

---

# PARA ALÉM DO VPL E DA TIR: APLICAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS ESTOCÁSTICOS À AVALIAÇÃO DE PROJETOS: ESTUDO DE CENÁRIOS DE NEGÓCIOS DO MERCADO DE CERVEJAS ARTESANAIS

---

## BEYOND NPV AND IRR: APPLICATION OF STOCHASTIC ANALYTICAL METHODS TO PROJECT EVALUATION - STUDY OF BUSINESS SCENARIOS OF THE CRAFT BEER MARKET

---

### **Ricardo José Souza**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ);  
Faculdade de Engenharia (FEN), Departamento de  
Engenharia Industrial (DEIN).

Endereço: Rua São Francisco Xavier, 524/8 andar  
Bloco B, sala 5030 - Rio de Janeiro – Brasil

Telefone: (21) 2334-0088

E-mail: ricardosouza@hotmail.com

### **Dércio Santiago da Silva Júnior**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ);  
Faculdade de Administração e Finanças (FAF),  
Departamento de Ciências Administrativas (DCA).

Endereço: Rua São Francisco Xavier, 524/8 andar  
Bloco B, sala 8024 - Rio de Janeiro – Brasil

Telefone: (21) 2334-0217

E-mail: derciojr@uerj.br

Recebido: 28/05/2016    Aprovado: 15/12/2016

Publicado: 22/12/2016

### **Thaís Spiegel**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ);  
Faculdade de Engenharia (FEN), Departamento de  
Engenharia Industrial (DEIN).

Endereço: Rua São Francisco Xavier, 524/8 andar  
Bloco B, sala 5030 - Rio de Janeiro – Brasil

Telefone: (21) 2334-0088

E-mail: thais.spiegel@uerj.br

---

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho é avaliar métodos estocásticos que possam melhorar o processo de Tomada de Decisões relativas a projetos de investimento. Para tal, foi realizada a modelagem econômico-financeira de quatro alternativas de negócio no setor de cervejas artesanais. Com base nos dados coletados, foi feita a avaliação de viabilidade de cada um dos projetos de investimento, primeiro utilizando os métodos tradicionais e depois ampliando a análise com o uso de ferramentas estocásticas. Foram analisados objetivamente os indicadores para percepção de riscos e retorno do investimento, relativizados pela distribuição de probabilidades proveniente de simulação de Monte Carlo. Além destes, as análises de sensibilidade se mostraram importante ferramenta para auxiliar os tomadores de decisão e a alta gerência. Também se procurou analisar as alternativas combinadas de investimento utilizando técnicas de Pesquisa Operacional. Por fim os dados foram consolidados em um Painel Gerencial. Concluímos que a Tomada de Decisão, quando orientada por um processo formal de avaliação, tende a diminuir as incertezas e melhorar a percepção e a comunicação entre os envolvidos na decisão. Além disso, a utilização de métodos quantitativos estocásticos agrega forte reflexão em todo o processo, justificando e aumentando o poder do tomador de decisão.

**Palavras-chave:** Avaliação de Projetos de Investimento. Pesquisa Operacional. Volatilidade.

## **ABSTRACT**

---

*This study aims to evaluate stochastic methods that can improve the decision-making process related to investment projects. For that, the economic-financial modeling of four business alternatives in the craft beer sector was carried out. Based on the data collected, the feasibility of each of the investment projects was evaluated, first using the traditional methods and then extending the analysis with the use of stochastic tools. The indicators for risk perception and return on investment were analyzed objectively by the distribution of probabilities derived from Monte Carlo simulation. In addition, sensitivity analyzes have proved to be important tools to assist decision makers and top management. We also sought to analyze the combined investment alternatives using Operational Research techniques. Finally, the data were consolidated in a Management Panel. We conclude that Decision-making, when guided by a formal evaluation process, tends to reduce uncertainties and improve perception and communication among those involved in the decision. In addition, the use of quantitative stochastic methods adds strong reflection throughout the process, justifying and increasing the power of the decision maker.*

**Keywords:** Evaluation of Investment Projects. Operational Research. Volatility.

## **1 INTRODUÇÃO**

Ao longo dos anos, os responsáveis pela tomada de decisão quanto à escolha do melhor investimento de capital sempre encontraram dificuldades em relação à escolha do melhor projeto (SIMON, 1977; BUCHANAN; O'CONNELL, 2006; BLANK; TARQUIN, 2009). Para auxiliar essa tarefa, foram desenvolvidas algumas técnicas ou ferramentas que visam sistematizar o processo, reduzindo a subjetividade. Entre elas destacam-se o VPL (Valor Presente Líquido), o Payback e a Taxa Interna de Retorno, mas não são as únicas (GRANT; IRESON, 1982; PAMPLONA; MONTEVECHI, 2006).

O uso clássico destas ferramentas, entretanto, trata o risco (incerteza) do negócio somente pela taxa de atratividade de capital (BRUNI; FAMÁ; SIQUEIRA, 1998). Em alguns casos são também associados cenários de resultado: otimista, pessimista e mais provável. Isto, entretanto, desconsidera o fato que os cenários dificilmente são totalmente pessimistas ou otimistas. A análise de sensibilidade ajuda a lidar com este fato nos grandes projetos (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004).

Além disto, a distribuição da volatilidade das variáveis do projeto dificilmente acontecerá de forma tão marcada (pessimista, otimista, mais provável). As variáveis do mundo real se apresentam distribuídas ao longo de uma curva de probabilidades. Para lidar com esta diferença existem técnicas de simulação. Reconhecendo o problema, estas técnicas têm sido aplicadas pelas equipes de análise de grandes projetos. Mas existem também os pequenos projetos (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004; PLATA, 2011; KLIEMANN NETO, 2011).

Empreendedores são crescentemente estimulados a elaborar um plano de negócios e é comum que estes terminem com a aplicação das ferramentas clássicas para avaliar a viabilidade do negócio ou decidir entre as alternativas disponíveis (AMABILE, 1983; BARBIERI; ÁLVARES; CAJAZEIRA, 2009). Neste contexto, o escopo deste trabalho é apresentar modos de incluir algumas ferramentas de tratamento de risco no pacote de ferramentas analíticas dos decisores que lidam com negócios de menor porte. Para tanto, estabeleceremos uma comparação entre a aplicação pura das variáveis clássicas e sua aplicação combinada com as ferramentas de tratamento de incerteza análise de sensibilidade.

Para tornar o processo tangível, optamos por aplicar as ferramentas no setor de cervejas artesanais, um setor econômico que tem atraído muito interesse. O BNDES, em sua publicação “O setor de bebidas no

Brasil” (CERVIERI JUNIOR et al., 2014), atesta que a produção e o consumo de cervejas especiais no Brasil vêm crescendo a um ritmo acelerado nos últimos anos. Apesar disso, em comparação com outros países, em especial os EUA, onde as cervejas artesanais representaram 7,8% do volume e 14,3% do faturamento do mercado cervejeiro em 2013 (Brewers Association), o mercado brasileiro ainda é pouco expressivo: no mesmo ano, a Associação Brasileira de Bebidas (Abrabe) estima que o volume produzido de cervejas artesanais no Brasil tenha respondido por menos de 1% do total. Na atual conjuntura, espera-se que este mercado continue se expandindo a um ritmo acelerado. Segundo a Associação de Cervejeiros artesanais de Minas Gerais (Acerva Mineira), o mercado de cervejas comuns cresce cerca de 5% ao ano, enquanto as especiais crescem 45%. De acordo com a Abrabe, a perspectiva do mercado é de que o market share das cervejas artesanais suba, até o ano de 2024, para 2%.

Além desta introdução e da conclusão, este artigo tem mais 3 seções, a saber: método, onde apresenta-se a estrutura de desenvolvimento do trabalho com vistas ao alcance do objetivo proposto nesta introdução; o contexto, contendo a caracterização do cenário de negócios e as oportunidades de investimento do setor cervejeiro artesanal; e o desenvolvimento, com a modelagem matemática dos cenários formulados nas diversas estruturas lógicas de análise econômica, seguida da comparação dos mesmos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta o cenário cervejeiro artesanal e a modelagem matemática dos cenários.

### 2.1 Cenário Cervejeiro Artesanal

Segundo Vieira (2015), a produção brasileira de cervejas ditas "artesanais" cresceu 4,3% em 2014, na comparação com 2013. Ao buscar identificar o perfil do consumidor de cervejas, Lopes e Elias (2014) identificaram que esses consumidores são compostos por 88% de homens e 12% de mulheres, com idade média entre 25 e 31 anos. Os consumidores desse tipo de cerveja ainda demonstram alto nível de interação com o setor, fornecem e compartilham a opinião sobre suas experiências em blogs e entre amigos.

Segundo o SEBRAE (2015), "O mercado de cervejas artesanais está em crescimento e é impulsionado pela tendência de valorização da sensorialidade e a busca pelo prazer no consumo". Esse aspecto favorece também a análise do custo-benefício feito pelo consumidor, que é refletido pelo lema "Beba menos, beba melhor". Cerca de 81% dos consumidores apreciam essas cervejas semanalmente, e 84% afirmaram consumir, em média, de uma a três garrafas por vez. O preço médio pago por cada cerveja varia de R\$ 11,00 a R\$ 50,00; por mês, 50% dos entrevistados chegam a investir de R\$ 51,00 a R\$ 150,00; e 30% investem de R\$ 151,00 a R\$ 500,00 em cervejas artesanais por mês.

