

UMA APLICAÇÃO DE MINERAÇÃO DE DADOS NA ESCOLHA DE TÉCNICAS DE PROJETOS DE INVESTIMENTO DO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS

Bruno Roberto Barbosa Pinho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre.

Orientadora:

Prof^a Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer, D.Sc.

Rio de Janeiro
Março de 2013

UMA APLICAÇÃO DE MINERAÇÃO DE DADOS NA ESCOLHA DE TÉCNICAS DE PROJETOS DE INVESTIMENTO DO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre.

Bruno Roberto Barbosa Pinho

Aprovada por:

Presidente, Prof^a. Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer, D.Sc.

Prof. Leonardo Silva de Lima, D.Sc.

Prof. Fernando Ramos Corrêa, D.Sc.

Prof. Luis Perez Zotes, D.Sc. (UFF)

Rio de Janeiro
Março de 2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

P654 Pinho, Bruno Roberto Barbosa

Uma aplicação de mineração de dados na escolha de técnicas de projetos de investimento do setor de petróleo e gás / Bruno Roberto Barbosa Pinho.—2013.

xi, 77f. : il.color. , grafs. , tabs. ; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2013.

Bibliografia : f.75-77

Orientadora : Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer

1. Investimentos - Análise. 2. Administração de projetos. 3. Administração financeira. 4. Petróleo e gás. 5. Mineração de dados (Computação). I. Spritzer, Ilda Maria de Paiva Almeida (Orient.). II. Título.

CDD 332.6

RESUMO

UMA APLICAÇÃO DE MINERAÇÃO DE DADOS NA ESCOLHA DE TÉCNICAS DE PROJETOS DE INVESTIMENTO DO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS

Bruno Roberto Barbosa Pinho

Orientadora:

Prof^a. Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer, D.Sc.

Resumo da dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre.

As organizações, independente do propósito que as norteiam, visam ao crescimento ao longo do tempo e, uma das alternativas para alcançar tal objetivo é através de projetos que possam viabilizar esta expansão. Entretanto, pode-se adotar, por hipótese, que nem sempre estas decisões são fundamentadas em análises financeiras robustas e aplicáveis ao caso. Este estudo tem como objetivo central identificar as principais técnicas de análise de projetos de investimento específicos do setor de petróleo e gás, bem como propor atributos que auxiliem a escolha destas técnicas a partir de uma revisão criteriosa da literatura. Como resultados da pesquisa são apresentados os atributos relevantes para categorização de um projeto de investimento específico do setor de petróleo e gás, uma árvore de decisão que classifica possíveis técnicas de análise de investimentos de acordo com as combinações entre o teste dos atributos e resultados dos testes, e por fim, uma análise subjetiva das técnicas resultantes das combinações bidimensionais entre os atributos existentes.

Palavras-chaves:

Técnicas de análise de investimentos; Análise financeira de projetos; VPL; TIR; Projetos de investimento; Petróleo e gás.

Rio de Janeiro
Março de 2013

ABSTRACT

DATA MINING TO SUPPORT THE CHOICE OF INVESTMENT ANALYSIS METHODS IN THE OIL AND GAS INVESTMENT PROJECTS

Bruno Roberto Barbosa Pinho

Advisor:

Prof^a. Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer, D.Sc.

Abstract of dissertation submitted to Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, as partial fulfillment of the requirements for the master's degree.

Firms usually aim the growth through expansion projects. However, the investment decisions to support these projects are not always based on robust financial analysis. Thus, this research aims to identify the most important investment analysis techniques to support financial decision in the Oil and Gas investment projects. Based on a detailed literature review, it proposes attributes to categorize projects as well as help the choice of which technique project has to use. As main result, a decision tree which classifies the investment analysis techniques according to the combinations between the test results and the attributes is presented. Finally, this study also contributes with a subjective analysis of most used financial techniques according to each attribute's combinations.

Keywords:

Investment analysis methods; Project financial analysis, Net present value; Internal rate of return; Investment project; Oil and gas.

Rio de Janeiro
March, 2013

DEDICATÓRIA

A família sempre foi a maior riqueza que tive em minha vida. É, sem dúvidas, meu pilar de sustentação. Deus, acima de tudo e de todos, minha esposa Soraya, minha mãe Glória, meu pai Sérgio, meu irmão Thiago, minha madrinha e segunda mãe Emília e, a mais doce pessoa que já passou pela terra, minha avó Júlia são os responsáveis fundamentais por mais esta etapa vencida em minha vida. Dedico a eles este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer minha esposa Soraya pelo amor e carinho, pelo apoio, pelo exemplo e pelas cobranças. Ela é sem dúvidas a minha cara metade e eu a amo verdadeiramente.

Agradeço aos meus familiares, em especial, meus pais Sérgio e Glória, meu irmão Thiago e minha madrinha Emília que sempre estiveram do meu lado em todos os momentos importantes da minha vida.

Por fim, agradeço especialmente à professora e orientadora Ilda Spritzer pela oportunidade a mim concedida, ao professor e coordenador do curso Leonardo Lima, ao professor Eduardo Ogasawara pela grande contribuição a pesquisa e a professora Cristina Souza pela ajuda ao longo dos anos desde a graduação.

Sumário

Introdução	1
Justificativa e relevância	1
Declaração do problema	2
Objetivos e delimitação da pesquisa	2
Estrutura do trabalho	3
I. Contextualização do setor de petróleo e gás	6
I.1 O setor de petróleo e gás no mundo	8
I.1.1 Histórico do setor de petróleo e gás no mundo	8
I.1.2 Panorama Atual	9
I.2 Principais projetos de investimentos na indústria de petróleo e gás no Brasil	15
II. Metodologia de pesquisa aplicada e revisão bibliográfica das técnicas de análise de projetos de investimento	21
II.1 Metodologia de pesquisa	21
II.2 A pesquisa bibliográfica	23
II.3 Fundamentos da Engenharia Econômica	26
II.3.1 Valor do dinheiro no tempo: taxas de juros e taxas de retorno	27
II.3.2 Juros simples e compostos	28
II.4 Estimativas de fluxo de caixa e métodos de análise de projetos de investimento	29
II.4.1 Estimativas de fluxo de caixa	29
II.4.1.1 Fluxo de caixa livre ou da empresa	30
II.4.1.2 Fluxo de caixa do acionista	32
II.4.2 Custo de capital	33
II.4.3 Valor Presente Líquido (VPL)	35
II.4.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)	40
II.4.4.1 TIR Simples	40
II.4.4.2 TIR Modificada	41
II.4.5 Payback simples e descontado	43
II.4.6 Retorno sobre Investimento (ROI)	46
II.4.7 Teoria de Opções Reais	48
II.5 Análise da incerteza em projetos de investimento	51
II.5.1 Análise de sensibilidade	51
II.5.2 Análise de cenários	53
III. A aplicação da mineração de dados como apoio a escolha de técnicas de análise de projetos de investimentos do setor de petróleo e gás	55

III.1	Alinhamento conceitual: mineração de dados e técnica de árvore de decisão.....	55
III.2	Proposta de trabalho e resultados obtidos.....	57
III.2.1	Coleta de dados	58
III.2.2	Definição de atributos e criação da base de dados	58
III.2.3	Limpeza e pré-processamento dos dados.....	64
III.2.4	Árvore de decisão.....	65
III.2.5	Avaliação dos padrões e consolidação do conhecimento	66
Conclusão e considerações finais		73
Referências Bibliográficas		75

Lista de Figuras

Figura Introdução.0.1: Estrutura do trabalho. Fonte: o autor	4
Figura I.1: Consumo final por fonte no Brasil. Fonte: Balanço Energético Nacional, 2011.....	7
Figura I.2: Oferta de Energia no Brasil. Fonte: Balanço Energético Nacional, 2011.	7
Figura I.3: Reservas provadas de petróleo, segundo regiões geográficas (bilhões de barris). Fonte: ANP, 2012.....	10
Figura I.4: Reservas provadas de petróleo no Brasil. Fonte: ANP, 2012	11
Figura I.5: Produção de petróleo no Mundo. Fonte: ANP, 2012.....	12
Figura I.6: Produção de petróleo no Brasil. Fonte: ANP, 2012.....	12
Figura I.7: Reservas provadas de gás natural, segundo regiões geográficas (trilhões m³). Fonte: ANP, 2012.....	13
Figura I.8: Reservas provadas de gás natural no Brasil. Fonte: ANP, 2012.....	14
Figura I.9: Produção de gás natural no mundo. Fonte: ANP, 2012.....	14
Figura I.10: Produção de gás natural no Brasil. Fonte: ANP, 2012.....	15
Figura I.11: Plano de investimentos da Petrobras 2012-2016. Fonte: Petrobras, 2012	16
Figura I.12: Plano de investimentos em Exploração e produção 2012-2016. Fonte: Petrobras, 2012	16
Figura I.13: Balanços físicos de derivados de petróleo 2012-2016. Fonte: Petrobras, 2012.....	18
Figura I.14: Infraestrutura existente atualmente no país para a movimentação de petróleo e derivados. Fonte: ANP, 2012.....	19
Figura II.1: Método de pesquisa. Fonte: o autor	22
Figura II.2: Relação fluxos de caixa x detentores de direitos x taxas de desconto. Fonte: Damodaran, 2007.....	31
Figura II.3: Forma de cálculo de fluxo de caixa. Fonte: Damodaran, 2007	32
Figura II.4: VPL em função da taxa de desconto. Fonte: o autor	41
Figura II.5: <i>Payback</i> descontado. Fonte: o autor	44
Figura III.1: Exemplo de árvore de decisão. Fonte: Adaptado de Han <i>et al</i> , 2012.....	57
Figura III.2: Sequência de passos. Fonte: o autor	57
Figura III.3: Resultado da aplicação da árvore de decisão de acordo com o software WEKA. Fonte: o autor.....	65
Figura III.4: Árvore de decisão a partir do software WEKA. Fonte: o autor	66
Figura III.5: Combinação posição na cadeia x investimento. Fonte: o autor	67
Figura III.6: Combinação posição na cadeia x risco financeiro. Fonte: o autor	68
Figura III.7: Combinação posição na cadeia x ciclo de vida do projeto. Fonte: o autor	69
Figura III.8: Combinação investimento x risco financeiro. Fonte: o autor	69
Figura III.9: Combinação investimento x ciclo de vida do projeto. Fonte: o autor.....	70
Figura III.10: Combinação ciclo de vida do projeto x risco financeiro. Fonte: o autor.....	71

Lista de Tabelas

Tabela II.1: Técnicas usadas por empresas dos EUA e Canadá. Fonte: Graham & Harvey, 2001.....	36
Tabela II.2: Exemplo de cálculo de VPL com resultado positivo. Fonte: o autor	38
Tabela II.3: Exemplo de cálculo de VPL com resultado negativo. Fonte: o autor.....	38
Tabela II.4: Exemplo de cálculo de TIR em um projeto de investimento. Fonte: o autor	40
Tabela II.5: Exemplo de mudança de variável para cálculo do VPL. Fonte: o autor.....	52
Tabela II.6: Análise de cenários. Fonte: o autor	53
Tabela III.1: Percentual de aplicação da técnica nos projetos de investimento analisados. Fonte: o autor.....	72
Tabela III.2: Percentual de utilização de uma ou mais de uma técnica em projetos de investimento. Fonte: o autor	72

Lista de Quadros

Quadro II.1: Palavras-chave da pesquisa. Fonte: o autor	23
Quadro II.2: Periódicos selecionais para a busca bibliográfica. Fonte: o autor	24
Quadro II.3: Resultados da busca bibliográfica recortado por palavra-chave. Fonte: o autor ...	25
Quadro II.4: Resultados da busca bibliográfica recortado por resumo. Fonte: o autor	25
Quadro II.5: Vantagens e desvantagens do VPL. Fonte: o autor	40
Quadro II.6: Vantagens e desvantagens da TIR. Fonte: o autor	43
Quadro II.7: Vantagens e desvantagens do PB e PBD. Fonte: o autor	46
Quadro II.8: Vantagens e desvantagens do ROI. Fonte: o autor	48
Quadro II.9: Vantagens e desvantagens da OR. Fonte: o autor	51
Quadro III.1: Exemplo de atributos de categorização. Fonte: o autor	56
Quadro III.III.2: Exemplo de atributo classificador. Fonte: o autor	56
Quadro III.3: Atributos para categorização dos dados. Fonte: o autor	59
Quadro III.4: Atributos classificadores. Fonte: o autor	59
Quadro III.5: Lista de projetos selecionados após categorização determinada pelos atributos. Fonte: o autor	63
Quadro III.6: Exemplo de parte da base de dados com os atributos de categoria e o atributo classificador. Fonte: o autor	64

Introdução

Diante do crescimento vertiginoso do setor de petróleo e gás, principalmente no Brasil com as recentes descobertas das reservas no pré-sal, os planos e projetos de expansão de diversas empresas nacionais e multinacionais mostram-se maiores e mais agressivos. Em contrapartida, isto exige maior assertividade nas análises e previsões de retorno sobre os referidos investimentos, visto que além de ser um setor que envolve projetos de altos riscos, o volume financeiro movimentado e as taxas de retorno exigidas são cada vez maiores.

Para criar valor para os seus acionistas, as empresas precisam investir em projetos que excedam o custo do capital, seja próprio ou de terceiros. No entanto, os projetos de investimentos em petróleo e gás possuem alto grau de incerteza, que podem impulsionar ou desacelerar a viabilidade de projetos. Sabemos que risco está associado à incerteza de um investimento, ou seja, este existe uma vez que existe possibilidade do resultado de uma operação ser diferente do esperado.

O objetivo desta introdução é apresentar uma breve síntese deste estudo, bem como sua relevância e necessidade sob o ponto de vista mercadológico e acadêmico. Constatam também uma contextualização do problema que está sendo tratado, a definição dos objetivos e as delimitações do estudo.

Justificativa e relevância

Analisando a literatura e pesquisas relacionadas a esse assunto, pode-se notar a importância associada a utilização de técnicas sistemáticas de análise de projetos de investimento em organizações do setor de petróleo e gás. Remer *et al* (1992) realizaram uma pesquisa que visou a identificar como diferentes empresas utilizavam os diversos métodos de análise de investimentos, como apoio às tomadas de decisão para escolha de projetos. Graham & Harvey (2001), por sua vez, apresentam um grande levantamento da prática de finanças corporativas em empresas de todos os tipos e tamanhos nos EUA e Canadá. Os resultados detalhados destas pesquisas estão apresentados em capítulos posteriores e norteiam a relevância deste tema.

De maneira complementar, ao analisar os dados da busca bibliográfica que fundamenta esta pesquisa, pode-se perceber que não existe um número expressivo de publicações combinando as técnicas de análise de investimentos à projetos do setor de petróleo e gás. Isto pode ser comprovado, por exemplo, pelo resultado de artigos encontrados combinando as palavras-chaves técnicas de avaliação com petróleo e gás, apresentado detalhadamente em capítulos posteriores.

Visto isso, um estudo específico para tratar essa questão torna-se relevante e necessário no cenário atual, onde tal setor é um dos que apresenta maior crescimento não só

no país como no mundo, além de ser um setor majoritariamente orientado por projetos de alto risco e elevado volume financeiro.

Declaração do problema

A tomada de decisão de investir em iniciativas de expansão é bastante frequente nas firmas. Por sua vez, os instrumentos e métodos que auxiliam este processo decisório estão disponíveis para larga utilização.

O problema, portanto, reside em analisar as técnicas de análise de investimentos e como estas são aplicadas em projetos deste setor, além de observar de que forma são escolhidas para suportar os diferentes projetos específicos do setor de petróleo e gás. Este estudo por sua vez busca orientar e auxiliar através dos resultados apresentados, a escolha destas técnicas em função das características de cada iniciativa de investimento.

Objetivos e delimitação da pesquisa

O presente estudo tem como objetivo identificar as principais técnicas de análise de projetos de investimento específicos do setor de petróleo e gás, bem como propor atributos que auxiliem a escolha das mesmas. Diante disto, conceitos básicos de mineração de dados, e a aplicação da técnica de classificação árvore de decisão são utilizados como base para a solução do problema apresentado. Por fim, como resultados da pesquisa, são apresentados:

- Atributos relevantes para classificação de um projeto de investimento específico do setor de petróleo e gás;
- Árvore de decisão que apresenta possíveis técnicas de análise de investimentos de acordo com as combinações entre o teste dos atributos e resultados dos testes; e
- Por fim, uma análise subjetiva das técnicas resultantes das combinações bidimensionais entre os atributos existentes.

Contudo, vale ressaltar que para alcançar o objetivo central, é necessário seguir algumas etapas estruturadas, que estão dispostas como objetivos específicos da pesquisa:

- Mapear o panorama atual do setor de petróleo e gás no Brasil e no mundo;
- Estruturar uma busca bibliográfica com o intuito de levantar as principais e mais atuais publicações associadas ao tema da pesquisa, além de coletar dados para estruturação de base de dados, com a aplicação das técnicas em projetos de investimento de diferentes empresas e setores da economia;
- A partir da busca bibliográfica realizada, consolidar os principais conceitos associados à avaliação financeira de projetos de investimentos.

De igual relevância ao se fazer um estudo, a delimitação da pesquisa é primordial tanto para que o autor da mesma concentre seu foco nos limites traçados, quanto para que os

leitores saibam os alcances da aplicabilidade da pesquisa. Segundo Marconi & Lakatos (2008), delimitar a pesquisa significa estabelecer limites para a investigação. A pesquisa, portanto, pode ser limitada em relação:

- ao assunto: selecionar um tópico, a fim de impedir que se torne bastante extenso ou complexo;
- à extensão: deve-se ao fato de nem sempre se abranger todo o âmbito no qual o fato se desenrola;
- a uma série de fatores: meios humanos, econômicos e de exiguidade de prazo, podendo, então, restringir o campo de ação.

Diante disto, esta pesquisa limita-se, quanto ao assunto, ao estudo das técnicas de avaliação de projetos de investimento, e, quanto a extensão, limita-se a análise de projetos e empresas específicos do setor de petróleo e gás.

Estrutura do trabalho

As etapas da pesquisa utilizadas como base para este estudo estão divididas em cinco e apresentadas a seguir (Figura Introdução.I.1):

- 1- Levantamento de dados do setor de petróleo e gás;
- 2- Levantamento e sumarização de publicações na base CAPES;
- 3- Síntese de técnicas de análise de investimentos em projetos;
- 4- Relação dos projetos do setor de petróleo e gás com as técnicas apresentadas através da mineração de dados; e
- 5- Considerações finais e proposição de trabalhos futuros.



Figura Introdução.I.1: Estrutura do trabalho. Fonte: o autor

O levantamento de dados do setor de petróleo e gás visa fundamentar e direcionar o presente estudo, e refletem dados disponíveis no mercado. Em seguida, foram sumarizadas publicações resultantes de uma busca sistemática, norteada por palavras-chaves previamente definidas e alinhadas ao objeto do estudo. Com a base da pesquisa construída foi apresentado um resumo das vantagens e desvantagens das técnicas de avaliação financeira de projetos de investimento.

O principal resultado deste estudo é a relação dos projetos do setor de petróleo e gás com as técnicas descritas através da mineração de dados. Esta relação vislumbra descobrir possíveis correlações entre estas técnicas e projetos específicos, presentes neste segmento da economia. Por fim, são apresentadas as considerações finais da pesquisa, juntamente com proposições de trabalhos futuros que possam complementar o trabalho apresentado.

Diante disto, o presente documento está organizado com base nos fatos, de forma lógico-temporal. Para o melhor entendimento do leitor, tem-se:

- Capítulo I: neste capítulo serão apresentados dados do setor de petróleo e gás, além dos principais desafios dos projetos de expansão desta indústria no Brasil e no mundo.
- Capítulo II: neste capítulo é apresentada a metodologia de pesquisa e ainda, os dados da busca bibliográfica que fundamentou os resultados deste estudo. Com base nos resultados encontrados, é realizada uma revisão da bibliografia em torno

das técnicas de análise de projetos de investimento incluindo uma síntese de vantagens e desvantagens de cada uma das técnicas que orientaram a presente pesquisa.

- Capítulo III: neste capítulo, a partir da técnica de mineração de dados, é apresentada uma proposta de atributos classificadores de projetos de investimento específicos de petróleo e gás e a aplicação das técnicas de análise de investimentos a estes referidos projetos.

Capítulo IV: por fim, é apresentada a conclusão do presente estudo e possíveis propostas de estudos futuros.

I. Contextualização do setor de petróleo e gás

Segundo Damodaran (2009), a globalização tornou-se realidade e atualmente, é notório que diversas empresas tenham operações espalhadas por diferentes negócios, em países distintos. O autor ainda afirma que estas organizações devem estar preparadas para diferentes formas de negócio, com diversas moedas e os mais variados tipos de riscos associados. Em particular, a forma como se avalia investimentos desta magnitude deve ser diferente, e para isso, é necessário que seja feito de maneira agregada/global e não pulverizada, pois não se pode assumir que a soma das diversas partes possam simplesmente compor o todo.

Uma das questões primordiais para o desenvolvimento econômico é a disponibilidade de fontes de energia para produção, transporte e demais necessidades humanas. A relação de dependência dos países, desenvolvidos ou não, e os derivados de petróleo, carvão e gás natural tem crescido, mesmo com a difusão de tecnologias inovadoras de maior eficiência energética. Associado a isto, percebe-se gradativamente que as grandes empresas, sejam elas nacionais ou multinacionais, necessitam avaliar diferentes formas de investimento sob diferentes perspectivas, porém orientado a único objetivo, a maximização da rentabilidade do negócio e a alocação eficiente do capital para maximização do valor destas mesmas organizações.

O petróleo é um insumo energético de grande demanda. Já o gás natural tem crescido rapidamente em função da procura por energia limpa e das tecnologias de produção e transporte existentes. Tais tecnologias ajudam a viabilizar a produção e distribuição de campos remotos até as regiões de consumo, como gasodutos e transporte em grandes navios do gás natural liquefeito - GNL (NAJIBI, 2009).

No Brasil, a evolução de consumo e a oferta de energia associado aos derivados de petróleo e gás natural é observada. Em contrapartida, o crescimento de insumos renováveis é bastante notável na última década (vide Figura e Figura I.2).

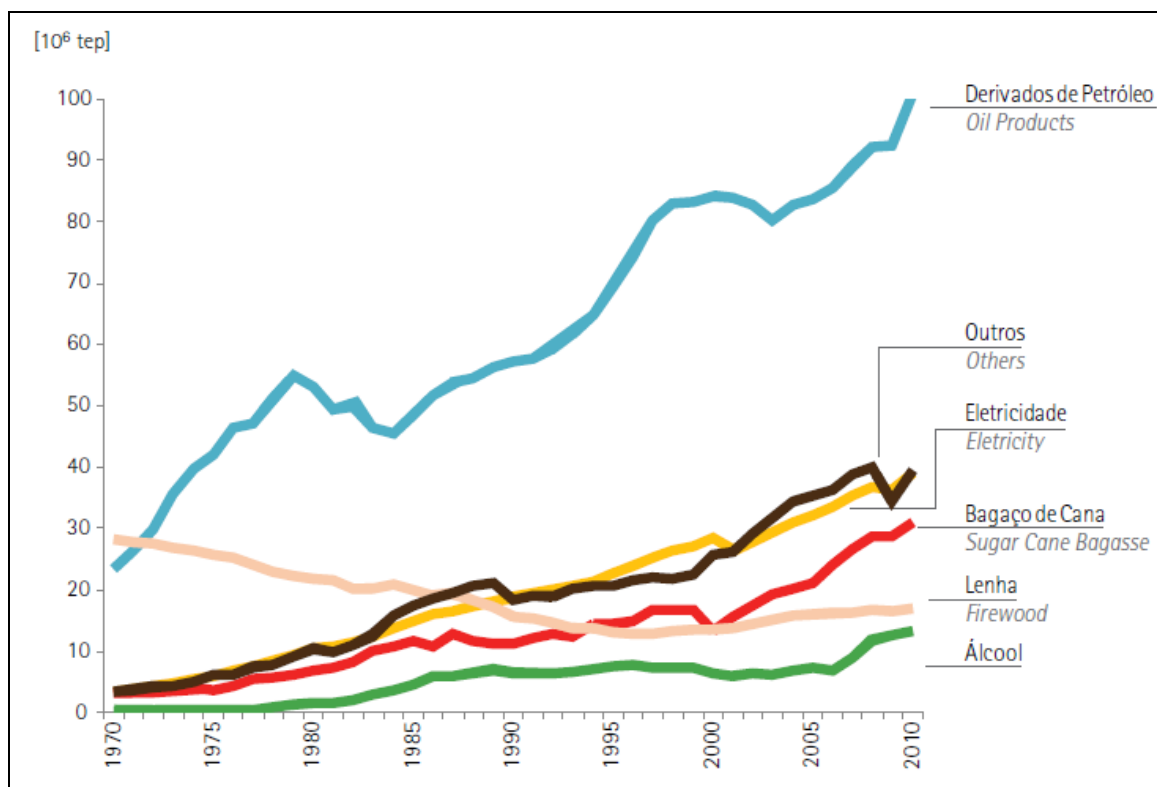


Figura I.1: Consumo final por fonte no Brasil. Fonte: Balanço Energético Nacional, 2011.

