados, os dois últimos apresentam características comuns à pesquisa que se propõe pois ambos apresentam cunho sustentável.

De fato, o processo de produção do tijolo ecológico apresenta benefícios ambientais. Além de evitar a emissão de gases na atmosfera, a técnica não propaga poeira, pois é um processo com alto grau de umidade (ALROMA, 2013). Outra vantagem da técnica é a redução de resíduos nas obras, pois não usa madeira nas caixarias nem argamassa no assentamento. Seu formato se assemelha a um brinquedo de encaixe, no qual as peças sobrepostas dão formato as paredes (ANITECO, 2015).

Outras características do tijolo solo-cimento são que ele pode ser composto com matéria-prima base, o Resíduo da Construção e Demolição (RCD) e possui norma técnica brasileira específica desde 1984 (NBR 8491 e 8492), a qual foi atualizada em 2012 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Além disso, empresas que produzem tijolos solo-cimento são dispensadas do registro de licença ambiental estadual no Paraná, conforme Artigo 5º da Resolução do SEMA 51/2009 (IAP-PR, 2017), por serem indústrias de pequeno porte e sua produção ser considerada de baixo impacto ambiental.

3. Metodologia

No escopo metodológico, o presente trabalho se divide em três fases, conforme a sequência exposta na Figura 1. Em cada fase foi necessário desenvolver diversos procedimentos (Fig. 1).

Figura 1 - Fases e procedimentos

Fase 1	Caracterizações > Revisão Bibliográfica > Pesquisa Documental
Fase 2	Coleta de Dados > Entrevistas > Questionários, Visitações e Observações
Fase 3	Aplicação da MMIA > Resultados > Análises Técnicas > Análise Econômicas do PI

Fonte: Elaborada pelos autores

Com o objetivo de identificar a viabilidade econômica da fabricação de tijolos solo-cimento, foram realizados levantamentos de custos por meio de orçamento de máquinas e equipamentos em uma indústria do ramo. Além disso, foram elaborados questionários

quantitativos de respostas curtas, enviados a fabricantes de tijolos solo-cimento do Brasil, no período de 01 de agosto de 2017 a 30 de agosto de 2017. Dessa forma, foi possível estimar as médias de gastos das fábricas, com custos fixos e custos variáveis dos produtos, em parâmetro nacional.

Utilizou-se de pesquisa de campo com visita à uma empresa do ramo, a qual proporcionou um maior entendimento do setor. A pesquisa de campo tem por objetivo captar informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações existentes entre eles. Outra metodologia empregada no desenvolvimento desse trabalho foi a pesquisa exploratória, a qual possibilita o aprofundamento dos pesquisadores com o estudo em questão (MARCONI, 2010).

Por fim, procedeu-se o estudo de viabilidade por meio da Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA). Para tal, utilizou-se do Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento (SAVEPI). O sistema conduz ao preenchimento dos campos de *input* no aplicativo, com as informações relativas ao estudo em questão. Após a geração dos resultados, o SAVEPI sugere ainda um parecer preliminar sobre a viabilidade econômica do empreendimento (LIMA *et al.*, 2017b).

4. Resultados e Discussão

4.1. Análise técnica do Projeto de Investimento (PI)

Os dados foram coletados em uma indústria de tijolos e máquinas do ramo, situada no município de Palmas no estado do Paraná. Outra parte originou-se de questionário direto com fabricantes. Ao coletar os dados em amplitude nacional, buscou-se reproduzir com fidelidade as informações pertinentes, fundamentais para um material preciso, sem desvios do objetivo de interesse.

O conjunto de máquinas necessário ao PI tem os seguintes componentes: uma prensa hidráulica, um multiprocessador, uma esteira, mesas ergonômicas, um compressor de ar, ferramentas de aferimento e manutenção das máquinas, óleo hidráulico, mobília e equipamentos de informática para o escritório. Esses ativos e seus respectivos valores são apresentados na Figura 2. Por outro lado, para a composição do Custo Fixo Mensal (CFj) foi

elaborada uma pesquisa por meio de questionários quantitativos de respostas curtas, no qual se levantou a média de dez fabricantes do ramo em diferentes estados do país.