Com base nessas informações pode-se concluir que o mercado da cerveja artesanal nacional possui franco potencial de crescimento.

A publicação "Cervejeiro Artesanal" cita como cenários de negócio para os interessados em investir no setor de produção de cervejas artesanais a "Fábrica Própria", a Cervejaria "Cigana" (ou "Contract Brewing") e o modelo de "BrewPub". O SEBRAE inclui ainda mais outro modelo de negócios, mais recente: o "Beer Truck" – importante na divulgação da cultura da cerveja artesanal. Estes cenários serão detalhados a seguir.

Na situação básica, "fábrica própria", o empresário decide por deter todo o processo de fabricação, controlando tanto a produção quanto o composto de marketing. Isto exige investimento em uma planta industrial, áreas de estocagem, acesso etc. Parte significativa do capital disponível deverá ser usado para instalação da fábrica. Assim, se o custo total de produção pode ser menor, favorecendo as

margens de lucro. Entretanto, o aumento do capital imobilizado aumenta o impacto do risco da volatilidade de vendas.

A alternativa da cervejaria “cigana” (*contract brewing*) reduz fortemente a imobilização de capital pela contratação da produção a uma cervejaria com capacidade ociosa. A empresa se concentra no marketing. Segundo Lopes (2014), o *contract brewing* é "uma modalidade de produção de cerveja usada pelas cervejarias ciganas. Por meio do *contract brewing* é feito um contrato, muitas vezes apenas verbal, no qual a cervejaria cigana aluga a fábrica de outra cervejaria para produzir". Assim, pela menor necessidade de capital e pela redução da exposição ao risco, empreendedores que desejam iniciar no mercado cervejeiro têm optado pelo modelo cigano, menos custoso e mais prático.

O terceiro modelo de negócio, o “Brew Pub” é definido por Vallone (2015), como "nada mais que um bar que produz sua própria cerveja ali mesmo no local e, um detalhe muito importante, só pode vendê-la ali no estabelecimento". Na prática são dois negócios associados: uma micro cervejaria completa e um bar. Ficam bem limitados os ganhos de escala. Bob Pease, representante da *Brewers Association*, revelou que, das quase 2.000 microcervejarias americanas, cerca de 1.000 são *Brew Pubs*. No Brasil, face a falta de legislação específica, estabelecer um *Brew Pub* é bem difícil.

O quarto e último negócio analisado foram os *Beer Trucks*. De carona na moda dos “food trucks” cresce a alternativa dos *Beer Trucks*. Segundo o SEBRAE (2015), “O mercado também está oferecendo aos consumidores a oportunidade de provar cervejas fora dos estabelecimentos convencionais, como os caminhões” sendo que “algumas marcas de Cervejas Especiais começam a investir nesse segmento, não somente para trabalhar a presença da marca, mas também para comercializar grandes quantidades das suas cervejas nesses pontos ambulantes”.

## 2.2 Modelagem Matemática dos Cenários

Para a modelagem matemática dos cenários de negócio foram levantadas informações sobre os processos de trabalho de cada cenário, os principais equipamentos, investimentos, taxas praticadas e demais custos envolvidos. Com base nestas informações foram montadas planilhas de cálculo parametrizáveis e identificadas as variáveis de decisão.

A modelagem matemática (operacionalizada através de planilhas eletrônicas) ficou assim:

$$VPL = -Investimento\ Total + \sum_{t=1}^{10} \frac{FCx_t}{(1+TMA)^t}$$

Onde:

VPL	= Valor Presente Líquido
FCxt	= Fluxo de Caixa do Projeto (no ano t) = Receitas Totais + Despesas Totais (no ano t) = Pv*Qv – (CF+CV) = Pv*Qv – (CF+Qv*CVu)
TMA	= Taxa Mínima de Atratividade (%)
Pv	= Preço de Venda (por litro)
Qv	= Quantidade Vendida (em litros)
CF	= Custos Fixos
CV	= Custos Variáveis
CVu	= Custos Variáveis Unitários (por litro)

Analisando as equações acima, podemos concluir que as variáveis críticas para o negócio são as seguintes: TMA, Pv, CVu e Qv.

### 3 METODOLOGIA

Consoante com o escopo deste artigo adotou-se como método a aplicação sequencial comparada de quatro estruturas lógicas de análise econômica quantitativa sobre o modelo de negócio do setor de cervejas artesanais, conforme descrito nos sete passos a seguir:

1. Analisar a viabilidade dos investimentos pelo método tradicional, elaborando a projeção da demonstração de fluxo de caixa e calculando o valor do negócio, o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno TIR.
2. Determinar cenários e avaliar as condições mínimas de viabilidade.
3. Elaborar avaliação econômica sob incerteza usando simulação de Monte Carlo.
4. Elaborar avaliação econômica sob incerteza usando análise de sensibilidade.
5. Determinar os efeitos da imposição de restrição aos cenários usando programação linear.
6. Estabelecer e implementar avaliação multicritério pelo método AHP
7. Apresentar os resultados obtidos em quadro de sistematização, evidenciando como o uso conjunto das ferramentas apresentadas potencializa a análise de projeto.

Os dados utilizados foram coletados via internet em associações cervejeiras e em entrevistas com representantes de empresas. Estabelecemos, de forma arbitrária, o limite de investimento de R\$850.000,00 e um horizonte de planejamento de 10 anos.

Cabe ressaltar que não faz parte do escopo deste trabalho questões relativas ao Plano de Negócios para implementação do projeto, portanto, a curva de demanda utilizada para a aplicação não será objeto de discussão. O setor/mercado ainda é considerado recente no país, e há, portanto, pouca literatura disponível específica sobre o tema; além de uma pequena quantidade de fornecedores no setor. Adicionalmente, o negócio de cervejarias de pequeno/médio porte não é devidamente regulamentado no país: equívocos tributários, sendo taxadas com o mesmo rigor que as “supercervejarias”. Falta de regulamentação por parte da prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro: indefinição quanto à prometida “Área Cervejeira do Porto” no Porto Maravilha. Além disso, o Decreto Nº 40935, de 18/11/2015, (“Dispõe sobre o licenciamento de microcervejarias artesanais no Município do Rio de Janeiro”) que flexibilizaria as restrições com relação às áreas da cidade para instalação de microcervejarias e brew-pubs, ainda não foi regulamentado.

### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção aborda a análise de investimento tradicional; sob incerteza e a otimização com programação linear.

#### 4.1 Análise de Investimento Tradicional

Basicamente, a análise tradicional de projetos de investimento consiste na montagem dos fluxos de caixa de cada cenário, para posterior apuração dos indicadores tradicionais (TIR, VPL, Payback, Ponto de Equilíbrio, dentre outros indicadores).

Os Fluxos de Caixa para cada cenário podem ser vistos nas Tabelas 1a até 1d, abaixo:

Tabela 1a - Fluxo de Caixa do Cenário 1 – Cervejaria Própria

Cenário 1: CERVEJARIA	ANO 0	ANOS 1 – 10
Receitas operacionais	R\$ -	R\$ 1.828.800,00
Custos operacionais (ex-D&A)	R\$ -	R\$ 1.442.640,00
D&A	R\$ -	R\$ 17.200,00
Lucro operacional	R\$ -	R\$ 368.960,00
Imposto de renda/CSLL	R\$ -	R\$ 125.446,40
Lucro operacional líquido	R\$ -	R\$ 243.513,60
(+) D&A	R\$ -	R\$ 17.200,00
Fluxo de caixa operacional	R\$ -	R\$ 260.713,60
Fluxo de capital de giro líq.	-R\$ 243.009,86	R\$ -
Compra de equipamentos	-R\$ 560.560,00	R\$ -
Revenda de equipamentos	R\$ -	R\$ -
Imposto sobre ganho de capital	R\$ -	R\$ -
Fluxo de gastos de capital	-R\$ 560.560,00	R\$ -
Fluxo de caixa do projeto	-R\$ 803.569,86	R\$ 260.713,60

Fonte: Os autores (2016).

Tabela 1b - Fluxo de Caixa do Cenário 2 – Cervejaria Cigana

Cenário 2: CIGANA	ANO 0	ANOS 1 – 10
Receitas operacionais	R\$ -	R\$ 557.280,00
Custos operacionais (ex-D&A)	R\$ -	R\$ 458.940,00
D&A	R\$ -	R\$ 2.700,00
Lucro operacional	R\$ -	R\$ 95.640,00
Imposto de renda/CSLL	R\$ -	R\$ 32.517,60
Lucro operacional líquido	R\$ -	R\$ 63.122,40
(+) D&A	R\$ -	R\$ 2.700,00
Fluxo de caixa operacional	R\$ -	R\$ 65.822,40
Fluxo de capital de giro líq.	-R\$ 38.027,67	R\$ -
Compra de equipamentos	-R\$ 37.000,00	R\$ -
Revenda de equipamentos	R\$ -	R\$ -
Imposto sobre ganho de capital	R\$ -	R\$ -
Fluxo de gastos de capital	-R\$ 37.000,00	R\$ -
Fluxo de caixa do projeto	-R\$ 75.027,67	R\$ 65.822,40

Fonte: Os autores (2016).