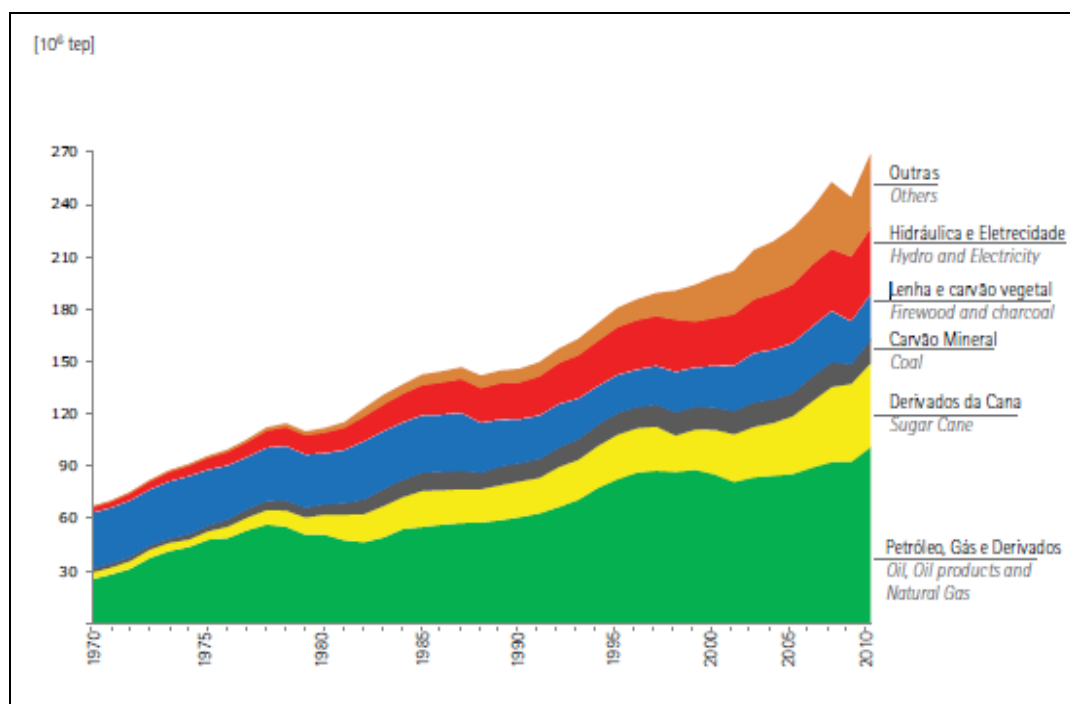


Figura I.2: Oferta de Energia no Brasil. Fonte: Balanço Energético Nacional, 2011.

Neste capítulo são apresentados dados do setor de petróleo e gás, além dos principais desafios dos projetos de expansão desta indústria no Brasil e no mundo.

I.1 O setor de petróleo e gás no mundo

I.1.1 Histórico do setor de petróleo e gás no mundo

A história moderna do petróleo data de meados do século XIX, quando Edwin Laurentine Drake perfurou o primeiro poço com sucesso na Pensilvânia em 1859 iniciando a trajetória americana que foi basicamente conduzida pelo empresário John D. Rockefeller, que em 1870 fundou a Standard Oil Co a fim de construir um monopólio dos negócios de petróleo e gás nos Estados Unidos. Em 1895 foi descoberto petróleo na Romênia, e nessa mesma época Robert e Ludwig Nobel, com a autorização do governo russo, iniciam a produção de petróleo e constroem refinarias na região que atualmente é o Azerbaijão. Em 1877 ocorre a associação de Rothchild com os Nobel a fim de abastecer o mediterrâneo de petróleo, criando uma concorrência direta com o mercado norte americano. Após esse período algumas outras grandes companhias surgem no mundo. Em 1911 Rockefeller desmembra a Standart Oil Co devido a pressões governamentais, em 34 companhias independentes, que são ainda hoje responsáveis por grande parte da produção mundial

No final da primeira guerra mundial, houve a escassez de petróleo, e foi a partir daí que a consciência estratégica do petróleo veio a tona. Em 1927 ocorreu a descoberta de petróleo no Iraque, e em 1928 foi feito o acordo da Linha Vermelha, que determinava que todo o Oriente Médio, com exceção do Kuwait, seria explorado conjuntamente pelos acionistas da Irak Petroleum Company. Esse acordo foi rompido após a segunda guerra.

Os anos de pós-guerra foram caracterizados por uma expansão econômica e o surgimento de um sentimento nacionalista, onde surgiram várias companhias de petróleo, principalmente na América Latina, em muitos casos devido a percepção de que os países produtores estavam sendo explorados pelas multinacionais. Nesse contexto, em 1960 foi criada a Organização dos Países Exportadores de Petróleo, pela Arábia Saudita, Kuwait, Irã, Iraque e a Venezuela, visando garantir a soberania das reservas de petróleo aos países produtores, visto que o mercado estava dominado pelas multinacionais. Com a onda de nacionalizações de alguns países partir dos anos 70, ocorre o primeiro grande choque mundial do petróleo com a Guerra do Yom Kipur, fazendo com que o preço do petróleo subisse assustadoramente. Nos anos 80 inicia-se a guerra Irã x Iraque gerando a segunda crise energética no mundo, mostrando novamente a força da OPEP nesse mercado. Os preços do petróleo apresentam altas relevantes gerando um pânico generalizado no mercado mundial. Já em meados dos anos 80, o preço do petróleo começa a se estabilizar, a OPEP perde um pouco de força e o mercado passa a ditar o preço do petróleo.

O aumento bruto dos preços do petróleo durante as crises do petróleo permitiram os altos investimentos nesse setor pelos países produtores, fazendo com que novas regiões produtoras como o Mar do Norte, Sul do México, Norte do Alaska e Costa Ocidental da África surgissem.

A história do petróleo no Brasil começou em 1939 quando foi perfurado o primeiro poço na Bahia. No Brasil, os anos de pós-guerra levantaram a discussão de nacionalização da produção de petróleo, culminando com a criação da Petrobras em 1953. Neste momento o Estado detinha o monopólio da extração do petróleo no Brasil. Como já visto os dois choques do petróleo tiveram como consequência o aumento do preço deste produto no mercado mundial. A partir de então começa a se tornar economicamente viável a busca de novas reservas também *offshore*, e por essa trajetória, em 1976 foi confirmada a existência de petróleo na bacia de campos, que se consolidou com a descoberta dos primeiros campos gigantes de Marlim e Albacora. Em 1995 o monopólio da união foi rompido, e em 1997, a Lei do Petróleo (Lei 9.748/2007) abre o mercado, permitindo que empresas constituídas sob leis brasileiras e com sede no Brasil atuassem em todos os elos da cadeia de valor de petróleo e gás. Neste momento, foram criados o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), para garantir a regulação no mercado. Desse modo, novas operadoras puderam realizar a exploração de produção de petróleo e gás no país, aumentando a competitividade no setor, fazendo com que investimentos cada vez mais altos fossem realizados neste setor. Atualmente, 62 empresas têm participação nos blocos exploratórios e 28 são operadoras (ARAÚJO *et al*, 2012).

I.1.2 Panorama Atual

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo (ANP), as reservas de óleo no mundo alcançaram em 2011 aproximadamente 1,65 trilhões de barris, um aumento de 1,88% em relação ao ano anterior. As maiores reservas podem ser encontradas na região do Oriente Médio, que abriga mais de 48% das reservas mundiais, como pode ser visto na Figura I.3. Em seguida, temos as Américas Central e do Sul com quase 20% das reservas mundiais. É neste bloco que está o país maior detentor de reservas, a Venezuela com 296,5 bilhões de barris, 17,9% do total. As reservas da Arábia Saudita, após serem ultrapassadas pelas venezuelanas em 2010, seguem na segunda posição do ranking com 265,4 bilhões de barris.



Figura I.3: Reservas provadas de petróleo, segundo regiões geográficas (bilhões de barris). Fonte: ANP, 2012.

O Figura I.4 apresenta o desempenho das reservas no Brasil nos últimos anos. É notório que embora estabilizada em um patamar semelhante entre 2006 e 2009, em 2011 o Brasil alcançou 15,1 bilhões de barris em reservas, um aumento significativo em relação aos anos anteriores, colocando o Brasil em 14º no ranking mundial. Com esse novo patamar, a relação reserva/produção de petróleo passou de 18,5 anos para 19,6 anos.

O incremento nas reservas nos últimos anos tem a descoberta dos campos no pré-sal como a principal responsável. Em 2007 foi descoberto o campo de Tupi a partir de uma parceria entre a Petrobras, BG Group e Petrogal, que foi identificado como um grande reservatório na camada pré-sal. Depois de Tupi, outros diversos campos nestas mesmas condições também foram descobertos nas bacias de Santos, Espírito Santo e Campos. A Petrobras coloca que os campos do pré-sal geraram uma apropriação de reserva em 2011 de um bilhão de barril de óleo equivalente (boe)¹.

¹ A unidade básica usada para medir a produção do óleo e do gás é barris de petróleo equivalentes (boe)

² Esta pesquisa foi desenvolvida em 1991 e inclui as maiores indústrias reconhecidas pela Revista Fortune. Como resultado principal são apresentadas as técnicas mais utilizadas dentre as organizações

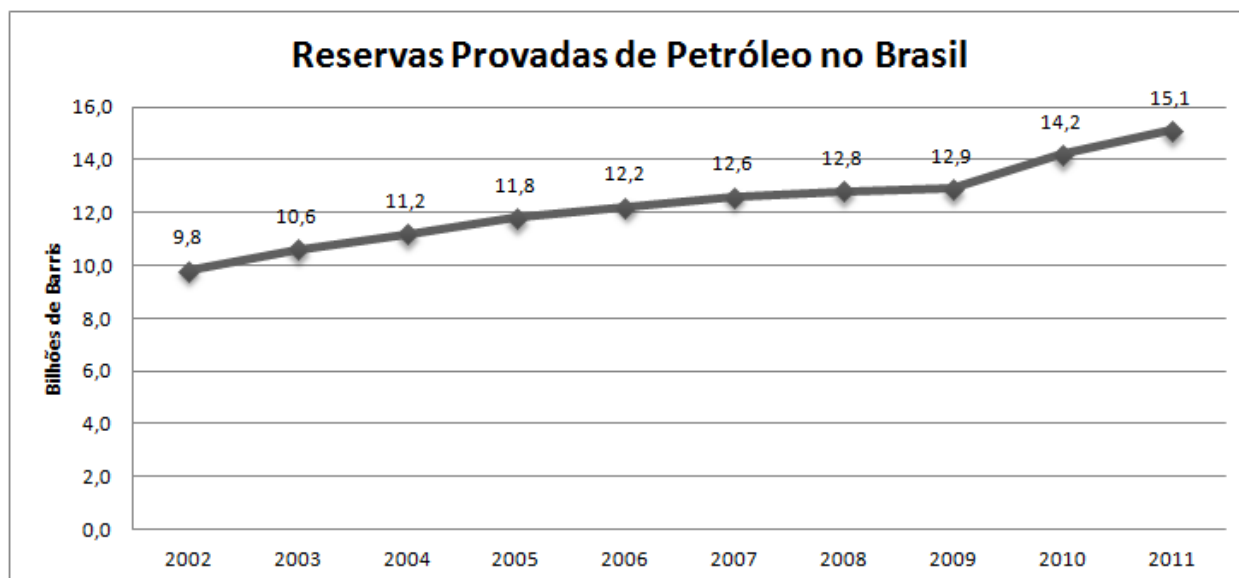


Figura I.4: Reservas provadas de petróleo no Brasil. Fonte: ANP, 2012

Em relação a produção de óleo, de acordo com a Agência Nacional de Petróleo (Figura I.5), o volume total produzido no mundo alcançou a marca de 83,6 milhões de barris por dia (bpd) no ano de 2011, crescendo um pouco mais de 1% comparado ao ano anterior. Os países OPEP também apresentaram um incremento em relação a sua participação na produção mundial, chegando a quase 43%. O Oriente Médio mantém a maior participação nesta parcela conforme pode ser visto no gráfico a seguir, com mais de 33% da produção mundial, seguido pela Europa e ex-União Soviética e América do Norte. A Arábia Saudita é o maior produtor do mundo com um pouco mais de 11 milhões de bpd, seguido pela Rússia e Estados Unidos. De acordo com esta agência o Brasil ocupa a 13ª posição neste ranking com uma média de 2,2 milhões de bpd no ano de 2011. Vale ressaltar que a produção das Américas Central e do Sul apresentou um leve aumento não somente pela contribuição do Brasil, mas também devido a contribuição da Colômbia e do Equador.

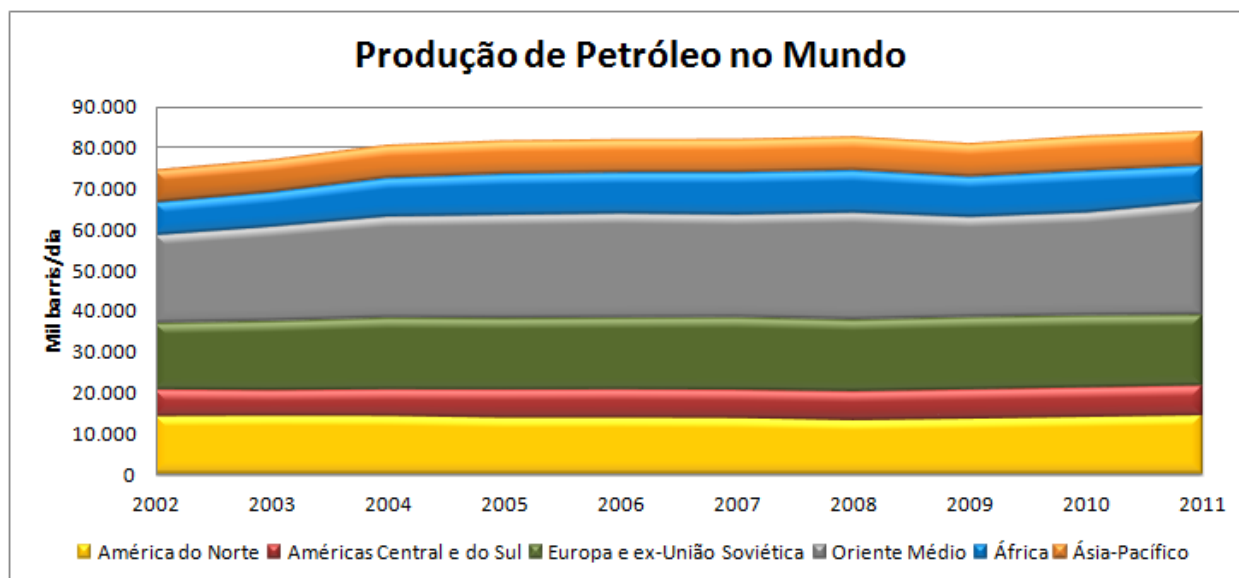


Figura I.5: Produção de petróleo no Mundo. Fonte: ANP, 2012

Utilizando como fonte os dados da Agência Nacional do Petróleo (Figura I.6), temos que no Brasil, a produção alcançou a média de 2,193 milhões de bpd em 2011, indicando um aumento quando comparada ao ano de 2010. Nos últimos dez anos o Brasil apresentou um crescimento médio de 4,2% em sua produção. Sabemos que a produção *offshore* no Brasil corresponde a mais de 90%, sendo grande parte concentrada no estado do Rio de Janeiro.

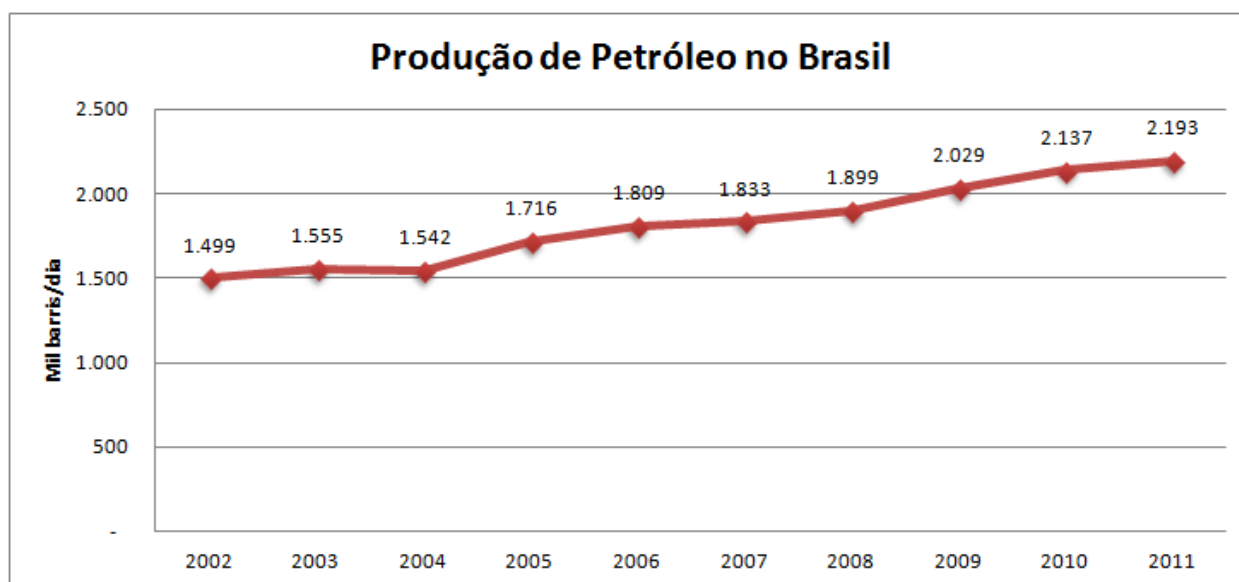


Figura I.6: Produção de petróleo no Brasil. Fonte: ANP, 2012

O consumo mundial de petróleo foi 3,2% superior a 2009, totalizando 87,4 milhões de barris/dia. A região que mais consumiu foi Ásia-Pacífico, com um total de 27,2 milhões de barris/dia ou 31,2% do total. O crescimento do consumo em relação a 2009 foi de 5,3%, com destaque para a China que, atrás dos Estados Unidos, foi o país com o segundo maior

consumo no mundo, de 9,1 milhões de barris/dia, 10,4% a mais que no ano anterior. O Brasil registrou um consumo de 2,6 milhões de barris/dia ou 3% do total mundial.

Em relação ao gás natural, as reservas provadas alcançaram um patamar de 208,4 trilhões de m³ em 2011, apresentando um acréscimo de mais de 6% em relação ao ano anterior. Como pode ser visto na Figura I.7, o Oriente Médio manteve a maior participação nas reservas mundiais, com 38,4% do total. Nesta região o Irã e o Catar têm maior participação com 33,1 e 25,1 trilhões de m³ respectivamente, de reservas provadas. Após este bloco, temos a Europa e ex-União Soviética com 37,8% do total mundial, sendo a Rússia país detentor da maior reserva mundial, com 44,6 trilhões de m³.



Figura I.7: Reservas provadas de gás natural, segundo regiões geográficas (trilhões m³).

Fonte: ANP, 2012

Já no Brasil as reservas provadas de gás natural cresceram 8,6% em relação ao ano anterior (Figura I.8). De modo semelhante ao petróleo, a maioria das reservas de gás natural é marítima, sendo também o Rio de Janeiro o estado maior detentor das mesmas, com 250 bilhões de m³. O Brasil ocupou em 2011 a 31ª posição do ranking de reservas provadas de gás natural. A relação entre reserva/produção de gás natural foi de 19,1 anos em 2011.

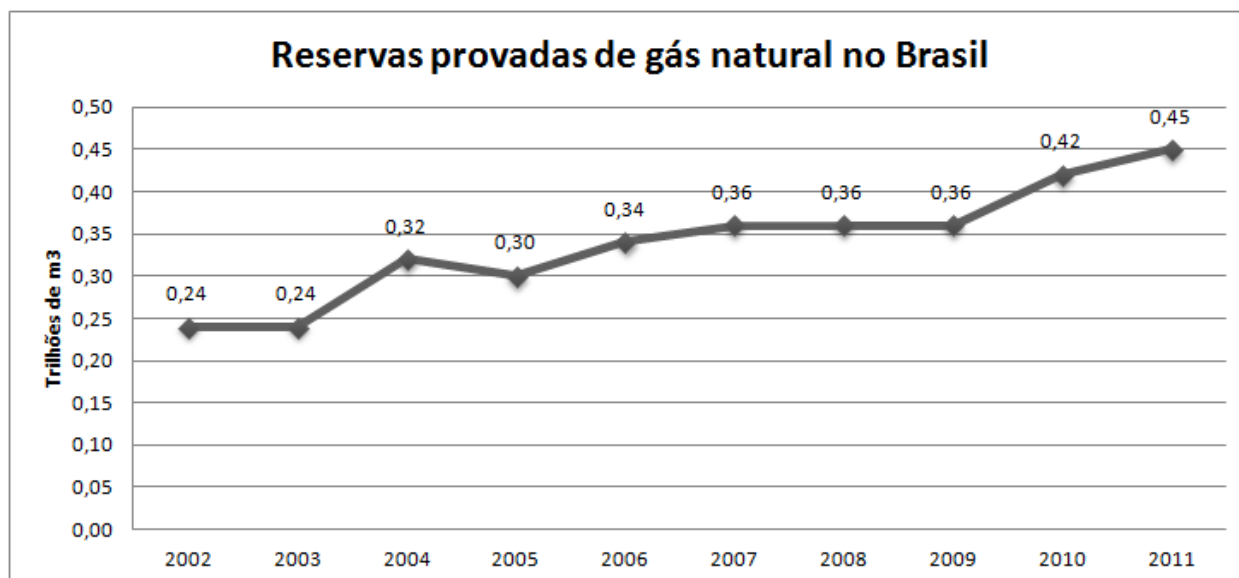


Figura I.8: Reservas provadas de gás natural no Brasil. Fonte: ANP, 2012

No ano de 2011 a produção de gás natural alcançou a faixa de 3,3 trilhões de m³, aumentando mais de 3% em relação ao ano anterior (Figura I.9). Diferente do petróleo, a região da Europa e ex-União Soviética representa a maior produtora mundial com 1,04 trilhão de m³, cerca de 31,6% da produção mundial. Em seguida temos a América do Norte com 864,2 bilhões de m³, abrigando o maior produtor de gás natural do mundo, os Estados Unidos, que tiveram em 2011 uma produção de 651,3 bilhões de m³.

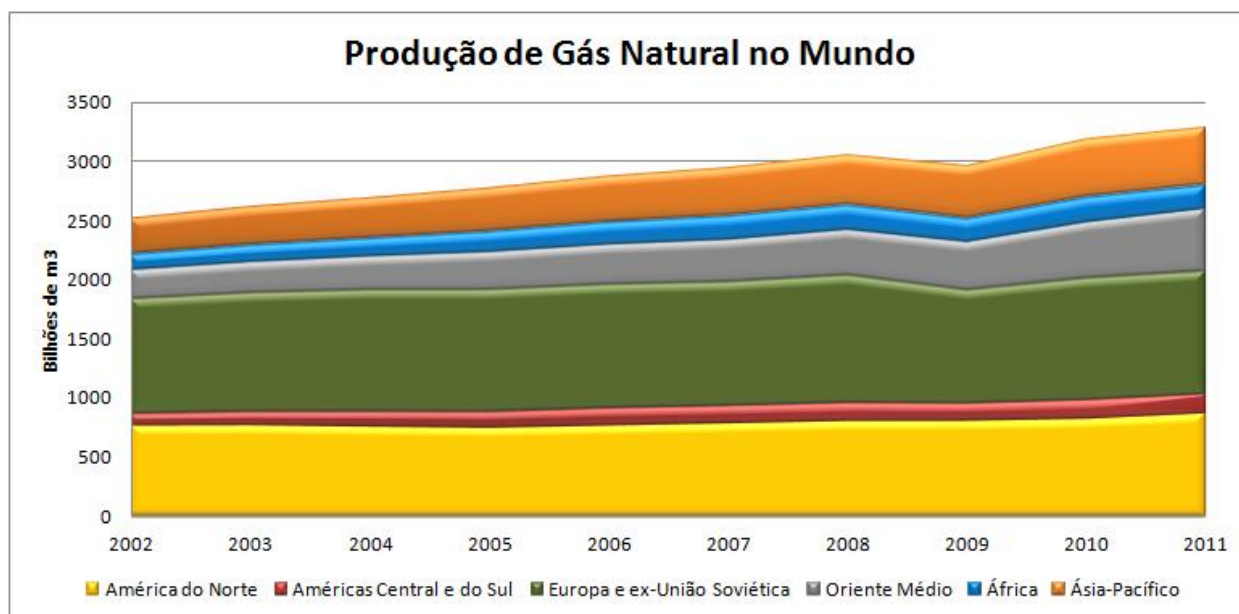


Figura I.9: Produção de gás natural no mundo. Fonte: ANP, 2012

Nos últimos dez anos a produção no Brasil de gás natural teve um crescimento médio de 5% ao ano, chegando em 2011 a 24,1 bilhões de m³, uma produção 5% maior do que em

2010 (Figura I.10). A produção marítima ocupou uma parcela de 74,5% da produção total. Da mesma forma que o petróleo, o Rio de Janeiro foi o maior estado produtor, com 9,4 bilhões de m³ produzidos, concentrando quase 40% da produção do país.

