



# A

## VALIAÇÃO ECONÔMICA DE INVESTIMENTOS ATRAVÉS DE MODELO PROBABILÍSTICO

Recebido: 12/11/2017

Aprovado: 29/04/2018

<sup>1</sup> Tércio Lopes Souza  
<sup>2</sup> Kaio de Moraes Souza Lima

### RESUMO

A sistemática de implantação de investimentos tem como objetivo garantir, através da escolha dos melhores projetos de investimentos, o atendimento dos objetivos estratégicos do ciclo pelo qual a organização está passando. A companhia tem basicamente dois tipos de investimentos; *Sustaining* e *Addition of Value*.

Os investimentos de *Sustaining* garantem a continuidade operacional do ativo existente nas suas melhores condições, sob o ponto de vista de produtividade e segurança de processo/pessoas. Já os investimentos de *Addition of Value* tem como objetivo alavancar a produtividade da companhia, melhorando os processos atuais ou desenvolvendo novos processos.

Para os investimentos do tipo *Addition of Value* também chamados de “Projetos de VPL”, a Braskem vinha utilizando o valor presente líquido determinístico para avaliar a atratividade do investimento e auxiliando o negócio na tomada de decisão para investir nos melhores projetos, visto que, o recurso disponível para investimento é sempre menor que a demanda da companhia.

A necessidade de maior assertividade na tomada de decisão exigiu maior maturidade no processo, através do desenvolvimento de cálculos mais precisos. Identificou-se como uma alternativa adequada a utilização do VPL probabilístico para seleção dos melhores projetos de investimentos do tipo *Addition of Value*, haja vista que este método considera o risco associado a cada uma das variáveis que compõem a avaliação.

Esta decisão proporcionou benefícios para o processo, tais como:

- Disseminação do conhecimento em avaliação de investimentos para todas as equipes envolvidas no processo;
- Uniformidade das premissas de cálculo de atratividade dos investimentos, possibilitando a comparação entre eles;
- Acréscimo de 1% no VPL médio da carteira de investimentos de *Addition of Value* da Braskem, em 2016 valor correspondente a US\$ 2.967,37 mil.

**Palavra Chave:** EVTE. Probabilístico. Investimentos, *Addition of Value*.

<sup>1</sup> Especialização em MBA Gestão Financeira, Controladoria e Auditoria pela Fundação Getúlio Vargas - FGV, São Paulo, (Brasil). E-mail: [tercio.souza@braskem.com](mailto:tercio.souza@braskem.com) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6228-3710>

<sup>2</sup> Especialização em MBA Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas - FGV, São Paulo, (Brasil). E-mail: [kaio.lima@braskem.com](mailto:kaio.lima@braskem.com) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7220-3849>

## ECONOMIC EVALUATION OF INVESTMENTS THROUGH A PROBABILISTIC MODEL

### ABSTRACT

The system of investment implementation aims to ensure, through the choice of the best investment projects, the strategic objectives of the cycle through which the organization is going. We basically have two kinds of investments, sustaining investments and value investments.

The sustaining investments guarantee the operational continuity of the existing asset in its best conditions from the point of view of productivity and security of process / people. Value investments are aimed at leveraging the company's productivity by improving current processes or developing new processes.

For value-added investments also called "NPV Projects", Braskem was using the deterministic net present value to evaluate the attractiveness of the investment and to help business decision-making to invest in the best projects, since the available resource For investment is always lower than the company's demand.

The maturity of the process required more accurate calculations to aid decision making. It was identified as an adequate alternative the use of probabilistic NPV to select the best investment projects of type value, since this method considers the risk associated to each of the variables that compose the evaluation.

This decision provided benefits for the process, such as:

- Dissemination of knowledge in investment valuation for all teams involved in the process;
- Uniformity of the assumptions for calculating the attractiveness of investments, allowing the comparison between them;
- Increase of 1% in the average NAV of Braskem's value investments portfolio, in 2016 this value corresponds to US \$ 2,967.37 thousand.