Tabela 1c - Fluxo de Caixa do Cenário 3 – Brew Pub

<b>Cenário 3: BREWPUB</b>	<b>ANO 0</b>	<b>ANOS 1 - 10</b>
Receitas operacionais	R\$ -	R\$ 432.000,00
Custos operacionais (ex-D&A)	R\$ -	R\$ 219.320,00
D&A	R\$ -	R\$ 22.000,00
Lucro operacional	R\$ -	R\$ 190.680,00
Imposto de renda/CSLL	R\$ -	R\$ 64.831,20
Lucro operacional líquido	R\$ -	R\$ 125.848,80
(+) D&A	R\$ -	R\$ 22.000,00
<b>Fluxo de caixa operacional</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ 147.848,80</b>
<b>Fluxo de capital de giro líq.</b>	<b>-R\$ 31.021,48</b>	<b>R\$ -</b>
Compra de equipamentos	-R\$ 387.904,00	R\$ -
Revenda de equipamentos	R\$ -	R\$ -
Imposto sobre ganho de capital	R\$ -	R\$ -
<b>Fluxo de gastos de capital</b>	<b>-R\$ 387.904,00</b>	<b>R\$ -</b>
<b>Fluxo de caixa do projeto</b>	<b>-R\$ 418.925,48</b>	<b>R\$ 147.848,80</b>

Fonte: Os autores (2016).

Tabela 1d - Fluxo de Caixa do Cenário 4 – Beer Truck

<b>Cenário 4: BEER TRUCK</b>	<b>ANO 0</b>	<b>ANOS 1 - 10</b>
Receitas operacionais	R\$ -	R\$ 324.000,00
Custos operacionais (ex-D&A)	R\$ -	R\$ 261.104,00
D&A	R\$ -	R\$ 6.800,00
Lucro operacional	R\$ -	R\$ 56.096,00
Imposto de renda/CSLL	R\$ -	R\$ 19.072,64
Lucro operacional líquido	R\$ -	R\$ 37.023,36
(+) D&A	R\$ -	R\$ 6.800,00
<b>Fluxo de caixa operacional</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ 43.823,36</b>
<b>Fluxo de capital de giro líq.</b>	<b>-R\$ 43.065,50</b>	<b>R\$ -</b>
Compra de equipamentos	-R\$ 71.000,00	R\$ -
Revenda de equipamentos	R\$ -	R\$ -
Imposto sobre ganho de capital	R\$ -	R\$ -
<b>Fluxo de gastos de capital</b>	<b>-R\$ 71.000,00</b>	<b>R\$ -</b>
<b>Fluxo de caixa do projeto</b>	<b>-R\$ 114.065,50</b>	<b>R\$ 43.823,36</b>

Fonte: Os autores (2016).

Calculando-se a Taxa Mínima de Atratividade, chegamos a um valor de 15,63%, com um horizonte de projeto de 10 anos. A partir daí, foram calculados os indicadores para cada cenário de negócio.

Os indicadores tradicionais, Tabela 2, para avaliação de projetos de investimentos, para cada cenário de negócios estão dispostos a seguir:

Tabela 2 - Indicadores de Viabilidade dos Projetos

Indicadores	Cenário 1: CERVEJARIA	Cenário 2: CIGANA	Cenário 3: BREW PUB	Cenário 4: BEER TRUCK
Payback	3,08	1,14	2,83	2,60
VPL	R\$ 474.312,66	R\$ 247.599,51	R\$ 305.752,47	R\$ 100.733,83
TIR	30%	88%	33%	37%
Ponto de Equilíbrio	3159,34	30,05	319,98	346,55

Fonte: Os autores (2016).

## 4.2 Análise de Investimento sob Incerteza

A análise de investimentos tradicional, na grande maioria das vezes, leva em consideração que os dados utilizados para previsões sejam determinísticos - ou seja, precisos. Porém, com o intuito de avaliar melhor o sucesso do projeto de investimentos, as possíveis variações nos fluxos de caixa precisam ser consideradas, através de análise de riscos e incertezas. Ou seja: a partir de agora, serão utilizadas para análise dos projetos, além das abordagens determinísticas, também métodos probabilísticos.

A análise de riscos se caracteriza por ser possível calcular uma distribuição de probabilidades associada a um determinado resultado (VPL, TIR, etc.) e determinar as chances de sucesso do projeto. Segundo Pamplona e Montevechi (2005), as técnicas mais usuais são distribuição de probabilidades, simulação do fluxo de caixa e árvore de decisão.

Na análise de incertezas, por outro lado, não conhecemos valores exatos e probabilidades de ocorrência de certos eventos que afetem o fluxo de caixa do projeto. Teremos que trabalhar com sugestões e opiniões especializadas. As técnicas mais utilizadas são análise de sensibilidade, teoria dos jogos e Fuzzy Sets.

Neste trabalho utilizaremos as técnicas de Análise de Sensibilidade e a Simulação de Monte Carlo.

### 4.2.1 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade determina o efeito de uma variação em um atributo no valor total da variável de decisão. É um instrumento útil para a Tomada de Decisão para determinar a importância de uma variável sobre o resultado final do problema, como um todo (PLATA, 2011) – no nosso caso, como variações em determinados fatores afetam o Valor Presente Líquido (VPL).

Dentre as principais variáveis dos cenários de negócio, podemos destacar:

- Taxa Mínima de Atratividade (TMA): único fator fortemente "exógeno", dependendo diretamente da percepção de risco e taxas de mercado e outros fatores macroeconômicos – fora do controle no escopo do projeto – e ainda da estrutura de capital da empresa;
- Custo Unitário/Litro: este fator está fortemente atrelado às variações cambiais, haja vista que os insumos são, em sua grande maioria, importados.
- Preço de venda (unitário): dentre as estratégias de precificação ("preço-meta" ou "markup"), a considerada mais indicada para o curto prazo seria a de "markup" - estipular um determinado percentual e aplicá-lo sobre os custos de produção para determinar o preço de venda. Porém, foi preferível nesse primeiro momento praticar um "preço-padrão" ("meta") similar aos preços praticados atualmente pelo mercado.
- Quantidade vendida: podemos contar com a total capacidade da fábrica, pois, em caso de flutuações abaixo da expectativa de pedidos próprios, existe a possibilidade de utilizarmos esta capacidade ociosa para hospedar uma "Cervejaria Cigana".

A seguir, Tabelas 3a até 3d, vamos aferir o quanto pequenas alterações (10%) de cada parâmetro de entrada afetam o resultado do negócio – no nosso caso, o Valor Presente Líquido (VPL) – mantendo os demais parâmetros constantes (*coeteris paribus*).

Tabela 3a - Análise de Sensibilidade Cenário 1

Cenário 1: Cervejaria Própria											
Preço de Venda	VPL	Variação (%)	Custo Unit.	VPL	Variação (%)	TMA	VPL	Variação (%)	Qtde Produzida	VPL	Variação (%)
R\$ 7,50	-R\$ 2.581.042,60	-644%	R\$ 5,35	R\$ 2.276.848,34	380%	9,23%	R\$ 852.840,90	80%	7.086	-R\$ 17.190,50	-104%
R\$ 8,33	-R\$ 1.995.217,70	-521%	R\$ 5,94	R\$ 1.985.148,49	319%	10,25%	R\$ 781.013,53	65%	7.873	R\$ 61.517,66	-87%
R\$ 9,26	-R\$ 1.338.811,49	-382%	R\$ 6,60	R\$ 1.658.840,18	250%	11,39%	R\$ 706.776,14	49%	8.748	R\$ 148.971,18	-69%
R\$ 10,29	-R\$ 648.353,71	-237%	R\$ 7,34	R\$ 1.292.979,34	173%	12,66%	R\$ 630.542,44	33%	9.720	R\$ 246.141,75	-48%
R\$ 11,43	-R\$ 117.299,91	-125%	R\$ 8,15	R\$ 892.510,05	88%	14,07%	R\$ 552.794,01	17%	10.800	R\$ 354.109,05	-25%
R\$ 12,70	R\$ 474.312,66	-	R\$ 9,06	R\$ 474.312,66	-	15,63%	R\$ 474.312,66	-	12.000	R\$ 474.312,66	-
R\$ 13,97	R\$ 1.065.925,23	125%	R\$ 9,97	-R\$ 7.309,83	-102%	17,19%	R\$ 402.514,35	-15%			
R\$ 15,37	R\$ 1.718.096,56	262%	R\$ 10,96	-R\$ 496.772,30	-205%	18,91%	R\$ 331.103,87	-30%			
R\$ 16,90	R\$ 2.430.826,66	412%	R\$ 12,06	-R\$ 1.145.675,85	-342%	20,80%	R\$ 260.313,44	-45%			
R\$ 18,59	R\$ 3.218.090,63	578%	R\$ 13,26	-R\$ 2.026.935,44	-527%	22,88%	R\$ 190.613,53	-60%			
R\$ 20,45	R\$ 4.084.546,84	761%	R\$ 14,59	-R\$ 3.003.664,83	-733%	25,17%	R\$ 122.459,35	-74%			

Fonte: Os autores (2016).

