

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**ESTUDO COMPARATIVO DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM  
PROJETOS ENTRE O MÉTODO VPL E O DE OPÇÕES REAIS:  
O CASO COOPERATIVA DE CRÉDITO - SICREDI NOROESTE**

**MÁRIO LUIZ SANTOS EVANGELISTA**

**Florianópolis, 2006**

folha de aprovação (está impressa e assinada) colocar aqui.

Dedico esta tese a minha esposa Deborá, companheira e incentivadora em todos os momentos, e aos meus filhos: Luiz Eduardo e Carlos Augusto, meus tesouros e aos meus pais Ruy S. Evangelista *in memoriam* e Nair Santos Evangelista, pela educação que me deram.

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente, devo agradecer a Deus por me permitir estar aqui e ter a capacidade de pensar e agir, para contribuir com o meio em que vivo.

Ao longo desta caminhada, muitas pessoas de forma direta ou indireta me auxiliaram para que pudesse desenvolver este trabalho. A todos, o meu mais sincero muito obrigado!

Aos professores, membros da Banca Examinadora, pela apreciação e valiosas contribuições dadas a este trabalho.

Aos professores do PPGEP da UFSC pelos ensinamentos ministrados. Agradeço por tudo que aprendi e entendi.

Há algumas pessoas, no entanto, que caminharam comigo e às quais gostaria de agradecer pontualmente:

Ao meu professor orientador, Doutor Miguel Fiod Neto, pelo carinho e cordialidade que tratou desse estudo. Ao professor e Mestre João Ernesto Castro pelas suas contribuições no direcionamento desse trabalho. Ao professor Doutor Rolando Juan Soliz Estrada e ao professor Eurico Lopes, pela revisão e contribuição dada ao trabalho.

Aos meus colegas de doutorado, membros do Labsad, em especial ao Artur Santa Catarina, Cláudia Bomfá, Fladimir dos Santos, Avanilde Kemczinski e Miriam Borchardt. Foi muito bom ter convivido com vocês nesse período todo de aprendizado. Zelita, obrigado pela companhia, apoio e paciência.

Agradeço aos meus colegas da SETREM e da UNIJUÍ, em especial aos professores Marcelo Blume e Ivo Ney Kuhn, por terem estimulado e garantido o apoio institucional.

Sou muito grato aos colaboradores da Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste, em especial aos Senhores Nírio Metzka e Paulo Camargo, que não mediram esforços em colocar à disposição as informações necessárias para a realização desse trabalho.

A amiga Denise Michael dos Santos, a minha irmã Marluza, seu esposo José e seu filho Winicius, aos meus sogros Pedro Jorge e Teresa, pelo carinho e amizade.

## RESUMO

A presente pesquisa diz respeito ao estudo comparativo de análise de investimentos em projetos entre o método VPL e o de opções reais: o caso cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste. O tema vincula-se ao interesse em investigar qual o método de análise de investimentos que supre as deficiências do método tradicional baseado no VPL e que aproveite as oportunidades de investimento propiciadas pelos projetos. No que tange à metodologia, a presente pesquisa enquadrou-se como um estudo de caso, porque se investigou como o SICREDI trabalha a questão de análise de investimentos, utilizando apenas o método do VPL, enquanto poderia ser avaliado por meio da teoria das opções reais, possibilitando a realização da comparação entre os métodos, propondo alternativas, a fim de gerar uma contribuição para a empresa e para a academia na construção do conhecimento no campo da engenharia econômica. Os investimentos em projetos de longo prazo estudados foram: aquisição de máquinas e equipamentos, correção de solo e construções e instalações rurais. Durante o presente trabalho verificou-se que os conceitos e critérios de decisões abordadas no ensinamento de engenharia econômica continuam a prevalecer ao longo dos anos, pois, pelo que se percebeu, o que importa realmente são as alternativas que os métodos oferecem, validando, assim, o fundamento dessa ciência. Mediante esse estudo pôde-se verificar que o método de VPL tradicional é importante e continua a ser fundamental para a determinação da utilização do método de opções reais, evidenciando-se dessa forma, que o método de opções reais complementa e amplia a análise de investimentos em projetos estudados pelo método do VPL tradicional. Entre os projetos, pode-se destacar que houve a possibilidade da aplicação de ambos os métodos de análise, com a obtenção de resultados que serviram para a verificação da comparação entre os métodos. E, as vantagens obtidas pelo método das opções reais ante o método do VPL tradicional em relação à flexibilidade das opções foram: as decisões sobre diferir, expandir, prosseguir, contrair ou abandonar os projetos, oferecendo um acompanhamento em qualquer período nesse método, possibilitando ao tomador de decisão a ampliação da oferta de um conjunto de informações úteis que contribui para auxiliar na escolha da melhor decisão. O método das opções reais pode perfeitamente ser incorporada ao setor de operações de crédito da Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste para aprimorar o modelo de análise de investimentos tradicional em seus projetos.

**Palavras-chave:** Método VPL. Opções Reais. Cooperativa de Crédito.

## ABSTRACT

The present research relates to the comparative study of analysis of investments in projects between Net Present Value - NPV method and that of real options: the case Cooperative of Credit - SICREDI Noroeste. The subject associates with the interest in investigating which method of analysis of investments that supplies the deficiencies of the traditional method based in the NPV and that uses the advantages of investment provided by the projects. Concerning methodology, the present research was fit as a case study, because it investigates how SICREDI deals with the matter of analysis of investments, using only the NPV method, while it could be evaluated by means of the theory of the real options, making possible the accomplishment of the comparison between the methods, considering alternatives, in order to generate a contribution for the company and the academy in the construction of the knowledge in the field of economic engineering. The investments in studied projects of long-term period were: agricultural acquisition of machines and equipment, correction of the soil and constructions and rural installations. During the present work it was verified that the concepts and criteria approached in the teaching of economic engineering continue to prevail throughout years, therefore, based on what was perceived, what really matters are the alternatives that the methods offer, validating, thus, the fundamentals of this science. By means of this study, it could be verified that the traditional method of NPV is important and continues to be the basis for the determination of the use of the method of real options, thus emphasizing that the method of real options complements and extends the analysis of investments in projects studied by the method of the traditional NPV. Between the projects, it can be highlighted that there was the possibility of the application of both methods of analysis, achieving results that served for the verification of the comparison between the methods. And the advantages got through the method of the real options, before the method of the traditional NPV, in relation to the flexibility of the options, were: the decisions on differing, expanding, continuing, contracting or abandoning the projects, offering a follow-up in any period in this method, making possible to the decision-maker the magnifying of offers of a set of useful information that contributes to assist in the choice of the best decision. The method of the real options can perfectly be incorporated into the sector of operations of credit of the Cooperative of Credit - SICREDI Northwest, to improve the model of traditional analysis of investments in its projects.

**Keywords:** Method NPV. Real Options. Cooperative of Credit.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Semelhanças entre as opções financeiras e as opções reais.....	80
Quadro 2: Forma como variáveis interferem no preço das opções. ....	82
Quadro 3: Ramos do Cooperativismo no Brasil. ....	86
Quadro 4: Diferenças entre bancos e cooperativas de crédito.....	88
Quadro 5: Comparativo entre opções de diferimento e VPL – projeto máquinas e equipamentos – valores em reais.....	115
Quadro 6: Comparativo entre opções de diferimento e VPL – projeto máquinas e equipamentos – VPL negativo - valores em reais. ....	116
Quadro 7: Comparativo entre opções de diferimento e VPL – projeto correção de solo– valores em reais. ....	117
Quadro 8: Comparativo entre as opções de diferimento e o VPL – projeto construções e instalações – valores em reais. ....	118
Quadro 9: Opções de contração – máquinas e equipamentos – valores em reais. ....	119
Quadro 10: Opções de contração – máquinas e equipamentos – VPL negativo - valores em reais.....	120
Quadro 11: Opções de contração – correção de solo – valores em reais.....	120
Quadro 12: Opções de contração – construções e instalações – valores em reais.....	121
Quadro 13: Comparativo entre opções de expansão e VPL – projeto de máquinas e equipamentos – valores em reais.....	122
Quadro 14: Comparativo entre opções de expansão e VPL – projeto máquinas e equipamentos – VPL negativo - valores em reais. ....	123
Quadro 15: Comparativo entre opções de expansão e VPL – projeto correção de solo-valores em reais. ....	123
Quadro 16: Comparativo entre o método de opções de expansão e VPL – projeto de construções e instalações – valores em reais. ....	124
Quadro 17: Opções de abandono – máquinas e equipamentos – valores em reais. ....	125
Quadro 18: Opções de abandono – máquinas e equipamentos – VPL negativo - valores em reais.....	125
Quadro 19: Opções de abandono – correção de solo – valores em reais.....	126
Quadro 20: Opções de abandono – construções e instalações – valores em reais. ....	127

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo binomial utilizado em opções reais.....	67
Figura 2: Comparativo de volatilidade – preços da soja (valores em reais). ....	92
Figura 3: Risco e retorno dos preços da soja em reais e dólares (equivalentes quadrimestrais de 2000 a 2004).....	93
Figura 4: Modelo binomial numa opção de venda americana (R\$ 1.000,00). ....	100
Figura 5: Modelo Binomial numa opção de venda europeia (R\$ 1.000,00).....	102
Figura 6: Modelo Binomial numa opção de compra americana e europeia (R\$ 1.000,00). ....	103
Figura 7: Opção de diferimento - binomial com um período – máquinas e equipamentos (valores em reais). ....	106
Figura 8: Opção de contração - binomial com um período – máquinas e equipamentos VPL negativo (valores em reais).....	108
Figura 9: Opção de expansão - binomial com um período – correção de solo (valores em reais). ....	110
Figura 10: Opção de contração - binomial com um período – construções e instalações rurais (valores em reais).....	113
Figura 11: Flexibilidade de opções reais em projeto de máquinas e equipamentos VPL positivo. ....	128
Figura 12: Distribuição das probabilidades de flexibilidade de opções reais em projeto de máquinas e equipamentos VPL positivo.....	129
Figura 13: Flexibilidade de opções reais em projeto de correção de solo.....	130
Figura 14: Distribuição normal da probabilidade da flexibilidade de opções reais em projeto de correção de solo.....	131
Figura 15: Estrutura de análise de investimentos com utilização de opções reais..	138