Para esse PI foi considerado como CF_j, os gastos na folha de dois funcionários do setor de produção, com piso salarial, por operador, de R\$ 1.480,00, de acordo com a categoria de fabricantes de artefatos de cimento. Assim, o total da folha de pagamentos do setor de produção foi de R\$ 4.525,52 já considerando todos os encargos trabalhistas (férias, 13º, INSS e FGTS). Soma-se um auxiliar administrativo, também responsável pelo atendimento ao cliente com piso de R\$ 1.547,00 e custo real para a empresa de R\$ 2.365,19, já considerando todos os encargos trabalhistas. Para os gastos com aluguel de um barracão industrial de 200 m² de área, energia, água, contabilidade, telefone, manutenção de *website*, propaganda e publicidade, combustíveis e lubrificantes, manutenção, materiais de escritório e despesas diversas, também foi utilizada como referência a média nacional, de acordo com os dados expostos na Figura 3.

Figura 2 - Investimento inicial (FC0)

Máquinas e Equipamentos		
01	Prensa Hidráulica Automática	69.000,00
01	Multiprocessador 400L com <i>Skip/Concha</i>	29.000,00
01	Esteira Transportadora	8.900,00
02	Mesas Rotatórias Ergonômicas	2.100,00
01	Empilhadeira Hidráulica Manual 1,5T	6.900,00
01	Compressor de Ar 10 pés 100L	1.400,00
01	Ferramentas de Aferimento e Manutenção	1.212,60
01	Óleo Hidráulico Tipo 68 (120 litros)	720,00
Subtotal		R\$ 119.232,60
Mobília Escritório		
01	Cadeira (diretor)	199,99
02	Cadeira Simples	279,80
01	Mesa	289,89
01	Estante	203,90
01	Armário	245,97
Subtotal		R\$ 1219,55
Equipamentos de Informática		
01	Computador	1.343,76
01	Monitor	353,31
01	Impressora	359,90
Subtotal		R\$ 2.056,97
TOTAL		R\$ 122.509,12

Fonte: Elaborada pelos autores com dados da pesquisa (2017).

Figura 3 - Custo fixo mensal (CFj)

Aluguel	1.692,00
Folha Produção	4.525,52
Folha Administrativa	2.365,19
Energia	527,00
Água	106,00
Telefone	200,00
Internet	117,00
Manutenção de <i>Web-site</i>	99,00
Propaganda e Publicidade	641,00
Combustíveis e Lubrificantes	399,00
Manutenção	287,00
Materiais de Escritório	131,00
Contabilidade	321,00
Despesas Diversas (incluindo uniformes e EPI's)	979,00
TOTAL	R\$ 12.389,71

Fonte: Elaborada pelos autores com dados da pesquisa (2017).

Para a formação do Custo Variável unitário (CV_{uj}) das principais matérias-primas, o solo e o cimento, foi considerado a média nacional dos fabricantes, dispostos na Figura 4. Conforme o Sindicato das Empresas de Serviços Contábeis e das Empresas de Assessoramento, Perícias, Informações e Pesquisas no Estado do Paraná (SESCAP-PR) 2018, essa modalidade de negócio se enquadra no regime de tributação do Anexo II do Simples Nacional, participante do tipo fábricas/indústrias e empresas industriais, no qual incide exclusivamente no estado do Paraná, a alíquota inicial de 3,25% sobre o preço de venda, com o desconto de 1,25% sobre alíquota de referência nacional (4,5%), conforme Decreto nº 3.822/2012 (SEFAZ-PR, 2018). A cotação do preço médio do tijolo ecológico no mercado brasileiro é aferida mensalmente pela Associação Nacional da Indústria do Tijolo Ecológico (ANITECO), e indicado pelo Valor de Referência do Tijolo ANITECO (VRTA), o qual tem como base o tijolo de dois furos nas medidas de (25 x 7 x 12,5) cm, sendo R\$ 1,00 por unidade do produto com custo de frete (CIF - *Cost, Insurance and Freight*) e R\$ 0,80 (PV_{uj}) sem frete (FOB - *Free On Board*).