Tabela 3b - Análise de Sensibilidade Cenário 2

Cenário 2: Cigana											
Preço de Venda	VPL	Variação (%)	Custo Unit.	VPL	Variação (%)	TMA	VPL	Variação (%)	Qtde Produzida	VPL	Variação (%)
R\$ 13,71	-R\$ 711.591,38	-387%	R\$ 11,25	R\$ 890.761,48	260%	9,23%	R\$ 343.166,59	39%	1.181	R\$ 134.897,32	-46%
R\$ 15,23	-R\$ 532.377,88	-315%	R\$ 12,51	R\$ 787.716,73	218%	10,25%	R\$ 325.032,32	31%	1.312	R\$ 152.944,29	-38%
R\$ 16,93	-R\$ 333.251,76	-235%	R\$ 13,89	R\$ 673.222,56	172%	11,39%	R\$ 306.289,60	24%	1.458	R\$ 172.996,49	-30%
R\$ 18,81	-R\$ 112.000,52	-145%	R\$ 15,44	R\$ 546.006,81	121%	12,66%	R\$ 287.042,87	16%	1.620	R\$ 195.276,70	-21%
R\$ 20,90	R\$ 67.320,72	-73%	R\$ 17,15	R\$ 404.655,99	63%	14,07%	R\$ 267.413,71	8%	1.800	R\$ 220.032,50	-11%
R\$ 23,22	R\$ 247.599,51	-	R\$ 19,06	R\$ 247.599,51	-	15,63%	R\$ 247.599,51	-	2.000	R\$ 247.538,93	-
R\$ 25,54	R\$ 427.878,30	73%	R\$ 20,97	R\$ 90.543,04	-63%	17,19%	R\$ 229.472,58	-7%	2.200	R\$ 275.045,37	11%
R\$ 28,10	R\$ 626.184,97	153%	R\$ 23,06	-R\$ 82.923,02	-133%	18,91%	R\$ 211.443,57	-15%	2.420	R\$ 305.302,45	23%
R\$ 30,91	R\$ 844.322,31	241%	R\$ 25,37	-R\$ 365.202,70	-247%	20,80%	R\$ 193.571,10	-22%	2.662	R\$ 338.585,24	37%
R\$ 34,00	R\$ 1.084.273,38	338%	R\$ 27,91	-R\$ 675.710,36	-373%	22,88%	R\$ 175.973,95	-29%	2.928	R\$ 375.196,31	52%
R\$ 37,40	R\$ 1.348.219,56	445%	R\$ 30,70	-R\$ 1.017.268,78	-511%	25,17%	R\$ 158.767,06	-36%	3.221	R\$ 415.468,49	68%

Fonte: Os autores (2016).

Tabela 3c - Análise de Sensibilidade Cenário 3

Cenário 3: Brew Pub											
Preço de Venda	VPL	Variação (%)	Custo Unit.	VPL	Variação (%)	TMA	VPL	Variação (%)	Qtde Produzida	VPL	Variação (%)
R\$ 26,57	-R\$ 266.541,85	-187%	R\$ 5,35	R\$ 428.040,98	40%	9,23%	R\$ 520.413,10	70%	472	-R\$ 151.951,44	-150%
R\$ 29,52	-R\$ 174.851,22	-157%	R\$ 5,94	R\$ 408.448,42	34%	10,25%	R\$ 479.680,32	57%	525	-R\$ 78.641,81	-126%
R\$ 32,81	-R\$ 72.972,74	-124%	R\$ 6,60	R\$ 386.678,91	26%	11,39%	R\$ 437.580,83	43%	583	R\$ 2.813,33	-99%
R\$ 36,45	R\$ 40.225,57	-87%	R\$ 7,34	R\$ 362.490,56	19%	12,66%	R\$ 394.349,25	29%	648	R\$ 93.319,05	-69%
R\$ 40,50	R\$ 166.001,47	-46%	R\$ 8,15	R\$ 335.614,63	10%	14,07%	R\$ 350.258,68	15%	720	R\$ 193.880,95	-37%
R\$ 45,00	R\$ 305.752,47	-	R\$ 9,06	R\$ 305.752,47	-	15,63%	R\$ 305.752,47	-	800	R\$ 305.752,47	-
R\$ 49,50	R\$ 445.503,47	46%	R\$ 9,97	R\$ 275.890,32	-10%	17,19%	R\$ 265.036,17	-13%	880	R\$ 417.351,85	36%
R\$ 54,45	R\$ 599.229,57	96%	R\$ 10,96	R\$ 243.041,95	-21%	18,91%	R\$ 224.539,80	-27%	968	R\$ 540.260,85	77%
R\$ 59,90	R\$ 768.328,28	151%	R\$ 12,06	R\$ 206.908,74	-32%	20,80%	R\$ 184.395,06	-40%	1.065	R\$ 675.460,74	121%
R\$ 65,88	R\$ 954.336,86	212%	R\$ 13,26	R\$ 167.162,21	-45%	22,88%	R\$ 144.868,74	-53%	1.171	R\$ 824.180,62	170%
R\$ 72,47	R\$ 1.158.946,30	279%	R\$ 14,59	R\$ 123.441,03	-60%	25,17%	R\$ 106.219,00	-65%	1.288	R\$ 987.772,50	223%

Fonte: Os autores (2016).

Tabela 3d - Análise de Sensibilidade Cenário 4

Cenário 4: Beer Truck											
Preço de Venda	VPL	Variação (%)	Custo Unit.	VPL	Variação (%)	TMA	VPL	Variação (%)	Qtde Vendida	VPL	Variação (%)
R\$ 26,57	-R\$ 456.116,47	-553%	R\$ 14,36	R\$ 346.930,56	244%	9,23%	R\$ 164.360,65	63%	354	-R\$ 89.836,77	-189%
R\$ 29,52	-R\$ 351.922,57	-449%	R\$ 15,96	R\$ 307.485,94	205%	10,25%	R\$ 152.287,19	51%	394	-R\$ 52.484,75	-152%
R\$ 32,81	-R\$ 236.151,57	-334%	R\$ 17,73	R\$ 263.658,58	162%	11,39%	R\$ 139.808,62	39%	437	-R\$ 20.013,99	-120%
R\$ 36,45	-R\$ 107.517,12	-207%	R\$ 19,70	R\$ 214.961,51	113%	12,66%	R\$ 126.994,50	26%	486	R\$ 16.064,63	-84%
R\$ 40,50	-R\$ 4.079,43	-104%	R\$ 21,89	R\$ 160.853,66	60%	14,07%	R\$ 113.925,76	13%	540	R\$ 56.151,99	-44%
R\$ 45,00	R\$ 100.733,83	-	R\$ 24,32	R\$ 100.733,83	-	15,63%	R\$ 100.733,83	-	600	R\$ 100.733,83	-
R\$ 49,50	R\$ 205.547,08	104%	R\$ 26,75	R\$ 40.613,99	-60%	17,19%	R\$ 88.665,24	-12%	660	R\$ 145.235,00	44%
R\$ 54,45	R\$ 320.841,65	219%	R\$ 29,43	-R\$ 25.517,83	-125%	18,91%	R\$ 76.661,85	-24%	726	R\$ 194.230,66	93%
R\$ 59,90	R\$ 447.665,68	344%	R\$ 32,37	-R\$ 101.368,23	-201%	20,80%	R\$ 64.762,69	-36%	799	R\$ 248.125,88	146%
R\$ 65,88	R\$ 587.172,12	483%	R\$ 35,61	-R\$ 220.227,82	-319%	22,88%	R\$ 53.046,83	-47%	878	R\$ 307.410,62	205%
R\$ 72,47	R\$ 740.629,20	635%	R\$ 39,17	-R\$ 350.973,38	-448%	25,17%	R\$ 41.590,79	-59%	966	R\$ 372.623,84	270%

Fonte: Os autores (2016).

Podemos verificar nas tabelas de análise que os fatores que mais influenciam negativamente, em todos os cenários são o Preço de Venda e o Custo Unitário. Para Tais fatores, é importante que sejam delineadas estratégias de mitigação destes riscos, como por exemplo:

- Custos Unitários: uma provável estratégia seria investir em negociações de alto nível com os fornecedores, no intuito de conseguir acordos, prazos mais flexíveis e outras condições favoráveis que diminuam os preços dos insumos para o processo produtivo;
- Preço de Venda: manter a estratégia de “preço-meta”, enquanto for possível. Com a estabilização do negócio no médio prazo – e potencial melhoria dos processos – os custos podem vir a ser diminuídos. Apenas após esse período de ajustes o preço de venda poderia ser minorado.

#### 4.2.2 Simulação de Monte Carlo

A análise de riscos faz parte do processo de Tomada de Decisão. Segundo o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBCG, 2007, p. 12), “o risco é inerente a qualquer atividade na vida pessoal, profissional ou nas organizações”. E apesar de acesso quase irrestrito à informação, não temos condições de prever o futuro de forma determinística (exata).

A simulação de Monte Carlo é uma ferramenta para simularmos comportamentos estocásticos. Ela nos permite ver todos os resultados possíveis de suas decisões e avaliar o impacto em termos de risco, possibilitando que você tome melhores decisões em situações de incerteza.

Neste trabalho utilizaremos os modelos matemáticos desenvolvidos no item “A Modelagem Matemática dos Cenários”. As variáveis consideradas críticas para o problema tiveram seus comportamentos variando de forma aleatória, com auxílio do software Crystal Ball®. São as seguintes variáveis:

- Taxa Mínima de Atratividade (TMA);
- Custo Unitário/Litro (CVu);
- Preço de venda unitário (Pv, META) e
- Quantidade vendida (Qv).