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>14</b>
1.1.1 Objetivo Geral .....	14
1.1.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>1.2 Justificativa</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3 Originalidade, ineditismo e limitações do estudo</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4 Metodologia</b> .....	<b>17</b>
<b>1.5 Estrutura da pesquisa</b> .....	<b>22</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1 Engenharia econômica</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2 Métodos de análise de investimentos</b> .....	<b>30</b>
2.2.1 Análise de investimentos em situação de certeza .....	31
2.2.1.1 Método do valor presente líquido .....	33
2.2.1.2 Método da taxa interna de retorno .....	40
2.2.1.3 Método do Payback .....	43
2.2.2 Análise de investimentos em situação de risco .....	45
2.2.2.1 Métodos de análise sob risco .....	47
2.2.3 Análise de investimentos em situação de incerteza .....	50
2.2.3.1 Métodos de análise sob incerteza .....	53
2.2.4 Opções e opções reais – situação de risco e de incerteza .....	57
2.2.4.1 Opções .....	58
2.2.4.2 Opções Reais .....	62
<b>2.3 Opções financeiras, opções reais e VPL</b> .....	<b>78</b>
<b>2.4 Cooperativismo</b> .....	<b>83</b>
<b>2.5 O uso de opções reais em cooperativas de crédito</b> .....	<b>90</b>
<b>3 AVALIAÇÃO E APLICABILIDADE DO MÉTODO DE OPÇÕES REAIS</b> .....	<b>91</b>
<b>3.1 Estudo da volatilidade de projetos do SICREDI - NOROESTE</b> .....	<b>91</b>
<b>3.2 Tipos de projetos de investimentos utilizados pelo SICREDI</b> .....	<b>94</b>
3.2.1 Análise pelo método do valor presente líquido .....	95
3.2.2 Análise pelo método de opções reais .....	97
3.2.2.1 Tipo de opção de venda americana (put) .....	98
3.2.2.2 Tipo de opção de venda européia (put) .....	101
3.2.2.3 Tipo de opção de compra americana e européia (call) .....	103
3.2.2.4 Tipo de flexibilidade - opção de diferimento ou opção de espera .....	104
3.2.2.5 Tipo de flexibilidade - opção de contração .....	107
3.2.2.6 Tipo de flexibilidade - opção de expansão .....	109
3.2.2.7 Tipo de flexibilidade - opção de abandono .....	111
<b>3.3 Comparações entre o método VPL e o de opções reais</b> .....	<b>114</b>
3.3.1 Comparativo entre o método VPL e as opções reais tipo diferimento .....	114
3.3.2 Comparativo entre o método VPL e as opções reais tipo de contração .....	118
3.3.3 Comparativo entre o método VPL e as opções reais tipo expansão .....	122
3.3.4 Comparativo entre o método VPL e as opções reais tipo de abandono .....	124
3.3.5 Flexibilidade das opções reais nos projetos do SICREDI Noroeste .....	127
3.3.6 Considerações sobre os métodos de VPL tradicional e o de Opções Reais .....	133

3.3.7 Sugestões para aplicação de opções reais nos projetos do SICREDI  
Noroeste.137

<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>141</b>
<b>4.1 Proposições para estudos futuros .....</b>	<b>146</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>147</b>

# 1 INTRODUÇÃO

No contexto introdutório torna-se fundamental evidenciar que as finanças ocupam lugar de destaque nos diversos setores da sociedade contemporânea, especialmente nas atividades econômicas. Enquanto ciência, Gitman (2001, p. 34) conceitua finanças como “ciência de gerenciamento de fundos, que envolve a transferência de dinheiro entre as pessoas, as empresas e o governo”. Essa transferência tem sua importância acentuada para o desenvolvimento da sociedade, na medida em que se estabelece como investimento em atividades produtivas, na forma de projetos, com o emprego de capital próprio ou de terceiros.

O capital próprio provém dos empresários, do patrimônio líquido, dos acionistas, das reservas de capital ou das depreciações. Por outro lado, os recursos de terceiros dizem respeito aos financiamentos, os quais podem ser obtidos por meio de empréstimos junto às pessoas físicas ou jurídicas. Estas últimas normalmente são as instituições financeiras que, de acordo com o que está estipulado em suas linhas de crédito, concretizam as operações. Quando são encaminhados para as instituições financeiras os projetos são submetidos a uma análise econômica e financeira.

Dentre as diversas instituições que operam com recursos de capital encontram-se as cooperativas de crédito, constituídas por uma sociedade de pessoas, sem fins lucrativos, que obedecem aos princípios estabelecidos pelo cooperativismo. Entre essas cooperativas de crédito está a Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste, que por sua importância socioeconômica para a região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, constitui campo de aplicação desta pesquisa no setor de análise de investimentos em projetos.

A utilização da engenharia econômica orienta os estudos para a realização da análise de investimentos. A maneira como as cooperativas de crédito implementam a engenharia econômica em projetos possibilitou uma forma de investigação

científica sobre a mesma, já que estas organizações utilizam os métodos tradicionais de análise, principalmente o método do Valor Presente Líquido – VPL.

Segundo Copeland e Antikarov (2001), esse método de análise revela algumas deficiências, pois subestima sistematicamente toda a oportunidade de investimento. Da mesma forma, Amram e Kulatilaka (1999) sustentam que a abordagem sobre a análise econômica tradicional, baseada no método do VPL, apresenta deficiências na captura e no impacto de estratégias em projetos.

Além disso, geralmente estes métodos de avaliação de projetos apresentam alguns inconvenientes, principalmente no que se refere ao fluxo de caixa dos períodos futuros, subseqüentes ao projeto, bem como a consideração de certeza em relação ao futuro. Assumem, assim, uma postura estática, a qual pode conduzir a algumas distorções de análise por parte dos gestores, quando o mercado não se comporta exatamente como o projetado.

Nesse sentido, o tema referente à presente pesquisa vincula-se ao interesse em investigar as possíveis soluções para o problema, buscando uma maneira de identificar qual o método de análise de investimentos que supre as deficiências do método tradicional baseado no VPL e aproveita todas as oportunidades de investimento.

Além dos métodos de análise apresentados, outros são praticados nas organizações e relatados pelos pesquisadores, entre os quais destacam-se: os de situação de certeza, como o próprio valor presente líquido – VPL, a taxa interna de retorno – TIR, e o *payback*; os de situação de risco, com os modelos probabilísticos, os de simulação e os de árvore de decisão, além dos de situação de incerteza, os quais apresentam os métodos de análise de sensibilidade, de análise de cenários e a lógica Fuzzy. Ademais, existe um método que se classifica tanto como em situação de risco como de incerteza: o método de opções reais. Por isso, procurou-se ampliar o estudo da análise de investimentos na Cooperativa de Crédito, mediante o uso das opções reais, por estas representarem um método considerado relativamente recente e eficiente na avaliação de projetos e na elaboração de estudo comparativo entre as opções reais e o método de VPL.

A importância deste estudo é grande e o grau de complexidade que envolve o setor de análise de projetos da Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste é alto, pois até chegar ao analista, o projeto passa pela verificação de uma série de etapas, que são consideradas fundamentais para a instituição, destacando-se as linhas de

crédito e os sistemas de financiamentos de longo prazo, bem como, os tipos de projetos nos diversos setores de atividades produtivas fomentadas e estimuladas pela cooperativa.

Diante da problemática exposta, formula-se o seguinte questionamento: como o método de opções reais pode aprimorar o modelo de análise de investimentos tradicional e melhorar as tomadas de decisão de investimentos em projetos na Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste?

## **1.1 Objetivos**

Os objetivos de um trabalho servem para nortear os estudos e conduzi-los a um determinado fim. Nessa perspectiva, foram estabelecidos os objetivos desta pesquisa, os quais serão apresentados a seguir.

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Elaborar um estudo comparativo de análise de investimentos em projetos entre o método VPL e o de Opções Reais na Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Realizar uma revisão da literatura sobre a análise de investimentos, VPL, Opções Reais, riscos e incerteza e cooperativismo.
- Avaliar a aplicabilidade do método de Opções Reais em análise de investimentos em projetos na Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste.

## **1.2 Justificativa**

A Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste é uma instituição financeira integrante do Sistema de Crédito Cooperativo do Rio Grande do Sul – SICREDI-RS. Possui, atualmente, 26.311 associados distribuídos pelos seguintes municípios da região: Três de Maio (Sede), Alegria, Boa Vista do Buricá, Crissiumal, Doutor

Maurício Cardoso, Horizontina, Humaitá, Independência, Inhacorá, Nova Candelária, São José do Inhacorá e Tiradentes do Sul. O quadro associativo possui 29.983 contas para a movimentação de seus recursos, sendo 28.333 contas de pessoas físicas e 1.650 de pessoas jurídicas.

As contas das pessoas físicas representam 94,48% do total da cooperativa e são distribuídas e cadastradas da seguinte maneira: 49,09% como miniprodutores rurais; 13,45% pequenos produtores rurais; 1,75%, como demais produtores rurais e 30,19% como outros associados não produtores rurais. As contas das pessoas jurídicas perfazem o total de 5,52% das contas da cooperativa. A distribuição do quadro social, segundo as dimensões das propriedades rurais, é classificada em pequenas propriedades (até 24 hectares), as quais representam 87%; médias (de 24,1 a 100/ha), que representam 11%; e grandes propriedades (mais de 100/ha), que perfazem o total de 2%.

O diferencial competitivo que as cooperativas possuem em relação aos concorrentes, e que as distingue das demais instituições, está no fato de que, normalmente, os seus associados clientes também são os “donos” do negócio. Nesse sentido, a Cooperativa de Crédito procura aproveitar essa oportunidade para se diferenciar dos competidores, proporcionando uma maior atratividade aos seus colaboradores e usuários, no que tange a novos investimentos e financiamentos. Conforme já mencionado, há uma carência de estudos na área de análise de investimentos para o setor de serviços.

Dessa forma, o presente estudo representa uma contribuição para o desenvolvimento científico e uma evolução para a academia em termos teóricos da comparação entre métodos de análise de investimentos tradicionais e o método de opções reais em cooperativas de crédito.

A maioria dos estudos realizados até o presente momento sobre o método de opções reais reporta a sua utilização em empresas extrativistas minerais e alguns deles dizem respeito ao setor industrial, ambos envolvendo grandes projetos, conforme se verifica em Brennan e Schwartz (2001), Copeland e Antikarov (2001), Moel e Tufano (2003), Trigeorgis (2002). Pouco se tem estudado o setor de serviços e, raramente, se vê sua aplicação em cooperativas e cooperativas de crédito, principalmente em pequenos e médios projetos. Além disso, permite aproveitar melhor a possibilidade de flexibilidade dos projetos, fornecida pelo modelo de opções reais e a sua contribuição para as tomadas de decisão, de acordo com

Amram e Kulatilaka (1999) e Micalizzi (1999). Esse trabalho, portanto, procura elucidar e contribuir para a ciência da engenharia econômica, na área da análise de investimentos, além de auxiliar a compreender como pode ser melhorada e entendida a relação do método de análise tradicional, como o VPL, e o método das opções reais, com a ampliação de oportunidades em termos de análise de investimentos em projetos na Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste para a consecução de novos empreendimentos.

### **1.3 Originalidade, ineditismo e limitações do estudo**

A originalidade deste trabalho está em procurar desenvolver um estudo comparativo para análise de investimentos entre o método do VPL e o de opções reais no setor de serviços em cooperativas de crédito.

Outro aspecto que também pode ser considerado original é o de buscar a formalização de um novo processo de tomadas de decisão, baseado em análise de investimentos de projetos de pequeno porte, por meio do método de opções reais em instituições financeiras pequenas, como as cooperativas de crédito. Além disso, pretende-se desenvolver um processo de criação de alternativas para essas instituições, a fim de melhor gerir os riscos nas tomadas de decisão na liberação de recursos para investimentos em projetos, bem como obter vantagem competitiva em relação aos concorrentes nessa atividade de negócios.