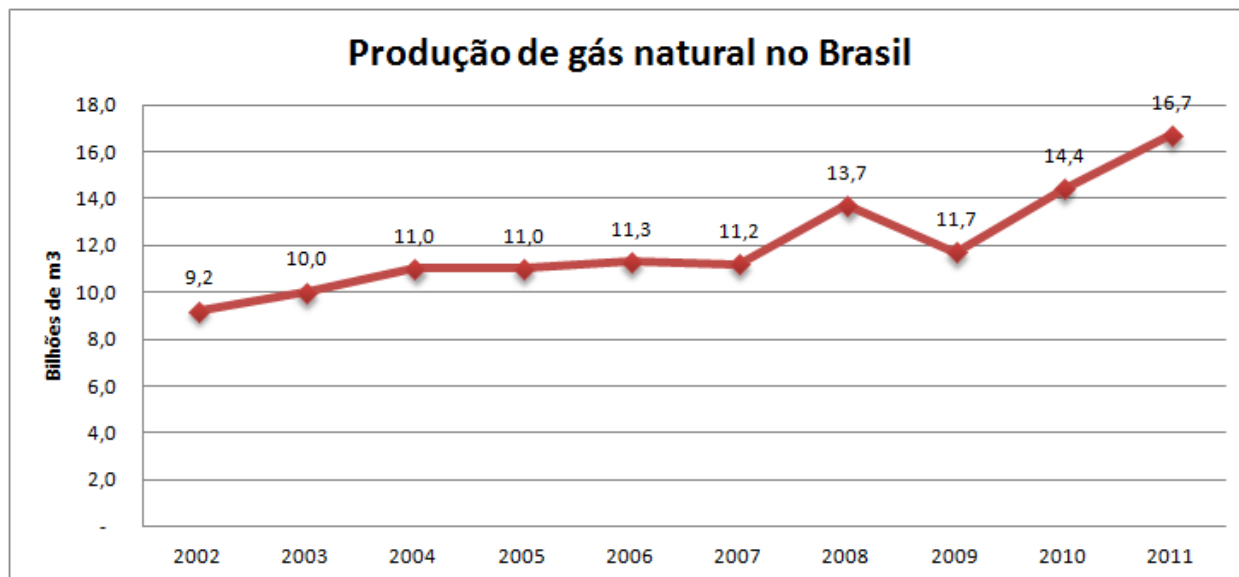


Figura I.10: Produção de gás natural no Brasil. Fonte: ANP, 2012

O consumo mundial de gás natural registrou um crescimento recorde de 7,4%, o maior desde 1984, e quase chegou à marca de 3,2 trilhões m³. Este número foi impulsionado pelas altas exibidas em todas as regiões. No Brasil o consumo foi de 26,5 bilhões m³ em 2010 e o País ocupou a 32ª posição entre os consumidores de gás natural, com uma participação de 0,8% do total mundial (ANP, 2011).

I.2 Principais projetos de investimentos na indústria de petróleo e gás no Brasil

Com base na projeção de investimentos da Petrobras, como demonstrado na Figura I.11, estão previstos cerca de US\$ 236,5 bilhões no período de 2012 a 2016, em 980 projetos distribuídos principalmente nas áreas de exploração e produção de petróleo e gás, refino, logística de derivados e de gás natural (PETROBRAS, 2012).

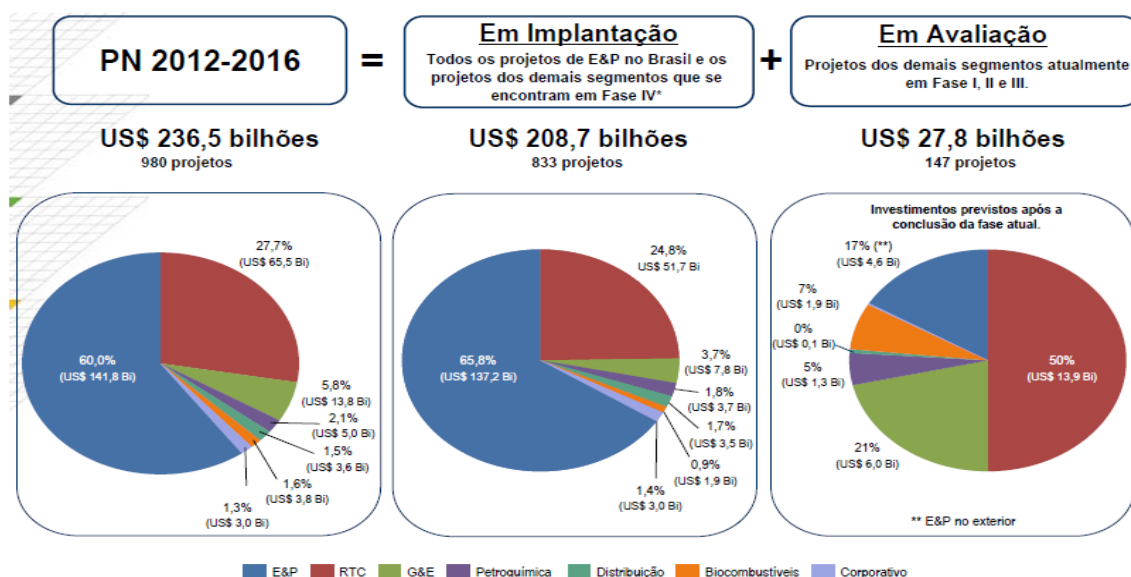


Figura I.11: Plano de investimentos da Petrobras 2012-2016. Fonte: Petrobras, 2012

Para os projetos de exploração e produção de petróleo e gás, que na maioria dos casos são de alta incerteza e alto risco, a Petrobras tem um plano de investimento para o período de 2012-2016 de US\$ 131,6 bilhões, sendo que US\$ 115,3 bilhões somente para a área de exploração e desenvolvimento da produção. Como podemos observar na Figura I.12, a Petrobras está investindo uma parcela considerável desse montante nas descobertas do pré-sal, principal aposta da empresa para o aumento da produção nos próximos anos. (PETROBRAS, 2012).

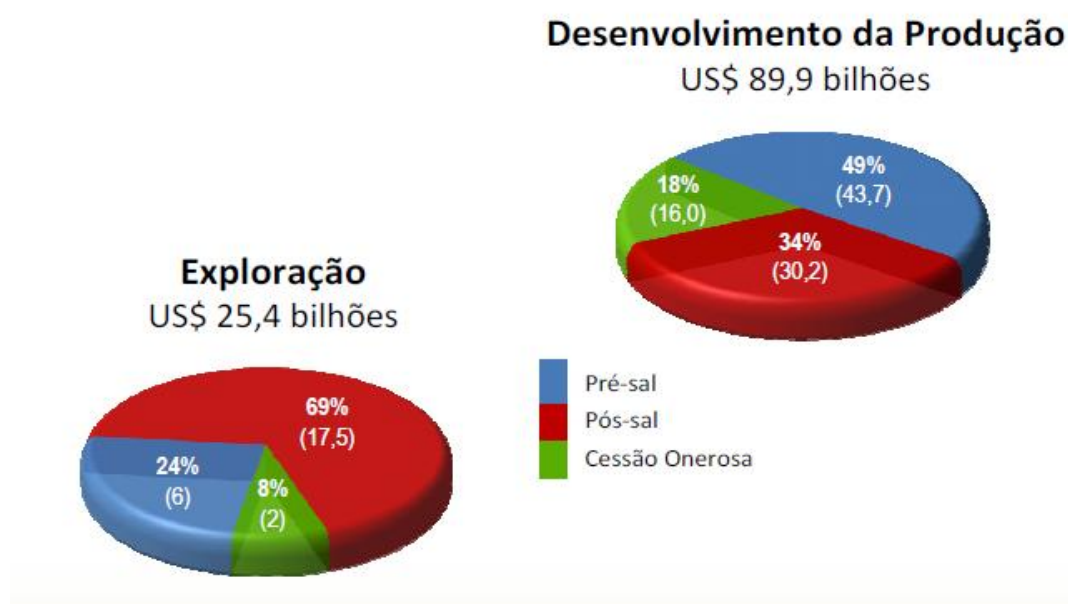


Figura I.12: Plano de investimentos em Exploração e produção 2012-2016. Fonte: Petrobras, 2012

Além do pré-sal a companhia também está apostando no desenvolvimento de novas fronteiras como, por exemplo, a Margem Equatorial e a Margem Leste do país. Outra frente da empresa está voltada para a recuperação da eficiência dos campos maduros, que tendem a ter um declínio natural com o tempo, como os da bacia de campos por exemplo. Com estes investimentos, a Petrobras que atingiu a marca de produção de petróleo + LGN de 2,022 milhões bpd em 2011, tem como meta chegar a 2,5 milhões bpd em 2016, e 4,2 milhões bdp em 2020.

Em 2011 o Brasil importou 121,1 milhões de barris de petróleo, o que correspondeu a um gasto de US\$ 14,1 bilhões devido ao aumento do preço médio do barril de petróleo. Entretanto as exportações corresponderam a 220,6 milhões de barris de petróleo, inferior ao ano anterior, gerando uma receita de US\$ 21,8 bilhões. Já em relação aos derivados de petróleo, a importação atingiu 30,3 milhões de m³, o que equivale a US\$ 19,4 bilhões em 2011, 10,7% maior que em 2010. Entre os derivados importados em maior quantidade temos o óleo diesel, GLP e gasolina A, respectivamente com 30,8%, 11,2% e 7,2% do volume total. As exportações de derivados somaram 13,5 milhões m³, gerando uma receita de US\$ 9,5 bilhões (ANP,2012).

Esse desequilíbrio na balança do petróleo e seus derivados indicam a necessidade de ampliação e adequação do parque nacional de refino, visto que grande parte de nossas refinarias mais antigas foram projetadas para trabalhar com o petróleo importado leve (BRANDÃO, 1999). Atualmente a Petrobras está trabalhando na implantação de 255 projetos, além de 85 em fase de avaliação, totalizando um investimento na área de abastecimento de US\$ 71,6 bilhões. Entre estes investimentos estão as novas refinarias já em implantação como a Refinaria Abreu e Lima (capacidade de 230 mil bpd, prevista para 2014) e COMPERJ (capacidade de 165 mil bpd, prevista para 2015), além de outros projetos em avaliação como o da Premium I (capacidade 600 mil bpd) e Premium II (capacidade 300 mil bpd). Somente com estes dois projetos em implantação, a Petrobras busca reduzir bastante a necessidade de importação de derivados, como pode ser visto na Figura I.13 (PETROBRAS, 2012):

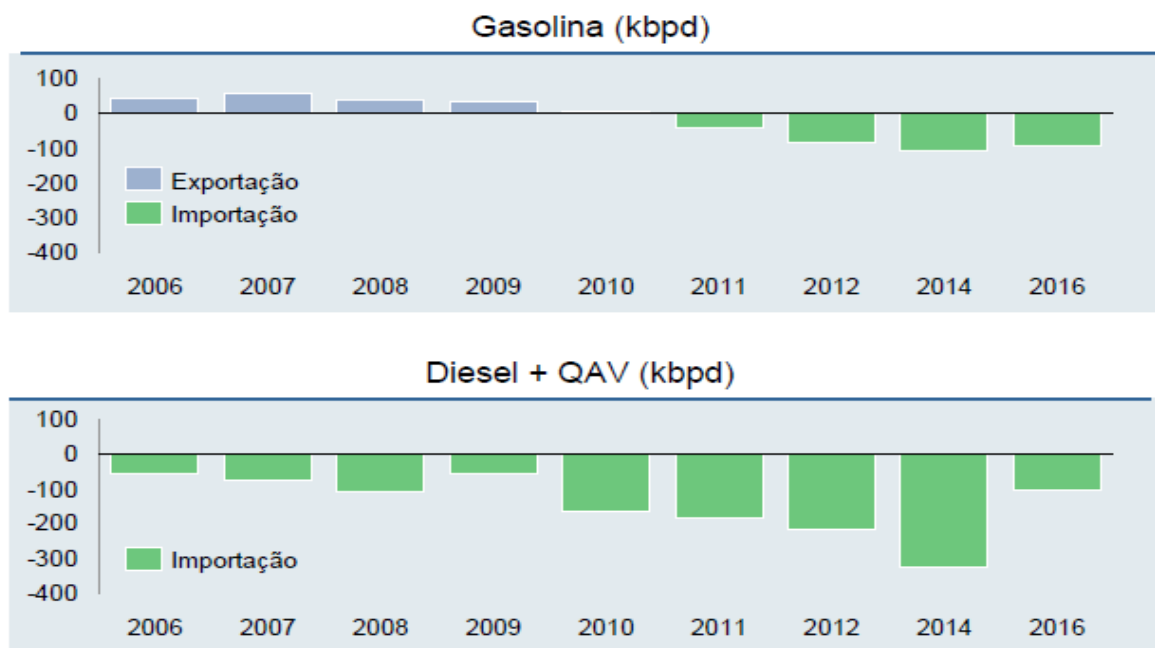


Figura I.13: Balanços físicos de derivados de petróleo 2012-2016. Fonte: Petrobras, 2012

Outra área de foco em investimentos na indústria de petróleo e gás é na logística de escoamento de hidrocarbonetos de petróleo e gás, sendo o modal de transporte dutoviário o mais eficiente, do ponto de vista de energia, o mais seguro e de menor custo para grandes deslocamentos dentro de um país ou região. A economia de um país ou região é fortemente dependente de uma operação estável e ininterrupta destes dutos (DEY & GUPTA, 2000). Em 2011, por exemplo, para a movimentação de petróleo, derivados e etanol o Brasil contava com 96 terminais autorizados, totalizando 1.673 tanques. Além disso, também contava com 586 dutos, totalizando cerca de 19,7 mil km de extensão. (ANP, 2012). A Figura I.14 dá uma ideia do tamanho da infraestrutura existente atualmente no país para a movimentação destes produtos.

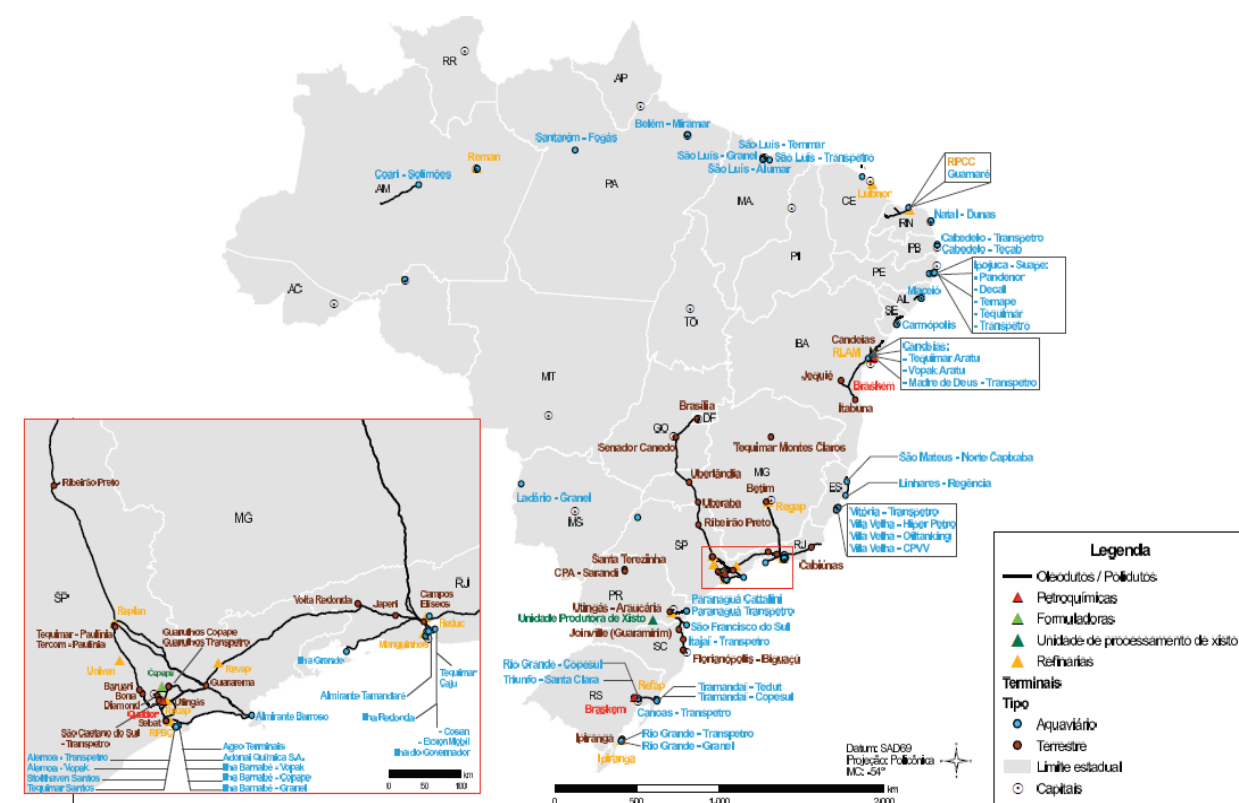


Figura I.14: Infraestrutura existente atualmente no país para a movimentação de petróleo e derivados. Fonte: ANP, 2012

Vale ressaltar que a necessidade de desenvolvimento e investimentos não se concentra apenas nos produtores destes produtos, sendo preciso ter um envolvimento macro dos diversos setores da economia

“(…) no estabelecimento de ações estruturadas que combinem as necessidades em diversos dos segmentos da indústria e no entendimento do papel de cada um destes para o atendimento às demandas relacionadas às atividades de exploração e produção” (ARAÚJO et al, 2012, página 228).

Com o intuito de criar valor para os seus acionistas, as empresas precisam investir em projetos que excedam o custo do capital, seja próprio ou de terceiros. No entanto, os projetos de investimentos em petróleo e gás possuem alto grau de incerteza (ORMAN, 1999). Podem ser destacadas incertezas como mudanças regulatórias operacionais e ambientais, mudanças na infraestrutura logística e de refino e processamento, preço do barril de petróleo, evolução das tecnologias de exploração e recuperação, e mudanças no regime fiscal e nas políticas dos países produtores. Estas incertezas são fatores que podem impulsionar ou desacelerar a viabilidade de projetos (BRASHEAR et al, 1999). O risco, por sua vez, está associado às incertezas de um investimento, ou seja, este existe uma vez que um resultado de uma operação pode ser diferente do esperado (LAPPONI, 2000).

Na indústria do petróleo e gás os investimentos são da ordem de bilhões de reais, como verifica-se por exemplo, nos projetos da Petrobras. Considerando as restrições orçamentárias as que as empresas são subordinadas, todos os investimentos têm que ser cuidadosamente analisados, de forma que se minimize o índice de insucessos (PEREIRA, 2004). Por conseguinte, o objetivo deste trabalho é abordar as principais ferramentas e metodologias utilizadas na avaliação econômica de projetos de óleo e gás e realizar uma análise da relação destas técnicas, com os projetos de investimento neste setor da economia.

II. Metodologia de pesquisa aplicada e revisão bibliográfica das técnicas de análise de projetos de investimento

Este capítulo apresenta a metodologia de pesquisa que fundamenta este trabalho, bem como o resultado do mapeamento realizado sobre os estudos existentes associados ao tema da pesquisa. Está descrito o passo a passo da condução da busca bibliográfica com o intuito de orientar e reforçar a relevância do tema em questão. De maneira complementar, são apresentados os fundamentos básicos da Engenharia Econômica necessários para elaboração de uma análise de investimentos estruturada. Posteriormente, estão descritos os conceitos das principais técnicas utilizadas para análise de projetos de investimento, bem como os principais conceitos de risco e retorno associados a qualquer decisão de investimento. Em geral, estas ferramentas conceituais são imprescindíveis para avaliações econômicas de projetos de investimento.

II.1 Metodologia de pesquisa

Os métodos e as técnicas a serem empregados na pesquisa científica podem ser selecionados desde a proposição do problema, da formulação das hipóteses e da delimitação do universo ou da amostra (MARCONI & LAKATOS, 2008). Ainda segundo os autores, a escolha do instrumental metodológico dependerá dos vários fatores relacionados com a pesquisa, ou seja, a natureza dos fenômenos, o objeto da pesquisa, os recursos financeiros, a equipe humana e outros elementos que possam surgir no campo da investigação.

Uma vez definida a técnica de pesquisa, inicia-se a aplicação dos instrumentos selecionados, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos (MARCONI & LAKATOS, 2008). São diversos os procedimentos possíveis para a realização da coleta de dados, que variam de acordo com as circunstâncias ou com o tipo de investigação.

Após a coleta dos dados, os mesmos serão elaborados e classificados de forma sistemática, seguindo os passos: seleção, codificação e tabulação (MARCONI & LAKATOS, 2008). Na sequência, os dados são analisados e interpretados, constituindo, então, o núcleo central da pesquisa. A análise, por sua vez, é a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores; e a interpretação, é a atividade intelectual que procura dar um significado mais amplo às respostas, associando-as a outros campos do conhecimento (MARCONI & LAKATOS, 2008). O passo seguinte é a representação dos dados analisados e interpretados em formato de tabelas, quadros e gráficos. Por fim, as conclusões retiradas devem estar vinculadas à hipótese de investigação, cujo conteúdo foi comprovado ou refutado. Em termos formais, é uma síntese comentada das ideias essenciais e dos principais resultados obtidos, explicitados com precisão e clareza.

A Figura II.1 é uma síntese da relação das etapas do método de pesquisa, descritas anteriormente com a pesquisa em questão. A documentação indireta, técnica de pesquisa selecionada como pilar para este estudo, apresenta duas diferentes formas de levantamento/coleta dos dados: pesquisa documental e pesquisa bibliográfica (MARCONI & LAKATOS, 2008). A pesquisa bibliográfica, contudo, é o pilar maior de sustentação para os dados coletados nesta pesquisa, sejam os mesmos em bases de periódicos como *Science Direct*, CAPES, ou mesmo em livros, dissertações e teses, relacionados ao objeto de estudo.