Optou-se por definir todos os "pressupostos" (forma como o software chama as distribuições de probabilidade) como Triangulares. A distribuição triangular é a mais intuitiva para o ser humano, pois consiste de três valores: um valor previsto máximo, um médio e um mínimo. As seguintes distribuições, Figuras 1a até 1d, foram informadas ao programa:

Figura 1a - Definição das Distribuições de Probabilidades, no *Crystal Ball*®

Cenário 1 – CERVEJARIA	Planilha: [Monte Carlo Sob Análise Tradicional.xlsx]		
Pressuposto	Mínimo	Mais provável	Máximo
Capacidade (l/mês)1	9.600,00	10.800,00	12.000,00
Custo Variável (unit) – CVu1	R\$7,16	R\$7,95	R\$8,75
Preço Venda (unit) – META1	R\$11,43	R\$12,70	R\$13,00
Tx Mínima de Atratividade – TMA1	13,00%	15,63%	17,19%

Fonte: Os autores (2016).

Figura 1b - Definição das Distribuições de Probabilidades, no *Crystal Ball*®

Cenário 2 – CIGANA	Planilha: [Monte Carlo Sob Análise Tradicional.xlsx]		
Pressuposto	Mínimo	Mais provável	Máximo
Capacidade (l/mês)2	1.600,00	1.800,00	2.000,00
Custo Variável (unit) – CVu2	R\$7,16	R\$7,95	R\$8,75
Preço Venda (unit) – META2	R\$20,90	R\$23,22	R\$24,00
Tx Mínima de Atratividade – TMA2	13,00%	15,63%	17,19%

Fonte: Os autores (2016).

Figura 1c - Definição das Distribuições de Probabilidades, no *Crystal Ball*®

Cenário 3 – BREWPUB	Planilha: [Monte Carlo Sob Análise Tradicional.xlsx]		
Pressuposto	Mínimo	Mais provável	Máximo
Capacidade (l/mês)3	720,00	800,00	880,00
Custo Variável (unit) – CVu3	R\$7,16	R\$7,95	R\$8,75
Preço Venda (unit) – META3	R\$40,50	R\$45,00	R\$47,00
Tx Mínima de Atratividade – TMA3	14,06%	15,63%	17,19%

Fonte: Os autores (2016).

Figura 1d - Definição das Distribuições de Probabilidades, no *Crystal Ball*®

Cenário 4 –	Planilha: [Monte Carlo Sob Análise Tradicional.xlsx]		
Pressuposto	Mínimo	Mais provável	Máximo
Capacidade (l/mês)4	540,00	600,00	660,00
Custo Variável (unit) – CVu 4	R\$20,90	R\$23,22	R\$25,54
Preço Venda (unit) – META4	R\$40,50	R\$45,00	R\$47,00
Tx Mínima de Atratividade – TMA4	14,06%	15,63%	17,19%

Fonte: Os autores (2016).

A simulação de Monte Carlo foi levada a cabo em 16/11/2016, as 17:24, executando 50.000 avaliações e garantindo um nível de confiança de 95,00%. Os resultados são apresentados nas figuras 2a até 2d.

### Previsão: VPL1 Cenário 1 – CERVEJARIA

O nível de certeza é 85,482%

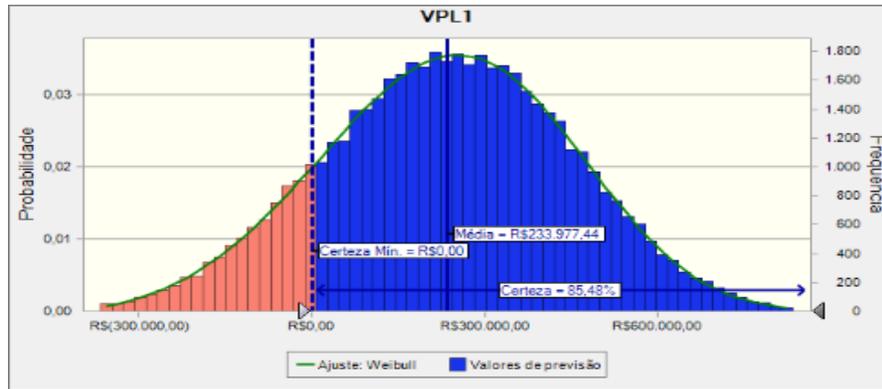
O intervalo de certeza é de R\$0,00 até  $+\infty$

O intervalo inteiro de R\$(475.505,81) a R\$969.295,33

O caso base é R\$474.312,66

Após 50.000 avaliações, o erro padrão da média é R\$956,19

Figura 2a - Resultados da Simulação de Monte Carlo, do *Crystal Ball*®



Fonte: Os autores (2016).

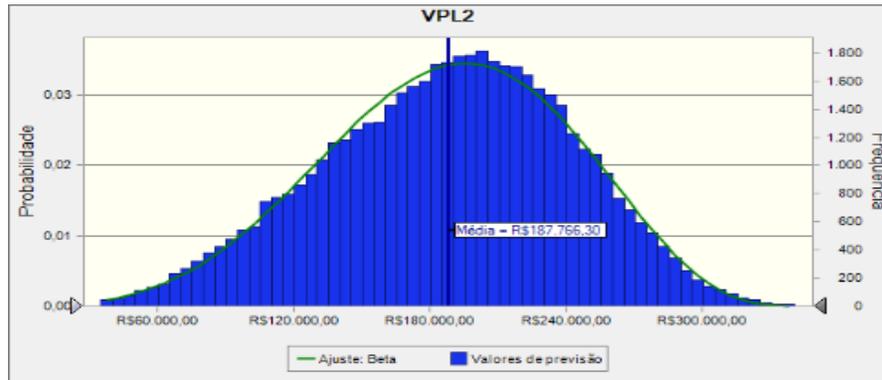
**Previsão: VPL2 Cenário 2 – CIGANA**

O intervalo inteiro de R\$7.196,71 a R\$382.639,93

O caso base é R\$247.599,51

Após 50.000 avaliações, o erro padrão da média é R\$243,69

Figura 2b - Resultados da Simulação de Monte Carlo, do *Crystal Ball*®



Fonte: Os autores (2016).

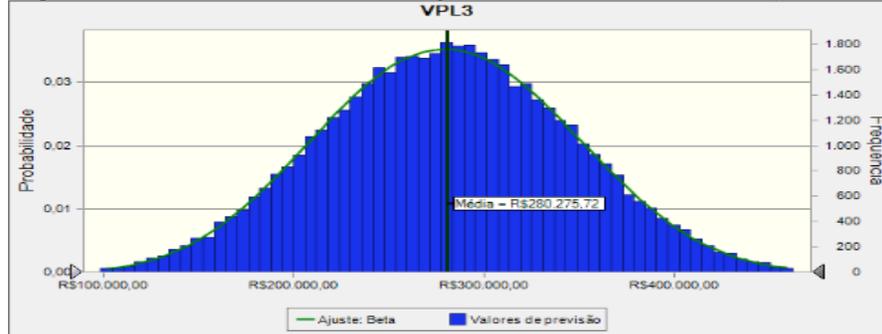
**Previsão: VPL3 Cenário 3 - BREWPUB**

O intervalo inteiro de R\$65.622,54 a R\$508.457,67

O caso base é R\$305.752,47

Após 50.000 avaliações, o erro padrão da média é R\$289,51

Figura 2c - Resultados da Simulação de Monte Carlo, do *Crystal Ball*®



Fonte: Os autores (2016).

**Previsão: VPL4 Cenário 4 - BEER TRUCK**

O nível de certeza é 96,914%

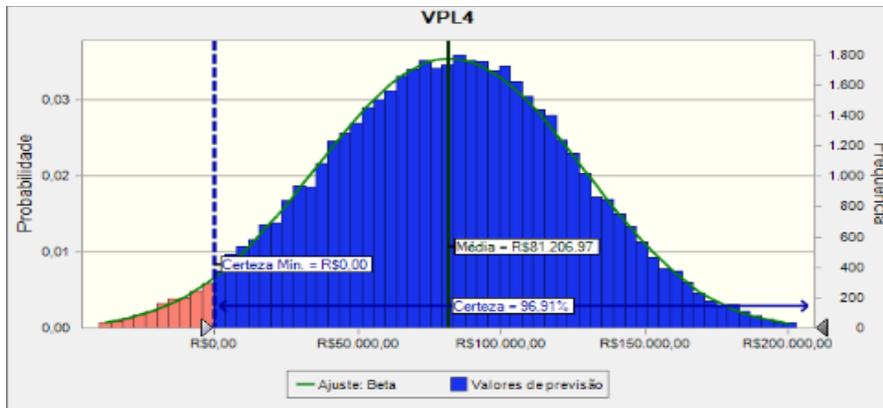
O intervalo de certeza é de R\$0,00 até  $+\infty$