Figura 4 - Custo unitário (CV_{uj})

2,5 m ³ solo	77,50
8 sacos de cimento	160,00
2 <i>pallets</i> (usados) + embalagem <i>stretch</i>	37,50
Imposto Sobre o Preço de Venda (3,25% - DAS/PR)	26,00
Custo TOTAL p/ 1.000 unidades	R\$ 301,00

Custo Variável unitário	R\$ 0,301
-------------------------	-----------


Fonte: Elaborada pelos autores com dados da pesquisa (2017).

Os custos com *pallets* e materiais de embalagem (*stretch*) não foram considerados no Investimento Inicial (FC_0), pois são itens variáveis do produto, ou seja, são necessários apenas de acordo com a produção do produto principal, assim como a matéria-prima, solo e cimento. Portanto, o produto oferece uma margem de contribuição líquida por unidade vendida de cerca de R\$ 0,499 (R\$ 0,80 – R\$ 0,301).

A unidade fabril proposta tem capacidade de produção para 3.000 unidades/dia, ou seja, 60.000 unidades/mês. Estipulando um cenário mais provável, com a produção em 70% de sua capacidade de projeto, temos uma produção média esperada (volume de vendas estimado) de 42.000 unidades/mês (Q_j), ilustrados na Figura 5.

Nesse PI, com horizonte de planejamento de 120 meses (N) de atividade, a linha de equipamentos foi considerada com uma depreciação contábil constante de 0,83% ao mês (Art. 310 Regulamento do Imposto de Renda de 1999 - Decreto 3000/99), sendo assim a Depreciação Linear (DL_j) de R\$ 1.020,90 ao mês. O Valor Residual (VR), que se refere ao valor das máquinas e equipamentos no final do período, foi estipulado em 10% sobre o FC_0 :

Figura 5 - Quantidade vendida (Q_j)

Tipo de Capacidade	Percentual	Un. / Mês
Projeto (máxima)	100%	60.000
Efetiva (otimista)	90%	54.000
Estimada (mais provável)	70%	42.000 

Fonte: Elaborada pelos autores com dados da pesquisa (2017).

Como a maioria dos investimentos, espera-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), após o imposto de renda (IR). Para isso, foi considerado 0,8% ao mês (TMA), para a data de 25 de agosto de 2017, com referência da Receita Federal, na qual a mesma é equivalente à taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) (BACEN 2017).

4.2 Análise econômica do projeto de investimento

4.2.1 Inserção dos dados no aplicativo web \$AV€Π

Utilizou-se o aplicativo \$ΔV€Π para gerar os indicadores e gráficos. Com estrutura e base na Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA), a Figura 6 ilustra os dados devidamente lançados para apuração automática via plataforma *Web \$ΔV€Π*.

Figura 6 - Tela de *input* da plataforma \$ΔV€Π

Taxa Mínima de Atratividade (TMA, %)		Horizonte de Planejamento (N)	
0.8		120	
Investimento Inicial (FC ₀)	Valor Residual (VR)	Quantidade vendida (Q _j)	Preço de Venda unitário (PV _u)
122509.12	12250.91	42000	0.80
		Q constante? <input checked="" type="checkbox"/>	PVu constante? <input checked="" type="checkbox"/>
Custo Variável unitário (CV _u)		Custo Fixo (CF _j)	
0.301		12389.71	
CVu constante? <input checked="" type="checkbox"/>		CF constante? <input checked="" type="checkbox"/>	

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2.2 Análise da dimensão de retorno

Como descrito na Figura 7, tem-se um Valor Presente (VP) de R\$ 664.083,43 para o projeto, sendo que se espera R\$ 541.574,31 como montante líquido, equivalendo a R\$ 7.037,52 mensais. Nesse PI, a cada R\$ 1,00 investido no projeto, espera-se um retorno de R\$ 5,42, o que se equivale a um ganho extra de 1,42% além da TMA. Fica melhor explícito isso na relação do ROIA pela TMA em 177,31%, o qual permite classificar o PI como de retorno excelente, acima de 100% segundo a escala proposta por Lima *et al.* (2017b) (Figura 8).