Por outro lado, destaca-se o número pouco expressivo de trabalhos relacionados ao setor de serviços que contemple estudos que digam respeito à atividade cooperativa e principalmente ao cooperativismo de crédito, a partir de uma abordagem financeira focada em investimentos em projetos com a comparação de métodos de análise de investimentos entre o método VPL e o de opções reais, de acordo com a base de dados Elsevier (2004) e Scielo (2004). Este aspecto é evidenciado neste trabalho, que inclui o contexto da instituição, o ambiente e a realidade da pesquisa.

Considera-se o ineditismo mediante a publicação do trabalho relativo à análise de investimentos, com a comparação entre os métodos de análise e a utilização de opções reais em cooperativas de crédito.

O presente estudo limita-se à utilização do método de opções reais em análise de investimentos em projetos numa cooperativa de crédito. Uma segunda

limitação refere-se ao estudo em um setor da organização, que utilizará a aplicação dessa metodologia na cooperativa de crédito.

#### **1.4 Metodologia**

A metodologia científica, em sua essência, tem por finalidade estudar os métodos que identificam os caminhos percorridos para alcançar os objetivos propostos pelo plano de pesquisa. O pesquisador, ao tomar conhecimento da existência de um problema, procura encontrar a solução e, a partir daí, inicia-se o processo da prática de pesquisa científica.

O presente estudo, em relação à natureza da investigação, classifica-se em pesquisa aplicada, porque visa gerar conhecimentos a partir da observação e aplicação prática de um método de análise de investimentos, para contribuir na avaliação dos projetos de viabilidade econômica do Sistema de Crédito Cooperativo – SICREDI Noroeste do Rio Grande do Sul.

No que tange aos objetivos, este trabalho é considerado uma pesquisa exploratória, porque realiza uma análise crítica dos problemas propostos, mediante a revisão da literatura e a observação da vivência das práticas existentes em termos de análise de investimentos em projetos. Além de explorar os fatos como realmente acontecem no setor de crédito da Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste, por meio de coleta de dados e observações em relação à análise de investimentos em projetos. A presente pesquisa assume, ainda, esse caráter exploratório porque, pelo estudo, são identificados os fatos e variáveis que determinam e contribuem para uma melhor prática no uso dos métodos de análise de investimentos na Cooperativa de Crédito SICREDI – Noroeste.

Quanto aos procedimentos, classifica-se como pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

No que se refere à pesquisa bibliográfica, segundo Fachin (2001), esta representa o ato de ler, selecionar, fichar, interpretar, organizar e arquivar os assuntos pertinentes ao estudo em pauta. Ademais, Köche (1997) explica que a pesquisa bibliográfica pode ser utilizada para ampliar o grau de conhecimento em determinada área de estudo, bem como para dominar o conhecimento disponível e usá-lo como base ou fundamentação na construção de um modelo teórico

explicativo de um problema e também para descrever ou sistematizar o estado da arte, naquele momento, relativo a um determinado tema ou problema.

Por sua vez, o método de estudo de caso representa, para Lima (2004), a possibilidade de explicar determinados fatos e explorá-lo de maneira intensa na forma de um único caso ou vários, podendo-se realizar a comparação entre eles. Esse conceito é reforçado por Yin (2005, p. 32), ao afirmar que um estudo de caso é uma pesquisa empírica, que “investiga fenômenos contemporâneos dentro de um contexto da vida real e que os limites entre o fenômeno e o contexto são claramente definidos”.

Nesse sentido, a adaptação do modelo de Eisenhardt (1989), para a construção de teorias a partir de pesquisa de estudos de caso, resultou nas seguintes etapas:

- o início do processo, onde é definida a questão da pesquisa, com vistas a focalizar os esforços necessários para a realização da pesquisa (questão desse estudo);
- a seleção de casos, com a especificação da população a ser estudada, focalizando esforços em casos teoricamente úteis (análise de investimentos em projetos na Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste);
- modelando instrumentos e protocolo, mediante a utilização de múltiplos métodos de coleção de dados, mediante o fortalecimento da fundamentação da teoria pela triangulação das evidências (entrevistas não estruturadas, visitas, observações e utilização de informações quantitativas);
- entrando em campo, com a atividade de sobreposição de análise e coleta de dados, possibilitando velocidade à análise e revelando ajustes úteis ao processo de coleta de dados (definição dos tipos de análise de investimentos e os projetos a serem estudados);
- análise de dados, tem por atividade analisar os casos e possibilitar a familiarização com os dados e geração preliminar da teoria (tipos de análise utilizados, VPL e opções reais);

- formulação de hipóteses, com a tabulação iterativa das evidências para cada conceito, estimulando a definição, validade e mensurabilidade dos conceitos (comparação entre os métodos de análise de investimentos, VPL e opções reais);
- envolvendo a literatura, mediante a comparação com a literatura similar e conflitante, possibilitando a generalização e a melhoria da definição de conceitos e o aumento do nível teórico (literatura utilizada para VPL, opções reais e cooperativismo de crédito);
- conclusão, com a saturação da teoria quando possível, focalizando o término do processo, quando o aumento marginal torna-se pequeno (considerações finais a respeito da pesquisa).

Dessa forma, percebe-se que o estudo de caso é útil às ciências, porque diz respeito à contemporaneidade dos fatos, haja vista que sua busca parte do cotidiano da sociedade, ou seja, de um ambiente real. Esse ponto de partida representa a realidade empírica, a qual serve de base e fonte de inspiração para a grande maioria das pesquisas científicas que procuram, nesse ambiente, os focos e os pontos relevantes que valham a pena serem investigados, para encontrar soluções dos problemas pertinentes à sociedade.

Nas palavras de Gil (1999), existem diversas razões para se aplicar o estudo de caso, destacando-se entre elas: explorar situações da vida real sem uma limitação definida; descrever uma situação de contexto, local onde a investigação está sendo realizada e, explicar as variáveis causais de determinados fenômenos que não permitem a utilização de levantamentos e experimentos.

Nessa mesma linha de raciocínio, Yin (2005) argumenta que se pode complementar estudos de casos explanatórios com estudos exploratórios e descritivos.

Algumas críticas também são tecidas em relação à pesquisa de estudo de caso, observadas tanto por Gil (2002) quanto por Yin (2005), como o rigor metodológico e o fornecimento de base para a generalização científica. Os autores, todavia, concordam que essa particularidade também pode ocorrer em outras modalidades de pesquisas.

Para Yin (2005, p. 42), os estudos de casos apresentam cinco componentes fundamentais para a realização de um projeto de pesquisa, tais como: as questões de estudo (formulação do problema); as proposições se houver (o objetivo geral e os específicos); as unidades de análise (métodos de análise de investimentos, método VPL e opções reais); a lógica que une dados às proposições (os indicadores econômicos como valor do VPL e de opções reais) e, os critérios de interpretação das constatações (coletada de dados e comparação realizada entre os métodos de análise).

No que tange à metodologia, a presente pesquisa enquadra-se como um estudo de caso, porque se analisa como o SICREDI trabalha a questão de investimentos, utilizando apenas o método do VPL, enquanto ela poderia ser avaliada por meio da teoria das opções reais, realizando-se uma comparação entre os métodos, propondo alternativas e testes de resultados preliminares, a fim de gerar uma contribuição para a empresa e, em termos acadêmicos, para a construção do conhecimento nessa área financeira. Também é considerado um estudo contemporâneo, uma vez que age dentro de um contexto atual, o qual analisa, de forma real, como se verificam os fatos e como eles acontecem no cotidiano da organização. Sendo assim, conforme se observa à questão da pesquisa, a abrangência do estudo e o enfoque utilizado, entende-se que o método de estudo de caso é perfeitamente adequado às finalidades desta pesquisa.

Como é possível observar, o objetivo principal do presente trabalho é verificar a relação existente entre a análise tradicional de viabilidade econômica do modelo VPL e o de opções reais e traçar um comparativo entre ambos, utilizando-se como prática a organização SICREDI Noroeste, como suporte para a consecução desse propósito.

A orientação da presente pesquisa tipo estudo de caso, consta, inicialmente, do tema a ser abordado, ou seja, a análise de investimentos; da delimitação do tema, que, neste caso, trata-se da Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste; dos objetivos e da justificativa do trabalho. Todo esse ambiente inicial constitui o arcabouço do que se denomina formulação do problema. Numa fase posterior, no mesmo nível, estão relacionados, o ambiente técnico, no qual são discutidas técnicas utilizadas pelos métodos de análise de investimentos; os movimentos científicos, em que se procura mostrar a evolução de um método para outro, por intermédio da ciência, ou seja, do método tradicional do VPL para o de opções reais,

e o ambiente-sociedade, composto pela Cooperativa de Crédito, para o qual o referido estudo está destinado. Estes três ambientes são estudados mediante a pesquisa bibliográfica que, interagindo entre si, dão consistência à metodologia da pesquisa. E a finalização ocorre com a avaliação dos resultados e a conclusão que constitui a solução do problema proposto.

Para Fachin (2001, p.154), “técnica corresponde ao conjunto de procedimentos mecânicos e intelectuais que as pessoas usam no desempenho de uma atividade científica”. Com a finalidade de alcançar os propósitos deste estudo foram adotadas algumas técnicas que correspondem à parte prática de coleta de dados e de informações, distinguindo-se, entre elas, as que dizem respeito aos projetos e às análises de investimentos. Para a presente pesquisa foi empregada a técnica de documentação indireta e da documentação direta para a coleta de dados. No que tange à documentação indireta pode-se citar a pesquisa bibliográfica de livros, artigos, Internet, dissertações e teses; com relação à documentação direta intensiva, foram realizadas reuniões e entrevistas não estruturadas com os dirigentes e com analistas da cooperativa, a observação da realidade mediante o levantamento dos projetos de investimentos feitos pelos cooperados, no período de 2002 a 2004, tais como: os de máquinas e equipamentos, os de correção de solo e os de construções e instalações rurais, além da elaboração de planilhas eletrônicas para o desenvolvimento da comparação entre os métodos de análise.

Após a coleta de dados, procedeu-se à análise e interpretação dos mesmos, o que permitiu a assimilação do confronto entre a teoria e a prática, com informações levantadas no decorrer da revisão da literatura (teorias), embasada em autores que abordam temas sobre análise de investimentos, métodos VPL e opções reais e o cooperativismo de crédito. A análise ocorreu mediante a visualização da realidade do setor de projetos do SICREDI Noroeste, a fim de que se pudesse traçar um comparativo entre o método de VPL e o desenvolvimento de opções reais em estudos de análise de investimentos. Dessa forma, considera-se que os dados coletados constituíram-se subsídios primordiais para a realização do presente trabalho.

## 1.5 Estrutura da pesquisa

O documento está estruturado em tópicos, para propiciar uma coerência no ordenamento das idéias expostas.

No primeiro capítulo consta a introdução, que possibilita o entendimento do leitor sobre o assunto a ser tratado no texto, o qual está segmentado, iniciando com o tema a ser focado, tecendo-se comentários a respeito do problema e a importância do estudo. A seguir, são explicitados os objetivos, tanto o geral como os específicos. Também argumenta-se sobre a justificativa, ou seja, o porquê do referido estudo, e buscam-se fatores que identifiquem a originalidade e o ineditismo do trabalho, fatos relevantes que contribuam para a configuração da tese. Enfoca a metodologia a ser abordada para a realização do referido estudo, destacando-se os tipos e a classificação da pesquisa, os métodos de abordagens, o método de estudo de caso e as técnicas utilizadas.