**Key words:** EVTE. Probabilistic. Investments. Addition of Value.

## 1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Em 2006, a área responsável pelo cálculo de avaliação de investimentos implementou uma ferramenta destinada para este único fim, até o mês de setembro de 2015 essa ferramenta foi a única disponível para a realização de cálculos de retorno de investimentos de capital. As crescentes modificações nos cenários em que os projetos são implementados e a maior competitividade do mercado em que a companhia está inserida, criou a necessidade de execução de cálculos mais robustos considerando as incertezas inerentes às premissas utilizadas.

Durante a avaliação do processo de gestão do portfólio da Braskem, realizada em 2012, foi apontado como potencial ponto de melhoria o gerenciamento de riscos, estando este, enquadrado no quartil de menor valor. A avaliação sugeriu incorporar processos de Gestão de Riscos nas dimensões estratégica e financeira.

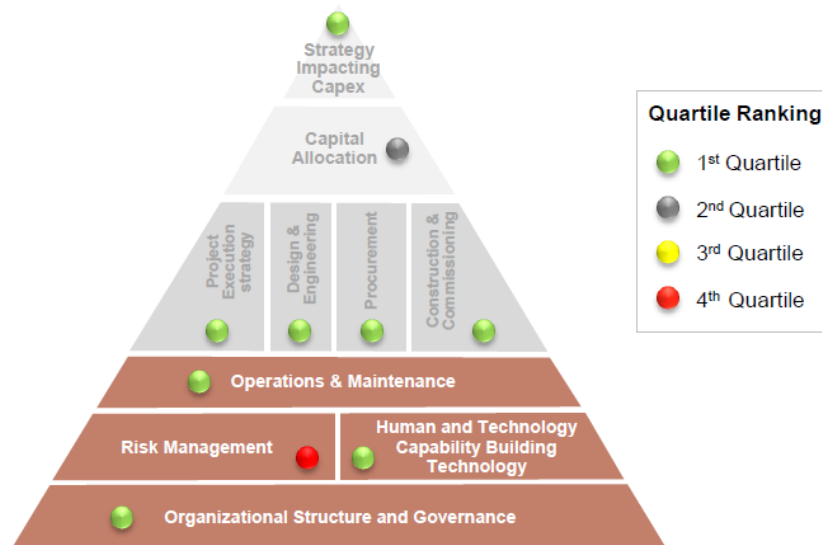


Figura 1- Resultado avaliação do processo de gestão de portfólio Braskem (AT. Kearney)

Como plano de resposta a esta avaliação, a análise e gestão de risco financeiro dos projetos passaram a considerar as variabilidades das premissas utilizadas como inputs dos cálculos de avaliação de retorno de investimento. Nesse contexto, as ferramentas utilizadas passaram a não atender necessidades, como a possibilidade de avaliar os impactos de possíveis variações das premissas de entrada no retorno do investimento e o risco associado a cada uma delas. Além desta deficiência, as ferramentas existentes apresentavam problemas

internos relacionados à manutenção e operabilidade que ameaçavam a continuidade do processo, inclusive tardando a resolução de problemas essenciais.

## 2 ESTRATÉGIAS ADOTADAS

Foi evidenciada a necessidade de incorporação de um modelo de avaliação de investimentos que permitisse analisar os riscos envolvido e suportasse a tomada de decisão com base em um método mais robusto.

Após a análise das opções disponíveis no mercado foi confirmada a necessidade de construção de um modelo interno, visto que, as opções encontradas se mostraram inviáveis do ponto de vista de desempenho e custos envolvidos. O método escolhido foi criado tendo como base o método de Monte Carlo, descrito por Bruni (2014), garantindo o cálculo de atratividade de todos os investimentos sob os critérios pré-determinados possibilitando a comparação e priorização.

O modelo preliminar foi desenvolvido de forma ainda pouco robusta. Nesta versão eram realizadas simulações com curvas de densidade de probabilidade triangular para cada variável imputada obtendo-se as curvas de resultado (VPL e TIR), calculadas com base nas premissas de cálculo apresentadas por Abreu (2012) e Bruni (2013). Este modelo já apresentava desempenho aceitável em comparação com as ferramentas disponíveis no mercado.

O modelo preliminar de cálculo foi migrado para um *software* de Gerenciamento de Projetos e Portfólio, neste momento foram obtidos ganhos de produtividade na gestão integrada dos projetos, bem como maior desempenho da ferramenta, o que viabilizava agregar maior robustez estatística ao modelo tornando os resultados percebidos mais assertivos quando comparados com as ferramentas existentes. Nesta etapa, o modelo apresentado foi validado por um consultor externo.