O intervalo inteiro de R\$(65.393,86) a R\$246.956,31

O caso base é R\$100.733,83

Após 50.000 avaliações, o erro padrão da média é R\$193,85

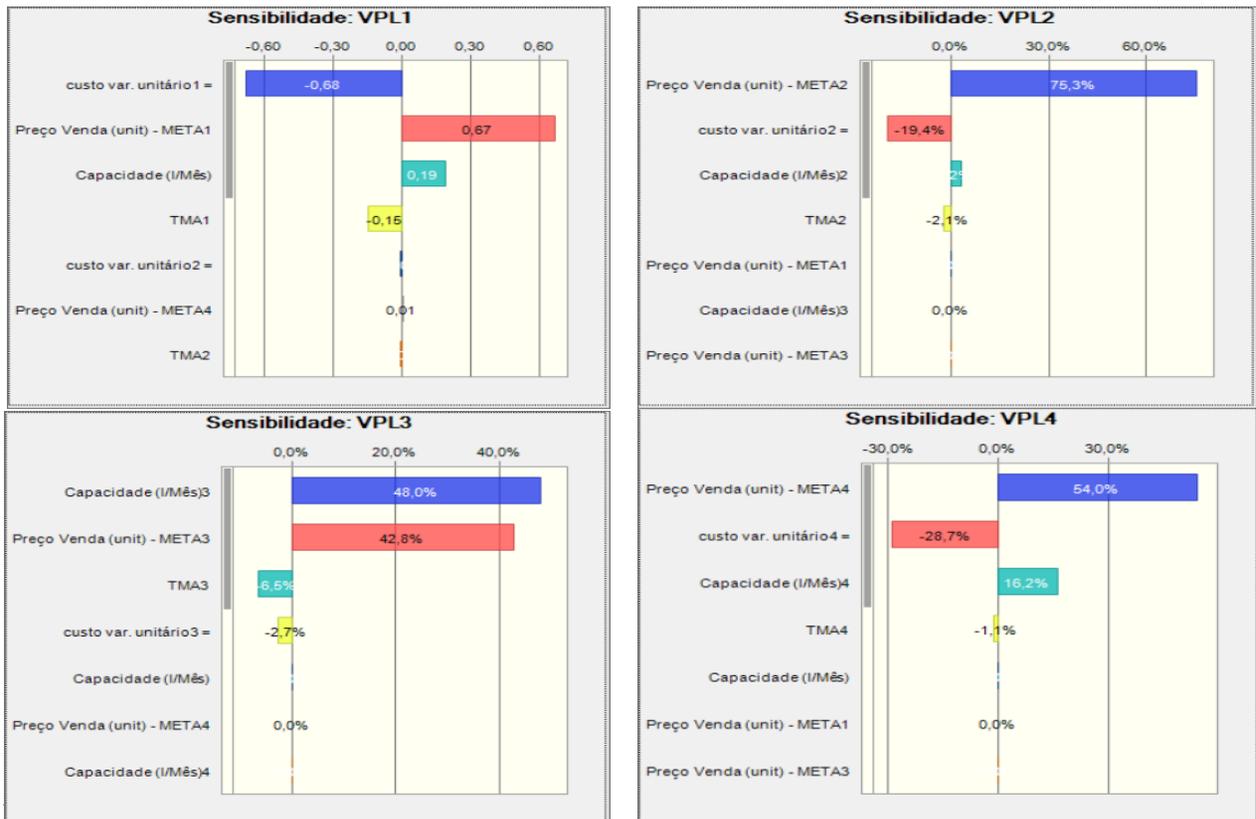
Figura 2d - Resultados da Simulação de Monte Carlo, do *Crystal Ball*®



Fonte: Os autores (2016).

A ferramenta *Crystal Ball*® também fornece gráficos para "Análise de Sensibilidade", baseados nos parâmetros informados, mostrados na Figura 3:

Figura 3 - Gráficos de Análise de Sensibilidade do *Crystal Ball*®



Fonte: Os autoress (2016).

Com base nos gráficos, podemos chegar às seguintes conclusões:

- O “Cenário 1: Cervejaria” possui a maior chance de não obter sucesso (14,52%), seguido do “Cenário 4: Beer Truck”, com 3,1%. Os outros dois cenários, de acordo com a modelagem e os parâmetros informados, não possuem risco de insucesso (VPL<0);
- O “Cenário 3; BrewPub” é extremamente sensível à variável “Capacidade” (que equivale à Quantidade Vendida), com 48% de impacto no problema. Os demais 3 cenários são sensíveis aos “Custos Unitários” e ao “Preço de Venda”;
- As variações da TMA (Taxa Mínima de Atratividade) não impactam significativamente nenhum cenário.

### 4.2.3 Otimização com Programação Linear: Problema de Restrição Orçamentária

Os cenários do setor cervejeiro artesanal apresentados não são totalmente excludentes. Algumas combinações dentre eles poderiam ser interessantes para o negócio - inclusive colaborar como estratégia de divulgação e diversificação. Porém, conforme estabelecido no início do desenvolvimento do trabalho, existe uma restrição de capital de R\$850.00,00 para o investimento total (contando o capital de Giro).

Como descobrir qual seria a composição ótima de alternativas, que poderiam maximizar o valor agregado (VPL total), sem extrapolar esta restrição orçamentária?

Para utilização da técnica de Programação Linear ao problema, algumas premissas precisam ser estabelecidas:

- O Cenário 3, ("BrewPub"), por se tratar basicamente de um bar e uma microcervejaria, demanda muito esforço de gerenciamento por parte dos gestores - gerenciamento de frente de loja, gestão da produção, de pessoas, etc. Esta alternativa não poderia concorrer com nenhum outro cenário - deve ser exclusiva.
- O Cenário 1, de Fábrica, pode ser pensado em capacidades menores (10mil e 8mil litros/mês), com o intuito de acomodar a combinação deste com outros cenários - seria interessante, por exemplo, como estratégia de divulgação, ter um "Beer Truck" ou, para firmar a marca, produzir inicialmente como "Cigana". Quaisquer combinações entre estes três cenários são consideradas viáveis.
- O percentual de risco de cada cenário, aferido pela Simulação de Monte Carlo, será descontado do VPL tradicional calculado anteriormente.

Figura 4 - Cenário Inicial para Programação Linear

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Variáveis de Decisão</b>	<b>Opções</b>	<b>Seleção</b>	<b>VPL [TRAD]</b>	<b>% Sucesso</b>	<b>VPL (risco)</b>	<b>Investimento</b>			
2		Cenário 1: Cervejaria (12.000 l/mês)	0	R\$ 474.312,66	85,482%	R\$ 405.451,95	R\$ 803.569,86			
3		Cenário 1: Cervejaria (10.000 l/mês)	0	R\$ 274.320,15	85,482%	R\$ 234.494,35	R\$ 720.954,79			
4		Cenário 1: Cervejaria (8.000 l/mês)	0	R\$ 74.327,64	85,482%	R\$ 63.536,75	R\$ 638.339,73			
5		Cenário 2: Cigana	0	R\$ 247.599,51	100,000%	R\$ 247.599,51	R\$ 75.927,67			
6		Cenário 3: BrewPub	0	R\$ 305.752,47	100,000%	R\$ 305.752,47	R\$ 418.925,48		F.O.:	R\$ -
7		Cenário 4: Beer Truck	0	R\$ 100.733,83	96,914%	R\$ 97.625,18	R\$ 114.065,50			
8										
9			Utilizado =	0			R\$ -			
10			Limitação de Capital =				R\$ 850.000,00			
11										

Fonte: Os autores (2016).

Definição do Problema de Programação Linear, conforme Figura 4, acima:

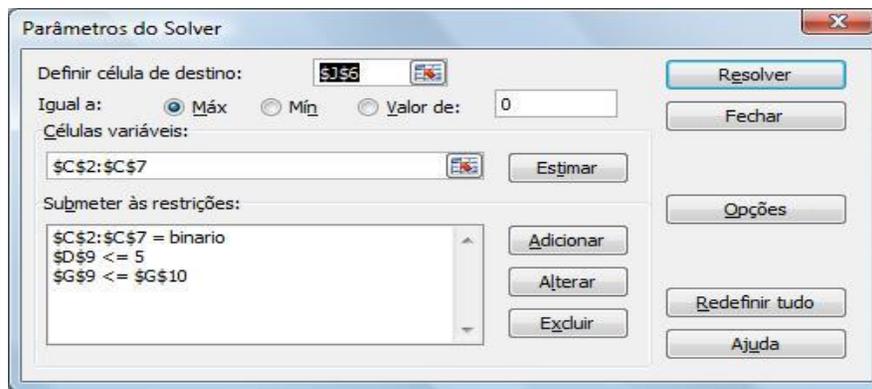
Max (Z):  $405.451,95x_1 + 234.494,35x_2 + 63.536,75x_3 + 247.599,51x_4 + 305.752,47x_5 + 97.625,18x_6$  Sujeito a:

- $x_1 \dots x_6: \{0; 1\}$
- Se  $x_5=1$ :  $x_1 \dots x_4$  e  $x_6 = 0$  (não pode ser combinado com outro cenário)
- $Z \leq 850.000,00$

Para operacionalização do método de Programação Linear foi utilizada a ferramenta *Solver*®, do *Microsoft Excel*®. Foram listados todos os cenários, os VPLs associados e o total de Investimento apurados na Análise de Investimentos Tradicional. Além disso, foi descontado sobre cada valor de VPL, um percentual de risco apurado na Simulação de Monte Carlo. A Função Objetivo (“F.O.”, da figura abaixo) foi definida como sendo a combinação (multiplicação) de um parâmetro de seleção (coluna C) com o valor do “VPL (risco)” (coluna F).

O segundo passo foi definir Restrições, a Função Objetivo (“Célula de Destino”) e as “Células Variáveis” na ferramenta, conforme a Figura 5 abaixo:

Figura 5 - Definições na Caixa de Diálogo do Solver®



Fonte: Os autores (2016).