No segundo capítulo apresenta-se o referencial teórico por meio da revisão bibliográfica, que serve de embasamento para o referido estudo. Nele constam relatos de autores a respeito da engenharia econômica, com os métodos de análise de investimentos, em situação: de certeza, de risco, de incerteza e risco e incerteza. Disserta-se sobre o cooperativismo e suas origens, o sistema cooperativista, o cooperativismo no Brasil, o cooperativismo de crédito e o sistema SICREDI Noroeste, além do uso de opções reais em cooperativas de crédito.

No terceiro capítulo é realizada a discussão e apresentação dos resultados das análises de investimentos em projetos, pelo estudo comparativo entre os métodos de VPL e o de opções reais na Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste, encerrando-se o referido estudo com o quarto capítulo das conclusões.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo faz uma abordagem das definições, dos conceitos e das características empregados por diversos autores sobre engenharia econômica, métodos de análise de investimentos, cooperativismo e o uso de opções reais<sup>1</sup> no cooperativismo.

A engenharia econômica utiliza como suporte os conceitos de engenharia e de economia para as tomadas de decisão. As decisões são baseadas em critérios, que podem ser classificados em: técnicos, econômicos, financeiros e não mensuráveis, usados nos momentos de escolher entre alternativas, tanto de negócios ou empreendimentos e, até mesmo, na vida cotidiana.

Quanto aos métodos de análise de investimentos são discutidas as análises em situação de: certeza, risco, incerteza e também os métodos que se enquadram nas situações de risco e incerteza. Na situação de certeza encontram-se estudos do método do valor presente líquido - VPL, do método da taxa interna de retorno – TIR, e do método do *payback*. Na situação de risco são analisados os métodos probabilísticos, de simulação e árvore de decisões. No que se refere à situação de incerteza, são estudados os métodos de análise de sensibilidade, de cenários e a técnica baseada na lógica Fuzzy. Também são apresentados os métodos que se enquadram na análise de investimentos em situação de risco e incerteza, como as opções e as opções reais.

No que abrange o cooperativismo são comentadas as suas origens, o sistema cooperativo, o cooperativismo e o cooperativismo de crédito no Brasil. E, como último item deste capítulo, o uso de opções reais no cooperativismo.

Uma atenção especial é dada às abordagens dos métodos do valor presente líquido, das opções reais e do sistema de cooperativas de crédito. Esses três assuntos servirão de suporte teórico para a elaboração deste trabalho, que compreende a realização de um estudo comparativo entre os métodos do valor presente líquido e das opções reais aplicados em cooperativas de crédito.

## 2.1 Engenharia econômica

A expressão engenharia econômica, segundo Grant, Ireson e Leavenworth (1990) e Fleischer (1988) surgiu com o trabalho de Arthur M. Wellington, em 1887, na obra intitulada *The Economic Theory of Railroad Location*. A engenharia econômica que se conhece atualmente, contudo, foi formalizada como tal a partir do desenvolvimento de seus princípios no trabalho de Eugene L. Grant e William Grant Ireson, em 1930, conforme citam Grant, Ireson e Leavenworth (1990) e Mannarino (1991), na obra intitulada *Principles of Engineering Economy*.

Observando a cronologia dos acontecimentos em termos de engenharia econômica, verifica-se que Wellington foi quem iniciou os estudos nesse campo, e que Grant e Ireson deram continuidade à sua obra, desenvolvendo os princípios que norteiam essa ciência. Provavelmente Grant e Ireson foram influenciados pelos estudos de Wellington para realizarem suas investigações até a apresentação dos resultados finais na área da engenharia econômica. Outro aspecto consistente é a instituição do Prêmio Wellington<sup>2</sup>, que concede na *Annual Institute of Industrial Engineers Conference* um prêmio para as pessoas que realizaram contribuições relevantes no campo da engenharia econômica, cujo primeiro ganhador foi Eugene Grant, em 1979, e William Grant Ireson o terceiro, em 1981. Dessa forma, percebe-se a importância da colaboração que estes trabalhos tiveram para o progresso da ciência da engenharia econômica.

### a) Definições

Para Grant, Ireson e Leavenworth (1990), a engenharia envolve a escolha entre alternativas de projetos, procedimentos, plantas e métodos para diferentes tamanhos de investimentos. Fleischer (1988) afirma que a engenharia econômica representa uma análise dos efeitos econômicos que ocorrem sobre as decisões de engenharia. Já Zugarramurdi, Parin e Lupin (1999) defendem que a engenharia econômica é um campo especializado do conhecimento da engenharia que atua na microeconomia, para auxiliar a tomada de decisões sobre investimentos.

Hummel e Taschner (1986, p. 21) definem a engenharia econômica como um “conjunto de técnicas, que possibilita a comparação entre alternativas de forma

---

<sup>1</sup> Opções reais é uma técnica de análise de investimentos que utiliza a teoria de opções em ativos reais, oferecendo aos tomadores de decisões o direito de exercer a real opção para seus futuros empreendimentos.

científica”; para Hess et al. (1992), a engenharia econômica representa “métodos e técnicas de decisão empregados na escolha de alternativas de investimentos tecnicamente viáveis”. De opinião semelhante, Bertolo (2005) explica que “a engenharia econômica é um conjunto de conhecimentos necessários à tomada de decisões sobre investimentos”. Casarotto Filho e Kopittke (2000, p. 104) afirmam que a “engenharia econômica objetiva a análise econômica das decisões”, dando-se ênfase aos fatores conversíveis em moeda. Com essa mesma visão, Pamplona e Montevechi (2003) entendem que engenharia econômica envolve decisões entre propostas tecnicamente viáveis que se fundamentam na matemática financeira para a realização da análise.

Como é possível perceber, a maioria dos autores, ao se reportar à engenharia econômica, a definem como uma técnica que tem importância nas tomadas de decisão, principalmente na comparação entre alternativas econômicas viáveis. O ato de decidir significa estar convicto a respeito de determinado assunto, após ter realizado um julgamento de valor.

Sobre este tema, Securato (1996) comenta que o julgamento tem maior significado quando contraria a própria experiência do agente decisor, o que o obriga a entrar em um ciclo de processo de aprendizagem que envolve experiência e julgamentos.

#### b) Conceitos

Para Hirschfeld (1989), a engenharia econômica aplica conhecimentos oriundos de atividades técnicas, financeiras e sociais, procurando otimizar a utilização dos recursos. Por sua vez Melody (1997) informa que as análises em engenharia examinam as alternativas possíveis de produção, procurando encontrar a melhor maneira de produzir com o mínimo de custos, reforçando ainda que as análises e decisões são funções dos administradores.

#### c) Características

A combinação de conhecimentos da engenharia e da economia resulta num método, denominado de engenharia econômica, que serve de auxílio para as

tomadas de decisão em aplicação de recursos de capital nos negócios. Assim, a engenharia econômica pode ser caracterizada como uma ciência que estuda os aspectos referentes à economia e envolve escolhas de alternativas de investimentos e análises de decisões econômicas, posto que decisão é algo intimamente relacionado à escolha de alternativas.

A utilização da engenharia econômica em decisões de investimentos pressupõe a seleção de alguns critérios, tais como: a existência de alternativas disponíveis, análises das alternativas e escolha da melhor opção. A escolha da melhor alternativa pode ser técnica, econômica ou financeira. Ela é técnica quando está associada a fatores de tecnologia, principalmente os relacionados aos benefícios científicos dos conhecimentos em determinadas atividades. A melhor escolha econômica ocorre quando há utilização dos recursos que proporcionem uma melhor relação benefício/custo e revele um aumento de rentabilidade do investimento. A melhor opção financeira sucede quando o uso de capital representa a maior disponibilidade de recursos em termos monetários.

A busca de soluções de problemas no meio científico induz à elaboração de um método de pesquisa. Por isso, o processo de tomadas de decisão em engenharia econômica necessita de um método que estabeleça os passos para atingir os objetivos traçados. Esses objetivos devem satisfazer às expectativas econômicas por meio de critérios eficientes que auxiliem na tomada de decisões.

#### d) Critérios de decisões em engenharia econômica

A engenharia econômica estabelece alguns critérios, que servem como indicadores para comparar alternativas. Para Ferreira (2004, p. 501), critério é “aquilo que serve de base para comparação ou apreciação” de alguma alternativa.

O critério forma a base para a decisão, que, em princípio, envolve um julgamento de valor denominado, na engenharia econômica, de tomada de decisão.

As decisões são decorrentes de situações enfrentadas pelos investidores em seu cotidiano e devem ser tomadas, também, sob determinados critérios técnicos que expressem o valor econômico da escolha da alternativa correta.

A decisão econômica implica alguns princípios e, segundo Grant, Ireson e Leavenworth (1990) os fundamentais em engenharia econômica são os seguintes:

- as decisões são tomadas entre as alternativas; é desejável que estas sejam definidas claramente e que os méritos sejam apropriados para a sua avaliação;
- as decisões se baseiam nas conseqüências das expectativas das várias alternativas;
- é essencial decidir sobre os procedimentos de formulação e avaliação de projetos;
- a comparação entre as alternativas deve ser mensurável em número e unidades. As decisões econômicas devem ser expressas em unidades monetárias;
- somente as diferenças entre as alternativas são relevantes na comparação entre elas;
- tanto quanto possível, as decisões isoladas devem ser tomadas separadamente;
- é desejável ter um critério para a tomada de decisão, ou diversos critérios. O parâmetro básico a ser aplicado na escolha de alternativas de investimentos em ativos físicos deve ser selecionado de acordo com o objetivo de um melhor uso dos recursos limitados;
- mesmo as estimativas cuidadosas de conseqüências monetárias de escolhas de diferentes alternativas podem tornar-se incorretas. É necessário empregar critérios de decisão secundários que reflitam essa falta de certeza em relação às estimativas futuras;
- as decisões entre as alternativas de investimentos devem ter peso para algumas diferenças de expectativas que não possam ser reduzidas a termos monetários, como as que são expressas em termos monetários;
- freqüentemente, efeitos colaterais são negligenciados quando decisões individuais são tomadas; é necessário considerá-las adequadamente, antes de executá-las.

Estes princípios mostraram-se tão significativos que nortearam todos os trabalhos a respeito de decisões em engenharia econômica, além de possibilitar a

construção de uma série de variantes desses fundamentos, os quais são empregados pelos tomadores de decisões no mundo empresarial.

Fleischer (1988) também considera como fundamentais alguns princípios relativos à aplicação do capital, destacando os seguintes:

- decisões são tomadas a partir de alternativas;
- necessidade de um denominador comum para mensurar os valores;
- apenas as diferenças entre as alternativas são relevantes;
- reconhecer o valor no tempo do dinheiro;
- decisões separáveis devem ser tomadas isoladamente;
- considerar o grau de incerteza associado às previsões;
- decisões devem considerar as conseqüências não redutíveis a valores monetários;
- a eficácia do orçamento de capital é função de sua implantação nos vários níveis dentro da organização;
- as decisões são aperfeiçoadas com auditorias pós-decisão.