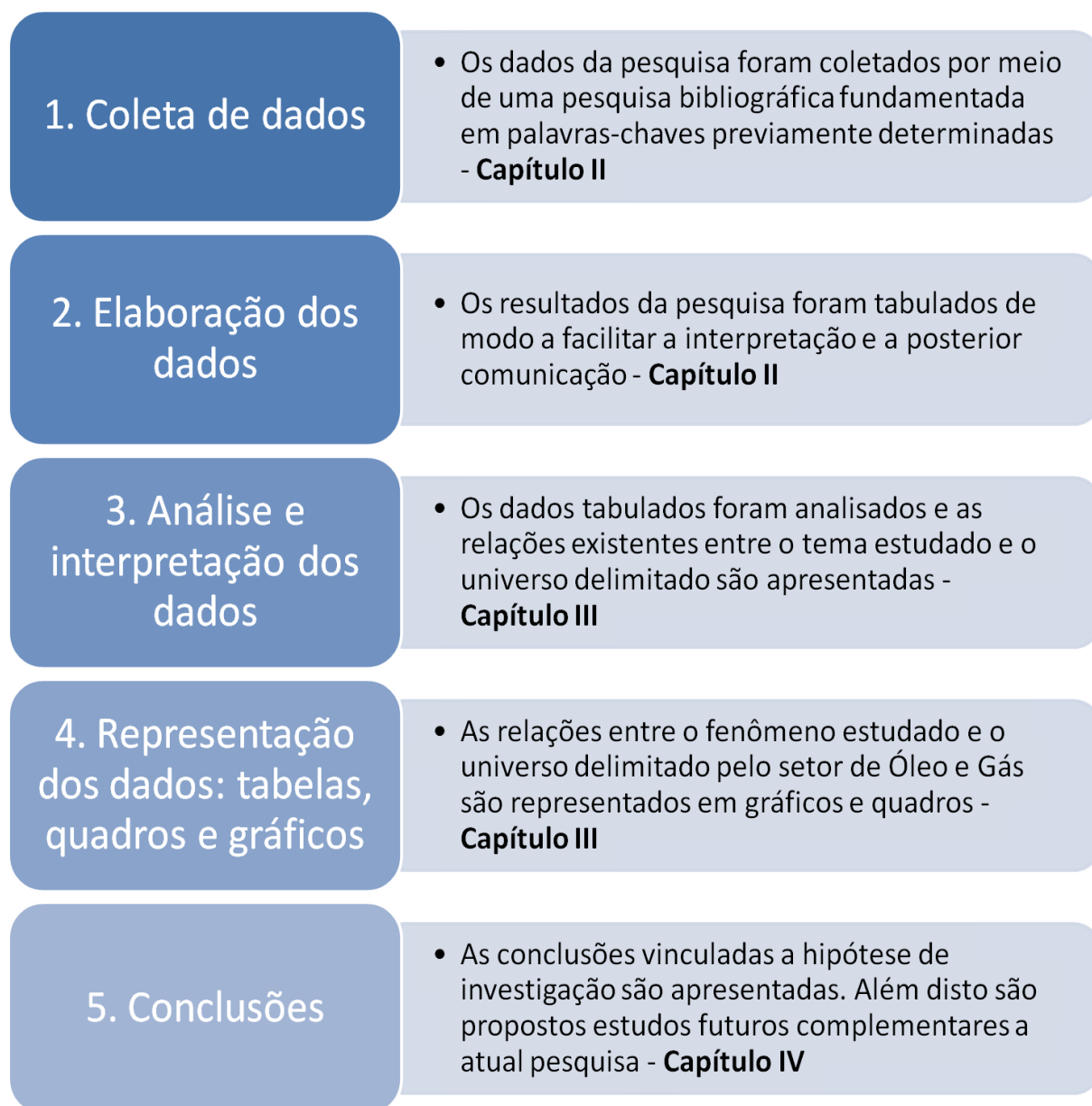


Figura II.1: Método de pesquisa. Fonte: o autor

II.2 A pesquisa bibliográfica

Conforme mencionado anteriormente, a busca bibliográfica é a base de sustentação para os dados coletados nesta pesquisa. Tal fato está associado à relevância do assunto na academia e, concomitantemente, visa robustecer metodologicamente a pesquisa em questão. Diante disto, conforme definido na primeira etapa da metodologia, para a coleta de dados foram definidas palavras-chaves relacionadas ao tema do estudo. Estas foram traduzidas para inglês devido à abrangência e maior disponibilidade de publicações em periódicos internacionais. As palavras-chaves e suas combinações estão descritas no Quadro II.1.

Código	Palavras-chaves (português)	Palavras-chaves (inglês)
1	Análise de investimentos	<i>Investment analysis</i>
2	Viabilidade de projetos	<i>Project feasibility</i>
3	Métodos de avaliação	<i>Valuation methods</i>
4	Engenharia econômica	<i>Economic engineering</i>
5	Avaliação de projetos	<i>Project evaluation</i>
6	Avaliação de empresas	<i>Firm evaluation</i>
7	Retorno de investimentos	<i>Return on investment</i>
8	Valor presente líquido	<i>Net present value</i>
9	Taxa interna de retorno	<i>Internal rate of return</i>
10	Teoria de opções reais	<i>Real options</i>

Quadro II.1: Palavras-chave da pesquisa. Fonte: o autor

Em seguida, após uma pesquisa nas bases de periódicos CAPES e *Science Direct*, foram listados os principais periódicos associados ao tema em questão, combinados ao setor de Petróleo e Gás. Estes periódicos/jornais estão descritos na sequência e são considerados de grande relevância no universo acadêmico, como: *Petroleum Exploration and Development*, *European Journal of Operational Research* e *International Journal of Production Economics* (Vide Quadro II.2). A escolha destes partiu de uma busca prévia, na qual estes periódicos apareceram com maior frequência.

Código	Periódicos selecionados nas Bases Science Direct e CAPES
A	Petroleum Exploration and Development
B	International Journal of Production Economics
C	Journal of Japan Petroleum Institute
D	Oil & Gas Science Technology
E	Petroleum Science and Technology
F	Oil & Gas Journal
G	Journal of Natural Gas Chemistry
H	The Journal of Financial Economics
I	Journal of Economics and Finance
J	Journal of Finance and Investment Analysis
K	Investment Analysts Journal

Quadro II.2: Periódicos selecionais para a busca bibliográfica. Fonte: o autor

A busca bibliográfica nos periódicos mencionados anteriormente combinou todas as palavras-chave com o setor de petróleo e gás, e foi dividida por título, palavras-chave, resumo e texto completo. Os resultados mais relevantes estão associados aos resultados encontrados nas palavras-chaves (Quadro II.3) e nos resumos (Quadro II.4). Diante disto, é plausível afirmar que, devido ao reduzido número de publicações relacionando a técnicas de análise de investimentos aos projetos do setor de petróleo e gás, a presente pesquisa apresenta-se como relevante no universo acadêmico.

Percebe-se, neste momento, o resultado diferenciado que a combinação da palavra-chave valor presente líquido com o setor de petróleo e gás apresentou, ou seja, publicações com a combinação mencionada foram encontradas em quase todos os periódicos pesquisados. Além disso, percebeu-se que técnicas como taxa interna de retorno e teoria de opções reais aparecem também relacionadas a projetos de investimento deste setor.

É importante ressaltar que o resultado da busca apresentado limitou-se na busca das palavras-chaves apenas nos campos de palavras-chaves e resumos dos artigos, teses e textos científicos presentes nos jornais, portais acadêmicos e periódicos pré-definidos. Depois da análise do conteúdo do resultado demonstrado na Quadro II.3 e Quadro II.4, serão apresentados, em seguida, alguns dos principais métodos de apoio a avaliação de projetos de investimento, dentre os quais, a presente pesquisa está fortemente embasada.

PALAVRA-CHAVE	Periódico										
Palavra-chave	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1	12	5	10	6	1	10	2	1	0	1
2	0	0	0	4	0	1	4	0	0	0	0
3	0	0	5	1	1	0	1	0	0	0	1
4	0	0	0	35	2	0	9	0	0	2	1
5	1	2	0	0	0	0	0	1	4	0	2
6	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0
7	0	2	3	0	0	0	0	8	0	3	0
8	1	15	0	25	6	1	13	0	0	0	0
9	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	2
10	1	2	0	2	0	0	0	0	2	3	0

Quadro II.3: Resultados da busca bibliográfica recortado por palavra-chave. Fonte: o autor

RESUMO	Periódico										
Palavra-chave	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	4	88	27	41	18	5	31	33	9	14	6
2	0	3	7	12	0	7	9	0	1	3	0
3	1	4	13	4	4	0	7	6	0	0	8
4	0	8	7	67	9	12	9	0	2	9	11
5	3	6	0	3	0	0	0	4	7	4	5
6	2	6	4	6	7	3	0	0	0	0	0
7	10	17	6	12	4	8	0	93	2	9	1
8	7	29	1	43	19	21	13	2	0	6	4
9	0	8	0	4	3	0	4	4	0	0	7
10	2	6	0	8	4	0	0	4	9	12	3

Quadro II.4: Resultados da busca bibliográfica recortado por resumo. Fonte: o autor

II.3 Fundamentos da Engenharia Econômica

Segundo Blank e Tarquin (2008), a engenharia econômica envolve, fundamentalmente, formular, estimar e avaliar os resultados econômicos, quando alternativas para realizar determinado propósito estão disponíveis. Outra forma simplificada de definir a engenharia econômica é considerá-la como um conjunto de técnicas matemáticas que simplifica a comparação econômica.

As técnicas e modelos de engenharia econômica, por vezes suportados computacionalmente, auxiliam as pessoas a tomar decisões importantes (BLANK e TARQUIN, 2008). Em geral, os números utilizados como base na aplicação destas técnicas e modelos matemáticos envolvem três elementos econômicos fundamentais: fluxo de caixa, tempo de ocorrência e taxas de juros. Como as decisões estão ligadas majoritariamente, ao futuro, estas podem ser bem diferentes daquilo que na prática acontece, principalmente devido a mudanças nas circunstâncias e a ocorrência de eventos não planejados.

É bastante comum que análises de sensibilidades sejam executadas ao longo de um estudo econômico para avaliar determinado projeto. Isto ocorre com o intuito de determinar como a decisão poderia ser modificada, em função de estimativas variáveis assumirem valores esperados diferentes dos previstos no momento do estudo (DAMODARAN, 1997) (BLANK e TARQUIN, 2008). A engenharia econômica pode ser utilizada igualmente para analisar resultados passados. Os dados observados são avaliados para determinar se os resultados cumpriram ou não um critério especificado como, por exemplo, a necessidade de obter determinada taxa de retorno (BLANK e TARQUIN, 2008).

Segundo Blank e Tarquin (2008), há um procedimento importante que é utilizado para tratar do desenvolvimento e da escolha de alternativas, comumente chamado de processo de tomada de decisões. As etapas são as seguintes:

1. Entender o problema e definir o objetivo;
2. Coletar dados relevantes;
3. Definir as soluções alternativas viáveis e fazer estimativas realistas;
4. Identificar os critérios para tomada de decisões usando um ou mais atributos;
5. Avaliar cada alternativa por meio da análise de sensibilidade para melhorar a avaliação;
6. Selecionar a melhor alternativa;
7. Implementar a solução;
8. Monitorar os resultados.

A engenharia econômica, por sua vez, tem um papel bastante importante em todas as etapas e é estritamente fundamental para as etapas 3 e 6.

II.3.1 Valor do dinheiro no tempo: taxas de juros e taxas de retorno

A mudança de valor do dinheiro ao longo de determinado período de tempo, manifestada pelos juros, chamada de valor do dinheiro no tempo, é o conceito mais importante da engenharia econômica. Em termos matemáticos, juros é a diferença de valor entre uma quantia de dinheiro no fim e no início de um período. Há portanto, duas perspectivas para uma quantidade de juros: juros são pagos quando uma organização ou pessoa recebe capital de terceiros e reembolsa uma quantia maior; em contrapartida, juros são ganhos quando uma pessoa ou organização poupa, investe e obtém o retorno de uma quantia maior (BLANK e TARQUIN, 2008) (LAPPONI, 2000).

Quando os juros pagos ao longo de uma unidade de tempo específica são expressos como porcentagem do valor original, o resultado denomina-se taxas de juros.

$$\text{Taxa de juros (\%)} = (\text{juros acumulados por unidade de tempo} / \text{valor original}) \times 100\%$$

Os juros ganhos ao longo de um período específico são expressos como uma porcentagem do valor original e denomina-se taxa de retorno (TR).

$$\text{Taxa de retorno (\%)} = (\text{juros acumulados por unidade de tempo} / \text{valor original}) \times 100\%$$

O termo retorno do investimento é usado de maneira equivalente à taxa de retorno (TR) em diferentes indústrias. Os valores numéricos das expressões taxas de juros e taxa de retorno são idênticos, porém o termo taxa de juros é mais apropriado à perspectiva do mutuário, ao passo que o termo taxa de retorno é melhor para a perspectiva do investidor (LAPPONI, 2000).

É importante ressaltar que os estudos de análise econômica supõem que a inflação afeta igualmente todos os valores estimados. Portanto, uma taxa de juros ou retorno de 10% ao ano, por exemplo, é aplicada ao longo de toda a análise, sem levar em conta uma taxa de inflação adicional.

II.3.2 Juros simples e compostos

Os termos juros, período de juros e taxa de juros são bastante úteis para calcular montantes equivalentes, correspondentes a um período de juros no passado e um período de juros no futuro. Entretanto, para mais de um período de juros, os termos juros simples e compostos tornam-se importantes (BLANK e TARQUIN, 2008) (SAMANEZ, 2007) (GITMAN, 1997).

Segundo Blank e Tarquin (2008), os juros simples são calculados usando-se somente o montante principal, desconsiderando quaisquer juros acumulados em períodos anteriores. O total dos juros simples ao longo de vários períodos é calculado da seguinte maneira (considerando a taxa de juros expressa da forma decimal):

$$\text{Juros simples} = (\text{montante principal}) * (\text{número de períodos}) * (\text{taxa de juros})$$

Os juros compostos, ou seja, os juros acumulados correspondentes a cada período são calculados sobre o montante principal mais o valor total dos juros acumulados em períodos passados. Sendo assim, o significado simples da expressão juros compostos é juros sobre juros, e estes último refletem o valor do dinheiro no tempo (GITMAN, 1997) (BLANK e TARQUIN, 2008). O total de juros compostos é calculado da seguinte maneira:

$$\text{Juros compostos} = (\text{montante principal} + \text{total de juros acumulados}) * (\text{taxa de juros})$$

Para efetuar-se o cálculo do total de juros devido após um número x de anos, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{Total devido após um número x de anos} = (\text{montante principal}) * (1 + \text{taxa de juros})^{\text{número x de anos}}$$

Por fim, ao combinar os conceitos de taxas de juros, juros simples e compostos, é plausível demonstrar que diferentes investimentos podem ser equivalentes, mas podem variar

em termos de valor monetário de um período para outro. Além disto, percebe-se as várias maneiras de considerar o valor do dinheiro no tempo, conceito fundamental para uma efetiva análise de projetos de investimento.

II.4 Estimativas de fluxo de caixa e métodos de análise de projetos de investimento

Segundo Samanez (2007), o processo de identificação, análise e seleção de oportunidades de investimentos inclui um conjunto lógico de ideias econômicas bastante refinadas. O referido processo envolve, assim, uma inter-relação econômica consciente entre a exposição à condições adversas potenciais e a rentabilidade esperada do específico investimento. Blank e Tarquin (2008) afirmam, por sua vez que em geral, projetos de maiores rentabilidades implicam em maiores riscos, que envolvem invariavelmente, custos de oportunidades, pois comprometer-se com um investimento específico pode significar rejeitar outros e desistir da oportunidade, talvez, de obter maior rentabilidade.

Segundo Damodaran (2007), a análise de investimentos requer portanto, um grau justo de raciocínio econômico e projeção de condições futuras, envolvendo muito além da aplicação de demonstrações financeiras regulares. Diante disto, existem várias técnicas, métodos e critérios utilizados na análise de investimentos e no processo decisório. Por conseguinte, neste tópico são descritos os conceitos das principais técnicas utilizadas para análise de projetos de investimento, bem como os principais conceitos de risco e retorno associados a qualquer decisão de investimento.

II.4.1 Estimativas de fluxo de caixa

O fluxo de caixa resume as entradas e saídas efetivas de dinheiro ao longo do tempo, permitindo dessa forma, conhecer a rentabilidade e a viabilidade econômica do projeto. Os fluxos incrementais são a base para o cálculo dos índices que permitem efetuar a avaliação econômica dos projetos de investimento, pois, por meio dos descontos desses fluxos, pode ser estabelecida a viabilidade econômica do referido projeto (MATIAS, 2007) (SAMANEZ, 2007). Em síntese, os fluxos de caixa incrementais são os efeitos positivos ou negativos no caixa, em decorrência dos movimentos de fundos provocados pelo investimento. Ou seja, são as receitas e custos comprometidos resultantes da decisão de investir (SAMANEZ, 2007).

A análise de projetos de investimento e a montagem do fluxo de caixa necessário para a avaliação econômica não são uma ciência exata (SAMANEZ, 2007). Entretanto, há algumas convenções e princípios comumente aceitos para serem utilizados na estimativa do fluxo de caixa, que podem tornar o resultado mais satisfatório. São estes (SAMANEZ, 2007) (DAMODARAN, 1997) (BREALEY e MYERS, 1992):

1. Os fluxos de caixa devem ser estimados em base incremental. Em outras palavras, os únicos fluxos relevantes são aqueles decorrentes da aceitação do projeto;
2. Os custos de oportunidade associados a recursos previamente possuídos devem ser alocados com base no melhor uso alternativo do bem;
3. Devem ser consideradas as mudanças nos requisitos de capital de giro, visto que elas são incrementais e afetam a decisão;
4. Os efeitos fiscais e qualquer outro efeito derivado da aceitação do projeto devem ser considerados;
5. Os efeitos derivados do projeto devem ser incluídos (por exemplo, o impacto do projeto em outros projetos e/ou setores da empresa);
6. Os custos passados já gastos, denominado custos afundados, não serão recuperados se o projeto não for empreendido. Logo, por não serem valores incrementais, não devem ser incluídos no fluxo de caixa;
7. Os custos não indiretamente atribuídos ao projeto devem ser alocados somente se forem incrementais;
8. Os fluxos devidos ao financiamento não devem ser incluídos no fluxo de caixa livre para avaliação da viabilidade econômica do investimento de capital;
9. Os efeitos da inflação nos fluxos de caixa e na avaliação devem receber tratamento adequado;
10. Por fim, o valor residual ou de liquidação do projeto deve ser estimado de modo consistente.

Os fluxos de caixa podem ser vistos sob as seguintes óticas: fluxo de caixa livre ou da empresa e fluxo de caixa do acionista (SAMANEZ, 2007) (DAMODARAN, 1997). Estas diferentes óticas estão descritas em seguida.

II.4.1.1 Fluxo de caixa livre ou da empresa

Segundo Samanez (2007), a avaliação econômica de um projeto de investimento busca determinar sua rentabilidade intrínseca, ou seja, seu potencial de geração de renda econômica sem inclusão dos fluxos decorrentes de forma como será financiado. Então, esta avaliação deve ser efetuada com base no chamado fluxo de caixa livre (FCL), que reflete as atividades operacionais do projeto. O FCL é o fluxo disponível para todos os provedores de capital, seja por participação acionária ou por endividamento. Em síntese, o FCL é o fluxo gerado pelas operações, líquido de impostos, menos os dispêndios de capital necessários para assegurar a permanência e o crescimento do projeto (reinvestimento), e menos as mudanças no capital de giro operacional. Por sua vez, deve ser ajustado para depreciação e outras despesas não-caixa

que, por não representar desembolsos de caixa devem ser somados novamente depois de considerado seu efeito fiscal:

$$\text{FCL} = \text{Lucro operacional depois de impostos} - \text{Dispêndios de capital} - \text{Mudanças no capital de giro} + \text{Depreciação}$$

Os fluxos de caixa da empresa podem também ser definidos como os fluxos de caixa acumulados por todos os seus detentores de direitos, que incluem os investidores em patrimônio líquido, os detentores de obrigações e os acionistas preferenciais. Em linhas gerais, os fluxos de caixa para a empresa são os fluxos de caixa após o pagamento de despesas operacionais e impostos, mas antes que sejam realizados quaisquer pagamentos a detentores de direitos (DAMODARAN, 1997) (BLANK e TARQUIN, 2008).

Pode-se afirmar que há diferentes maneiras para se calcular os fluxos de caixa, sendo a primeira delas associadas à acumulação dos fluxos de caixa para diversos detentores de direitos da referida empresa:

Detentores de Direitos	Fluxos de Caixa para o Detentor de Direitos	Taxa de Desconto
Investidores em Patrimônio Líquido	Fluxos de caixa Líquidos do Acionista	Custo do Patrimônio Líquido
Credores	Despesas com juros (1 – alíquota de impostos) + Pagamentos de principal – Novas emissões de dívida	Custo da dívida após o pagamento de impostos
Acionistas preferenciais	Dividendos preferenciais	Custo das ações preferenciais
Empresa = investidores em patrimônio líquido + credores + acionistas preferenciais	Fluxos de caixa líquidos da Empresa = Fluxos de caixa líquido do acionista + Despesas com juros (1 – alíquota de impostos) + Pagamentos de principal - Novas emissões de dívida + Dividendos preferenciais	Média ponderada do custo de capital

Figura II.2: Relação fluxos de caixa x detentores de direitos x taxas de desconto. Fonte: Damodaran, 2007

Ainda segundo Damodaran (1997), existe uma segunda abordagem para cálculo de fluxos de caixa que deverá resultar em um número equivalente:

EBIT (1 – alíquota de impostos)
+ Depreciação
- Desembolsos de capital
- Necessidade de capital de giro
= Fluxos de caixa da empresa

Figura II.3: Forma de cálculo de fluxo de caixa. Fonte: Damodaran, 2007

Note que de uma forma geral, os fluxos de caixa da empresa serão maiores do que os fluxos de caixa do acionista em qualquer empresa alavancada e iguais em empresas não alavancadas (BLANK e TARQUIN, 2008).

II.4.1.2 Fluxo de caixa do acionista

Investidores num ativo recebem um direito residual sobre seus fluxos de caixa, isto é, têm direito a quaisquer fluxos de caixa excedentes após o atendimento de todas as obrigações financeiras incluindo o pagamento das dívidas, e depois que tenham sido atendidas as necessidades de reinvestimento da empresa. O fluxo de caixa do acionista é portanto, o fluxo de caixa existente após o pagamento de despesas operacionais, juros e de principal, e de qualquer desembolso de capital necessário à manutenção da taxa de crescimento dos fluxos de caixa projetados (DAMODARAN, 1997) (SAMANEZ, 2007).

Segundo Samanez (2007) e Matias (2007), a inclusão dos fluxos financeiros decorrentes da forma como o projeto será financiado e dos impactos fiscais desses fluxos transforma o FCL em um fluxo denominado fluxo dos acionistas (FDA). O FDA permite estimar a rentabilidade do projeto do ponto de vista do capital próprio (do ponto de vista dos acionistas):

$$\text{FDA} = \text{FCL} + \text{Financiamentos} - \text{Prestações do financiamento} + \text{Benefício fiscal do financiamento}$$

Segundo Damodaran (1997) e Blank e Tarquin (2008), a medida padrão dos retornos para investidores em patrimônio líquido, em termos contábeis, continua sendo o resultado líquido, que desempenha um papel significativo em muitos modelos de avaliação. Em síntese,

os fluxos de caixa líquidos dos acionistas são diferentes do resultado líquido por vários motivos:

- todos os encargos não caixa são novamente somados ao resultado líquido para se chegar aos fluxos de caixa provenientes de operações;
- os fluxos de caixa do acionista são fluxos de caixa residuais após o atendimento de desembolsos de capital e necessidades de capital de giro, embora o resultado líquido não inclua qualquer um dos dois.

De forma geral, aumentos/decréscimo em resultados líquidos levam a aumentos/decréscimos em fluxos de caixa, e a atenção dada por analistas à projeção de lucros futuros se justifica (BLANK e TARQUIN, 2008) (BREALEY e MYERS, 1992). Entretanto, focando apenas os lucros, os analistas poderão vislumbrar um quadro enganoso de uma empresa, especialmente quando os fluxos de caixa e os lucros divergem.

II.4.2 Custo de capital

O pleno domínio dos custos do capital aplicado em iniciativas de investimento é de extrema importância, para nortear a tomada de decisão de investir ou não em projeto. Neste tópico está apresentada uma síntese dos custos de capital próprio, de terceiros e custo total de capital de longo prazo, este último definido com a média ponderada dos custos de cada fonte utilizada para a empresa.

Há diversos fatores relevantes para determinação do custo de capital (MATIAS, 2007). São estes:

- Risco e retorno do investimento: comparação entre risco e o retorno de outros investimentos existentes;
- Risco e especificidade do ativo: refere-se a facilidade de venda dos ativos (liquidez) a valores próximos do preço de aquisição. Quanto mais específico um ativo, mais difícil será vendê-lo rapidamente e sem desconto;
- Disponibilidade e acesso a outros investimentos: se o acesso a outros ativos é amplo e pode ser feito a baixo custo, o custo de oportunidade é igual para todos investidores, dado que todos têm as mesmas possibilidades para investimentos;
- Disponibilidade e acesso a fontes de financiamento: a disponibilidade e acesso a fontes de financiamento afetam o custo de capital da empresa;
- Mix de financiamento: existe um ponto ótimo do mix de financiamentos que minimiza o custo de capital;
- Sistemas de avaliação de crédito: imperfeições e simplificações podem afetar de forma muito subjetiva o custo de capital da empresa. Entender e monitorar essas imperfeições são os primeiros passos para evitar possíveis impactos negativos sobre o custo de capital da empresa;

- Incentivos fiscais na forma de linhas de crédito subsidiadas: influência governamental como, por exemplo, subsídios;
- Sistema tributário legal: pode-se afirmar que diferentes percepções de risco para os fornecedores de capital traduzem-se em diferentes custos de capital. Logo, é importante buscar uma configuração de seus fatores de forma a minimizar o custo de capital.

A determinação do custo de capital próprio, por sua vez, é um dos assuntos mais complexos e polêmicos no meio acadêmico, empresarial e governamental. A metodologia mais difundida para este cálculo é o CAPM (do inglês *Capital Asset Pricing Model*, traduzido em português como Modelo de Precificação de Ativos de Capital). Esta metodologia reflete o risco da empresa, e exprime o custo de captação de recursos próprios e de terceiros de longo prazo (MATIAS, 2007) (DAMODARAN, 2007). Segundo Brealey & Myers (1992), o CAPM é baseado no conceito de que o risco divide-se em duas partes: risco diversificável, que é a parcela de risco do ativo que está associada às suas características e que pode ser diminuída com a diversificação, e risco não diversificável, que consiste naquele que não pode ser eliminado ou reduzido com a diversificação. É válido ressaltar que pelo CAPM, o retorno esperado de um ativo é a soma do retorno de um ativo sem risco com um prêmio pelo risco (MATIAS, 2007).