Figura 7 - Dimensão retorno

Indicador	Valor Esperado
VP	R\$ 644.083,43
VPL	R\$ 541.574,31
VPLA	R\$ 7.037,52
IBC	5,4207
ROIA (%)	1,42
Índice ROIA/TMA (%)	177,31

Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 8 - Indicadores da MMIA

CATEGORIA	ÍNDICE	Observação	BAIXO	BAIXO-MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO-ALTO	ALTO	Observação
RETORNO	ROIA/TMA	-						Excelente: 177,31
RISCOS	Payback/N ¹	-	13,33					-
	TMA/TIR ²	-	11,44					-
	GCR ³	-			59,12			-
	RG ⁴	-	-	-	-	-	-	-
	RN ⁵	-	-	-	-	-	-	-
LIMITES DE ELASTICIDADE	Δ% TMA	-						Excelente: 773,98
	Δ% FC ₀	-						Excelente: 442,07
	Δ% FC _j	-					81,55	-
	Δ% CT _j	-		26,43				-
	Δ% RT _j	-		20,91				-
	Δ% Q _j	-		33,58				-
	Δ% PVU _j	-		20,95				-
	Δ% CVU _j	-				55,67		-
	Δ% CF _j	-				56,80		-
	Δ% MCu _j	-		33,58				-
Δ% VR	-							Excelente: 11.501,48
Escala proposta		< 0%	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%	> 100%

Fonte: Elaborada pelos autores no \$AV€Π.

4.2.3 Análise da dimensão riscos

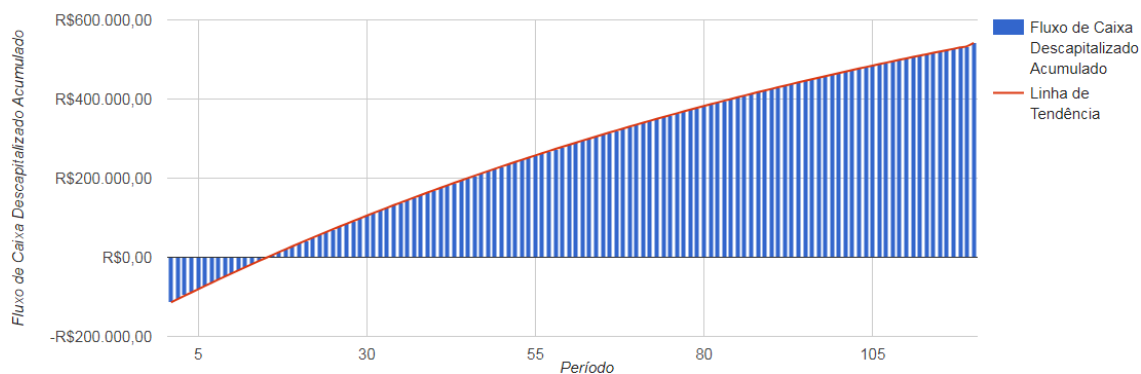
De acordo com as informações dispostas na Figura 9, esse PI apresenta retorno no 16º mês, com uma previsão estimada em 10 anos de atividade. O projeto deve ser promissor em pelo menos 13% do tempo, como ilustrado na Figura 10. Relacionando-se ao que o mercado paga, o retorno é de 11,44%. Isso permite categorizar o projeto em nível de baixo risco (0% a 20%) segundo a escala proposta por Lima *et al.* (2017b), ilustrada na Figura 8.

Figura 9 - Indicadores da dimensão riscos

Indicador	Valor Esperado
Payback	16
Índice Payback/N (%)	13,33
Índice TMA/TIR (%)	11,44
TIR (%)	6,99

Fonte: Elaborada pelos autores.