Para Hess et al (1992), o problema central da engenharia econômica envolve o estudo das seguintes etapas:

- identificação de um problema a resolver;
- diversas soluções possíveis;
- avaliação de cada alternativa;
- comparação e escolha da melhor alternativa.

Por sua vez, Casarotto e Koppitke (2000) asseveram que os seguintes princípios são básicos em engenharia econômica:

- deve haver alternativas de investimentos;
- as alternativas devem ser expressas em dinheiro;
- só as diferenças entre as alternativas são relevantes;
- sempre serão considerados os juros sobre o capital empregado;
- nos estudos econômicos, o passado geralmente não é levado em conta.

No entanto, Kassai et al. (2000), por seu lado, também consideram importantes os seguintes princípios da engenharia econômica:

- não existe decisão a ser tomada considerando-se alternativa única;
- só é possível comparar alternativas homogêneas;
- apenas as diferenças de alternativas são relevantes;

- é necessário ordenar alternativas por meio de um denominador comum, a fim de torná-las comensuráveis;
- entre as diversas alternativas, sempre existe a de não fazer nada;
- os critérios para a decisão entre alternativas econômicas devem reconhecer o valor do dinheiro no tempo;
- não devem ser esquecidos os problemas relativos ao relacionamento do capital (combinação de restrições);
- decisões separáveis devem ser tomadas isoladamente;
- deve-se considerar o grau de incerteza presente nas variáveis consideradas por meio de ajustes nas previsões efetuadas;
- as decisões devem levar também em consideração os eventos qualitativos não quantificáveis monetariamente (sentimento).

Conforme observa-se nas obras citadas, tanto nos princípios para aplicação de capital de Fleischer (1988), quanto nos estudos econômicos de Casarotto e Koppitke (2000) ou nos fundamentos de engenharia econômica de Kassai et al. (2000), os autores utilizaram os princípios de decisão econômica apregoados por Grant e Ireson, para realizarem os seus postulados sobre investimentos. Essa composição histórica vem comprovar a robustez e significância da doutrina fundamental da engenharia econômica.

Dessa forma, a análise de investimentos ou de aplicação de capital é realizada por intermédio dos princípios da engenharia econômica, os quais procuram solucionar os problemas diante das tomadas de decisão.

Motta e Calôba (2002) comentam sobre o assunto que a análise de investimentos pressupõe o estudo de algumas etapas consideradas essenciais, destacando-se as seguintes:

- a formulação do problema ou oportunidade;
- a modelagem econômico-financeira, e
- as tomadas de decisão.

A formulação correta de um problema ou a identificação de uma oportunidade ainda é um dos obstáculos mais difíceis de ser superado pelas pessoas em geral; por um lado, porque a quantidade de problemas e oportunidades é muito grande; por outro, porque a causa principal, tanto do problema como da oportunidade, não é identificada corretamente, e isso deve-se aos mais variados motivos, que vão desde a falta de informações e desconhecimento até ocupação de tempo com outras

atividades menores. Por esse motivo, são pertinentes as palavras de Campos (1999), ao comentar que um método de análise de solução de problemas é constituído por diversos processos, que vão da identificação, observação, análise, até a solução do problema.

Como a engenharia econômica procura solucionar dificuldades relativas a projetos de investimentos, as seqüências de etapas sugeridas por Motta e Calôba (2002) e Campos (1999) podem contribuir tanto na solução de problemas, quanto nos estudos de identificação de oportunidades de investimentos.

Quanto à modelagem econômico-financeira, estas podem ser resolvidas mediante estudos e técnicas de análises utilizadas na engenharia econômica. E no tocante às tomadas de decisão, Casarotto Filho e Kopittke (2000) postulam que, para solucionar o problema de análise de investimentos, a engenharia econômica é uma ferramenta que utiliza técnicas especiais de estudo, empregados para a decisão critérios econômicos, financeiros e do imponderável.

Para que haja uma tomada de decisão correta, é interessante entender os princípios da teoria das decisões, que são alicerçadas nos parâmetros da certeza, do risco e da incerteza, na intenção de minimizar a subjetividade da sentença. As decisões baseadas sob os critérios de certeza dizem respeito a variáveis conhecidas e, portanto, de resultados conhecidos. As decisões ancoradas sob especificações de risco apresentam variáveis conhecidas, cujos resultados são determinados por meio de probabilidades, enquanto que nas decisões tomadas sob aspectos de incerteza as variáveis podem ser conhecidas, mas os resultados são totalmente imprevisíveis ou incertos.

## **2.2 Métodos de análise de investimentos**

Em engenharia econômica o termo investimento, na sua essência, significa a aplicação de recurso de capital com a finalidade de obter vantagens econômicas futuras.

No entender de Holanda (1976, p. 259), investimento é “qualquer aplicação de recursos de capital, com vistas a obter um fluxo de benefícios ao longo de um determinado período futuro”. Para Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999, p. 15), investir significa “comprometer o capital atual para manter ou melhorar a situação econômica da empresa”; semelhante também é a definição de Bodie, Kane e Marcus

(2000), quanto ao comprometimento de recursos financeiros ou outros recursos na expectativa de benefícios futuros. Já para Gitman (2001), investimento representa dispêndios de recursos que compromete a empresa durante um determinado período, ou, como salientam Kassai et al. (2000), investimento é deixar de consumir hoje para consumir no futuro.

Os investidores em geral sabem o que significam investimentos, por isso dão tanta importância ao assunto, estudando, discutindo e acompanhando o movimento do mercado econômico e financeiro no mundo dos negócios. Após essa etapa inicial por meio dos métodos de análises, verificam as diversas possibilidades de aplicação de recursos e tomam decisões.

Existem vários métodos para classificar as análises de investimentos, mas neste tópico são apresentadas as análises de investimentos em situação de certeza, em situação de risco e em situação de incerteza. No entender de Kassai et al. (2000), o objetivo do empreendedor é seguir um caminho que minimize as incertezas, transforme-as em risco e estes em certeza.

### 2.2.1 Análise de investimentos em situação de certeza

A análise de investimentos em situação de certeza corresponde à previsibilidade de um resultado final certo ou esperado como tal. Ao se analisar um investimento sob essa ótica, se escolherá o que proporcionar maior retorno.

#### a) Definição

Certeza, para Knight (2005), significa a possibilidade de atribuir probabilidades matemáticas a um evento. Hirschfeld (1989) entende que a condição de certeza supõe a contribuição de fluxos de caixa, desde o instante zero até os períodos, assumindo um valor considerado como confiável em cada um deles.

#### b) Conceitos

No entendimento de Merton (2004), a utilização do ambiente perfeito da certeza é uma forma simplificada para o entendimento da estrutura da realidade da análise econômica. Walls (2000), por sua vez também utiliza inicialmente a teoria de finanças sob certeza para explicar posteriormente as circunstâncias do mundo real, no qual prevalecem o risco e a incerteza.

Na opinião de Groppelli e Nikbakht (2002), a abordagem equivalente à certeza significa separar os fluxos de caixa dos seus riscos, considerando-os como certos, descontando-os pela taxa livre de risco. Os autores relatam os passos para calcular a equivalência à certeza:

- estimar os fluxos de caixa esperados do projeto;
- determinar os fatores de equivalentes à certeza (percentuais dos fluxos de caixa esperados, considerados como certos);
- calcular os fluxos de caixa certos (multiplicação dos fluxos de caixa esperados pelos fatores equivalentes à certeza);
- calcular o Valor Presente Líquido - VPL do projeto utilizando a taxa livre de risco como taxa de desconto;

A análise de investimento pode ser determinada por diversos métodos. Os mais tradicionais são: o Valor Presente Líquido – VPL, o Fluxo de Caixa Descontado – DCF, a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Payback, a Lucratividade, a Rentabilidade, o Ponto de Equilíbrio e a Relação Benefício-Custo.

### c) Características

Segundo Merton (2004), há quatro motivos para se determinar um valor em um ambiente de certeza:

- o valor da empresa representa o valor presente dos dividendos pagos;
- o valor da empresa representa o valor atual do fluxo gerado;
- o valor da empresa representa o valor atual dos ordenados gerados;
- o valor da empresa representa o valor atual dos ordenados gerados mais as oportunidades futuras da companhia.

Esses métodos de análise de investimentos citados na literatura obedecem a alguns critérios. Casarotto Filho e Kopittke (2000) classificam esses critérios em exatos e não exatos. Pamplona e Montevechi (2003), quando se referem aos critérios de decisões, afirmam que três se sobressaem por sua exatidão e equivalência: os métodos do VPL, Valor Anual e a TIR.

Outros autores dividem os critérios em empíricos e elaborados. Percebe-se, no entanto, que essa discordância é apenas semântica, porque na essência todos chegam a um denominador comum quanto aos métodos. Assim, na classificação empírica encontram-se os seguintes métodos: o retorno sobre o investimento e o

payback simples. Na classificação elaborada surgem o VPL, a TIR, a análise do fluxo de caixa descontado e o payback descontado.

As análises de investimento em situação de certeza neste estudo são: o VPL, a TIR e o payback. Ressalta-se também que esses métodos de análises geralmente levam em consideração a taxa de desconto denominada de taxa mínima de atratividade – TMA. Conforme Casarotto e Koppitke (2000), a TMA representa a taxa atrativa que os investidores esperam obter de um projeto e que seja equivalente à rentabilidade das aplicações realizadas e de pouco risco. Para Lapponi (2000), existem três tipos de taxas de juros que são analisadas pelos investidores em projetos:

- taxa mínima requerida, que é a TMA de um projeto, em que o investidor estipula a taxa para aceitar ou rejeitar um determinado projeto;
- taxa esperada, taxa esta originária da projeção dos fluxos de caixa do projeto;
- taxa realizada, que identifica a medida exata da rentabilidade do investimento.

Como se trata de projeção de investimentos, a TMA serve de parâmetro para comparações entre as taxas obtidas pelos projetos durante os períodos de análise. A decisão de aceitar ou rejeitar os projetos, no entanto, fica a cargo dos investidores, que são os tomadores de decisões após a elaboração das análises dos investimentos.

#### *2.2.1.1 Método do valor presente líquido*

No que tange ao trabalho em si, em termos de análise de investimentos, realiza-se uma revisão bibliográfica mais apurada sobre o método do VPL, por se revelar necessário e fundamental para a utilização de opções reais.

##### a) Definições

Para Gitman (2001, p. 302), o VPL é uma “técnica de orçamento sofisticada, e o seu valor é determinado pela subtração do valor inicial de um projeto, do valor presente dos fluxos de entrada de caixa, descontados a uma taxa igual ao custo do capital da empresa”. Por sua vez, Yeo e Qiu (2002), definem VPL como sendo a diferença entre o valor presente da estimativa líquida das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa.

As definições sobre o VPL são essenciais para que se possa compreender e tirar conclusões de acordo com as normas estabelecidas pelo método.