Após executarmos as interações (clique em “Resolver”, na Caixa de Diálogo), os resultados otimizados são exibidos, conforme Figura 6, abaixo:

Figura 6 - Solução Otimizada do Solver®

Variáveis de Decisão	Opções	Seleção	VPL [TRAD]	% Sucesso	VPL (risco)	Investimento	
	Cenário 1: Cervejaria (12.000 l/mês)	0	R\$ 474.312,66	85,482%	R\$ 405.451,95	R\$ 803.569,86	
	Cenário 1: Cervejaria (10.000 l/mês)	1	R\$ 274.320,15	85,482%	R\$ 234.494,35	R\$ 720.954,79	
	Cenário 1: Cervejaria (8.000 l/mês)	0	R\$ 74.327,64	85,482%	R\$ 63.536,75	R\$ 638.339,73	
	Cenário 2: Cigana	1	R\$ 247.599,51	100,000%	R\$ 247.599,51	R\$ 75.927,67	
	Cenário 3: BrewPub	0	R\$ 305.752,47	100,000%	R\$ 305.752,47	R\$ 418.925,48	F.O.: R\$ 482.093,86
	Cenário 4: Beer Truck	0	R\$ 100.733,83	96,914%	R\$ 97.625,18	R\$ 114.065,50	
	Utilizado =		2			R\$ 796.882,46	
	Limitação de Capital =					R\$ 850.000,00	

Fonte: Os autores (2016).

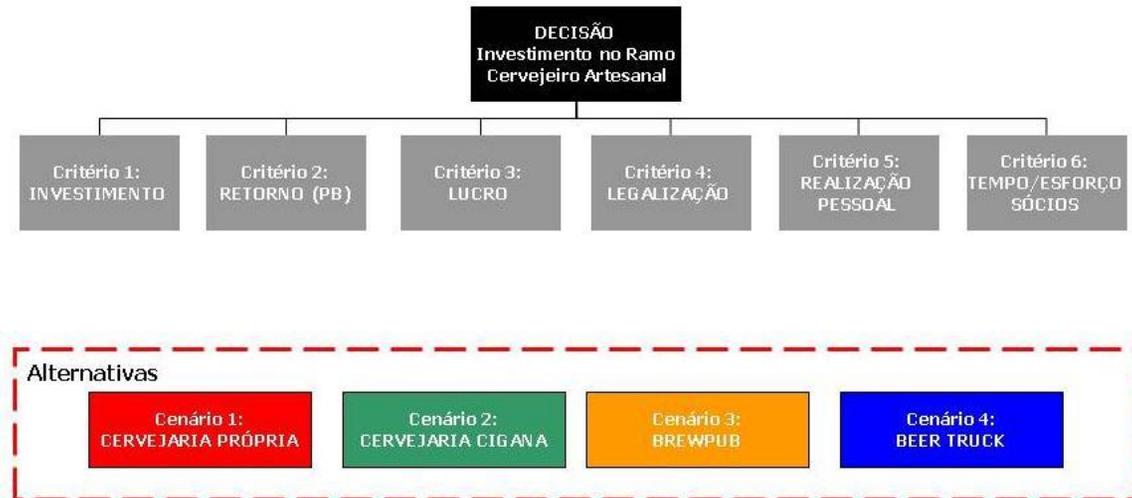
Como resultado, podemos verificar na Figura 6 que a combinação de alternativas que maximizaria o valor agregado de investimentos nos cenários cervejeiros, sem ultrapassar o limite orçamentário estabelecido seria uma fábrica própria, com capacidade para 10.000 litros/mês e uma fabricação “cigana” de cervejas, gerando um Valor Presente Líquido combinado de R\$482.093,86.

#### 4.2.4 Apoio à Decisão Multicritério

O objetivo de uma análise multicritérios é incorporar critérios subjetivos ao processo decisório, determinando os devidos pesos para tais critérios. O método AHP reflete o que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana (SAATY, 1991): ao defrontar-se com um grande número de elementos, que abrangem uma situação complexa, ele os agrega em grupos – as hierarquias.

No caso proposto, analisam-se as alternativas (cenários de negócios cervejeiros) diante da importância relativa dos critérios – Investimento, Retorno, Lucro, Legalização, Realização Pessoal, Tempo/Esforço dos Sócios, mostrada na figura 7.

Figura 7 - Árvore Hierárquica de Decisão



Fonte: Os autores (2016).

Os critérios definidos no escopo do presente trabalho são detalhados a seguir:

C1) Investimento: valor financeiro (\$) despendido no primeiro momento de cada projeto;

C2) Retorno Investimento (VPL): valor agregado projetado do investimento;

C3) Lucratividade: diferença entre receitas e despesas do investimento;

C4) Requisitos Legais / Legalização: o cenário está devidamente regulamentado? Existem brechas ou requisitos que dificultem a implementação de determinado cenário?

C5) Realização Pessoal: a motivação inicial de cada sócio do empreendimento ao entrar no ramo cervejeiro artesanal. Determinado cenário realiza plenamente os "sonhos" do empreendedor?

C6) Tempo Despendido dos Sócios: necessidade de tempo despendido ou da presença física dos proprietários. Quanto tempo/esforço deverá ser dedicado para a operação de cada cenário?

Para determinar a prioridade ou importância dos critérios da árvore hierárquica, constrói-se uma matriz de comparação para cada par de critérios. A seguir, as relações de importância entre os critérios:

Tabela 4 - Tabela de Importância Relativa

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	1/5	3	3	7	9
C2	5	1	1/3	3	5	9
C3	1/3	3	1	5	7	9
C4	1/3	1/3	1/5	1	3	7
C5	1/7	1/5	1/7	1/3	1	3
C6	1/9	1/9	1/9	1/7	1/3	1

Fonte: Os autores (2016).

Por meio do cálculo de autovetores e autovalores das matrizes chegamos aos pesos dos critérios. Os pesos estão dispostos na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5 - Pesos e Critérios

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Multiplicação	Raiz n-ésima	Autovetor Normalizado	%
C1	1,000	0,200	3,000	3,000	7,000	9,000	113,400000	2,200064985	0,251266468	25%
C2	5,000	1,000	0,333	3,000	5,000	9,000	225,000000	2,466212074	0,281662769	28%
C3	0,333	3,000	1,000	5,000	7,000	9,000	315,000000	2,608465471	0,297909339	30%
C4	0,333	0,333	0,200	1,000	3,000	7,000	0,466667	0,880713115	0,100585062	10%
C5	0,143	0,200	0,143	0,333	1,000	3,000	0,004082	0,399765814	0,045656717	5%
C6	0,111	0,111	0,111	0,143	0,333	1,000	0,000065	0,200682204	0,022919645	2%
								8,755903664		

Fonte: Os autores (2016).

Após a determinação destes pesos para cada critério, as alternativas são, então, avaliadas para cada critério. O resultado da análise é a alternativa que obtiver o maior valor total.

Tabela 6 - Avaliação dos cenários pelo método AHP

	Pesos	Cenário 1: Cervejaria	Cenário 2: Cigana	Cenário 3: BrewPub	Cenário 4: Beer Truck
C1: Investimento	25%	1	4	2	3
C2: Retorno Investimento (VPL)	28%	4	2	3	1
C3: Lucratividade	30%	4	2	3	1
C4: Req Legais / Legalização	10%	2	4	1	3
C5: Realização Pessoal	5%	4	3	2	1
C6: Tempo Despendido dos Sócios	2%	3	4	1	2
		3,0221	2,7952	2,4561	1,7266

Fonte: Os autores (2016).

### 4.3 Análise dos Resultados Obtidos

A seguir, na Figura 8, serão consolidados os resultados obtidos por cada um dos métodos. O objetivo é gerar um painel com os diferentes aspectos que possam ser considerados como apoio à Tomada de Decisão gerencial. Podemos visualizar melhor os resultados no formato da Figura 8:

Figura 8 - Quadro de Resultados

Cenário	Análise Tradicional (TMA = 15,63%)	Análise de Sensibilidade (Condições de Inviabilidade)	Monte Carlo		Análise Multicritério	Restrição Orçamentária (R\$850.000,00)
			Simulação (Nível de Certeza)	Análise de Sensibilidade (Importância para a Viabilidade)		
1) <i>Fábrica</i>	Investimento: R\$803.569,86 FCx: R\$260.713,60 VPL: R\$ 474.312,66 PB: 3,08 anos TIR: 30% PEq: 3160 litros	Preço de Venda: -10% Custo Unitário: +10% Qtdade Vendida: -50%	85,48%	Custo Unitário: -68% Preço de Venda: +67%	#1	Cenário Ótimo: Fábrica Capacidade: 10.000 litros/mês + Cigana: 2.000 litros/mês
2) <i>Cigana</i>	Investimento R\$75.027,67 FCx R\$65.822,40 VPL: R\$ 247.599,51 PB: 1,14 anos TIR: 88% PEq: 31 litros	Preço de Venda: -20% Custo Unitário: +20%	100%	Preço de Venda: +75,3% Custo Unitário: -19,4%	#2	Investimento: R\$796.882,46 VPL: R\$482.093,86
3) <i>Brew Pub</i>	Investimento R\$418.925,48 FCx R\$147.848,80 VPL: R\$ 305.752,47 PB: 2,83 anos TIR: 33% PEq: 320 litros	Preço de Venda: -30% Qtdade Vendida: -40%	100%	Capacidade: +48% Preço de Venda: +42,8%	#3	-
4) <i>Beer Truck</i>	Investimento R\$114.065,50 FCx R\$43.823,36 VPL: R\$ 100.733,83 PB: 2,6 anos TIR: 37% PEq: 345 litros	Preço de Venda: -10% Custo Unitário: +20% Qtdade Vendida: -30%	96,91%	Preço de Venda: +54% Custo Unitário: -28,7%	#4	-

Fonte: Os autores (2016).