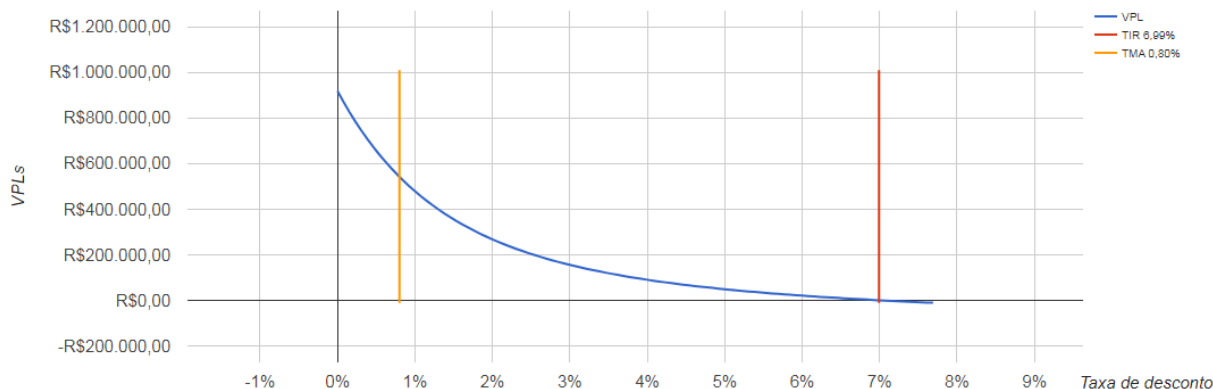
Figura 10 – Indicadores de *payback*



Fonte: Elaborada pelos autores no \$AV€II.

Outra relação que evidencia o risco baixo é a relação entre TMA e Taxa Interna de Retorno (TIR). A análise da Figura 11 mostra que a distância entre a TMA (0,80%) e a TIR (6,99%) é expressiva. A partir do ponto de intersecção da TIR, o projeto teria prejuízo em relação ao que o mercado pagaria (TMA), uma hipótese quase nula diante da variação necessária.

Figura 11 - Espectro de Validade de Decisão



Fonte: Elaborada pelos autores no \$AV€II.

4.2.4 Análise de elasticidades

De acordo com os valores explanados na Figura 12, mesmo que a TMA (taxa de mercado) aumente, não haverá problemas. Por outro lado, o Fluxo de Caixa (FC) também pode ser reduzido em até 81,55%, ainda assim, o projeto se manterá economicamente viável, desde que mantido constante a TMA e o FC_0 . Considera-se, dessa forma, uma elasticidade alta (80% a 100%) segundo a escala proposta por Lima *et. al.* (2017b), como visto na Figura 8.

Em relação a Figura 13, o PI está dentro do limite, com a quantidade vendida (Q_j) acima de 27.897 unidades, ou seja, poderá reduzir em até 33,58%. O FC pode ser reduzido em 81,55%

do valor previsto, sendo R\$ 6.987,62 o Valor-Limite. Por fim, o investimento inicial (FC_0) tem um piso superior no valor de R\$ 664.083,43. Diante do exposto, recomenda-se a implantação do PI em estudo.

Figura 12 - Indicadores de Limites de Elasticidade

Indicador	Valor Esperado
$\Delta\%TMA$	773,98
$\Delta\%FC_j$	81,55
$\Delta\%FC_0$	442,07
$\Delta\%Q_j$	33,58

Fonte: Elaborada pelos autores no $\$AV\epsilon\Pi$.

Figura 13 - Indicadores de Valores-Limite

Valores Limite	
Indicador	Valor Esperado
TMA (%)	6,99
FC_j (R\$)	1.580,67
FC_0 (R\$)	664.083,43
Q_j (unidades)	27.897

Fonte: Elaborada pelos autores no $\$AV\epsilon\Pi$.

5. Agradecimentos

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

6. Conclusão

A finalidade do presente artigo foi averiguar a viabilidade de se investir em uma fábrica de tijolos solo-cimento. Mediante o levantamento de dados e a aplicação da MMIA, via $\$AV\epsilon\Pi$, chegou-se a um parecer consistente pela recomendação da implantação desse empreendimento.