#### b) Conceitos

Mondher (2002) enfatiza que a literatura padrão nas técnicas de orçamento de capital usa o VPL como critério de referência para decisões do investimento. A análise é baseada principalmente na utilização do custo de capital, que consiste em descontar os fluxos de caixa futuros, sendo, portanto, aceito o projeto cujo valor de VPL for positivo, caso contrário será rejeitado. Cohen, Gompers e Vuolteenaho (2002) explicam que empresas normalmente consideram os novos projetos com VPL zero ou positivos; já os projetos com VPL negativos não são de seu interesse. Laponi (2000) revela que o VPL também é uma técnica adotada como parâmetro para analisar a sensibilidade de projetos, possibilitando sua aceitação ou rejeição.

Para a efetivação da análise do VPL, é necessária a aplicação de matemática financeira. A análise consiste em trazer para o momento presente o fluxo de caixa dos “n” períodos de um projeto, a uma taxa de juros conhecida e descontar o valor do investimento inicial. O resultado do cálculo é o VPL, que pode apresentar um valor positivo ou negativo.

Considerando que o método do VPL requer conhecimento prévio de alguns requisitos, tais como matemática, finanças e lógica, esse conhecimento é possível a partir da qualificação dos profissionais que atuam na área não somente em termos conceituais ou teóricos, mas também na aplicabilidade do método.

Nas palavras de Finnerty (1999), a viabilidade econômica de um projeto é encontrada quando o VPL dos fluxos de caixa esperados é superior ao valor presente dos custos do investimento.

#### c) Características

Harvey (1986) informa que em 1907 Irving Fischer propôs um consumo baseado na teoria da taxa de juros, a qual refletiria o equilíbrio entre a renda de hoje e a renda marginal do período seguinte. Diante disso Grant (2003) informa que Fischer conseguiu estabelecer uma ligação fundamental entre o valor presente líquido de uma companhia e o movimento de desconto do fluxo de caixa esperado. Essa característica foi tão marcante que muitos estudos foram desenvolvidos a partir dessa teoria.

Nesse sentido, Brennan e Schwartz (2001) explicam que o padrão da técnica do VPL permanece inalterado desde o surgimento do modelo desenvolvido por Fischer, com adaptações de Dean, Bierman e Smidt.

Shrieves e Wachowicz Jr (2000) esclarecem que, conceitualmente, a forma de aplicação mais tradicional do fluxo de caixa descontado age como um VPL, embora, dependendo da situação, se utilize uma variedade de técnicas de fluxo de caixa descontado, como: o VPL para avaliação de projetos, fluxos de caixa livre para avaliação de empresas e modelos de desconto de dividendos para avaliação de capital próprio. Inclusive, James e Koller (2000) utilizaram o fluxo de caixa descontado para a avaliação de mercados emergentes, associando probabilidades de ocorrência em alguns cenários, a fim de determinarem os riscos dos negócios. As principais variáveis macroeconômicas dos países estudados foram: a taxa de inflação, o crescimento do PIB, as taxas de juros e os débitos desses Estados.

O fluxo de caixa descontado atualiza para o momento presente, o valor dos fluxos de caixa obtidos durante a vida de um empreendimento, mediante o desconto de uma taxa de juros normalmente denominada TMA.

Para Kim (1998) o modelo de fluxo de caixa descontado é um dos mais populares nos Estados Unidos para avaliação de corporações, porque o valor de uma companhia corresponde ao valor atual da potencialidade de sua geração de fluxo de caixa futura. No entender de Zugarramurdi, Parin e Lupin (1999), esse método leva em conta o valor dos juros do investimento e se baseia na cobertura desse valor em cada período da vida útil do projeto.

Por outro lado, Copeland e Antikarov (2001) ressaltam que o VPL é a ferramenta mais utilizada pelas grandes empresas<sup>3</sup> em análise de investimentos. Esta elevada taxa de adoção foi influenciada pela tecnologia com o surgimento das calculadoras de bolso e dos microcomputadores. Os mesmos autores informam que foram necessários mais de vinte anos para que as empresas americanas começassem a utilizar a técnica do VPL, em substituição ao tempo de retorno do investimento.

Falconer *et al* (1999) argumentam que a técnica do VPL é ligeiramente a mais complicada das análises de investimento, sendo superior à técnica do *payback*. Ressaltam, ainda, que o VPL representa a lucratividade do futuro investimento,

---

<sup>3</sup> Nos Estados Unidos da América – EUA.

considerando o tamanho e o tempo da proposta de investimento, bem como o custo de oportunidade de capital.

Como qualquer empreendimento implica investimentos, pressupõe-se que os investidores, ao realizarem suas aplicações, façam uma análise prévia de seus negócios. Há de se ponderar que a técnica do VPL é útil para as tomadas de decisão de investimentos em projetos e que persiste ao longo do tempo como um dos métodos mais utilizados em termos de análise financeira. É sabido que o VPL constitui-se no somatório de diferenças entre entradas e saídas líquidas de caixa, descontadas a uma TMA, para um instante de tempo determinado, presente, representando o valor atualizado de um projeto.

As principais características do método do VPL são:

- considera como certo os fluxos de caixa futuros do empreendimento;
- utiliza períodos determinados, e
- usa taxas de desconto fixas para atualizar o fluxo de caixa.

Em determinadas circunstâncias, como a de novos negócios, a análise do VPL é fundamental para as tomadas de decisão, mesmo quando apresentar um VPL negativo. Nesse caso, há de se considerar outras variáveis que possam interagir com o projeto, como a perspectiva de crescimento do mercado, o bloqueio à entrada de algum futuro concorrente ou a saída de um concorrente atual em determinada área ou região, a projeção de valorização imobiliária de determinada área e a valorização futura de um bem ou serviço.

Existem casos de projetos interdependentes ou interações entre projetos, como explica Trigeorgis (2002). Estes também podem ter considerável importância estratégica, desde que possam justificar a aceitação de projetos com VPL estático negativo com base no potencial de uma nova oportunidade de investimento para a empresa no futuro.

A determinação do valor do dinheiro no tempo e a utilização do fluxo de caixa descontado são questões básicas para a análise de investimentos. Clare (2002) nesse sentido, ressalta que tempo não é dinheiro ou dinheiro potencializado, mas que este exerce influência na mudança de seu valor, pelo fato de que o dinheiro está na dependência de uma taxa de retorno sobre o investimento e de um determinado número de períodos pré-estabelecidos.

Para finalizar, as características mencionadas nesta seção dão sustentação e suporte para que o VPL se consolide como um dos métodos mais utilizados em

termos de análise de investimentos em projetos. Em linhas gerais, o método é orientado para que as pessoas possam entendê-lo e, a partir daí, utilizarem essas informações para as tomadas de decisão em relação aos seus projetos.

#### d) Críticas

Há autores que tecem críticas às técnicas do VPL, principalmente àquelas que se referem às inconformidades quanto à certeza do comportamento do mercado futuro. A volatilidade do mercado e a rapidez com que os acontecimentos ocorrem na economia globalizada são fatores fundamentais nessa análise. Cada vez mais os estudos sobre a análise de investimentos estão sendo aprofundados e, à medida que o detalhamento vai se realizando, os velhos conceitos e técnicas vão sendo aprimorados sob uma nova ótica de julgamento de valores.

Algumas críticas com relação ao VPL são feitas por Copeland e Antikarov (2001), quando afirmam que essa técnica apresenta falhas em relação às expectativas de fluxos de caixa futuro e subestima as oportunidades de investimentos. Também corroboram essa idéia Dixit e Pindyck (2001), que destacam como um dos problemas do VPL o fato de que este assume um cenário fixo, no qual a organização inicia e completa o projeto, gerando fluxo de caixa durante a expectativa do tempo de vida do mesmo, sem nenhuma contingência. Ao se referir à metodologia de tomadas de decisão sobre investimentos de capital de risco, Soon (2002) informa que as avaliações tradicionais do VPL são inadequadas para muitos projetos arriscados, e que os métodos disponíveis para avaliar esses projetos são limitados e freqüentemente pouco práticos.

Os investimentos analisados pela técnica do VPL tradicional constantemente conduzem à tomada de decisão, mediante uma visão estreita com o estudo de alguns elementos estáticos, como o número de períodos e taxas de desconto, não permitindo a abertura para futuras oportunidades de negócios.

A abordagem realizada por Trigeorgis (2002) ressalta que o padrão de critério do fluxo de caixa descontado subestima as oportunidades de investimento, conduzindo a decisões míopes, de subinvestimento, e eventuais perdas de posição competitiva, porque esses critérios ainda ignoram ou não avaliam corretamente as estratégias importantes. Para Rocha *et al* (2001), o VPL não considera fatores como o valor agregado pelo gerenciamento eficiente do futuro ativo, a incerteza de variáveis-chave ou as mudanças das políticas regulatórias.

Folta e O'brien (2002) explicam que a teoria de investimento tradicional prediz que uma empresa entrará em uma atividade nova quando o VPL dos fluxos de caixa esperados for maior que zero, não apresentando a influência da incerteza com precisão na entrada, pois não considera que a maioria dos investimentos é, pelo menos parcialmente, irreversível. Idéia semelhante advém de Balmann e Mubhoff (2002), que fazem a seguinte consideração a respeito do VPL, uma das técnicas mais importantes desenvolvidas nas últimas décadas em termos de teoria de investimento: segundo estes autores, a técnica do VPL subestima algumas condições, como o retorno dos investimentos, uma vez que estes estão sujeitos a uma incerteza contínua e que parte do investimento é irreversível. Além disso, há de se considerar que o investidor poderia suspender a decisão de aplicações durante algum tempo.

Ademais, Mason e Weeds (2003) argumentam que a literatura sobre investimento irreversível sob incerteza utiliza a regra do VPL, e que esta geralmente está incorreta, pois considera somente a decisão do tipo “agora-ou-nunca” e falha na apreciação do adiamento do investimento.

Por outro lado, alguns autores também entendem que a técnica do VPL é importante para a análise de investimentos de projetos.

Quando indagado se o VPL é uma técnica equivocada, Moore (2001) responde negativamente, mas como todo o modelo, a versão tradicional trabalha confiantemente somente até o ponto em que suas suposições subjacentes se mantêm. Comentando também sobre o mesmo tema, Trigeorgis (1995), considera que a técnica tradicional do VPL não deveria ser rejeitada, mas vista como uma entrada para a análise do VPL expandido, baseado em opções.

Essa abordagem em relação às críticas tecidas pelos pesquisadores e profissionais que utilizam o método do VPL tradicional é pertinente, pois nele existem lacunas que permitem esses questionamentos. Por outro lado, também há de se convir que o método é importante e muito utilizado pelas empresas em geral. O que se deve fazer, a propósito, é buscar alternativas ao método do VPL, que atendam às expectativas dos usuários para minimizar as dificuldades oferecidas e que solidifiquem a capacidade de ampliação de seu campo de atuação.

A seguir, são apresentadas as principais vantagens e desvantagens oferecidas pelo método do VPL, com base nas abordagens dos diversos autores estudados.

As principais vantagens encontradas no método do VPL são:

- usa fluxos de caixa (lucro líquido + depreciação) em lugar de lucro líquido;
- analisa o valor do dinheiro no tempo;
- identifica o aumento de riqueza do empreendimento;
- é usado para tomar decisões entre investimentos;
- aceita projetos com VPL positivo;
- considera o risco embutido na TMA.