Para cálculo do custo de capital próprio, há também o Modelo de Precificação por Arbitragem (do inglês, *Arbitrage Pricing Model* – APM). Análogo ao CAPM, o APM explica os retornos de títulos como função de um fator, chamado de índice de mercado, geralmente medido como a taxa de retorno sobre uma carteira diversificada (MATIAS, 2007) (DAMODARAN, 2007) (BREALEY & MYERS, 1992). Por fim, existe o Modelo de Precificação Global de Ativos (do inglês, *Global Asset Pricing Model* – GAPM) também análogo ao CAPM. Este último, no entanto, calcula o custo de capital levando em consideração os aspectos dos países envolvidos na análise e a carteira global dos mesmos, e foi desenvolvido para responder questões do tipo em que país a empresa X deve investir em uma subsidiária (MATIAS, 2007).

Sob a ótica do custo total de capital de longo prazo, o custo médio ponderado do capital (CMPC) é definido como o custo de captação de longo prazo, tanto de recursos de terceiros quanto de recursos próprios (MATIAS, 2007). Este é calculado pela média ponderada dos custos dos diversos componentes de financiamento utilizados por uma empresa (LAPPONI, 2000):

$$WACC = K_e * W_e + K_s * W_s + K_d * W_d * (1 - T)$$

onde:

- CMPC = Custo Médio Ponderado do Capital
- K_e = custo das ações ordinárias da empresa
- K_s = custo das ações preferenciais da empresa
- K_d = custo dos financiamentos de longo prazo
- W_e = participação das ações ordinárias da empresa
- W_s = participação das ações preferenciais da empresa
- W_d = participação dos financiamentos de longo prazo
- T = Alíquota de imposto

Essa expressão mostra que o custo de capital é ponderado pela estrutura de capital a valor de mercado e depois do imposto. Os conceitos de determinação do quanto custa o valor do dinheiro são imprescindíveis para a melhor decisão de investir em um projeto. Segundo Matias (2007), uma das maiores dificuldades para avaliação de investimentos é a determinação da taxa apropriada para a respectiva análise, sendo esta bastante influenciada pelo custo capital aplicado na específica iniciativa.

Com base nos conceitos fundamentais citados anteriormente, estão detalhados em seguida, as principais técnicas de avaliação financeira de projetos de investimento.

II.4.3 Valor Presente Líquido (VPL)

O valor de um projeto depende de sua capacidade de gerar fluxos de caixa futuros. Assim, as alternativas de investimento podem ser comparadas se as consequências monetárias forem medidas em um ponto comum no tempo. A técnica do cálculo do valor presente líquido (VPL) tem como característica um espaçamento dos fluxos de caixa ao longo do tempo, com o intuito de medir a renda econômica gerada por uma alternativa de investimento (BREALEY e MYERS, 1992) (SAMANEZ, 2007).

Remer *et al* (1992) realizaram uma pesquisa, incluindo as maiores indústrias reconhecidas pela Revista Fortune, que visou identificar como diferentes empresas utilizavam os diversos métodos de análise de investimentos como apoio as tomadas de decisão para escolha de projetos. Como resultado, este estudo aponta o VPL como o método utilizado por 97% das 33 organizações participantes, e ainda como a principal técnica em 41% das empresas.

Graham & Harvey (2001) adicionalmente apresentam um grande levantamento da prática de finanças corporativas em empresas de todos os tipos e tamanhos nos EUA e Canadá. Foram entrevistados em torno de 390 Diretores Financeiros a cerca das práticas e técnicas de análise de investimentos utilizadas por estas empresas. Essa pesquisa, realizada em 1999, possuía um questionário de mais de 100 perguntas. Em relação a pesquisas anteriores, Graham & Harvey (2001) verificou que o uso do VPL como ferramenta primária nas decisões de investimento teve um grande avanço. Por exemplo, uma pesquisa de 1977 havia mostrado o VPL como indicador primário em 9,8% dos casos, época em que a taxa interna de retorno (TIR) era o indicador primário nas decisões de investimento, com 53,6%. Como resultado da pesquisa de Graham & Harvey os percentuais de usos do VPL e da TIR são aproximadamente iguais. Além disto, o estudo apresenta que a maioria das firmas usa mais de um indicador econômico nas decisões de investimento, além do surpreendente avanço do uso da teoria de opções reais. A Tabela II.1 a seguir resume os percentuais dessas técnicas em que os Diretores Financeiros afirmaram usar “sempre” (4) ou “quase sempre” (3) nas decisões de investimento, assim como a pontuação média obtida por cada uma.

Tabela II.1: Técnicas usadas por empresas dos EUA e Canadá. Fonte: Graham & Harvey, 2001.

Técnica de Análise Econômica	% “sempre” ou “quase sempre”
Taxa Interna de Retorno	75,61
Valor Presente Líquido	74,93
Tempo de Retorno Nominal	56,74
Taxa de Vedação	56,94
Análise de Sensibilidade	51,54
Abordagem de Múltiplos de Lucro	38,92
Tempo de Retorno Descontado	29,45
Opções Reais	26,59
Taxa de Retorno Contábil	20,29
Simulação ou “Value at Risk”	13,66
Valor Presente Ajustado (APV)	10,78
Índice de Lucratividade	11,87

Portanto, o VPL é uma das técnicas de análise de projetos de investimento mais conhecidas, tanto na academia quanto no mundo corporativo empresarial (REMER *et al*, 1992) (GRAHAM & HARVEY, 2001). A aplicação desta técnica implica no conhecimento de conceitos básicos e fundamentais de economia como, por exemplo, a construção de fluxos de caixa.

Segundo Damodaran (1997), não é possível existir uma avaliação de projetos por fluxo de caixa sem que tal seja construído. O princípio primário que sustenta a estimativa de fluxos de caixa é o de equiparar fluxos de caixa às taxas de desconto. Lapponi (2000) afirma que após determinar a forma como se obtém o fluxo de caixa, define-se o tipo de fluxo de caixa com o qual será avaliado o projeto. Segundo o próprio autor, é possível afirmar que uma decisão de investimento acertada é aquela a qual o custo inicial é superado pelos retornos gerados.

Como forma de ilustrar as definições supracitadas, para elaborar o fluxo de caixa (FC) do projeto e identificar seu respectivo impacto no fluxo de caixa da empresa, é necessário detectar e quantificar todas as mudanças geradas pelo projeto, quantificando esses efeitos como valores monetários, depois de deduzir o correspondente impacto do imposto sobre o lucro (LAPPONI, 2000) (BLANK e TARQUIN, 2008) (BREALEY e MYERS, 1992).

Samanez (2007) afirma que a técnica VPL visa calcular em termos de valor presente, o impacto de eventos futuros associados a uma alternativa de investimento. Portanto, o VPL determina o valor presente dos fluxos de caixas gerados pelo projeto durante a sua respectiva vida útil e descontados a uma taxa pré-especificada (REMER *et al*, 1992).

Em síntese, afirma-se que o VPL indica o valor monetário que um investimento irá agregar à empresa caso este seja aplicado, levando em consideração a variação deste valor ao longo do tempo (GITMAN, 1997).

Para cálculo do VPL é necessário que os fluxos de caixa futuros sejam estimados conforme se espera do negócio em questão. Em seguida, aplica-se o procedimento de fluxo de caixa descontado para que o valor presente destes fluxos de caixa seja estimado. Uma vez obtida esta estimativa, é possível calcular a diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros e o custo do investimento (ROSS, 1998). Na sequência (Tabela II.2 e Tabela II.3) estão demonstrados alguns exemplos de cálculo de VPL com resultados positivos e negativos.

Tabela II.2: Exemplo de cálculo de VPL com resultado positivo. Fonte: o autor

Taxa de desconto no período	10%
(-) Investimento Inicial	-R\$ 500.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 1	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 2	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 3	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 4	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 5	R\$ 100.000,00
(=) VPL	R\$ 37.571,95

Tabela II.3: Exemplo de cálculo de VPL com resultado negativo. Fonte: o autor

Taxa de desconto no período	10%
(-) Investimento Inicial	-R\$ 500.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 1	R\$ 50.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 2	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 3	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 4	R\$ 100.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 5	R\$ 50.000,00
(=) VPL	-R\$ 118.533,88

Remer *et al* (1992) realizaram uma pesquisa² que visou identificar como diferentes empresas utilizavam os diversos métodos de análise de investimentos para apoiar as tomadas de decisão na escolha de projetos. Como resultado, este estudo aponta o VPL como o método utilizado por 97% das 33 organizações participantes, e ainda como a principal técnica em 41% das empresas.

Conforme citado na introdução deste estudo, Graham & Harvey (2001) apresentam um grande levantamento com a participação de mais de 390 Diretores Financeiros sobre as técnicas de análise de investimentos utilizada por estas empresas. Verificou-se que o uso do VPL como ferramenta primária nas decisões de investimento teve um grande avanço e os percentuais de usos do VPL e da TIR são aproximadamente iguais.

² Esta pesquisa foi desenvolvida em 1991 e inclui as maiores indústrias reconhecidas pela Revista Fortune. Como resultado principal são apresentadas as técnicas mais utilizadas dentre as organizações participantes: VPL – 41%; TIR – 35%; *Payback* – 12%; Outros diversos – 12% (Remer *et al*, 1992).

A técnica assume implicitamente o cenário mais esperado de fluxos de caixa, presumindo então, uma estratégia operacional estática. Isto decorre da falta de flexibilidade para adaptar e revisar decisões futuras em resposta aos cenários futuros (SAMANEZ, 2007).

Este indicador é útil na decisão de escolha de um investimento dentre uma carteira de possibilidades de projetos, mas tem como deficiência a desconsideração das diferentes escalas de investimento dos mesmos por se tratar de uma medida monetária (BRUNI, 2003). Ainda sobre a lógica de tomada de decisão, em caso de não haver investimentos excludentes, a decisão correta será executar os investimentos que apresentem VPL positivo, e rejeitar investimentos com VPL negativo. No Quadro II.5 apresentam-se as vantagens e desvantagens do uso do método do valor presente líquido no processo de seleção e análise econômica de projetos de investimento. As considerações adiante supõem que: o mercado de capitais é eficiente; há uma taxa de retorno (K) que equilibra o mercado financeiro; não há diferença entre a taxa de aplicação e a taxa de captação; os agentes econômicos maximizam a utilidade do consumo presente, em relação ao consumo futuro; não existe inflação; os ativos financeiros são livres de risco; o custo de oportunidade do capital é a taxa de juros dada por oferta e demanda dos fundos; há oportunidades de investimentos em ativos reais, ou seja, projetos; consideram-se unicamente dois períodos, hoje e futuro.

Vantagens	Desvantagens
<p>O método VPL é um instrumento de fácil aplicação e que permite a seleção do projeto de maior retorno monetário dentre uma carteira de projetos mutuamente excludentes com o mesmo prazo de análise e valor inicial de investimento (SAMANEZ, 2007) (GITMAN, 1997) (DAMODARAN, 2007) (BLANK e TARQUIN, 2008). Em seguida, estão listadas algumas outras vantagens da utilização da técnica VPL:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera, como base, o fluxo de caixa de todo o projeto (LAPPONI, 2000) (SAMANEZ, 2007); ▪ Leva em consideração o conceito fundamental da engenharia econômica, o valor do dinheiro no tempo, com a taxa requerida de retorno que inclui o risco do projeto (BREALEY e MYERS, 1992) (BLANK e TARQUIN, 2008) (SAMANEZ, 	<p>Por sua falta de flexibilidade para adaptar e revisar decisões futuras em resposta aos cenários futuros, o VPL é criticado porque assume implicitamente um cenário esperado de fluxos de caixa, presumindo um comportamento passivo do gestor e uma estratégia operacional estática (SAMANEZ, 2007). Em seguida, estão listadas algumas outras desvantagens da utilização da técnica VPL para análise financeira de projetos de investimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Necessidade de pré-determinar a taxa requerida de retorno do projeto (LAPPONI, 2000) (DAMODARAN, 1997); ▪ É um valor monetário (medida absoluta) em vez de uma taxa de juro (medida relativa), tornando-se mais difícil a comparação entre projetos de diferentes valores de investimento (LAPPONI, 2000)

2007) (REMER <i>et al</i> , 1992) (MATIAS, 2007) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pode ser aplicado na avaliação de projetos com qualquer tipo de fluxo de caixa (LAPPONI, 2000) (SAMANEZ, 2007) e na seleção do grupo de projetos que agregam mais valor para a empresa, sem e com restrição orçamentária (MATIAS, 2007) (REMER <i>et al</i>, 1992) 	(SAMANEZ, 2007); <ul style="list-style-type: none"> ▪ Assume como premissa o reinvestimento dos retornos do projeto com a mesma taxa requerida para garantir o VPL (GITMAN, 1997) (LAPPONI, 2000); ▪ Dentre uma carteira de projetos de investimento com prazos de análise diferentes, estes prazos necessitam ser equiparados para que ocorra a seleção do projeto mais rentável (LAPPONI, 2000) (BREALEY e MYERS, 1992).
---	--

Quadro II.5: Vantagens e desvantagens do VPL. Fonte: o autor

II.4.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno corresponde à taxa de desconto que iguala o valor presente das saídas de caixa, ao valor presente das entradas de caixa (REMER *et al*, 1992). A TIR é a taxa intrínseca de retorno do projeto e indica a rentabilidade associada ao fluxo de caixa analisado (GITMAN, 1997).

Na pesquisa realizada por Remer *et al* (1992), a técnica TIR apresenta-se como a principal em 35% das empresas, além de ser utilizada combinada com outros métodos, por 90% das organizações participantes como a Ford, PepsiCo, Phillip Morris e Shell.

II.4.4.1 TIR Simples

Segundo Samanez (2007) a TIR não tem como finalidade a avaliação da rentabilidade em valor absoluto, mas sim a taxa intrínseca de rendimento. A principal regra decisória a ser seguida utilizando este método é investir no projeto caso a TIR exceda o custo do capital investido, ou seja, a taxa mínima de atratividade (TMA) previamente determinada.

Tabela II.4: Exemplo de cálculo de TIR em um projeto de investimento. Fonte: o autor

(-) Investimento Inicial	-R\$ 500.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 1	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 2	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 3	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 4	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 5	R\$ 100.000,00
(=) TIR	13,04%

O uso da TIR requer a projeção de fluxos de caixa, o que pode ser difícil de ser obtido, e, por vezes, resulta em diferentes soluções. A melhor aplicação desta técnica ocorre quando avaliam-se projetos mutuamente excludentes, além disso é importante atentar-se a reconhecer resultados inviáveis quando utiliza-se este método (REMER *et al*, 1992).

A Figura II.4 apresenta o VPL em função da taxa de desconto. A TIR então, é dada pela interseção entre a curva que representa o polinômio do VPL e o eixo das abscissas, ou seja, o ponto em que o VPL é igual a zero.

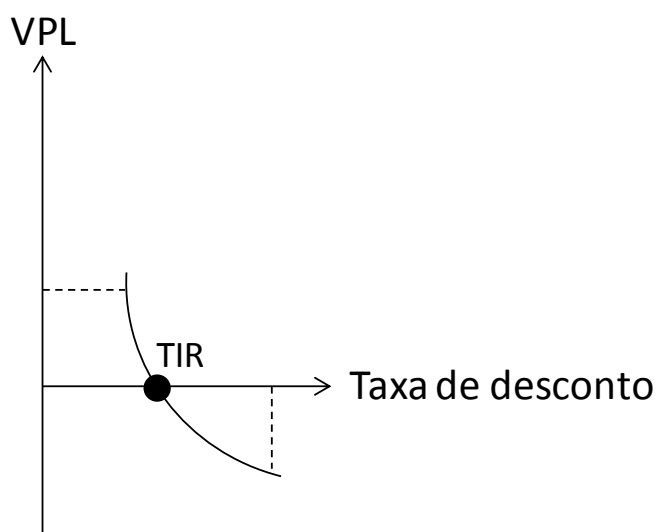


Figura II.4: VPL em função da taxa de desconto. Fonte: o autor

A principal premissa associada ao cálculo da TIR é que os fluxos de caixa podem ser reinvestidos a taxa da TIR, o que não é sempre verdade absoluta. Para isso, algumas empresas recorrem a aplicação da técnica TIR Modificada para análise de alguns projetos de investimento. Adicionalmente, a TIR favorece investimentos com curto *payback* ou grandes fluxos de caixa iniciais devido ao alto desconto ao final do projeto.

II.4.4.2 TIR Modificada

A metodologia de cálculo da TIR Modificada (TIRM) fundamenta-se no reinvestimento de cada um dos fluxos incrementais líquidos até o final do horizonte de análise do projeto, utilizando uma taxa mais coerente. O custo de capital da organização é sugerido, por exemplo, por Weston e Brigham (2000). Em seguida, deve-se somar todos os fluxos reinvestidos, mais o fluxo do último ano, obtendo-se o valor terminal do investimento. A TIRM é obtida ao se comparar o valor do investimento com o valor terminal (MATIAS, 2007).

Como considerações importantes, além do cálculo da TIRM ser mais coerente, ele também é importante para demonstrar que a rentabilidade de um projeto de investimento

depende também das taxas de reinvestimento, e não somente dos fluxos incrementais líquidos que serão gerados.

Weston e Brigham (2000) ressaltam que empresas como IBM, GM e GE calculam e consideram diferentes técnicas de avaliação de projetos de investimento, pois cada qual proporciona aos tomadores de decisão uma informação relevante um tanto diferente das outras.

Estão descritas no Quadro II.6 as vantagens e desvantagens do uso da taxa interna de retorno simples e modificada. Em projetos do tipo simples, com o aumento da taxa requerida o VPL do projeto tende ao valor do custo inicial, pois o VPL é uma função decrescente da taxa requerida. Portanto, a decisão com o método da TIR somente se deve realizar em projetos simples, que garantem a existência de uma única $TIR > -100\%$. Nos outros tipos de fluxo de caixa em geral, o método da TIR não deve ser utilizado, pois há a possibilidade de múltiplas taxas internas de retorno.

Vantagens	Desvantagens
<p>A utilização da técnica taxa interna de retorno possui diversas vantagens, sendo uma delas a facilidade de compreensão de seu resultado, ou seja, transmite a informação de maneira simples e direta para os tomadores de decisão (ROSS <i>et al</i>, 2000). Em seguida, estão listadas algumas outras desvantagens da utilização da TIR para análise financeira de projetos de investimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Assim como o VPL, Considera, como base, o fluxo de caixa de todo o projeto (LAPPONI, 2000) (SAMANEZ, 2007); e leva em consideração o conceito fundamental da engenharia econômica, o valor do dinheiro no tempo, com a taxa requerida de retorno que inclui o risco do projeto (BREALEY e MYERS, 1992) (BLANK e TARQUIN, 2008) (SAMANEZ, 2007) (REMER <i>et al</i>, 1992) (MATIAS, 2007); ▪ Transmite a mensagem se o específico projeto de investimento cria ou destrói 	<p>A TIR apresenta bastante dificuldade de ser utilizada para análise em projetos com fluxos de caixa não convencionais, com ocorrência de taxas múltiplas de retorno, onde mais de uma taxa de desconto faça com que o VPL de um investimento seja zero (ROSS <i>et al</i>, 2000) (GITMAN, 1997) (SAMANEZ, 2007) (DAMODARAN, 1997). Em seguida, estão listadas algumas outras desvantagens da utilização da técnica TIR:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Este método deve ser aplicado somente na avaliação de projetos com fluxo de caixa com uma única mudança de sinal, denominados por diversos autores como projetos do tipo simples ou projetos simples (SAMANEZ, 2007) (DAMODARAN, 1997) (LAPPONI, 2000); ▪ Assim como o VPL, necessidade de pré-determinar a taxa requerida de retorno do projeto (LAPPONI, 2000) (DAMODARAN, 1997); ▪ Dentre uma carteira de projetos

<p>valor (LAPPONI, 2000);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diferentemente do VPL, o resultado apresentado é uma taxa de juro (medida relativa) e não um valor monetário (medida absoluta) (LAPPONI, 2000) (SAMANEZ, 2007). 	<p>mutuamente excludentes e com o mesmo prazo de análise, o projeto com TIR de maior valor não, necessariamente, representa a melhor escolha. Apenas é possível garantir a eficácia da escolha aplicando a análise incremental ou limitando a carteira de projetos a projetos independentes e com restrições orçamentárias (LAPPONI, 2000) (SAMANEZ, 2007) (REMER <i>et al</i>, 1992);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A técnica TIR simples apresenta, como restrição, a limitação associada a premissa de reinvestimento dos retornos do projeto a uma taxa de desconto igual a TIR do projeto (LAPPONI, 2000) (DAMODARAN, 1997). Esta desvantagem é corrigida no método TIR modificada definido em tópicos anteriores.
---	---

Quadro II.6: Vantagens e desvantagens da TIR. Fonte: o autor

II.4.5 *Payback* simples e descontado

Segundo Matias (2007) a maioria das organizações atua em ambientes turbulentos, onde as mudanças são rápidas e constantes. Diante deste cenário, quanto maior for o tempo necessário para se recuperar um investimento, menor será a liquidez associada a este. Utilizando-se o tempo de retorno como técnica de análise de investimento, quanto menor for o número encontrado, melhor será o investimento.

Um das críticas levantadas por diversos autores em relação à técnica do cálculo do tempo de retorno do investimento, ou *payback* simples, é o fato de esta não considerar o valor do dinheiro no tempo. Sabe-se que um fluxo incremental líquido, decorrente da implementação de um investimento que entrará no caixa após um ano, não terá o mesmo valor que teria na data do início do projeto. Em função disto, alguns autores adotam o cálculo do tempo de retorno descontado, ou seja, utilizam-se da técnica *payback* descontado (MATIAS, 2007) (SAMANEZ, 2007) (GITMAN, 1997).

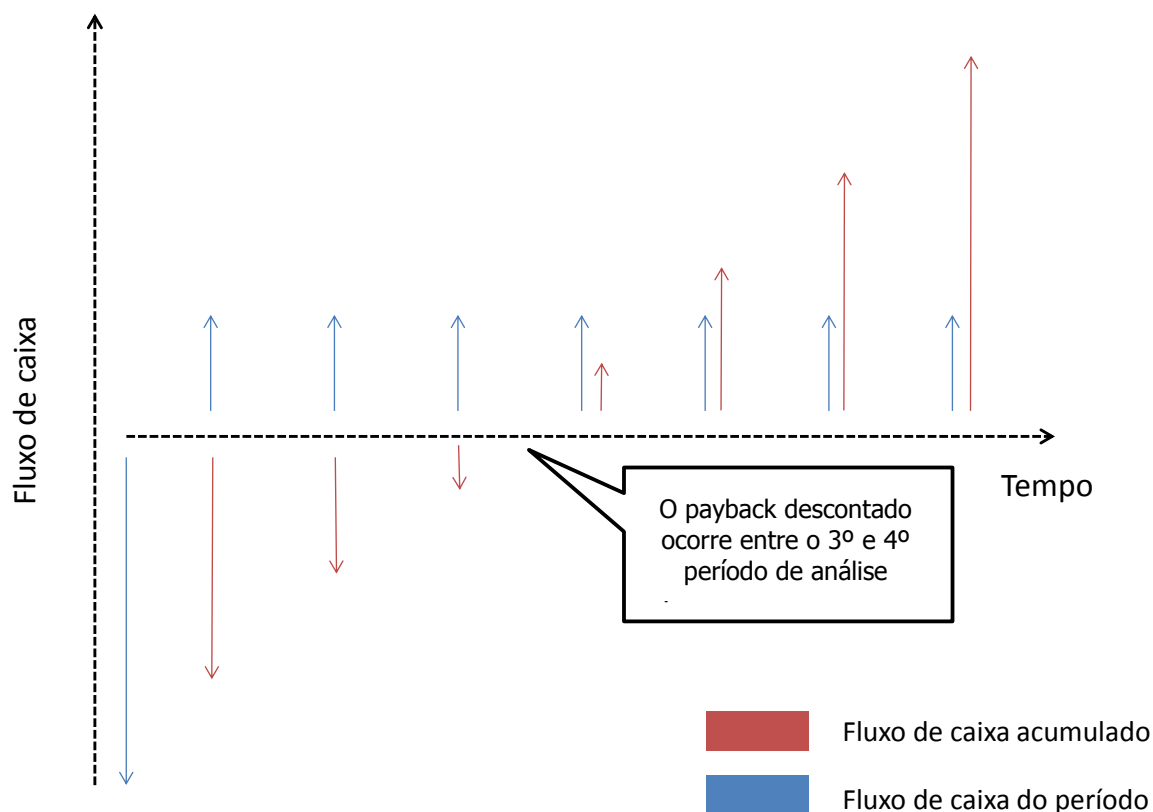


Figura II.5: *Payback* descontado. Fonte: o autor

A partir da Figura II.5, pode-se obter o *payback* analisando o período no qual o fluxo de caixa acumulado cruza o eixo horizontal. Cabe ressaltar que o *payback* descontado é calculado considerando o valor presente dos ganhos ao longo do tempo, para isso os valores devem ser descontados segundo a taxa de desconto determinada.