O Retorno do PI apresentou uma expectativa de ganho financeiro de 177,31% além da TMA utilizada, com retorno de R\$ 5,42 para cada R\$ 1,00 investido. Com os resultados avaliados, medindo os riscos pelos índices *Payback/N* (13,33%) e *TMA/TIR* (11,44%), conclui-se que o PI se enquadra na categoria de riscos de nível baixo. Por outro lado, a alta elasticidade

acentua a recomendação do PI. Portanto, sob a ótica econômica, recomenda-se o PI, pois além do retorno esperado ser considerado excelente, os riscos são de níveis baixos e as elasticidades são altas.

O presente artigo tratou de levantar dados reais, com pesquisa de gastos médios de fábricas de todo o território nacional, desconsiderando um local específico para implantação. Isso apresenta oportunidade para continuidade do estudo, definindo regiões ou cidades do país para implantação desse tipo de fábrica. Nesse sentido, sugere-se analisar cada caso (possíveis implantações), isoladamente, de acordo com as condições locais, tais como: custos, diferença de impostos estaduais, crescimento demográfico, renda *per capita* da cidade de implantação, bem como outros índices que podem ser considerados pertinentes.

Para maior aprofundamento sobre o tema, sugere-se em trabalhos futuros, o uso da Simulação de Monte Carlo, com dispersões triangulares para quantidades vendidas, preço, ou até mesmo, variações sobre o custo fixo. Outra possibilidade seria a aplicação da Teoria das Opções Reais (TOR), a qual permite incorporar as flexibilidades gerenciais, em geral, presentes nesse tipo de empreendimento.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Técnica NBR 8491/8492**, 2012. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=193713>> Acesso em: 13 set. 2017.
- ALROMA, Máquinas para Tijolos Ecológicos. **FAQ - Perguntas Frequentes**. 2013. Disponível em: <www.alroma.com.br> Acesso em: 19 abr. 2018.
- ANITECO, Associação Nacional da Indústria do Tijolo Ecológico. **O Tijolo Ecológico**. Disponível em: <<http://www.aniteco.com/o-tijolo-ecologico/>> Acesso em: 19 abr. 2018.
- BACCELLI JUNIOR, Gilberto. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Seridó – RN**, 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/15624>> Acesso em: 21 abr. 2018.
- BACEN. Banco Central do Brasil. **Consulta a taxa Selic diária**. 2011. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdia.asp>> Acesso em: 26 ago. 2017.
- CTE, Centro de Tecnologia de Edificações. **Emissões de Carbono e a Construção Civil**, 2011. Disponível em: <<http://www.cte.com.br/imprensa/2011-02-27-emissoes-de-carbono-e-a-construcao-civ/>> Acesso em: 13 set. 2017.
- GULARTE, Luis Carlos Pais; LIMA, José Donizetti de; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; TRENTIN, Marcelo Gonçalves; SETTI, Dalmarino. Estudo de viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Pato Branco – PR utilizando a metodologia multi-índice ampliada. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 22, n. 5, set./out. p. 985-992, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017162097>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

IAP, Instituto Ambiental do Paraná – DLAE. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-808.html>> Acesso em: 13 set. 2017.

JUSBRASIL. **Taxa de Depreciação**. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/11892393/artigo-310-do-decreto-n-3000-de-26-de-marco-de-1999>> Acesso em: 26 ago. 2017.

LIMA, José Donizetti de; ALBANO Junior Cezar da Silva; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; TRENTIN, Marcelo Gonçalves; BATISTUS, Dayse Regina; **Estudo de viabilidade econômica da expansão e automatização do setor de embalagem em agroindústria avícola**, 2016. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v12/OK%20%20automatizacao.pdf>> Acesso em: 8 set. 2017.

LIMA, José Donizetti de. **Manual de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (MAVEPI)**: abordagem determinística e estocástica, 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Pato Branco). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS). Disponível em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi/recursosDidaticos.php>> Acesso em: 15 mai. 2018.