Entre as desvantagens relacionadas ao método do VPL estão:

- necessidade de usar uma TMA fixa como taxa de desconto para todo o período de projeto;
- usa períodos estanques para a análise de projetos;
- não possibilita a captação de opções;
- não possibilita flexibilidade no gerenciamento de projetos.

#### e) Considerações

No referencial teórico sobre a análise do método do VPL utilizou-se a abordagem de diversos autores e pesquisadores que atuam na área de projetos de investimentos, tanto em âmbito nacional como internacional, além de focar as definições, conceitos, características e pontos críticos a respeito dessa metodologia.

O que se observou, portanto, é que a maioria dos autores pesquisados ao se referir ao método do VPL, não o desprezou como forma de análise financeira de projetos, tanto é que ficou evidenciada nos relatos a utilização do método pela maioria das empresas norte americanas. Também se verificou que a mudança de uma técnica para outra leva algum tempo para obter adesão total. No caso do VPL foram necessários mais de vinte anos para que as empresas americanas o adotassem em substituição ao *payback*. Fica evidenciado, desta forma, que a introdução de uma nova técnica ou adoção de tecnologia nem sempre é prontamente assimilada e empregada, porque é necessário um certo período de tempo de adaptação às novidades.

Por outro lado, à medida que os estudos vão avançando novas técnicas vão surgindo a partir ou concomitante ao VPL, como o método do valor presente ajustado – APV. Segundo Graham (2001), esse método consiste em estipular o VPL mais o valor presente das decisões de financiamento, as quais se constituem em benefícios que são descontados no custo do imposto. Morais e Pinto (2005)

concordam com essa afirmação e salientam que a sobre renda na abordagem considera as vantagens resultantes da contração de dívidas mais a atualização do fluxo de caixa do capital próprio.

Segundo Gonçalves Junior e Pamplona (2005), o modelo do valor presente ajustado – APV- foi desenvolvido por Stewart Myers e apresentado em seu artigo em 1974. Para Brealey e Myers (2000), o *Adjusted Present Value* (APV) significa separar o fluxo de caixa normal e o valor presente dos custos e dos benefícios de financiamentos, gerando o valor presente ajustado.

#### 2.2.1.2 Método da taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno merece uma atenção especial quanto à revisão bibliográfica, por ser um método considerado sofisticado para a análise de investimentos e muito utilizado pelos empresários e pesquisadores nesse campo de conhecimento.

##### a) Definições

Para Ross, Westerfield e Jordan (1998), Casarotto Filho e Kopittke (2000), Fleischer (1988), Hirschfeld (1989), Brealey e Myers (2000), a taxa interna de retorno, como a taxa que iguala o VPL a zero, ou seja, a TIR indica qual a taxa necessária de desconto a ser utilizada para que o VPL se iguale a zero. Lapponi (2000) aponta como procedimento para cálculo da TIR a utilização do modelo matemático do VPL, procurando a taxa que torne o VPL igual a zero. Holanda (1976, p. 338), define a TIR como a “taxa de juros que atualiza uma série de rendimentos futuros de um projeto e a iguala ao valor do investimento inicial”.

##### b) Conceitos

Conforme Buarque (1991), a taxa interna de retorno é obtida por intermédio dos dados do próprio fluxo do projeto, não sendo necessário arbitrar um valor de taxa de desconto. Hess et al. (1992), Hummel e Taschner (1986) analisam a taxa de retorno como a taxa de rentabilidade obtida de um investimento que torna equivalente o VPL dos embolsos e o VPL dos desembolsos de um empreendimento. Para Mannarino (1991), a TIR representa a rentabilidade média do capital aplicado em um projeto, dependendo de suas características econômicas intrínsecas.

Na realidade, a TIR é a taxa de desconto que torna o VPL das entradas de caixa igual ao VPL das saídas de caixa.

### c) Características

A TIR se caracteriza pela remuneração de um empreendimento durante um período de tempo e fluxo de caixa pré-estabelecido. Ela representa a rentabilidade interna de um projeto, obtida pelo desconto do fluxo de caixa observado nos períodos de análise e que anule o valor do investimento inicial. A taxa interna de retorno obtida pelo projeto é comparada a uma taxa mínima de atratividade desejada e arbitrada como retorno pelo investidor.

Nesse sentido, a TIR é utilizada para comparar alternativas de investimentos em projetos, desde que os períodos sejam equivalentes e os valores não sejam muito discrepantes, para que os resultados da análise não se mostrem distorcidos. Normalmente as empresas utilizam como TMA os custos dos financiamentos ou os índices econômicos, levando em conta também o risco dos projetos. O método prediz que se a TIR for maior que a TMA, o projeto deve ser aceito; se a TIR for igual à TMA significa que o projeto é indiferente ao projeto e quando a TIR for menor que a TMA, o projeto deve ser rejeitado. Embora sirva como um indicador econômico de análise de projetos, a TIR não deve ser a única opção. Apesar de apresentar algumas vantagens, também aponta para alguns inconvenientes, que devem ser levados em consideração no momento da decisão sobre o investimento.

### d) Críticas

Diversos autores realizam críticas ao método da TIR, como Casarotto e Kopittke (2000), que afirmam que existem possibilidades de determinados investimentos admitirem a existência de múltiplas TIRs. Neste caso, Neves (1982) recomenda a necessidade do cuidado na interpretação da solução, devendo-se dar preferência ao método do valor atual. Também Gitman (2001) comenta que o emprego da TIR pressupõe o reinvestimento de valores à taxa determinada pela própria TIR.

As críticas, tanto as construtivas quanto as que trazem algum demérito ao método da TIR, foram compiladas e resumidas na forma de vantagens e desvantagens do método.

As principais vantagens encontradas no método da TIR são:

- serve como decisão na escolha de alternativas de investimentos no julgamento da viabilidade econômica de alternativas isoladas, frente à TMA;
- muito utilizado pela facilidade e compreensão do cálculo;
- o resultado é uma taxa de juros.

As desvantagens relacionadas ao método da TIR compreendem:

- deve ser comparada com o valor de uma TMA arbitrada;
- pode fornecer taxa de retorno não-realista;
- pode fornecer múltiplas taxas de retorno.

#### e) Considerações

O método da TIR é muito utilizado no mundo dos negócios, principalmente na avaliação de projetos individuais e na comparação entre os mesmos. À medida que a pesquisa no campo da engenharia econômica avança, alguns métodos também sofrem alterações, como é o caso da TIR.

Alguns autores argumentam que esse tipo de estudo conduziu à formação da taxa interna de desconto modificada – TIRM ou MIRR<sup>4</sup> - como Casarotto Filho e Kopitkke (2000) e Kassai et al. (2000). Para estes autores, a TIRM representa a atualização do fluxo de caixa descontado dos valores negativos ao longo dos períodos de investimentos, utilizando a taxa de financiamentos ou taxa de segurança, igual à TMA e, a atualização do fluxo de caixa positivo, usando uma taxa de reinvestimento ou taxa de risco, aplicada a valor futuro.

Ainda de acordo com Kassai et al. (2000), existem algumas vantagens no emprego da TIRM:

- elimina os problemas matemáticos da existência de raízes múltiplas e das taxas de financiamento e reinvestimento divergentes da realidade do mercado;
- resgata a vantagem da facilidade de interpretação dos resultados em forma de taxa;
- possibilita a comparação entre as diversas taxas de mercado;
- obtém uma taxa interna de retorno de investimentos mais realista.

---

4 MIRR – Modified Internal Rate of Return.

### 2.2.1.3 Método do Payback

O método do *payback* é muito utilizado no meio empresarial para decisões em investimentos pela facilidade de entendimento e praticidade na sua aplicação. Por isso é pertinente a realização de um estudo bibliográfico sobre o tema.

#### a) Definições

Para Gitman (1997), Clarke (2004) e Buarque (1991) *payback* é o período de tempo necessário para recuperar o capital investido. Nessa perspectiva, Hirschfeld (1989) considera como prazo de retorno o período de tempo necessário, para que os benefícios oriundos de um investimento possam cobrir os custos a uma TMA adequada.

#### b) Conceitos

Os estudos sobre a análise de investimentos conduzem aos dois tipos mais utilizados de *payback*, o simples e o descontado. O *payback* simples consiste na identificação do número de períodos em que retorna o investimento, diminuindo o capital inicial, pelo somatório dos resultados obtidos nos períodos de fluxo de caixa até a liquidação de seu valor. O método do *payback* descontado serve para calcular o período de tempo necessário para a recuperação do capital investido, com a aplicação de uma TMA desejada como desconto para atualizar o fluxo de caixa obtido pelo projeto.

O método de *payback* simples para Lapponi (2000), é considerado como um método fácil e direto de avaliação, que especifica o tempo necessário para recuperação do investimento.

#### c) Características

A característica do *payback* simples é que ele não utiliza uma taxa de desconto para verificar o número de períodos que se necessita para recuperar o capital investido. Este método é muito utilizado pela sua simplicidade e aplicabilidade.

Por outro lado, o *payback* descontado ou elaborado utiliza uma taxa de desconto para verificar o número exato de períodos, em que o empreendimento recupera o valor inicial investido. Normalmente, essa taxa de desconto usada é a

TMA, a qual é determinada pelo próprio investidor como parâmetro para remuneração de seu capital.

Para Groppelli e Nikbakht (2002), se o período de *payback* descontado representar um tempo aceitável pelos investidores, o projeto será selecionado.

#### d) Críticas

Groppelli e Nikbakht (2002) ressaltam, porém, que uma das maiores críticas que o método do *payback* simples enfrenta é o de não levar em consideração o valor do dinheiro no tempo, além de não considerar as entradas de caixa após o período de recuperação do capital investido.

As observações feitas pelos diversos autores relatadas no método *payback* são explanadas resumidamente como vantagens e desvantagens do método.

As principais vantagens encontradas no método do *payback* são:

- facilidade na aplicação e entendimento;
- serve como decisão na escolha de alternativas de investimentos;
- o método de *payback* descontado leva em consideração o valor do dinheiro no tempo;
- pode haver recusa em aceitar um projeto que não recupera o valor do investimento no período analisado;

As desvantagens relacionadas ao método do *payback* são:

- o método de *payback* simples não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo;
- não considera as entradas de caixa após o período de recuperação do investimento;
- não leva em consideração os vários níveis de produção nos primeiros anos dos projetos;
- dificuldade em obter um período ideal de recuperação de investimentos;
- o *payback* descontado utiliza a TMA como desconto, e como esta geralmente é arbitrada, pode conduzir a falhas na comparação de períodos;
- apresenta dificuldade na escolha de projetos que apresentem fluxos de caixa maior no início, no curto prazo, e após, representem prejuízo, em contrapartida a um projeto de longo prazo.

## 2.2.2 Análise de investimentos em situação de risco

Os estudos de investimentos em projetos, normalmente, pressupõem a existência de riscos, os quais podem se apresentar de várias formas e maneiras, podendo-se distinguir em: econômicos, financeiros, tecnológicos, administrativos, legais e naturais. Os riscos supõem o entendimento e análise de que há possibilidade de algo não dar certo, dentro de uma distribuição de probabilidades previstas.