Analisando os resultados, podemos evoluir para outro formato mais consolidado, gerencial (Figura 9). A alternativa verde corresponde ao melhor cenário, de acordo com os resultados obtidos através de determinado método. As células vermelhas indicam as piores alternativas. As células em amarelo, para as alternativas intermediárias:

Figura 9 - Painel Gerencial

Cenário	Análise Tradicional (TMA = 15,63%)	Análise de Sensibilidade (Inviabilidade)	Simulação Monte Carlo (Nível Incerteza)	Análise Multicritério	Restrição Orçamentária (R\$850.000,00)
1) <i>Fábrica</i>	VPL: R\$ 474.312,66		85,48%	#1	Fábrica (10.000 l) + Cigana
2) <i>Cigana</i>	VPL: R\$ 247.599,51		100%	#2	
3) <i>Brew Pub</i>	VPL: R\$ 305.752,47		100%	#3	-
4) <i>Beer Truck</i>	VPL: R\$ 100.733,83		96,91%	#4	-

Fonte: Os autores (2016).

A análise tradicional, a análise multicritério e a análise de restrição orçamentária apresentaram resultados convergentes. Porém, as duas análises que ponderam fatores de riscos dos projetos – análise de sensibilidade e Simulação de Monte Carlo – apontam para a potencial fragilidade do cenário de “Fábrica”. Os cenários de “Cervejaria Cigana” e “Brew Pub” aparecem como boas opções, pois não aparecem em último (vermelho) em nenhuma das análises.

Como alternativa de implementação, poderíamos pensar em conjunções dos quatro cenários com o intuito de atingirmos um “ótimo global”, gerando um quinto e novo cenário, como alternativa de estratégia de implementação:

- Iniciar o empreendimento como uma “Cervejaria Cigana”: com o objetivo de analisar mais detalhadamente o mercado, o potencial da marca e o real potencial de investimento dos sócios;
- Repensar o investimento em uma “Fábrica” como opção para o médio prazo: postergar

este investimento mais alto, apostando no reaquecimento da economia e numa perspectiva mais favorável para o mercado.

- Investir em Ponto de Venda – “*Beer Truck*” ou “*Brew Pub*”: com o objetivo de agregar os ganhos em cima de toda a cadeia logística, eliminando distribuidores e intermediários.

É importante salientar que este novo cenário gerado a partir da conjugação dos quatro cenários originais poderia gerar uma solução “não-ótima” e, por conta disso, deveria passar novamente pelas técnicas de análise anteriormente utilizadas.

Podemos verificar que o conjunto de todos esses métodos qualitativos e técnicas da Pesquisa Operacional agrega muita informação ao tomador de decisão, munindo-o de ferramentas como as abordagens estatísticas para a análise de riscos.

Este "painel gerencial" fornece subsídios para a tomada de decisão baseada em fatos e procura garantir um maior grau de acurácia na resolução de questões, reduzindo o grau de empirismo, baseando-se em dados quantitativos, modelos e decisões similares anteriores. Por atuar no campo das previsões, é inerente certo grau de incerteza e risco conhecidos. Porém, as decisões tomadas seguindo certa estruturação racional (metodologia) garantem confiabilidade e repetibilidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Engenharia Econômica abrange várias áreas multidisciplinares complementares como: riscos, matemática financeira, estatística, economia, administração, custos e contabilidade. O presente trabalho procurou abordar várias das áreas citadas, e exemplificar como Métodos Quantitativos podem ser utilizados como ferramentas de Apoio à Tomada de Decisão Gerencial.

Tomemos um caso concreto de “sofrimento” na Tomada de Decisão: certo gestor necessitava tomar uma Decisão e acaba perdendo uma excelente oportunidade de ganho ou lucro porque no momento de Tomada de Decisão ele opta pela indecisão. O mercado não perdoa quem não toma as decisões na hora certa. Além da tempestividade, outro fator crucial para uma escolha acertada é a tomada de decisão baseada em fatos. Esta gestão baseada em fatos e dados tem como seu elemento estrutural as decisões fundamentadas em informações quantitativas. A gestão baseada em fatos e dados significa que as tomadas de decisões são realizadas a partir de indicadores comparados com um referencial numérico estabelecido previamente com objetivo de fundamentar as ações.

As Análises de Sensibilidade e de Riscos – via Simulação de Monte Carlo – se mostraram importantes ferramentas para melhorar a qualidade da interpretação dos dados para os tomadores de decisão e para a Alta Gerência. Com relação às análises de projetos de investimentos, existem importantes indicadores para auxiliar essas análises objetivas e a percepção de riscos e retorno do investimento.

Porém, nem sempre conseguimos restringir a Tomada de Decisão unicamente a fatores objetivos (financeiros): existem critérios imponderáveis, como estratégia e segredos de mercado, que devem ser levados em consideração. Fatores econômicos, de risco logístico, de cadeia de suprimento e de deseconomia de escala – crescimento não-sustentável – devem ser considerados quando da análise de localidade de uma instalação. Foram selecionados critérios subjetivos e estes foram considerados na Análise Multicritério (AHP).

Empreendedores objetivam o retorno do seu investimento, porém o aporte inicial de capital, na maioria das vezes, é limitado. Em cenários de limitações de recursos, tanto o microempresário quanto as grandes corporações precisam escolher em quais projetos investir, de forma que a combinação destes possua a melhor chance de garantir retorno ótimo em seus investimentos. A Programação Linear se

mostrou uma técnica adequada para resolução de problemas deste tipo, contribuindo com ferramenta de Apoio à Decisão de projetos de investimento.

A Análise dos Resultados e a consolidação destes em um “Painel Gerencial” constitui a ferramenta definitiva para Apoio à Decisão Gerencial. A metodologia utilizada pode ser replicada para qualquer tipo de decisão de investimentos, onde precisemos optar por  $n$  cenários distintos.

A Tomada de Decisão, quando orientada por um processo formal de avaliação, tende a diminuir as incertezas e melhorar a percepção e a comunicação entre os envolvidos na decisão. A utilização de métodos que apoiem a tomada de decisão decididamente agrega forte reflexão em todo o processo, justificando e aumentando o poder do tomador de decisão.

A partir deste trabalho recomenda-se o aprofundamento da pesquisa analisando o impacto das demais ferramentas de P.O. sobre os processos atinentes aos cenários cervejeiros, bem como a elaboração de modelos de sustentabilidade para o setor.

## REFERÊNCIAS

AMABILE, T. M. **Creativity and Innovations in Organizations**. Boston, Harvard Business School Reprint, 1983.

BARBIERI, J. C.; ÁLVARES, A. C. T.; CAJAZEIRA, J. E. R. **Gestão de ideias para a inovação contínua**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2009.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**, 6 ed., São Paulo: McGraw Hill, 2009.

CERVIERI JÚNIOR, O.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. R.; GALINARI, R.; RAWET, E. L.; SILVEIRA, C. T. J. O setor de bebidas no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 40, p. [93]-129, set. 2014.

Disponível em:

<[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3462/1/BS%2040%20O%20setor%20de%20bebidas%20no%20Brasil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3462/1/BS%2040%20O%20setor%20de%20bebidas%20no%20Brasil_P.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2016.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J. de O. Análise do risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v.1, nº 6, 1º trim./98. Disponível em:

<<http://bertolo.pro.br/MetodosQuantitativos/Simulacao/c6-Art7.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

BUCHANAN, L.; O’CONNELL, A. **Uma breve história da tomada de decisão**. Harvard Business Review, Jan, 2006.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**. Tradução técnica: Marcella Cecília González Araya. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GRANT, E. L.; IRESON, W. G. **Principles of Engineering Economy**, 8 ed., John Wiley Sons Inc. 1982.

IBGC - INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. **Guia de orientação para o gerenciamento de riscos corporativos**. São Paulo, SP: IBGC, 2007. Disponível em: <<http://www.ibgc.org.br/userfiles/3.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

KLIEMANN NETO, F. J. **Engenharia Econômica e Análise Multicriterial**. Departamento de Engenharia de Produção e Transportes - DEPROT Universidade, 201.

LOPES, G. C.; ELIAS, M. F. **Cervejas especiais do Sul e Sudeste do Brasil**: Um estudo dos perfis de consumidores baseado no processo de compra., Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2014.

PAMPLONA, E. de O.; MONTEVECHI, J. A. B. **Engenharia Econômica I**, 2005.

PLATA, L. **Indicadores Financeiros para Análise de Projetos de Investimentos**. Disponível em: <<http://comexitape.files.wordpress.com/aula-2-investimentos-2011.ppt>>. Acesso em: 20 maio 2016.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1991.

SEBRAE. **Relatório de Inteligência Setorial**: Alimentos. Disponível em: <[www.sebraeinteligenciasetorial.com.br](http://www.sebraeinteligenciasetorial.com.br)>. Acesso em: 20 maio 2016.

SIMON, H.A. **The New Science of Management Decision** (3rd revised edition; first edition 1960) Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1977.

VALLONE, B. **Better Call Bruno**. Disponível em: <<http://www.beercast.com.br/leia-o-rotulo/colunistas/bruno-vallone/better-call-bruno/desmistificando-os-brewpubs/>>. Acesso em: 20 maio 2016.

VIEIRA, G. **Produção de cerveja cresce 4,3% em 2014, apurou o Sicobe**. Exame.com. 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/producao-de-cerveja-cresce-4-3-em-2014-apurou-o-sicobe/>>. 2015. Acesso em: 20 maio 2016.