O desempenho obtido com a aplicação do modelo neste *software* possibilitou a agregação de novas melhorias. Os resultados tornaram-se mais fidedignos à realidade do mercado onde a companhia está inserida. As premissas utilizadas foram alinhadas com os objetivos estratégicos da organização levando em consideração as especificidades de cada área de negócio.

Nesta etapa foram incorporadas:

1. Carregamento da MEF (Macro Equação Financeira) – Atritando os dados utilizados pelos usuários aos dados oficiais Braskem (documento criado internamente pela área de planejamento estratégico);
2. Desenvolvido parâmetro de estabilização dos resultados como ponto de finalização da simulação (garantido resultados probabilísticos mais estáveis). Este parâmetro não é encontrado em ferramentas disponíveis no mercado. O parâmetro foi desenvolvido pelos autores do artigo, baseado em conceitos estatísticos abordados por Bruni (2014);
3. Incorporada a análise de sensibilidade, conforme descrito por Bordeaux-Regô (2006), permitindo avaliar a influência de cada premissa nos resultados identificando qual delas deve ser analisada de forma mais criteriosa.

### **Cenário Anterior ao Projeto:**

O método utilizado para o cálculo de viabilidade de investimentos antes da implementação do projeto era caracterizado pelo fato de um input aplicado ao sistema produzir sempre a mesma resposta. As características desse sistema implicam em relações exatas e pressupõem que estão implícitas certezas completas as estimativas, o que não corresponde à realidade. Em modelos deste tipo não são permitidas a presença de variáveis probabilísticas.



Figura 2 – Cenário do modelo de avaliação determinística

### **Cenário Atual:**

O método adotado para o cálculo de viabilidade de investimentos consiste em sistemas aleatórios caracterizados por uma relação probabilística entre os inputs e as saídas do modelo. Ou

seja, pelo menos uma das variáveis ou características operacionais é dada por uma função de probabilidade

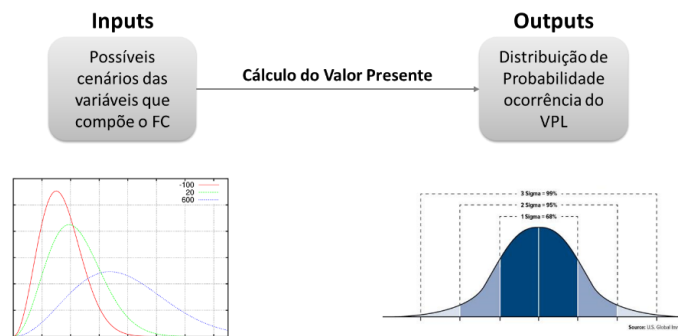


Figura 3 – Cenário do modelo de avaliação probabilístico

Sob o aspecto das ferramentas utilizadas no processo de investimentos, tivemos a descontinuidade de softwares alternativos utilizados para o cálculo de EVTE, incorporando o mesmo a um único *software* de gerenciamento de projetos e portfólio.

### Cenário Anterior ao Projeto:

Antes da implementação do projeto a Braskem possuía uma ferramenta específica para o cálculo de viabilidade de investimentos. Esta ferramenta possuía limitações técnicas, além de ter um custo para sua manutenção. No cenário mostrado abaixo, temos a utilização de duas ferramentas no processo de investimentos.