Segundo Matias (2007) a técnica de *payback* pode ser resumida nas seguintes afirmativas:

- O *payback* simples não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, portanto, esta técnica caracteriza-se pela soma dos fluxos de caixa sem aplicar qualquer taxa de desconto. Esta limitação é corrigida pela técnica de *payback* descontado que considera o valor do dinheiro no tempo;
 - Pelo fato de não levar em consideração o valor do dinheiro no tempo, o *payback* pode induzir ao tomador de decisão a optar por projetos que valem menos que o investimento;
- O *payback*, tanto simples quanto descontado, não leva em consideração as diferenças de risco nos projetos. A forma de cálculo do *payback* de um projeto muito arriscado é idêntica à forma de cálculo de um projeto com baixo risco;

- O *payback* ignora os fluxos de caixa posteriores ao período do limite de recuperação do investimento. Esta limitação é incorrigível;
 - O fato de não levar em consideração os fluxos de caixa após o período limite de recuperação do investimento, o *payback*, tanto simples quanto descontado, pode induzir o tomador de decisão a rejeitar projetos que na verdade aumentam o valor para o acionista a longo prazo;

Apesar das restrições, não se pode negar a importância da técnica de *payback* simples e descontado para avaliação de projetos de investimento. Gitman (1997) por sua vez, afirma que tal técnica é amplamente utilizada por grandes organizações para avaliar pequenos projetos.

Segundo Lapponi (2000) e Matias (2007), a aplicação do método do PB requer a definição do tempo máximo tolerado (TMT) para recuperar o custo inicial remunerado, a verificação de que o primeiro capital do fluxo de caixa seja um desembolso, e que o fluxo de caixa do projeto apresente uma única mudança de sinal. Para decidir se o projeto deve ser aceito, considerando a taxa requerida k , o PB é comparado com o valor de referência TMT de forma que:

- se $PB < TMT$, o projeto deve ser aceito. O PB menor do que prazo de análise n do projeto simples mostra que o VPL desse projeto é positivo e, conseqüentemente, criará valor;
- se $PBD > TMT$, o projeto não deve ser aceito;
- O $PB = TMT$ não precisa ser incluído na condição de aceitação do projeto, pois esse resultado indica que o custo inicial deverá ser recuperado e remunerado na taxa requerida k , porém, o projeto não criará nem destruirá valor da empresa.

O Quadro II.7 apresenta vantagens e desvantagens da aplicação do PB e PBD para suporte a análise de projetos de investimento.

Vantagens	Desvantagens
<p>O <i>payback</i> simples e descontado não é um método bastante recomendado como único na avaliação de um projeto de investimento, entretanto é comumente utilizado na avaliação de projetos simples. Em seguida, estão listadas alguns pontos fortes da utilização da técnica PB na análise financeira de projetos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A aplicabilidade da técnica é bastante fácil, embora o procedimento de cálculo 	<p>A técnica PB apresenta, na medida em que as estimativas dos retornos do projeto se distanciam da data do custo inicial, um aumento da incerteza do projeto, ou seja, quanto maior o PB tanto pior para o projeto. Dessa maneira, o risco do tempo de recuperação do custo inicial pode ser controlado, limitado, definindo o tempo máximo tolerado (TMT) de forma adequada. Uma forma de defesa para lidar com a</p>

<p>seja, por vezes, considerado trabalhoso (LAPPONI, 2000) (SAMANEZ, 2007) (REMER <i>et al</i>, 1992);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O resultado apresentado é de fácil interpretação, ou seja, quanto menor for o valor do PB, tanto melhor para o projeto em questão (BREALEY e MYERS, 1992) (DAMODARAN, 1997); ▪ Apresenta ao tomador de decisão uma noção mais consistente da liquidez e do risco do projeto (LAPPONI, 2000). 	<p>limitação desta técnica e aceitar projetos em cenários futuros instáveis é diminuir o TMT, e frente a cenários futuros estáveis o TMT pode ser aumentado (LAPPONI, 2000) (BREALEY e MYERS, 1992) (SAMANEZ, 2007). Os pontos fracos do método do PBD podem ser resumidos em:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O PB não considera todos os capitais do fluxo de caixa do projeto e a definição de tempo máximo tolerado é arbitrária. Avaliando somente com o método do PB a empresa tenderá a aceitar projetos de curta maturação e menor rentabilidade, e tenderá a rejeitar projetos de maior maturação e maior rentabilidade (SAMANEZ, 2007) (ROSS <i>et al</i>, 2000) (REMER <i>et al</i>, 1992). ▪ Ao contrário do VPL e da TIR, o <i>payback</i> simples não leva em consideração o conceito fundamental da engenharia econômica, o valor do dinheiro no tempo, com a taxa requerida de retorno que inclui o risco do projeto. Em contrapartida, o <i>payback</i> descontado considera este conceito fundamental. (LAPPONI, 2000) (BREALEY e MYERS, 1992) (SAMANEZ, 2007) (MATIAS, 2007).
--	---

Quadro II.7: Vantagens e desvantagens do PB e PBD. Fonte: o autor

II.4.6 Retorno sobre Investimento (ROI)

O retorno sobre o investimento (ROI – do inglês *Return on Investment*) é considerado por muitos analistas como a melhor medida de eficiência operacional (HOJI, 2004). O modelo é calculado pela razão entre o lucro anual obtido e os investimentos efetuados. O ROI permite avaliar o investimento na mesma linha de avaliação que é feita pela análise de balanço, através dos conceitos de rentabilidade do ativo e rentabilidade do patrimônio líquido (PADOVEZE, 1997).

Segundo Gitman (1997), o retorno sobre o investimento é uma relação básica entre os valores obtidos a partir de uma dada iniciativa pontual e o custo para sua implantação. A grande crítica ao método é a inexistência da análise de variação do valor ao longo do tempo, logo essa métrica se mostra mais útil para iniciativas pontuais que apresentem um breve retorno diretamente associado.

$$ROI = \frac{\text{Ganhos obtidos com o investimento}}{\text{Montante investido}}$$

A expressão supracitada apresenta a fórmula matemática de cálculo do ROI. Vale ressaltar que essa métrica é apresentada como porcentagem. Adicionalmente, os motivos para o ROI não ser de inteira eficiência são decorrentes da aplicação de diferentes critérios contábeis, por exemplo a depreciação, que pode ter tratamentos diferentes pela contabilidade, influenciando a avaliação e decisões (GITMAN, 1997).

O Quadro II.8 apresenta as vantagens e desvantagens da aplicação do método do retorno sobre o investimento. Segundo Gitman (1997) e Padoveze (1997), a aplicação da técnica ROI está associada à relação positiva gerada ao comparar o esforço de aplicação (relativamente baixo) e a fundamentação para análises rápidas e de menor complexidade trazida pela mesma.

Vantagens	Desvantagens
Segundo Farris <i>et al</i> (2010), a proposta da medida ROI é mensurar, por período, as taxas de retorno sobre o montante de capital investido em um determinado projeto ou empresa com o objetivo de fundamentar a decisão de optar ou não pelo investimento. Esta medida provê uma visão rápida da lucratividade associada ao investimento, permitindo ao tomador de decisão compará-la com as taxas esperadas ou requeridas para o referido investimento. Em seguida, estão listados algumas das vantagens da utilização do ROI como ferramenta para análise financeira de projetos de investimento:	Farris <i>et al</i> (2010) apresenta uma pesquisa com aproximadamente 200 executivos seniores de diferentes empresas dos diversos setores da economia que aponta o ROI como sendo a métrica considerada bastante útil por 77% dos participantes. Entretanto, é importante apontar algumas das desvantagens e limitações da aplicação desta métrica: <ul style="list-style-type: none"> Assim como o <i>payback</i> simples e ao contrário do VPL e da TIR, o ROI não leva em consideração o conceito fundamental da engenharia econômica, o valor do dinheiro no tempo, com a taxa requerida

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assim como o <i>payback</i>, a aplicabilidade e a simplicidade do método de calculado são algumas das características positivas (GITMAN, 2007) (FARRIS <i>et al</i>, 2010); ▪ Reconhecida como uma boa e eficaz medida de eficiência operacional (HOJI, 2004); ▪ Assim como a TIR e diferentemente do VPL, o resultado apresentado é uma taxa de juro (medida relativa) e não um valor monetário (medida absoluta) (LAPPONI, 2000) (SAMANEZ, 2007). 	<p>de retorno que inclui o risco do projeto. Ou seja, não existe a análise de variação do valor ao longo do tempo (GITMAN, 1997);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Apontado como indicador complementar e que necessita de outras métricas para complementar as suas respectivas limitações (HOJI, 2004); ▪ Pode se apresentar como ineficiente quando aplicado a diferentes critérios contábeis (HOJI, 2004).
---	--

Quadro II.8: Vantagens e desvantagens do ROI. Fonte: o autor

II.4.7 Teoria de Opções Reais

De acordo com Myers & Tumbull *apud* Fan & Zhu (2010), investidores utilizam-se de hipóteses de eficiência de mercado, teoria de portfólio e estratégias de negociação para prever futuros fluxos de caixa, e maximizar o valor do projeto através de informações do mercado. Em função disto, o valor das opções é real, pois quanto maior as incertezas do futuro, maior deve ser o valor do projeto. Myers & Tumbull *apud* Fan & Zhu (2010) ainda apontaram que técnicas como fluxo de caixa descontado têm fraquezas na avaliação de investimentos com significativa flexibilidade gerencial, e, por isso, as empresas tendem a usar precificação de opções para avaliar alguns tipos de investimentos.

Segundo Kogut & Kulatilaka (2001), a teoria de opções reais é definida como uma decisão de investimento caracterizada pela incerteza e irreversibilidade. Então, a oportunidade para investimento é similar ao que é chamado de opção. Samanez (2007) ressalta duas características importantes associadas a uma decisão de investimento: a irreversibilidade, ou seja, o investimento é um valor não recuperável em caso de arrependimento; e a possibilidade existente de adiantamento da decisão de investir. O autor ainda adiciona a incerteza sobre o futuro como sendo a terceira importante característica de uma decisão de investimento. Ainda segundo Samanez (2007) existem várias razões para a utilização da teoria de opções reais na análise de projetos de investimento:

- permite a identificação do melhor momento para investir, ou mesmo, estimar a taxa mínima de retorno caso decida-se investir no momento zero;
- permite que a análise destes projetos considere não apenas a taxa de desconto, mas também o valor do projeto em diferentes cenários;
- viabiliza um tratamento mais completo da incerteza;

- é bastante flexível e aplica-se à análise de qualquer projeto.

Por considerar a flexibilidade gerencial e informações estratégicas, a teoria de opções reais explica algumas decisões de investimento subjetivas e que sob a ótica de outras técnicas parecem inexplicáveis (SAMANEZ, 2007) (FERNANDES *et al*, 2011).

Triantis & Borison (2001) *apud* Dias (2005) sintetizaram as técnicas ou processos de Opções Reais (OR) usadas em empresas pesquisadas como Genentech, Intel e Texaco em três classes:

- Opções reais como uma maneira de pensar: nesse caso OR é usada como linguagem, ajudando de forma qualitativa nas decisões;
- Opções reais como uma ferramenta analítica: modelos matemáticos são usados especialmente para análise de projetos bem definidos para a aplicação de OR;
- Opções reais como um processo organizacional: neste caso OR é parte de um processo mais amplo, sendo usada como ferramenta gerencial para identificar e tirar proveito de opções estratégicas.

Tipicamente a adoção de OR muda o processo organizacional em diferentes maneiras. Primeiro, reforça a visão multidisciplinar das equipes, que trabalham nos estágios de formulação, coleta de informações, análise e apresentação de resultados. Segundo, aumenta a ênfase no valor do acionista, em oposição a métricas “intermediárias” como a produção, receita ou parcela do mercado. Terceiro, dá grande ênfase em dinâmica e aprendizagem (DIAS, 2005).

Segundo Dias (2005), os modelos de opções reais dão duas respostas interconectadas, o valor da oportunidade de investimento (valor da opção real) e a regra ótima de decisão. A Teoria de Opções Reais pode ser vista como a solução de um problema de otimização sob incerteza. Na maioria dos casos práticos tem-se que maximizar o VPL (função objetivo típica) através do gerenciamento ótimo das opções (flexibilidades gerenciais) relevantes, sujeito a incertezas de mercado (preço do óleo, taxa de sondas, etc.) e incertezas técnicas (existência, volume e qualidade do petróleo).

Dentre as opções relevantes, podem ser citadas a opção de postergar o investimento, a opção de expandir a produção e a opção de abandonar a concessão. Do ponto de vista da atividade de exploração de petróleo, a técnica de Opções Reais é bastante aplicável devido a algumas características peculiares destes projetos de investimento (DIAS, 2005). São estas:

- Não geram receitas imediatas, mas são opções de aprendizagem que revelam informações e novas opções de investimento no desenvolvimento de produtos (opções compostas). Ou seja, em caso de sucesso, geram opções de desenvolver produtos que, se exercidas, irão gerar receitas;
- Além disso, projetos exploratórios têm valiosas opções de abandono que pode recomendar iniciar o projeto;

- O gerente de um projeto de exploração de petróleo tem a opção, mas não a obrigação, de continuar o projeto. A decisão de continuar está associada análise da situação, ou seja, se estiver em casos desfavoráveis, o gestor tem a opção de limitar as perdas ao investimento inicial. Esta situação é bastante comum em empresas farmacêuticas que investem pesado em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e que estão dentre as que mais usam opções reais e com isso, exercem com frequência a opção de abandonar projetos de P&D que se revelam não atrativos (DIAS, 2005).

O Quadro II.9 apresenta uma síntese com vantagens e desvantagens da aplicação da técnica de opções reais em projetos de investimento.

Vantagens	Desvantagens
<p>A incerteza associada a determinados projetos de investimento possui lados que podem ser vistos como ameaças e oportunidades (DIAS, 2005). Por exemplo, a ameaça relacionada ao exercício subótimo de desenvolver um projeto e a oportunidade de investir em informações. Diante disto, a técnica de opções reais possui uma série de vantagens frente as demais técnicas que tratam de maneira mais robusta estas incertezas e estão listadas a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera a irreversibilidade de uma decisão e a possibilidade de adiamento da decisão de investir (SAMANEZ, 2007); (KOGUT & KULATILAKA; 2001) (DIAS, 2005); ▪ Caracteriza-se pela melhor aderência ao mundo real, ou seja, trata melhor as incertezas existentes e intrínsecas aos investimentos (FAN & ZHU, 2010) (DIAS, 2005); ▪ Considera a flexibilidade gerencial e considerações estratégicas como variáveis de apoio a tomada de decisão de investimento (SAMANEZ, 2007); ▪ Conforme supracitado, esta técnica 	<p>Ao contrário de outras técnicas como o VPL e TIR que apresentam como característica a facilidade de aplicação para análise de diferentes projetos de investimento, a teoria de opções reais descreve como principal desvantagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A complexidade da aplicação da técnica. Em alguns casos pode exigir que técnicas de programação dinâmica ou simulações numéricas sejam utilizadas (SAMANEZ, 2007) (DIAS, 2005).

<p>permite a identificação do melhor momento para investir; a análise destes projetos considere não apenas a taxa de desconto, mas também o valor do projeto em diferentes cenários; e viabiliza um tratamento mais completo da incerteza que, se tratado incorretamente, quase certamente levará ao exercício da opção errada de projeto de desenvolvimento (escala do investimento, tecnologia a ser usada e até padrões de segurança inadequados).</p>	
---	--

Quadro II.9: Vantagens e desvantagens da OR. Fonte: o autor

II.5 Análise da incerteza em projetos de investimento

No processo de análise de projetos de investimento a etapa mais complexa é a projeção dos fluxos incrementais líquidos que serão gerados por eles. As organizações, por sua vez, devem estar conscientes de que a incerteza está associada à implementação de projetos de investimento, e deve ser considerada no processo de análise (MATIAS, 2007). De acordo com Weston e Brigham (2000) pode-se identificar três tipos de riscos em projetos de investimentos: o risco do próprio projeto, o risco da empresa e o risco de mercado (este último sendo o risco beta). Assaf Neto (2003) por sua vez, comenta que o risco pode ser considerado de forma explícita ou implícita nas decisões de investimento. Na forma explícita por exemplo, há variações nos fluxos incrementais líquidos e a taxa de desconto utilizada é considerada como sem risco. Em contrapartida, na forma implícita, o risco pode ser inserido na taxa de desconto selecionada para a análise dos fluxos incrementais líquidos, adicionando-se uma taxa de juros como prêmio pelo risco assumido (BLANK e TARQUIN, 2008). As técnicas que serão apresentadas em seguida adotam o risco de forma explícita.

II.5.1 Análise de sensibilidade

Segundo Matias (2007) para obtenção do fluxo de caixa incremental líquido de um investimento é necessário projetar várias variáveis, como receitas e despesas operacionais e custo do produto vendido. O objetivo da análise de sensibilidade é verificar qual será o impacto no valor presente líquido caso uma das variáveis seja alterada. Souza e Clemente (2003) *apud* Matias (2007) afirmam que a técnica de análise de sensibilidade deve ser utilizada em casos

em que há poucos componentes do fluxo incremental sujeitos a aleatoriedade, e o grau dessa aleatoriedade seja baixo.

Brealey e Myers (1992) afirmam que a incerteza significa que o número possível de eventos é superior ao que efetivamente ocorre. Para elaboração da análise de sensibilidade deve-se escolher uma variável e projetar incrementos negativos e positivos para a mesma, mantendo as demais constantes.

Brealey e Myers (1992) citam como limitação da análise de sensibilidade o fato das variáveis relevantes poderem ser interdependentes. Ou seja, qual seria o sentido de considerar isoladamente o efeito do aumento do preço, se, por sua vez, a inflação empurra os preços para um nível superior e consequentemente, os custos. É possível corrigir este problema definindo variáveis relevantes que sejam independentes.

Tabela II.5: Exemplo de mudança de variável para cálculo do VPL. Fonte: o autor

Taxa de desconto no período	10%
(-) Investimento Inicial	-R\$ 500.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 1	R\$ 50.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 2	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 3	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 4	R\$ 100.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 5	R\$ 50.000,00
(=) VPL	-R\$ 118.533,88



Taxa de desconto no período	10%
(-) Investimento Inicial	-R\$ 500.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 1	R\$ 50.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 2	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 3	R\$ 150.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 4	R\$ 100.000,00
(+) Fluxo Caixa Período 5	R\$ 250.000,00
(=) VPL	R\$ 5.650,38

Samanez (2007) afirma que a análise de sensibilidade pode ser unidimensional ou multidimensional. Será unidimensional se os efeitos de cada variável forem medidos separadamente, e multidimensional, se os efeitos de diversas variáveis forem avaliados ao mesmo tempo. A Tabela II.5 apresenta um exemplo de mudança de variável, neste caso específico do fluxo de caixa do período 5, e o seu respectivo impacto no cálculo do VPL do

referido projeto. É válido afirmar que os parâmetros que representam grande impacto no projeto devem receber atenção especial por parte do gestor. Estes, por sua vez, merecem um estudo mais aprofundado ou investimentos preliminares em informação, com o intuito de reduzir o grau de incerteza antes da aprovação do projeto e aporte final do investimento. Por exemplo, na estimativa de fluxos de caixa para análise de sensibilidade é necessário lembrar a distinção entre o valor esperado (média), valor mais provável (moda) e valor médio entre máximo e mínimo (mediana), para a distribuição de probabilidades de determinado parâmetro.

II.5.2 Análise de cenários

Samanez (2007) afirma que um problema comum na análise de sensibilidade é a correlação entre as variáveis. Portanto, para minimizar esse problema, surgiu uma variante da análise de sensibilidade, chamada análise de cenários, na qual, em vez de se variar apenas um parâmetro de cada vez, tem-se um conjunto de parâmetros que formam cada cenário.

A análise de cenários é uma técnica muito similar à análise de sensibilidade, pois ela também usa o cálculo do valor presente líquido como parâmetro principal. A principal diferença é que, na análise de cenários, são atribuídas probabilidades aos diversos valores presentes líquidos calculados (MATIAS, 2007).

A Tabela II.6 apresenta os valores presentes líquidos de um projeto de investimento, calculados de acordo com cenários mais favoráveis ou menos favoráveis, que podem ocorrer durante a sua implementação. A análise do ambiente de maneira consistente permitiu que fossem atribuídas probabilidades de ocorrência para cada um dos três cenários.

Tabela II.6: Análise de cenários. Fonte: o autor

Cenários	Valores Presentes Líquidos	Probabilidade de Ocorrência
Pessimista	\$ 1.310,00	35%
Realista	\$ 15.840,00	40%
Otimista	\$ 23.560,00	25%

Com estas informações, pode-se calcular três medidas estatísticas: média ponderada, desvio-padrão e coeficiente de variação, que podem ser utilizadas para medir o risco e o retorno do projeto em questão.

a) VPL esperado (média ponderada)

Definido como a média dos vários valores presentes líquidos estimados, ponderada pela probabilidade de ocorrência de cada. É calculado através da fórmula:

$$\text{VPL E} = \sum P \times \text{VPL}$$

O VPL esperado é considerado o VPL mais provável para o referido projeto de investimento.

b) Risco do VPL (desvio-padrão)

Definido como uma medida estatística que, neste caso, tem por objetivo medir a variabilidade dos outros possíveis valores presentes líquidos em relação ao VPL esperado. É calculado através da fórmula:

$$\text{Risco do VPL} = \sqrt{\sum P(\text{VPL} - \text{VPLE})^2}$$

Através desta fórmula é possível calcular qual é a dispersão dos VPLs em relação ao VPL esperado. Quanto maior o valor encontrado para o risco do VPL, maior será o risco do projeto de investimento em questão.

c) Coeficiente de variação

Indica a dispersão relativa das variáveis, ou seja, o risco por unidade de retorno esperado. Chamado de coeficiente de compensação entre o risco e retorno (CCRR) e pode ser obtido através da fórmula:

$$\text{CCRR} = \text{Risco do VPL} / \text{VPL E}$$

Quanto menor for o CCRR encontrado, melhor será o projeto de investimento sob a perspectiva da compensação entre o risco e o retorno que ele oferece.

III. A aplicação da mineração de dados como apoio a escolha de técnicas de análise de projetos de investimentos do setor de petróleo e gás

Neste capítulo são apresentados os fundamentos básicos da mineração de dados e uma definição conceitual da técnica de mineração de dados utilizada como base do estudo. Em seguida estão descritos os resultados obtidos através da análise estruturada referente à aplicação das técnicas de análise financeira de projetos de investimento em iniciativas específicas do setor de petróleo e gás.

III.1 Alinhamento conceitual: mineração de dados e técnica de árvore de decisão

A mineração de dados visa a extração de conhecimento interessante como regras, padrões e restrições a partir de grandes bases ou volumes de dados. Para isso, a partir do domínio das técnicas disponíveis associadas à mineração de dados, o processo a ser seguido envolve as seguintes etapas (HAN *et al*, 2012):

- Definir objetivos da análise do referido volume de dados;
- Selecionar os dados e criar uma base de dados robusta;
- Limpar e pré-processar os dados, de forma a garantir a coerência e completude das informações. Este esforço pode chegar a 60% do esforço total;
- Na sequência, transformar os dados de forma a permitir que sejam identificadas características úteis;
- Escolher as técnicas de mineração de dados como sumarização, classificação, regressão, associação e agrupamento, bem como escolher os algoritmos associados às diferentes técnicas;
- Aplicar, propriamente dita, a mineração de dados na busca por padrões de interesse. Estes interesses deverão estar associados aos objetivos determinados previamente;
- Avaliar os padrões identificados e explicitar o conhecimento desenvolvido através de modelos visuais, remoção de padrões redundantes, dentre outros;
- Por fim, o processo de mineração de dados prevê como resultado a aplicabilidade e uso do conhecimento descoberto em outras situações.

Segundo Han *et al* (2012), a classificação é uma forma de análise de dados que extrai modelos que descrevem classes importantes de dados. Por exemplo, é possível construir um modelo de classificação para categorizar operações de empréstimo bancário como seguras ou arriscadas. A classificação possui várias aplicações, incluindo detecção de fraude, previsão de performance e diagnósticos médicos. Diante disto, uma das possíveis técnicas de classificação é a árvore de decisão. Esta última é uma estrutura similar a de um fluxograma em formato de árvore, onde cada nó indica um teste em um atributo, cada ramo representa um resultado do

teste e cada nó folha carrega uma classificação (HAN *et al*, 2012). As regras de classificação em árvore de decisão são as seguintes:

- 1) Representa a forma conhecida da regra SE – ENTÃO;
- 2) Uma regra é criada para cada caminho da raiz até a folha;
- 3) Cada par atributo-valor ao longo de um caminho forma um conjunto;
- 4) O nó folha carrega a classe de predição.