LIMA, José Donizetti de; TRENTIN, Marcelo Gonçalves; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; BATISTUS, Dayse Regina; SETTI, Dalmarino. *A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects*. *Int. J. Engineering Management and Economics*. v. 5, n. 1/2. 2015. Disponível em: <<https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJEME.2015.069887>> Acesso em: 13 set. 2017.

LIMA, José Donizetti de; TRENTIN, Marcelo Gonçalves; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; BATISTUS, Dayse Regina; SETTI, Dalmarino. **Systematic analysis of economic viability with stochastic approach: a proposal for investment**. In: M. Amorim, C. Ferreira, M. Vieira Junior & C. Prado (Orgs). *Engineering systems and networks: the way ahead for industrial engineering and operations management* (v.10, cap. 34, p.317-325). Switzerland: Springer International Publishing. 2017a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-45748-2>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

LIMA, José Donizetti de; BENNMANN, Márcio; SOUTHER, Luis Fernando Puttow; BATISTUS, Dayse Regina; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk. $\Delta V \epsilon \Pi$ – Web System to Support the Teaching and Learning Process in Engineering Economics. **Brazilian Journal of Operations and Production Management**, v. 14, p. 469-485, 2017b.

LIZOT, Mauro; ANDRADE JUNIOR, Pedro Paulo de; LIMA, José Donizetti de; TRENTIN, Marcelo Gonçalves; SETTI, Dalmarino. **Análise econômica da produção de aveia preta para pastejo e ensilagem utilizando a metodologia multi-índice ampliada**. *Custos e Agronegócio On Line*, v. 13, p. 141-155-155, 2017.

MAIDANA, Vinícius Ramalho. **Análise da viabilidade econômica de sistema residencial de aquecimento solar de água**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco. 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**, 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MMAa, Ministério do Meio Ambiente. República Federativa do Brasil, Convenção iNDC. **Pretendida contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/BRASIL_iNDC_portugues.pdf> Acesso em: 17 abr. 2018.

MMAb, Ministério do Meio Ambiente. República Federativa do Brasil, Relatório Final, Ministério das Relações Exteriores. **Participação da Sociedade Civil no processo de preparação da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao novo acordo sob a convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do**

clima, 2015. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Relatorio_MRE.pdf> Acesso em: 17 abr. 2018.

NAIME, Roberto. **Entulhos da Construção Civil**, 2010. Disponível em:

<<https://www.ecodebate.com.br/2010/05/21/entulho-da-construcao-civil-artigo-de-roberto-naime/>> Acesso em: 9 set. 2017.

RECEITA FEDERAL. **Taxa TMA**. Disponível em:

<<http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/pagamentos-e-parcelamentos/taxa-de-juros-selic>> Acesso em: 26 ago. 2017.

\$\Lambda\text{V}\text{E}\text{I}\text{I}\$. **Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos**. Disponível em:

<<http://pb.utfpr.edu.br/savepi/modulo.php/>> Acessos de 26 ago. 2017 a 13 set. 2017.

SEFAZ-PR, Secretaria da Fazenda do Estado do Paraná. **DECRETO Nº 3.822**, 2012. Disponível em:

<<http://www.sefanet.pr.gov.br/dados/sefadocumentos/2201203822.pdf>> Acesso em: 22 abr. 2018.

SESCAP-PR, Sindicato das Empresas de Serviços Contábeis e das Empresas de Assessoramento, Perícias, Informações e Pesquisas no Estado do Paraná. **Simple Nacional**, 2017. Disponível em <<https://sescap-pr.org.br/noticias/post/simples-nacional-2018-confira-as-novas-tabelas-e-limites>> Acesso em: 22 abr. 2018.

SOUTHIER, Luiz Fernando Puttow; LIMA, José Donizetti de; BATISTUS; Dayse Regina; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; TRENTIN, Marcelo Gonçalves. **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, v. 1. p. 52-61. 2016.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademar. **Decisões financeiras e análise de investimentos**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas. 2012.