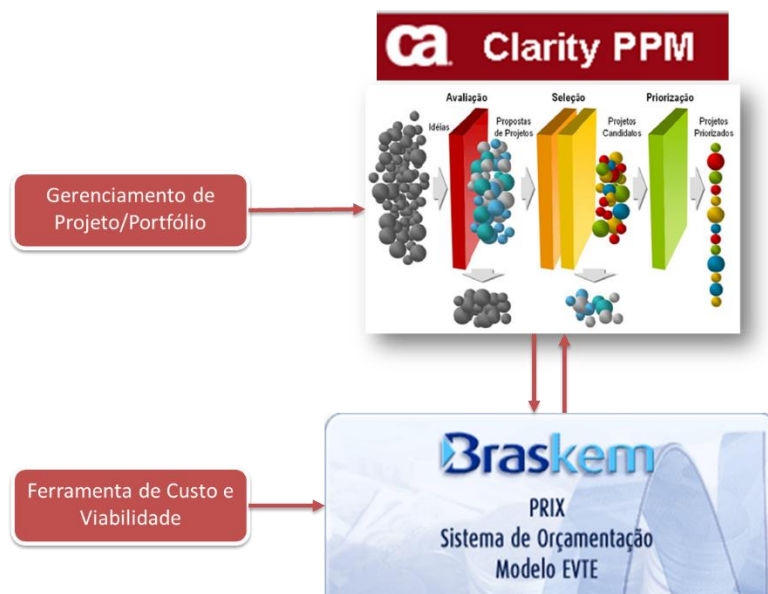


Figura 4 – Ferramentas utilizadas no processo anteriormente a solução adotada

### Cenário Atual:

Neste projeto, as funcionalidades da ferramenta de Custo e Viabilidade Econômica foram incorporadas à ferramenta de gerenciamento de projeto/portfólio. Esta alteração possibilitou a administração de uma única ferramenta para o processo de investimentos reduzindo os custos de manutenção e tornando o processo mais confiável.

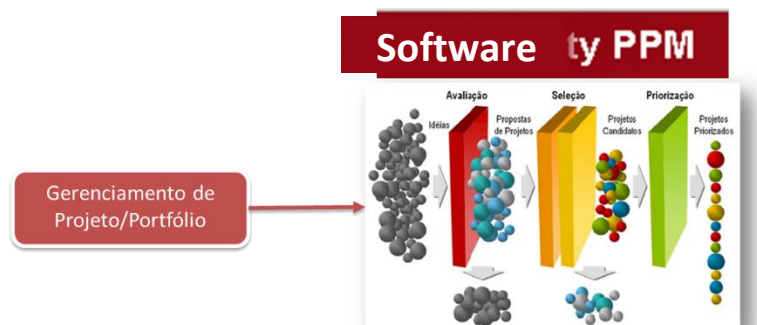


Figura 5 – Ferramentas utilizadas no processo após a solução adotada

## 3 RESULTADOS

O modelo probabilístico para cálculo de viabilidade de investimentos no *software* de gerenciamento de projetos/portfólio foi implantado com sucesso e está em plena operação sendo possível sua aplicação em todas as áreas da organização para avaliar economicamente os investimentos de capital que farão parte da carteira da Braskem.

O desempenho da ferramenta foi superior ao previsto. O principal ganho qualitativo foi o controle/parametrização das premissas utilizadas para o cálculo da viabilidade econômica dos investimentos. Este controle elimina o risco de manipulação de dados por parte do usuário e garante a imparcialidade na priorização dos melhores investimentos de capital.

Os ganhos quantitativos com a implementação do projeto foram calculados sob dois aspectos:

- Ganhos já apurados após a implantação do projeto:

A implementação do projeto permitiu a descontinuidade da ferramenta utilizada anteriormente. Esta ferramenta possuía um custo de manutenção médio mensal de US\$ 597,00. Dessa forma, obtemos um ganho acumulado até o momento de US\$ 7.160,23.



A aplicação do modelo probabilístico é uma necessidade para a melhoria na avaliação dos investimentos da Braskem. O custo evitado com a aquisição de licenças de software específico para a realização destes cálculos é um ganho já apurado. O custo médio de licença de um software deste tipo é de US\$\$ 1.023,95 por usuário. Considerando a especificidade de cada área do negócio, o ganho apurado foi calculado levando em consideração a aquisição de uma licença por área. Este custo foi de US\$ 6.143,67.

Desta forma, temos um ganho total já apurado de US\$ 13.303,90 conforme detalhado na tabela abaixo:

Tabela 1 – Ganhos econômicos já apurados

Ganhos econômicos já apurados	US\$
Ganho Recorrente com a desmobilização da consultoria anterior US\$	7.160,23
Custo evitado com aquisição de licenças (por pequena empresa) de software específico	6.143,67
<b>Ganhos econômicos já apurados TOTAL</b>	<b>13.303,90</b>

- Ganhos Projetados:

Os ganhos projetados foram calculados considerando a seleção de uma carteira de investimentos mais rentáveis através da priorização via VPL probabilístico:

Consirando a análise de risco na avaliação de investimentos, o ganho está associado a seleção dos melhores projetos e consequentemente a otimização dos retornos obtidos.