Por fim, muitos ramos podem refletir em anomalias devido a ruídos ou *outliers*, resultando em baixa acuracidade da árvore resultante.

A construção de uma árvore de decisão consiste de duas fases - construção da árvore e poda da árvore. No início todos os exemplos do treinamento estão na raiz e em seguida, são recursivamente selecionados com base nos atributos. Por fim, são identificados e removidos os ramos que causam ruído ou são *outliers*.

O Quadro III.1 ilustra possíveis atributos de categorização para elaboração de uma árvore de decisão cujo objetivo é decidir sobre a compra de um computador.

ATRIBUTOS DE CATEGORIZAÇÃO	VALORES
Idade	<30
	30...40
	>40
Estudante	Sim
	Não
Avaliação de Crédito	Excelente
	Razoável

Quadro III.1: Exemplo de atributos de categorização. Fonte: o autor

O Quadro III.III.2 ilustra possível atributo classificador para o exemplo supracitado de decisão de compra de um computador.

ATRIBUTO CLASSIFICADOR	VALORES
Compra de computador	Sim
	Não

Quadro III.III.2: Exemplo de atributo classificador. Fonte: o autor

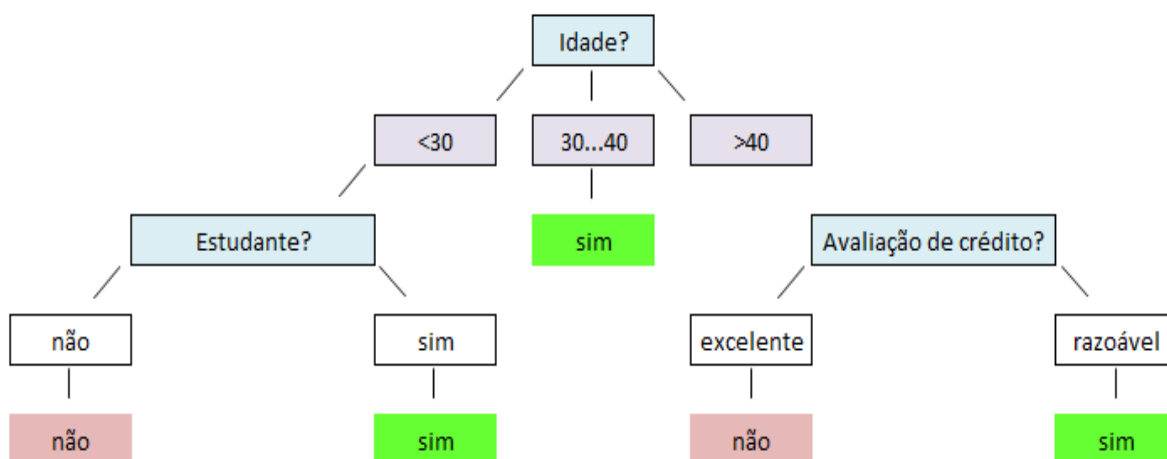


Figura III.1: Exemplo de árvore de decisão. Fonte: Adaptado de Han *et al*, 2012

A Figura III.1 ilustra uma árvore cujo objetivo é apontar a decisão para compra de computador. Percebe-se que os atributos de categorização são idade, estudante e avaliação de crédito. Para cada um destes, há resultados possíveis para os testes que são feitos, por exemplo, a idade pode resultar em menor que 30 anos, entre 30 e 40 anos, e maior que 40 anos. O atributo classificador que é o resultado da decisão de compra do computador apresenta sim e não como possíveis resultados (HAN *et al*, 2012).

III.2 Proposta de trabalho e resultados obtidos

Com o intuito de alcançar os objetivos descritos anteriormente, o presente estudo é norteado pela sequência de passos descritas na Figura III.2. Estas etapas são típicas de um processo de mineração de dados e estão adaptadas para a realidade desta pesquisa.

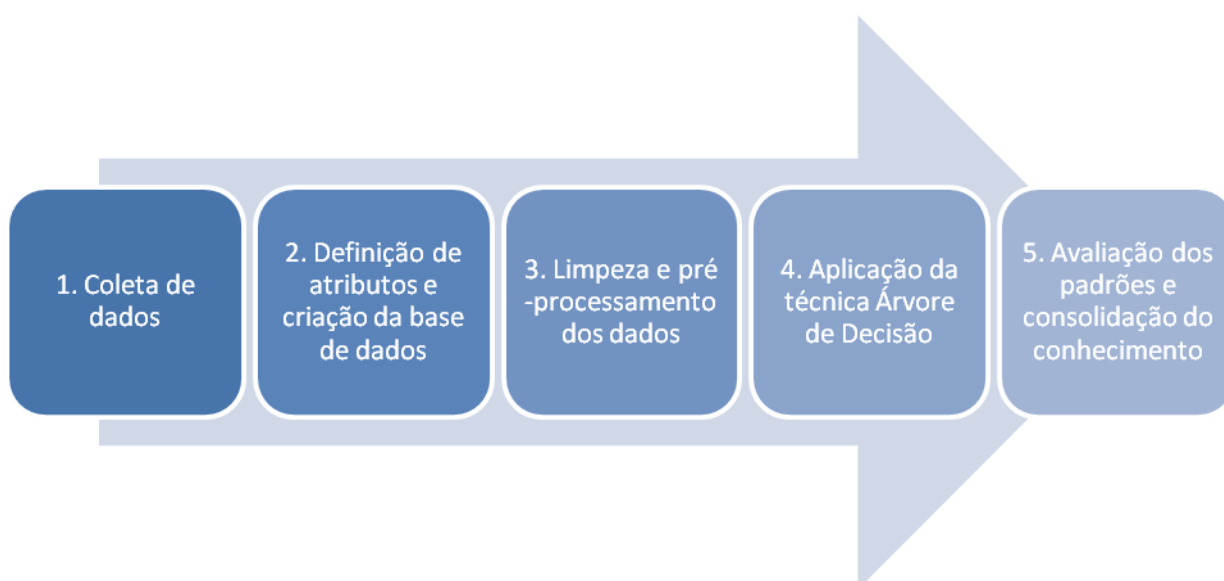


Figura III.2: Sequência de passos. Fonte: o autor

III.2.1 Coleta de dados

Os dados utilizados nesta pesquisa foram extraídos a partir da busca de publicações nacionais e internacionais em periódicos e congressos como *European Journal of Operational Research*, *International Journal of Production Economics* e Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Esta busca foi orientada pela combinação de palavras-chaves que estão aderentes ao tema, por exemplo, análise de investimentos combinada com setor de petróleo e gás e valor presente líquido. No total, foram analisadas mais de 100 publicações resultantes da pesquisa realizada e partir destas a base de dados começou a ser configurada.

III.2.2 Definição de atributos e criação da base de dados

Com o objetivo de criar uma base de dados onde pudessem ser aplicáveis técnicas de mineração de dados, atributos para categorização e classificações foram criados (Quadro III.3 e Quadro III.4). Estes atributos buscam a uniformização dos dados, de forma a possibilitar que as publicações encontradas possam ser analisadas sob uma mesma ótica. Os atributos criados, de fato, contribuem para que o pré-processamento dos dados seja mais efetivo, bem como o atributo classificador que permite a predição de resultados de uma análise de dados. Em função da ausência de definições disseminadas na academia, a propostas de atributos surgiu após interações com profissionais com mais de 5 anos de experiência e que ocupam cargos de média e alta gestão de empresas de grande porte do segmento de petróleo e gás, residentes ou que possuem filiais no Rio de Janeiro.

ATRIBUTOS	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS VALORES	VALOR
Posição na Cadeia de Fornecimento	Este atributo determina a posição da cadeia de fornecimento na qual o projeto está inserido. Por exemplo, um projeto de construção de uma refinaria está inserido no elo <i>Refino e Distribuição de Derivados de Petróleo e/ou Gás</i> .	Exploração e Produção de Petróleo e/ou Gás	EP
		Refino e Distribuição de Derivados de Petróleo e/ou Gás	RD
Investimento	Este atributo determina o montante de capital investido no projeto em questão. Estas faixas de investimentos foram definidas pelo próprio autor em função de análise de histórico de projetos.	Até 100Mi US\$	100
		Maior que 100Mi US\$ e Menor que 500Mi US\$	500
		Maior que 500Mi US\$	1000

Risco Financeiro	Este atributo determina o grau de risco da viabilidade econômico-financeiro do projeto em questão. Por exemplo, um projeto de perfuração de um novo poço de Petróleo é de alto risco financeiro, pois há alta possibilidade de não existir retorno devido a ausência de petróleo na região (efeito exógeno). Em contrapartida, o risco financeiro de um projeto de construção de uma sonda é moderado-baixo, pois a probabilidade de retorno está associada, em grande parte, a eficiente gestão do projeto em questão.	Alto	21
		Médio e Baixo	22
Ciclo de Vida do Projeto	Este atributo determina o ciclo de vida do projeto (tempo de duração do projeto). Por exemplo, em um projeto de construção de equipamentos de apoio a exploração e produção de petróleo, no caso específico de uma árvore de natal molhada, o tempo de duração do projeto varia entre 2 e 5 anos (dependendo da complexidade e da quantidade de equipamentos demandados).	Até 3 anos	31
		Maior que 3 e Menor que 5 anos (inclusive)	32
		Maior que 5 anos	33

Quadro III.3: Atributos para categorização dos dados. Fonte: o autor

TÉCNICAS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	VALOR
Valor Presente Líquido	VPL
Taxa Interna de Retorno (padrão ou modificada)	TIR
<i>Payback</i> (padrão ou descontado)	PB
Retorno sobre o Investimento	ROI
Opções Reais	OR
Outra(s) Técnica(s)	OT

Quadro III.4: Atributos classificadores. Fonte: o autor

Após a definição destes atributos foi possível a categorização das publicações encontradas em base de dados e aplicação de técnicas de mineração de dados como agrupamento, classificação e associação.

O Quadro III.5 apresenta uma parte da lista de projetos de investimento selecionados para a elaboração da base de dados utilizada como referência, para a análise da aplicação das específicas técnicas de avaliação financeira de projetos de investimento. Cabe ressaltar que, para a construção da base de dados desta pesquisa, um projeto com diferentes técnicas de análise financeira de investimentos representa mais de uma entrada na referida base de dados. Alguns dos projetos contemplados na base de dados, no total de 5 (cinco), não estão descritos abaixo em função da confidencialidade de algumas informações.

	Resumo	Título	Autor(es)	Ano
Projeto 1	Este projeto trata da utilização de teoria de análise de investimentos em projetos de investimento de E&P. Foram analisados projetos de investimento na área de produção e exploração de petróleo que possuíam retorno econômico positivo segundo os estudos de viabilidade realizados por uma empresa do setor de energia que atua no Brasil.	Teoria de seleção de projetos de investimento em Petróleo	Simplicio, J. C. Lemme, R. Leal, R.	2010
Projeto 2	Este projeto trata de um software que integra vários métodos de avaliação e otimização para projetos de exploração de petróleo. Ao final, determinar o cronograma de projetos comparando os resultados de dois métodos que possam aumentar a confiança do ranqueamento dos projetos de exploração analisados.	Oil & Gas Exploration Project Evaluation and Ranking Methods and Software Development	LUO Dong-kun XIA Liang-yu YU Xin	2008
Projeto 3	Este projeto trata da aplicação das técnicas de opções reais e simulação de Monte Carlo, ao lado das técnicas tradicionais como VPL, para análise da viabilidade da implantação de uma planta de transformação de gás natural em derivados.	Análise de projetos usando a teoria de opções reais, simulação de Monte Carlo e processos estocásticos de reversão à média: uma aplicação em projetos do setor petroquímico	Samanez, C. Costa, L.	2008

Projeto 4	Este projeto trata da avaliação e seleção de projetos de investimento sob a ótica técnica e financeira. São apresentadas, então, as técnicas de análise de investimento utilizadas para avaliação financeira de um projeto de construção de um oleoduto de petróleo interligando diferentes países.	Integrated project evaluation and selection using multiple-attribute decision-making technique	DEY Prasanta	2005
Projeto 5	Este projeto trata da aplicação da análise de sensibilidade na avaliação de projetos de investimentos do setor de energia - em especial em plantas de produção de energia a partir de derivados de petróleo. O VPL e TIR são as principais técnicas utilizadas e suas variáveis fundamentam a análise de sensibilidade.	Sensitivity analysis in investment project evaluation	Borgonovo, E. Peccati, L.	2003
Projeto 6	Este projeto apresenta uma modelagem computacional para análise de um projeto de desenvolvimento de um novo reservatório de petróleo. Além da modelagem computacional, o <i>payback</i> é uma das técnicas para complementar a avaliação deste tipo de investimento.	Development techniques for deep complex fault block reservoirs with low permeability in Zhongyuan Oilfield	DAI Sheng-qun ZHANG Chang-min YIN Tai-ju GONG Fu-hua ZOU Shi-lei	2008
Projeto 7	Neste projeto foram comparadas seis tecnologias de transporte de gás natural em relação à sua viabilidade econômica, usando a metodologia de <i>payback</i> empregada por CHANG (2001). O método de <i>payback</i> , de fácil compreensão por pessoal técnico e executivo e amplamente usado, identifica aquela tecnologia de menor tempo de recuperação do investimento inicial. Concluiu-se, para o contexto brasileiro, que a tecnologia de gás natural comprimido apresentou menor período de <i>payback</i> , não confirmando o resultado de CHANG para o Mediterrâneo, Caribe, Sacalinas e Ásia.	Custos e Benefícios Econômicos de Tecnologias de Transporte de Gás Natural no Brasil	Juliana Souza Baioco Clarissa Andrade Santarem Rosemarie Bröker Bone Virgilio José Martins Ferreira Filho	2007
Projeto 8	Este projeto apresenta como objetivo exemplificar através de um caso concreto, o desenvolvimento e implementação de uma sistemática que permita uma avaliação econômica mais real de projetos de pesquisa e inovação tecnológica na área de produção de petróleo.	Avaliação de opções de expansão de projetos de petróleo através da teoria de opções reais	José Paulo Teixeira Kátia Maria Carlos Rocha Fabio Rodrigo Siqueira Batista Simão Massud Ruffeil Neto	N/A

Projeto 9	Este projeto apresenta a utilização de técnicas de simulação na análise econômica do processo de transformação gás natural em derivados (<i>gas to liquid</i>), identificando oportunidades para redução de custo e energia.	Simulation, integration, and economic analysis of gas-to-liquid processes	Buping Bao Mahmoud M. El-Halwagi Nimir O. Elbashir	2010
Projeto 10	Este projeto apresenta um estudo para avaliar a instalação de uma planta de <i>gas-to-liquid offshore</i> no Brasil, com o intuito de reduzir emissões de CO ₂ e produzir diesel <i>premium</i> . A análise econômica é feita basicamente utilizando-se taxas de desconto e análises de sensibilidade (tendo o custo como principal variável de decisão).	Co ₂ emissions abatement costs of reducing natural gas flaring in Brazil by investing in offshore GTL plants producing premium diesel	David A. Castelo Branco Alexandre S. Szklo Roberto Schaeffer	2009
Projeto 11	Neste projeto é apresentada uma análise técnica e econômica da construção de uma planta de <i>gas-to-liquid</i> no Brasil, tendo o gás natural como matéria-prima e o diesel como principal produto. A técnica de retorno sobre o investimento é utilizada como referência sob a ótica econômica.	Production of liquid hydrocarbons employing Natural Gas: a study of the technical and economical feasibility of a GTL plant in Brazil	Roberto Callaria Tatiana Magalhães Gerosa Patrícia dos Santos Matai	2007
Projeto 12	Este projeto apresenta uma análise econômica da produção de uma planta de <i>gas-to-liquid</i> , utilizando técnicas como taxa interna de retorno e valor presente líquido a partir de premissas financeiras adotadas e explicitadas em fluxos de caixa projetados.	Economics of Gas to Liquids Manufacture	Michael J. Gradassi	1998
Projeto 13	Este projeto apresenta a técnica de <i>breakeven point</i> para uma análise de viabilidade de biorefinarias integradas com grande valor agregado de produção.	Value analysis tool for feasibility studies of biorefineries integrated with value added production	J. Sadhukhana M.A. Mustafaa N. Misailidis F. Mateos-Salvadora C. Dub G.M. Campbell	2007
Projeto 14	Este projeto apresenta uma análise econômica da utilização de biomassa na produção de energia. A técnica de VPL é a principal técnica aplicada na análise realizada.	Economics of biomass energy utilization in combustion and gasification plants: effects of logistic variables	Antonio C. Caputo Mario Palumbo Pacifico M. Pelagagge Federica Scacchia	2004

Projeto 15	O projeto analisa um projeto na área de exploração e produção de petróleo no Brasil. O indicador econômico utilizado para avaliar o projeto foi o VPL o qual maximiza a riqueza dos acionistas da firma.	Análise de projeto na indústria de petróleo sob condições de incerteza	Rafael Baptista Ferraz Tara Keshar Nanda Baidya Fernando Lucena Aiube	2007
Projeto 16	Este trabalho tem como principal objetivo apresentar uma metodologia para realizar uma análise de risco para melhor quantificar o risco embutido, bem como uma análise econômica dos projetos de desenvolvimento da produção em campos de petróleo marítimos e dar apoio à tomada de decisão.	Análise de risco em projetos de produção marítima de petróleo	Bruno Nogueira Silva Gesiane Silveira Pereira Leonardo Lima Gomes	2007
Projeto 17	O projeto apresenta uma estimativa da avaliação e volatilidade do projeto de E&P de petróleo será através de uma sistemática numérica, com base em simulações, da evolução de preços de petróleo pelo método de Monte Carlos, considerando que ela seja uma variável incerta. Como os preços são aleatórios, o VPL será uma variável incerta, então seu desvio padrão pode ser utilizado como uma estimativa da volatilidade de projeto.	Avaliação econômica de empreendimentos em cenário de alta incerteza: uma avaliação de projeto de e&p de petróleo	Eduardo Koiti Yoshimura	N/A
Projeto 18	Este projeto descreve um sistema teórico e prático de suporte à tomada de decisão baseada na teoria da utilidade e da análise da decisão, com o objetivo de estimar a melhor alocação de capital em projetos de investimentos em uma bacia sedimentar. Além disso, esse sistema possibilita estimar o melhor nível de participação financeira de uma firma em um projeto de exploração de petróleo realizado em parceria.	Alocação de recursos financeiros em projetos de risco na exploração de petróleo	Francisco Nepomuceno Filho	2000
Projeto 19	A maioria dos reservatórios na China são reservatórios extremamente heterogêneos com um petróleo relativamente viscoso. Este projeto apresenta três medidas integradas para aumentar o fator de recuperação de óleo destes reservatórios.	On concepts, strategies and techniques to the secondary development of China's high water-cut oilfields	Han Dakuang	2010

Quadro III.5: Lista de projetos selecionados após categorização determinada pelos atributos. Fonte: o autor

III.2.3 Limpeza e pré-processamento dos dados

O pré-processamento dos dados é importante para que sejam removidos dados discrepantes, erros e inconsistências que estejam poluindo a base dados, e que possam direcionar para um resultado equivocado. Esta etapa é importante também, para o preenchimento de dados de atributos incompletos, de forma a manter a completude e consistência dos dados apresentados.

Logo, após a categorização das publicações encontradas de acordo com os atributos definidos, as inconsistências foram retiradas e os valores de atributos faltantes foram completamente preenchidos (vide Quadro III.6:). Este último ocorreu utilizando-se como base, os dados já existentes na base de dados.

#	Posição Cadeia	Investimento	Risco Financeiro	Ciclo de Vida	Técnica
1	EP	500	21	33	VPL
2	EP	500	21	33	OT
3	EP	100	21	32	VPL
4	RD	1000	22	33	VPL
5	RD	1000	22	33	OR
6	RD	1000	22	33	OT
7	EP	1000	21	32	VPL
8	EP	1000	21	32	TIR
9	EP	1000	21	32	PB
10	RD	500	21	33	VPL
11	RD	500	21	33	PB
12	RD	500	21	33	OT
13	EP	500	21	33	PB
14	EP	500	21	33	OT
15	RD	1000	21	31	PB
16	EP	500	21	33	VPL
17	EP	500	21	33	OR
18	RD	1000	22	32	OT

Quadro III.6: Exemplo de parte da base de dados com os atributos de categoria e o atributo classificador. Fonte: o autor

Ao final desta etapa, foi construída uma base de dados com 50 registros e que será utilizada como base para a aplicação da técnica de mineração de dados escolhida. Este número reduzido de entrada da base de dados está associado ao número restrito de projetos de investimento do setor de petróleo e gás que, após a busca realizada, se enquadraram nos critérios de análise da presente pesquisa.

III.2.4 Árvore de decisão

A árvore de decisão, escolhida nesta pesquisa, é uma técnica de classificação de dados com uma estrutura similar a de um fluxograma em formato de árvore, onde cada nó indica um teste em um atributo, cada ramo representa um resultado do teste e cada nó folha carrega uma classificação (HAN *et al*, 2012). Esta é aplicada com o intuito de identificar, a partir das características descritas pelos atributos de cada projeto de investimentos, quais são as técnicas de avaliação financeira de investimentos que podem ser utilizadas.

Como uma etapa intermediária, a base de dados foi dividida em treinamento e teste, logo a primeira contempla 80% do total de dados (40 registros), enquanto que a segunda, base de teste, apresenta 20% do total (10 registros). Neste contexto, o software de mineração de dados WEKA (Figura III.3) foi escolhido para a elaboração da árvore de decisão, com 6 possíveis classes, em ambas as etapas e verificar o grau de assertividade em relação a classificação dos registros.

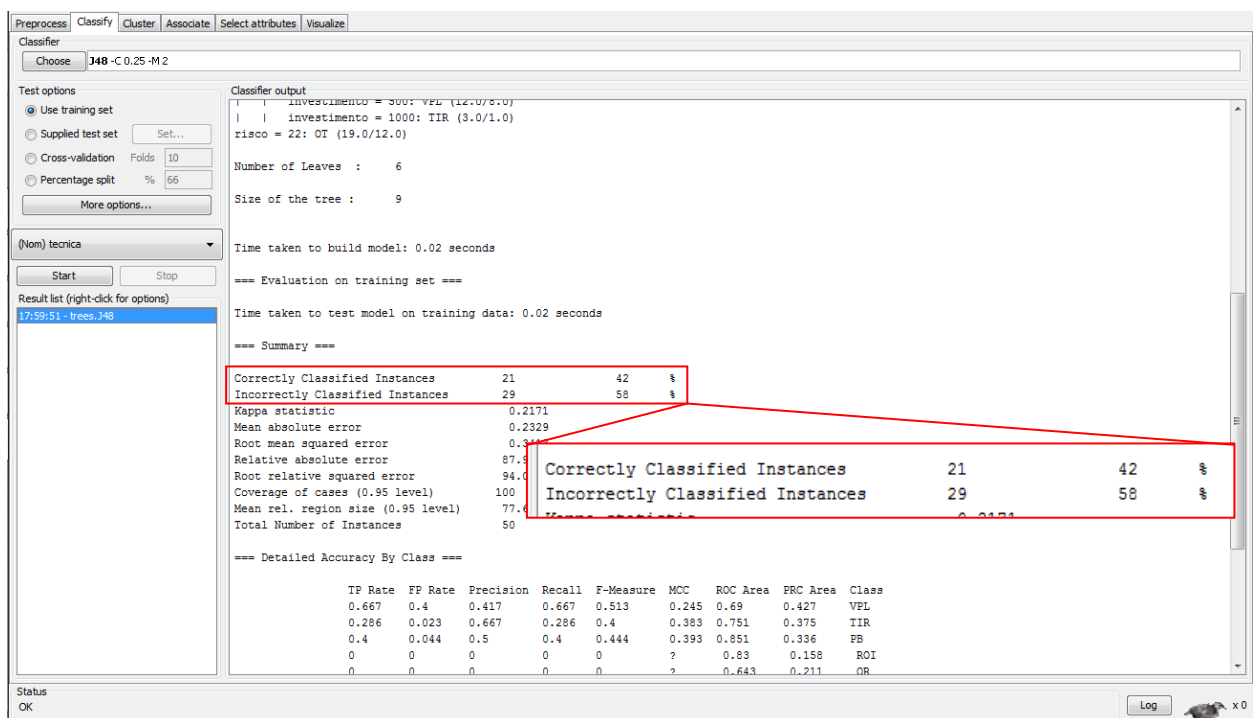


Figura III.3: Resultado da aplicação da árvore de decisão de acordo com o software WEKA. Fonte: o autor

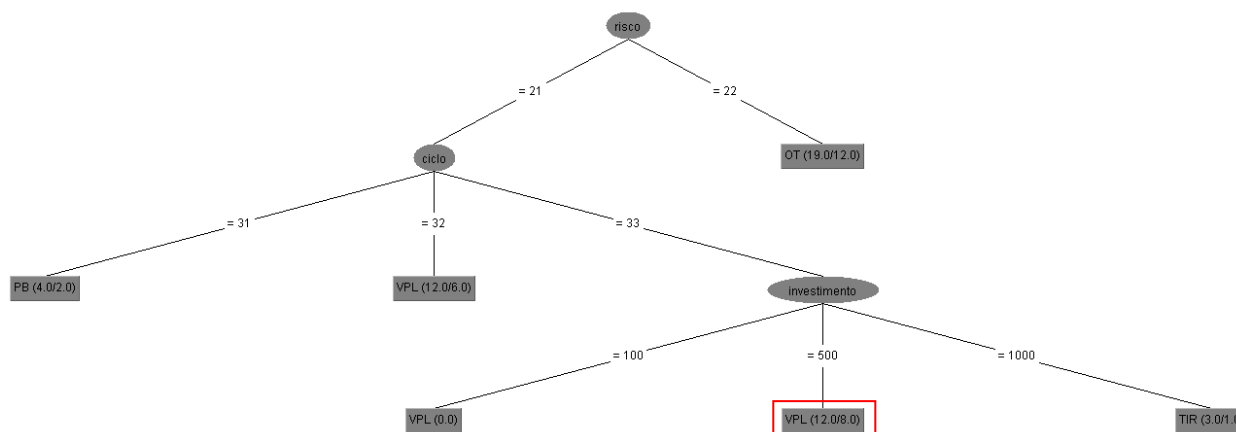


Figura III.4: Árvore de decisão a partir do software WEKA. Fonte: o autor

A árvore de decisão resultante (Figura III.4) da análise possui uma qualidade questionável sob a ótica da aderência à realidade. Esta afirmativa fundamenta-se pelo fato dos resultados das etapas realizadas de treinamento e teste, onde são apresentados 42% e 30%, respectivamente, de acertos em relação à classificação dos registros. Além disto, percebe-se que os atributos para categorização dos projetos de investimento não foram completamente utilizados para a elaboração da árvore de decisão, por exemplo, o atributo de posição na cadeia. Diante disto, uma das razões responsáveis pela baixa assertividade da árvore gerada e a não utilização de todos os atributos propostos podem estar associados à pequena quantidade de registros da base de dados em questão.