Os ganhos projetados foram calculados a partir da priorização de 12 projetos reais que totalizaram US\$ 5.920,99 mil. Considerando uma restrição financeira de US\$ 4.000,00 mil, a priorização desta carteira foi realizada através dos dois métodos. Primeiramente utilizando o método do VPL determinístico e posteriormente utilizando o método do VPL probabilístico. Os dados a seguir apresentam os resultados obtidos nas duas análises.

Projeto	Investimento Total	VPL	VPL Médio	VPL Desvio Padrão
A	181,57	1.050,90	645,96	203,56
C	555,23	3.734,58	2.373,19	675,82
D	979,00	7.822,80	5.011,19	1.387,27
E	870,16	3.528,60	3.552,48	280,85
F	423,23	3.687,33	2.361,41	687,45
G	233,67	6.720,12	6.840,33	657,05
H	382,36	2.214,50	1.378,23	441,82
I	152,54	4.699,71	5.123,60	778,69
J	947,10	2.162,48	2.155,02	112,26
L	774,28	2.953,04	2.954,91	291,32
M	234,77	1.071,36	1.161,67	54,12
N	186,99	2.613,93	2.613,59	291,70

Tabela 2 - Carteira de 12 investimentos (valores em US\$mil)



### Critério de Priorização Baseado No VPL Determinístico dos Projetos

A tabela apresenta uma disponibilidade de 12 projetos com investimento total de US\$ 5.920,99 mil. Considerando um cenário hipotético onde existe restrição orçamentaria de US\$ 4.000,00 mil, serão implementados aqueles projetos com maiores VPL determinístico até o limite de US\$ 4.000,00 mil de orçamento.

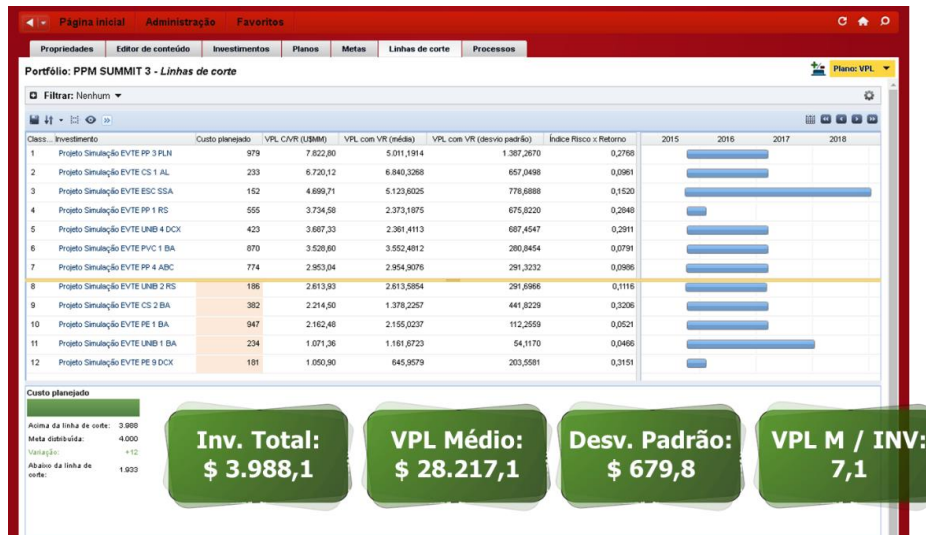


Figura 6 – Priorização com base no VPL determinístico

Foi realizada a priorização desta carteira de investimento no *software* de gerenciamento de projetos e portfólio e tal critério indicou como melhor opção a implantação de 7 projetos com investimento total de US\$ 3.988,10 mil e um valor presente líquido médio de US\$ 28.217,10 mil. Esta seleção mostra uma relação entre o valor total a investir *versus* o valor de retorno de 7,1. Este resultado já demonstra uma carteira rentável. Porém, a priorização foi obtida considerando um único cenário de *input*. O desvio padrão da amostra selecionada foi de US\$ 679,80.

### Critério de Priorização Baseado no VPL Probabilístico dos Projetos

Adotando como critério de priorização o VPL médio dos projetos, sob a mesma restrição orçamentaria, a figura abaixo demonstra a seleção de outros 7 investimentos, com valor total de US\$ 3.751,90 mil e valor presente líquido médio de US\$ 28.469,30 mil. Esta seleção mostra uma relação entre o valor total a investir *versus* o valor de retorno de 7,6. Este resultado demonstra uma carteira mais rentável que a anterior. Além disto, a priorização foi obtida considerando mais de um cenário de *input*. O desvio padrão da amostra selecionada foi de US\$ 623,20, valor menor

que o desvio padrão da amostra priorizada pelo VPL determinístico demonstrando uma carteira com menor risco associado.

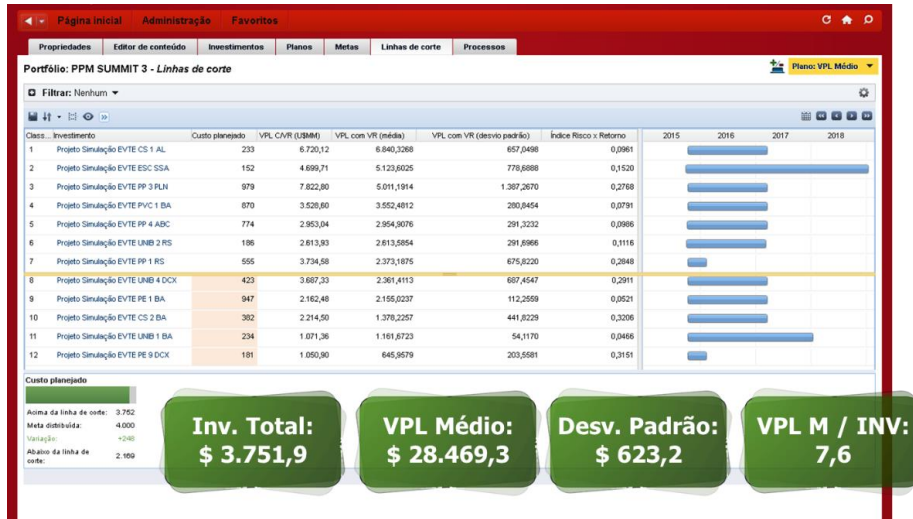


Figura 7 – Priorização com base no VPL probabilístico

O ganho projetado com a implementação do projeto foi calculado a partir da diferença entre os resultados obtidos pelos dois métodos de priorização.



Figura 8 – Comparação dos modelos de priorização

Comparando os resultados, temos um acréscimo no VPL médio de 1%.

No ano de 2016 a Braskem aprovou uma carteira de investimentos do tipo *Addition of Value* com VPL total previsto para o ciclo de US\$ 296.736,58 mil.

Aplicando o percentual de ganho projetado à carteira de investimentos da Braskem aprovada em 2016 chegamos a um ganho (VPL) para o ciclo de: US\$ 2.967,36 mil.

Somando o ganho projetado para o ciclo com os valores já apurados, temos o ganho total do projeto: US\$ 2.980,66 mil.

Considerando que o investimento total para implementação do projeto foi de US\$ 42,24 mil, temos um valor de retorno sobre o investimento de 70,57.

### Critério de Priorização Baseado na Relação Risco (probabilístico) x Retorno (Probabilístico)

O indicador de relação Risco x Retorno é uma terceira opção de priorização. Calculada pela razão entre o desvio padrão e o VPL médio do projeto:

$$Indicador_{Risco \times Retorno} = \frac{\sigma_{VPL}}{\bar{x}_{VPL}} \quad (1)$$

Este indicador é um parâmetro criado pelos autores do artigo, considerando VPL médio como o retorno do projeto e o desvio padrão como risco associado ao investimento. Este conceito tem como base a abordagem de Markowitz (1952).

Simulando o mesmo cenário das duas priorizações anteriores foram selecionados outros 7 investimentos. O valor total de investimento obtido foi de US\$ 3.399,50 mil e valor presente líquido médio de US\$ 24.401,60 mil. Esta carteira tem relação entre o valor total a investir versus o valor de retorno de 7,2.