Adicionalmente, algumas outras análises, de caráter mais subjetivo, podem ser extraídas de maneira a inferir algumas conclusões, como da utilização predominante da técnica VPL para análise de projetos de investimentos do setor de petróleo e gás. Estas análises são apresentadas em seguida.

III.2.5 Avaliação dos padrões e consolidação do conhecimento

Uma das últimas etapas de um processo de mineração é a avaliação dos padrões gerados e a consolidação do conhecimento. Diante disto, análises de caráter mais subjetivo são apresentadas com o intuito de apresentar a aderência dos dados gerados à realidade, bem como auxiliar o tomador de decisão na escolha de possíveis técnicas de avaliação financeira para projetos de investimento do setor de petróleo e gás.

Em seguida, estão apresentadas análises de combinações bidimensionais entre os atributos existentes, nas quais resultam nas possíveis técnicas aplicáveis. Os tons das cores descrevem o grau empírico de aderência a realidade, sendo:

- a) Tom forte: não aderente

- b) Tom médio: parcialmente aderente
- c) Tom claro: aderente

Esta classificação ocorreu com auxílio de um especialista da área, sendo fortemente orientado pelas características associadas a cada uma das técnicas de avaliação financeira de projetos resultantes da pesquisa. Os percentuais em cada quadrante representam a frequência com que as respectivas técnicas de análise de investimento foram utilizadas para projetos que encaixam-se nos quadrantes formados pela combinação de dois atributos de categorização. Se mais uma técnica é apresentada dentro de um mesmo quadrante, pode-se afirmar que as iniciativas ali presentes utilizam-se, majoritariamente, destas técnicas em suas respectivas avaliações financeiras.

A combinação apresentada na Figura III.5, além da característica esperada da aplicação de várias técnicas de análise de investimentos combinadas para avaliação de projetos de Exploração e Produção de Petróleo e/ou Gás (EP) e de Refino e Distribuição de Derivados de Petróleo e/ou Gás (RD), com graus de investimento variados (onde 100 equivale a projetos com investimento até 100Mi US\$, 500 equivale a projetos com investimento entre 100Mi e 500Mi US\$, e 1000 equivale a projetos com investimento maior que 500Mi US\$), percebe-se a forte predominância da técnica da utilização da técnica de VPL. Além disto, os resultados classificados como não aderentes justificam-se pelo fato de projetos desta natureza, em geral, utilizarem mais de uma técnica para apoio a tomada de decisão financeira. Isto também pode ser percebido nas demais análises de combinações apresentadas em seguida.

Posição Cadeia x Investimento				
Posição na Cadeia	EP	100% VPL	80% VPL 20% TIR, PB, OR	100% VPL 50% TIR, PB
	RD	100% VPL	50% VPL, TIR	33% VPL 17% TIR, PB, ROI, OR
		100	500	1000
		Investimento		

Figura III.5: Combinação posição na cadeia x investimento. Fonte: o autor

A Figura III.6 apresenta o resultado da análise da combinação dos atributos posição na cadeia e risco financeiro (onde alto equivale ao 21, e médio/baixo ao 22). Pode-se entretanto, inferir que a combinação não aderente apresentada se deve ao fato de dificilmente existirem projetos de exploração e produção com médio e/ou baixo risco financeiro, e adicionalmente, estes tipos de projetos em geral, também utilizam mais de uma técnica de avaliação financeira.

Já o quadrante classificado como parcialmente aderente, justifica-se pelo fato de projetos de refino e/ou distribuição não apresentarem em geral alto risco financeiro, pois geralmente são projetados para atender cenários já existentes ou parcialmente conhecidos.

Posição Cadeia x Risco			
Posição na Cadeia	EP	88% VPL 25% TIR, PB	100% VPL
	RD	50% VPL, TIR, PB	43% VPL 14% TIR, ROI, OR
		21	22
		Risco	

Figura III.6: Combinação posição na cadeia x risco financeiro. Fonte: o autor

A Figura III.7, por sua vez, apresenta o resultado da combinação dos atributos posição na cadeia e ciclo de vida do projeto (onde até 3 anos equivale ao 31, entre 3 e 5 anos equivale ao 32, e maior que 5 anos equivale ao 33). A partir desta análise percebe-se que o quadrante classificado como não aderente justifica-se pelo fato de não apresentar nenhum resultado com esta combinação, o que não parece aderente a realidade. Já o quadrante classificado como aderente parcialmente, apesar da utilização de apenas uma técnica de avaliação de projetos, explica-se pelo uso da técnica *payback*, em função das suas características peculiares em análise de projetos com ciclos de vida relativamente curtos. Os totalmente aderentes como pode ser observado, utilizam diversas técnicas que combinadas permitem uma análise mais completa e aderente à realidade. Nestes últimos, além do destaque do uso consolidado e disseminado do VPL, é plausível ressaltar a aplicação da teoria de opções reais (OR) para projetos com ciclos de vida mais longos. Isto explica-se basicamente pelo fato destes projetos, devido a característica temporal, possuírem graus de incerteza maiores comparados aos demais.

Posição Cadeia x Ciclo de Vida do Projeto				
Posição na Cadeia	EP	-	100% VPL 40% TIR 20% PB	75% VPL 25% PB, OR
	RD	100% PB	33% VPL 17% TIR, ROI	100% VPL 50% TIR e OR
		31	32	33
		Ciclo de Vida do Projeto		

Figura III.7: Combinação posição na cadeia x ciclo de vida do projeto. Fonte: o autor

A Figura III.8 demonstra o resultado da combinação dos atributos grau de investimento e risco financeiro. Os resultados classificados como não aderentes dos quadrantes da Figura III.8 justificam-se pelo fato de projetos com este grau de investimento utilizarem, na realidade, mais de uma técnica de avaliação financeira. A classificação como parcialmente aderente explica-se pelo fato do uso da técnica do *payback* (PB) para projetos com alto risco financeiro e valores de investimento entre 100Mi US\$ e 500Mi US\$, não sendo uma prática bastante comum na atualidade. Já os totalmente aderentes como pode ser observado, utilizam a combinação de mais de uma técnica para avaliação financeira do projeto. Destaca-se, novamente, a utilização do VPL como predominante e em quase todos os casos combinado ao uso da TIR, e a aplicação da teoria de opções reais sendo utilizada para análise de projetos com médios e altos graus de investimento e alto e médio grau de risco financeiro.

Investimento x Risco			
Investimento	100	100% VPL	100% VPL
	500	80% VPL 40% TIR 20% PB	50% VPL 50% OR
	1000	67% VPL 33% TIR, OR	40% VPL 20% TIR, ROI, OR
		21	22
		Risco	

Figura III.8: Combinação investimento x risco financeiro. Fonte: o autor

A Figura III.9 apresenta o resultado da combinação dos atributos grau de investimento e ciclo de vida do projeto. O quadrante classificado como não aderente explica-se por não apresentar nenhum resultado com esta combinação ou pelo uso único do *payback* (PB) para avaliação de projetos com ciclos de vida mais curtos, porém com alto grau de investimento, de fato não aderente a realidade. Por sua vez, a justificativa para a categorização da análise como parcialmente aderentes a realidade está associada ao uso de uma única técnica para projetos de média e longa duração. Em contrapartida esta técnica é o VPL, largamente difundida para tomadas de decisão desta natureza. Por fim, as análises classificadas como aderentes a realidade estão associadas à aplicação combinada de mais de uma técnica aos projetos em questão, por exemplo, projetos de grau de investimento entre 100Mi US\$ e 500Mi US\$ e ciclo de vida entre 3 e 5 anos, sendo avaliados com base nas técnicas VPL e TIR. Por mais, que estas técnicas possuam limitações claras e difundidas, as mesmas combinadas e ajustadas fornecem ao tomador de decisão uma visão mais clara e objetiva, sob a ótica financeira, dos benefícios previstos com o investimento em questão.

Investimento x Ciclo de Vida do Projeto				
Investimento	100	-	100% VPL	-
	500	-	50% VPL 50% TIR	80% VPL 20% TIR, PB
	1000	100% PB	50% VPL 33% TIR 17% PB, ROI	100% VPL
		31	32	33
Ciclo de Vida do Projeto				

Figura III.9: Combinação investimento x ciclo de vida do projeto. Fonte: o autor

A Figura III.10 demonstra a análise da combinação dos atributos ciclo de vida do projeto e risco financeiro. Os quadrantes classificados como não aderentes justificam-se pelo fato de não apresentar resultados para uma combinação que potencialmente existe na realidade; e o outro quadrante, por mais que tenha a utilização da técnica de *payback* na análise de projetos com ciclos de vida curtos, não se apresenta como aderente a realidade por tratar-se de projetos com alto risco financeiro. Em geral, projetos de alto risco financeiro utilizam mais de uma técnica para auxiliar uma decisão mais efetiva. A análise apresentada como parcialmente aderente justifica-se pelo fato de, por mais que a teoria de opções reais esteja ganhando

espaço no mundo empresarial, a aplicação da mesma em 100% dos projetos identificados como médio risco e ciclo de vida acima de 5 anos não corresponde a atual realidade. Já a justificativa para classificar alguns quadrantes como aderentes a realidade, está associada ao uso de técnicas combinadas para análise dos referidos investimentos. Cabe destacar, a larga utilização do VPL combinada com diferentes técnicas como a TIR, PB e o próprio ROI, este último menos utilizado nos projetos incorporados pela presente pesquisa.

Ciclo de Vida do Projeto x Risco			
Ciclo de Vida do Projeto	31	100% PB	-
	32	100% VPL 40% TIR 20% PB	33% VPL 17% TIR, ROI
	33	75% VPL 25% TIR, PB	100% VPL, OR
		21	22
		Risco	

Figura III.10: Combinação ciclo de vida do projeto x risco financeiro. Fonte: o autor

Adicionalmente, é importante reforçar que o somatório dos percentuais encontrados em cada quadrante das análises apresentadas não é 100%. Isto se deve ao fato de analistas de investimento ou tomadores de decisão utilizarem mais uma técnica no momento da análise de um projeto específico. Cabe ressaltar que existem diversas outras técnicas de graus de complexidade muito maiores, e que não foram utilizadas na configuração destas análises, porém estão categorizadas na base de dados e foram classificadas na árvore de decisão apresentada.

A

Tabela III.1 apresenta a aplicação das técnicas supracitadas em cada um dos projetos de investimento analisados na presente pesquisa.

Percebe-se o VPL como a técnica utilizada em 67% dos projetos de investimento do setor de petróleo e gás analisados. Esse resultado está aderente aos resultados de análises apresentadas anteriormente, bem como das pesquisas efetuadas por Remer *et al* em 1992 e Graham & Harvey em 2001. De maneira complementar, mesmo com um resultado menos expressivo, é válido ressaltar a utilização da teoria de opções reais para avaliação da viabilidade de projetos desta natureza.

Tabela III.1: Percentual de aplicação da técnica nos projetos de investimento analisados. Fonte: o autor

Técnica de Análise de Investimento	% de aplicação da técnica nos projetos analisados
VPL	67%
TIR	22%
PB	17%
OR	11%
ROI	6%

Adicionalmente, a Tabela III.2 demonstra o percentual de utilização de uma e mais de uma técnica de avaliação financeira nos projetos de investimento do setor de petróleo e gás em questão.

Tabela III.2: Percentual de utilização de uma ou mais de uma técnica em projetos de investimento. Fonte: o autor

Quantidade de Técnicas de Análise de Investimento	% de aplicação da(s) técnica(s) nos projetos analisados
1 (uma)	34%
mais de 1 (uma)	66%

Percebe-se que o percentual de aplicação de mais de uma técnica em iniciativas de investimento do referido setor da economia é de 66%, sendo que apenas 34% dos projetos analisados utilizaram apenas uma única técnica para suportar a decisão de investimento. Portanto, assim como já mencionado anteriormente e com base nos resultados apresentados na Tabela III.2, é possível afirmar que, em geral, os projetos de investimento do setor de petróleo e gás utilizam de mais de uma técnica de análise de investimentos para apoio a tomada de decisão de investir.

Conclusão e considerações finais

É notório que hoje no Brasil o setor de petróleo e gás atravessa um momento extremamente relevante ganhando uma relevância cada vez maior na economia do país. O papel que esse setor vem desempenhando na economia nacional demonstra sua importância no que tange ao impacto macroeconômico que decorre das atividades relacionadas ao mesmo.

Com as novas descobertas no pré-sal e o aumento previsto de produção de óleo e gás previsto para os próximos anos, espera-se que as exportações destes produtos e seus derivados aumentem, posicionando o Brasil como um dos maiores produtores mundiais. Os investimentos previstos para este setor são grandiosos, sendo este o setor da economia nacional com maiores investimentos (vide o plano de investimento da Petrobras).

A dinâmica do setor de petróleo e gás apresenta crescentes oportunidades de investimento em grande escala, em todas as etapas do processo de exploração e produção, refino e logística de derivados e gás natural. Portanto, nas decisões de investimento em uma carteira de projetos diversificada, as empresas necessitam de respaldo de técnicas de avaliação que sejam eficazes, e considerem as variáveis associadas aos resultados esperados e ao alto grau de incerteza destas operações. Neste segmento da economia, os investimentos são da ordem de bilhões de reais. Considerando as restrições orçamentárias que as empresas são subordinadas, todos os investimentos têm que ser cuidadosamente analisados, de forma que se diminua o índice de insucessos. Diante disto, a importância da escolha das técnicas que auxiliarão a tomada de decisão de investir em um projeto é bastante latente.

O presente estudo apresentou uma inovadora proposta de atributos relevantes para classificação de um projeto de investimento específico do setor de petróleo e gás. A busca bibliográfica, realizada de forma abrangente e que envolveu os mais importantes periódicos relacionados ao tema, apresenta o VPL, TIR e a Teoria de Opções Reais como as técnicas de análise de investimentos utilizadas em maior escala na avaliação de projetos do setor. Adicionalmente, infere-se a partir dos resultados encontrados, que existem poucas publicações sobre a utilização destas técnicas de análise de investimentos vista a importância estratégica do setor.

Além disto, através da aplicação do processo de mineração de dados, executado desde a construção de uma base de dados a partir das publicações levantadas até o uso da técnica de classificação árvore de decisão, e de uma análise subjetiva das técnicas resultantes das combinações bidimensionais entre os atributos propostos, foi possível perceber a larga utilização do VPL como principal método de análise financeira destes tipos de projetos. A técnica foi utilizada em 67% dos projetos de investimento do setor de petróleo e gás analisados. Outro resultado a ser ressaltado é a utilização da teoria de opções reais para análise destas iniciativas específicas do setor, uma vez que esta trata de maneira mais efetiva as incertezas intrínsecas aos projetos. É válido reforçar que o percentual de aplicação de mais

de uma técnica em iniciativas de investimento do referido setor da economia foi de 66%, sendo que apenas 34% dos projetos analisados utilizaram apenas uma única técnica para suportar a decisão de investimento. Em última análise, percebeu-se que, mesmo com as divergências de abrangências dos dois estudos, a principal técnica utilizada para avaliação de projetos de investimento do setor de petróleo e gás, VPL, está bastante aderente ao resultado da pesquisa apresentada por Remer *et al*, que apontou o VPL como o método utilizado por 97% das 33 organizações participantes, e Graham & Harvey que apresentaram o avanço do uso do VPL como ferramenta primária nas decisões de investimento.

Por fim, espera-se que os resultados apresentados nesta pesquisa sirvam de base para escolha de técnicas em projetos similares aos apresentados e específicos ao setor de petróleo e gás, e que contribuam ainda, como pilar para novas pesquisas complementares associadas a esta tema. Com o intuito de induzir a evolução do atual trabalho, é importante vislumbrar possíveis desdobramentos desta pesquisa. Contudo, há diversos caminhos possíveis e passíveis de serem percorridos, destacando-se alguns como:

- Aplicar os atributos propostos na categorização de diversos projetos específicos do setor de petróleo e gás, aumentando, assim, a base de dados para validação do modelo;
- Bem como, redefinir as fronteiras ou linhas de corte de cada atributo apresentado, bem como propor atributos complementares que auxiliem a categorização dos projetos de investimento deste segmento.

Referências Bibliográficas

- ANP. *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis*. Rio de Janeiro: 2012.
- ARAÚJO, B., MENDES, A., COSTA, R. *Perspectivas para o desenvolvimento industrial e tecnológico na cadeia de fornecedores de bens e serviços relacionados ao setor de P&G*. BNDES, 2012.
- BAO, B.; MAHMOUD M., ELBASHIR, N. "Simulation, integration, and economic analysis of gas-to-liquid processes", *Fuel Processing Technology*, v.91, 2010.
- BLANK, L.; TARQUIN, A., *Engenharia Econômica*, 6ª Ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 2008.
- BRANDÃO, F. "Tendências atuais do refino e seu papel na indústria do petróleo", *TN Petróleo*, ano 2, n. ° 5, Rio de Janeiro, 1999.
- BRASHEAR, J. P.; BECKER, A., GABRIEL, S. "Interdependencies among E&P projects and portfolio risk management". In: *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, Houston, Texas: Society of Petroleum Engineers, 1999, p. 447-459.
- BREALEY, R. A.; MYERS, S. C., *Princípios de finanças empresariais*. 3ª Ed. Lisboa: McGraw-Hill, 1992
- BRUNI, A. L.; FONSECA, Y.D. "Técnicas de Avaliação de Investimentos: uma breve revisão da literatura". *Cadernos de Análise Regional* , v.1, p.40 - 54, 2003.
- CALLARI, R.; GEROSA, T. M.; MATAI, P. H. L. S. "Production of liquid hydrocarbons employing Natural Gas: a study of the technical and economical feasibility of a GTL plant in Brazil", *Natural Gas Conversion*, VIII, 2007.
- CHARBEL, A. *Apostila da disciplina Petróleo, Gás Natural e Derivados*. Pós Graduação em Engenharia de Processo da PUC-RJ, 2013.
- DEY, PK; GUPTA SS. "Analytic hierarchy process boosts risk analysis objectivity". *Pipeline Gas. Ind. Journal*, 83 (9), 2000, pp. 69–72
- DIAS, M. *Opções Reais Híbridas com Aplicações em Petróleo*, Tese de Doutorado em Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005.
- EPE. *Balanço Energético Nacional 2011: Ano base 2010*. Rio de Janeiro: 2011.
- GITMAN, L. *Princípios de Administração Financeira*, 7ª edição, São Paulo: Editora Habra, 1997.
- FAN, Y; ZHU, L. "A real options based model and its application to China's overseas oil investment decisions", *Energy Economics*, v. 32, pp. 627 – 637, 2010.

FARRIS *et al.* *Marketing Metrics: The Definitive Guide to Measuring Marketing Performance*, Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, 2010.

FERNANDES, B.; FERREIRA, P.; CUNHA, J.. “The use of real options approach in energy sector investments”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, pp. 4491 – 4497, 2011.

GOMES, A. ABREU, A. JULIÃO, A. FIORE, I. *Estudo de viabilidade técnica e econômica da tecnologia gas to liquids (GTL) no Brasil*, Especialização em Engenharia de Processamento de Petróleo, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2006.

GRADASSI, M. “Economics of Gas to Liquids Manufacture”, *Natural gas conversion V. Studies in Surface Science and Catalysis*, v. 119, 1998.

GRAHAM, J.R.; HARVEY, C.R. “The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the Field”, *Journal of Financial Economics*, vol. 60, 2001, p.187-243.

HAN, J., KAMBER, M., PEI, J. *Data Mining Concepts and Techniques*, Elsevier, 2012.

HOJI, M. *Administração Financeira: uma Abordagem Prática*. 5º Edição. São Paulo: Atlas, 2004.

KOGUT, B, KULATILAKA, N. “Capabilities as real options”, *Organization Science*, 12:744–58, 2001.

LAPPONI, J. C. *Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa - modelos em Excel*. São Paulo: Lapponi, 2000.

MARCONI, M; LAKATOS, E., *Técnicas de pesquisa*. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

NAJIBI, H; REZAEI, R; JAVANMARDI, J; NASRIFAR, K; MOSHFEGHIAN, M. “Economic evaluation of natural gas transportation from Iran’s South-Pars gas field to market”, *Applied Thermal Engineering*, v.29, pp. 2009-2015, July, 2009.

NEPOMUCENO FILHO, F.; SUSLICK, S. B. “Alocação de recursos financeiros em projetos de risco na exploração de petróleo”, *RAE - Revista de Administração de Empresas*, Jan./Mar, v. 40 • n. 1 • p. 63-75. São Paulo, 2000.

ORMAN, M.; DUGGAN, T. “Applying modern portfolio theory to upstream investment decision making”, *Journal of Petroleum Technology*, v. 51, n. 3, p. 50-53, Mar. 1999.

PADOVEZE, C. *Contabilidade Gerencial*. 2º Edição São Paulo: Atlas, 1997.

PEREIRA, F. *Metodologia de Análise Econômica de Projetos de Óleo e Gás*. Projeto de Final de Curso, Departamento de Engenharia de Produção, POLI/UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

PETROBRAS. *Plano de Negócios 2012-2016*, Rio de Janeiro: 2013.

PINHO, B.; MARTINS, L.; SPRITZER, I. “Análise de projetos de investimentos: resumo das vantagens e desvantagens de diferentes técnicas e sua relação com projetos específicos do setor de Óleo e Gás”, *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2012.

ROSS, S. A.; JORDAN, B. D.; WESTERFIELD, R. W. *Princípios de Administração Financeira*, 2ª edição, São Paulo: Atlas, 2000.

SAMANEZ, C. *Gestão de Investimentos e Geração de Valor*, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SILVA, B. N.; PEREIRA, G. S.; GOMES, L. L. “Análise de risco em projetos de produção marítima de petróleo”, *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2007.

SIMPLÍCIO, J. G.; LEMME, C. F.; LEAL, R. P. C.. *Teoria de carteiras na seleção de projetos de investimento em petróleo*, Rio de Janeiro: UFRJ /COPPEAD, 2010.

TEIXEIRA, J. P.; ROCHA, K. M. C.; BATISTA, F. R. S.; RUFFEIL NETO, S. M. “Avaliação de opções de expansão em projetos de Petróleo através da teoria de opções reais”, *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2001.

YOSHIMURA, E. K.. “Avaliação econômica de empreendimentos em cenário de alta incerteza: uma avaliação de projeto de E&P de petróleo, XIV COBREAP, Bahia, 2009.

YU, C, LAM, K, YUNG, P. “Variable evaluation system for concession period length determination of tunnel project under bot contract”, *Journal of Management in Engineering*, 2008.