Apesar de não se tratar da opção mais rentável, o resultado demonstra uma carteira com um risco associado muito menor (desvio padrão de US\$ 352,20). Opção para cenários onde se tem maior aversão ao risco e se busca maior garantia de retorno.



Figura 9 – Priorização com base na relação Risco x Retorno probabilística

## Pós Avaliação Econômica Financeira de Projetos

Após a implantação dos investimentos do portfólio priorizado é possível acompanhar e avaliar a variação entre os ganhos previstos durante o processo de formação do portfólio e os ganhos obtidos após a conclusão dos projetos. Esta pós avaliação, permite de forma estruturada e sistêmica, identificar qual variável foi responsável pela diferença entre o resultado previsto e o resultado obtido.

A pós avaliação também possibilita a retroalimentação do banco de dados de premissas e critérios garantindo a melhoria contínua do processo de avaliação econômico-financeira e priorização de projetos.

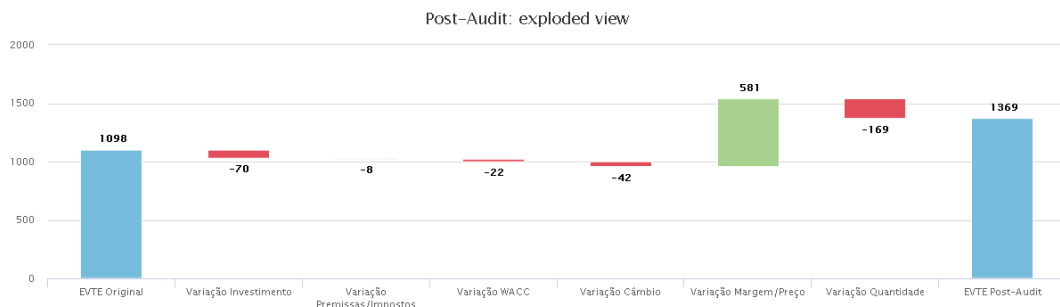


Figura 8 – Gráfico ponte comparativo de impacto das variáveis de VPL

## 4 LIÇÕES APRENDIDAS

Durante a etapa de execução do projeto foram identificadas melhorias que geraram alterações de escopo. A implantação destas melhorias impactara no custo e no prazo inicialmente acordado para o projeto. Este problema deixa claro a necessidade de definição do todo o escopo do projeto antes de iniciar sua etapa de execução. Porém, as melhorias identificadas, mesmo que tardiamente, foram incorporadas ao projeto, agregando valor à entrega final. A execução destas melhorias ocorreu, na maioria das vezes, em paralelo ao escopo inicial, minimizando o impacto no prazo total do projeto.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança de um processo de avaliação econômica e priorização de investimentos passa por uma mudança de conceitos nas áreas que são responsáveis pela avaliação de investimentos.

O método descrito neste artigo possibilitou demonstrar que os resultados obtidos com esta mudança são claramente positivos. Desta forma, a liderança da organização tem subsídios para tomar a decisão de mudar o processo de avaliação e priorização de investimentos.

Apesar da grande abrangência do método tornar o processo de mudança complexo, a ferramenta de suporte utilizada garantiu uma uniformidade das informações. Permitindo assim, a disseminação do conhecimento nas mais diversas áreas da companhia.

O processo está sempre em melhoria, sendo retroalimentado pelos resultados obtidos com a utilização plena da ferramenta. Os resultados capturados apontam uma projeção de crescimento.

## REFERÊNCIAS

Abreu Filho, José Carlos Franco De [et al.] (2012). *Finanças Corporativas* (11a ed.). Rio de Janeiro: FGV.

Bordeaux-Rêgo, Ricardo [et al.] (2006). *Viabilidade Econômico-financeira de Projetos* Rio de Janeiro: FGV.

Bruni, Adriano Leal Bruni (2013). *Avaliação de Investimentos* (2a ed.) São Paulo: Atlas.

Bruni, Adriano Leal Bruni (2014). *Estatística aplicada à gestão empresarial* (5a ed.) São Paulo: Atlas.

Markowitz, Harry (1952). *Portfolio Selection*. The Journal of Finance. [http://www.jstor.org/stable/2975974?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/2975974?seq=1#page_scan_tab_contents).