### a) Definições

Hirschfeld (1989) define risco como a probabilidade de insucesso de uma decisão. Já Pindyck (2002) considera como risco a situação de poder arrolar os resultados possíveis. Para Souza e Clemente (2001), o risco caracteriza-se pelo conhecimento de uma probabilidade de que o evento venha a ocorrer no futuro. Gitman (2001) entende risco como a possibilidade de o resultado real diferir do esperado, geralmente aliado a uma perda financeira, e Securato (1996), por sua vez, associa o risco à probabilidade de ocorrer fracasso em um evento.

### b) Conceitos

Para Bernstein (1997), o risco e o tempo estão intimamente relacionados, pois a natureza do horizonte de tempo é que estabelece a medida do risco. Ferreira (2004, p. 1.512), considera como risco a “possibilidade de estar em perigo”, sob pena da perda de algo; para Sá (1999), quanto mais valioso o bem, maior o risco e a probabilidade de perda. Por outro lado, Nepomuceno Filho e Suslick (2000) esclarecem que, em determinados tipos de projetos de exploração mineral, como o de petróleo, três tipos de riscos se distinguem: os naturais, os econômicos e os financeiros.

Os riscos naturais estão associados às perdas pelos fenômenos relativos à natureza, como a geologia, a geografia, o relevo, a água, o solo, os seres vivos e os fatores agrometeorológicos, dentro de uma distribuição de probabilidades de ocorrência dos eventos. Em se tratando de distribuição de probabilidades, ao se referir aos riscos econômicos, estes representam a possibilidade de perda de valores relativos aos recursos decorrentes dos fatores de produção. Ao se tratar de recursos financeiros, estes estão associados à perda de valores monetários.

### c) Características

No entender de Ross, Westerfiel e Jordan (1998), os riscos dividem-se em sistemáticos (risco não diversificável), aqueles que são derivados do mercado, e em não sistemáticos (risco diversificável), aqueles que são originados da própria organização. Para Pindyck (2002) o risco diversificável pode ser reduzido por meio da elaboração de diversos projetos ou investimentos em carteira de ativos; já o risco não diversificável não pode ser eliminado dessa forma.

Damodaran (2002), a propósito, reconhece que um bom modelo de risco e retorno deve possuir as seguintes características:

- oferecer uma medida para risco que seja universal;
- especificar que tipos de risco são recompensados e quais não o são;
- padronizar medidas de risco, permitindo análise e comparação;
- traduzir a medida de risco em retorno esperado; e
- funcionar.

Os investidores são pessoas que possuem condições de conviver com os riscos e as incertezas, tendo como objetivo principal a aplicação de recursos de capital na expectativa de obter retornos favoráveis num horizonte de tempo pré-determinado. Os riscos para os investidores normalmente representam perdas dentro de patamares aceitáveis no ambiente dos negócios. Pode ocorrer que na elaboração da ponderação dos riscos haja variações entre um projeto e outro, em função da quantidade e qualidade das informações obtidas.

Para Copeland e Antikarov (2001), a possibilidade de estimar o valor de um projeto é tomar os fluxos de caixa livres, futuros esperados, e descontar ao custo médio ponderado de capital ajustado ao risco, ou, por outro lado, tomar os fluxos de caixa ajustado ao risco e descontar a uma taxa livre de risco. A resposta deve ser a mesma nos dois casos, no que se refere à equivalência das abordagens do ajustamento ao risco e da equivalente certa.

### d) Críticas

Brito (1981) considera que o investidor possui as suas preferências e entre as combinações de investimento com o mesmo nível de risco, sempre escolherá aquela que oferecer a máxima rentabilidade. E entre as combinações de investimento com a mesma rentabilidade esperada, sempre optará por aquela que oferecer o menor risco. Por outro lado, Brealey e Myers (2000) afirmam que todas as decisões de

investimentos giram em torno de duas opções, uma ou outra, podendo ser resumida em investir ou não investir. Gitman (2001), no entanto, pondera que novos investimentos devem ser considerados à luz do impacto dos riscos e retornos do portfólio de ativos. E o administrador financeiro deve ter como meta criar um portfólio eficiente, que maximize o retorno para um dado nível de risco ou minimize o risco para um dado nível de retorno. Por sua vez Ross, Westerfield e Jordan (1998) relatam que nenhum investidor desejaria ter uma carteira esperada com um retorno inferior ao da carteira de mínima variância.

Deve-se salientar que a existência de riscos e a sua ponderação fazem parte da natureza humana e, como margem de segurança, reserva-se uma parcela de risco para aquilo que não se consegue avaliar. São variáveis que, eventualmente, podem interferir na economia, tais como: catástrofes, calamidades ou eventos com probabilidades de baixa ocorrência, mas que, de uma forma ou outra, podem esporadicamente acontecer e prejudicar a análise.

Neely e Neufville (1997) asseguram que o tradicional método de análise de projetos pelo VPL é um mecanismo errôneo para avaliar projetos arriscados, porque considera um único fluxo de caixa e os riscos financeiros não são alocados corretamente.

#### *2.2.2.1 Métodos de análise sob risco*

Os métodos de análises de investimento em situação de risco obedecem aos mais variados critérios, podendo ser estes quantitativos ou qualitativos. Para Woiler e Mathias (1989), os métodos qualitativos utilizados são: pesquisa de mercado, técnica Delphi, painel de especialistas, dramatização e criação de cenários, analogias histórica e de fenômenos naturais e análise de impactos cruzados. Como métodos quantitativos, principalmente quanto às abordagens estatísticas, Kassai et al. (2000) informam que podem ser empregados os seguintes métodos: probabilístico, desvio-padrão, coeficiente de variação e curva de indiferença, correlação, regressão linear, programações matemáticas, árvore de decisão, análise de sensibilidade e técnicas de simulações, embora reconheçam os autores que a análise de sensibilidade e as técnicas de simulações digam respeito ao método de

análise de incertezas, sendo utilizado em situações em que não se conhece uma distribuição de probabilidades.

Para Pamplona e Montevechi (2003), os métodos de análise de investimentos em situação de risco são:

- simulações e simulação de Monte Carlo;
- árvore de decisão.

Casarotto Filho e Kopittke (2000) classificam os modelos de análise de investimentos em consideração ao risco como modelos probabilísticos e árvore de decisões.

Para este estudo, no que se refere aos modelos de análise de investimentos em situação de risco, são utilizados os modelos probabilísticos, simulação, simulação de Monte Carlo e árvore de decisão.

#### a) Modelo probabilístico

O modelo probabilístico diz respeito ao fato de o risco estar associado a uma distribuição de probabilidades e expectativas de ocorrência dos eventos. A avaliação dos riscos em projetos pode ocorrer por meio da análise da redução de custos e de valor adicionado dos riscos.

Para Boiteux (1982), um sistema é considerado probabilístico quando se pode prever os resultados de um evento futuro, mediante uma análise estatística. Além disso, o método probabilístico auxilia na determinação das possibilidades ou promessas do sucesso de um evento ocorrer (GROPPELLI e NIKBAKHT, 2002).

Ademais, como os retornos futuros dos projetos são incertos, o investidor parte da premissa de que esses possam ocorrer em determinados intervalos. Se conhecesse essa amplitude de variabilidade, até poderia ser possível se determinar a distribuição de probabilidades de ocorrência dos retornos.

#### b) Simulação e simulação de Monte Carlo

Boiteux (1982) define simulação como uma técnica aplicada a modelos, podendo estes ser reais ou supostamente reais, a fim de encontrar resultados

ligados às premissas iniciais. Casarotto e Kopittke (2000), contudo, alertam que a simulação é uma ferramenta poderosa, mas que se deve ter cuidado na definição dos tipos e parâmetros das variáveis, porque os resultados finais podem ser distorcidos, tornando-se fúteis. Para Goppelli e Nikbakht (2002), simulação vem do latim *similis*, que significa similar e é uma técnica que visa reproduzir situações supostamente semelhantes às reais. Os fluxos de caixa e taxas de desconto são desconhecidos, caracterizando uma situação de incerteza, por isso, nesse método, são realizadas simulações por meio de dados hipotéticos para se determinar os VPL's e TIR's para os diferentes fluxos de caixa estudados.

Os principais instrumentos utilizados para simulação, segundo Boiteux (1982), são: números aleatórios; métodos de estimação; amostragem de importância; roleta-russa; amostragem estratificada; amostragem sistemática; correlação e regressão; e o método de Monte Carlo.

Este autor também argumenta que a teoria dos jogos tem por característica estabelecer estratégias para minimizar ou maximizar ganhos para o tomador de decisões. Pindyck e Rubinfeld (2002) definem jogo como a relação em que os competidores tomam decisões estratégicas, levando em consideração as atitudes, ações e reações, uns, dos outros. Para os autores, o objetivo da teoria dos jogos é formalizar a estratégia ótima para cada jogador, a qual maximize o payoff<sup>5</sup> esperado.

O método de Monte Carlo também é uma simulação, mas recebe uma especial atenção dentro das teorias de simulações, pela facilidade de sua utilização a partir do advento dos computadores.

Vale ressaltar que o estudo da metodologia da simulação de Monte Carlo deve-se aos estudos dos matemáticos John Von Neumann e Stanislaw Ulam, os quais em 1949, resolveram problemas estatísticos com variáveis aleatórias. Neste sentido, os primeiros trabalhos referentes ao método Monte Carlo foram publicados entre 1955 e 1956 por Chavchanidze, Shreider e Vladimirov (SILVA, 2004).

A denominação método de Monte Carlo deve-se aos jogos nos cassinos de Monte Carlo, e David Hertz figura entre os primeiros a utilizar esse método em análise de investimento, em 1964, com a publicação do artigo análise de risco em investimento de capital (PAMPLONA e MONTEVECHI, 2003).

---

<sup>5</sup> *Payoff* – recompensa que o jogador obtém a partir do resultado do jogo.

Segundo Marks (2002), a simulação Monte Carlo possibilita várias alternativas de ocorrências para fornecer uma distribuição de probabilidades que serve para a análise de decisão. Geiger (2003) informa que na simulação de Monte Carlo o analista atribui uma distribuição de probabilidades, baseada em informações de especialistas, dados históricos ou outras informações, para cada uma das variáveis de entrada sujeita à incerteza na análise econômica.

#### c) Árvore de decisão

Nas palavras de Pamplona e Montevechi (2003) a árvore de decisão permite um controle eficiente de alguns problemas de investimentos sujeitos a risco. Casarotto Filho e Kopittke (2000) explicam que a árvore de decisão é uma forma útil de visualizar o desdobramento das decisões atuais e futuras, podendo ser observadas nos ramos da árvore as seguintes anotações:

- probabilidades após os nós de incerteza;
- valores de investimentos nos nós de decisão;
- retornos no final dos ramos.

Conforme Elouedi, Mellouli e Smets (2000), a árvore de decisão tem por objetivo encontrar os resultados da decisão em cada nó, mediante a especificação de cada atributo.

### 2.2.3 Análise de investimentos em situação de incerteza

As incertezas dizem respeito àquilo que não se conhece ou não se sabe, sobre o futuro de determinado negócio. A única certeza que se tem quanto ao futuro de qualquer atividade é que a incerteza estará presente em todos os momentos, além do fato de ela, normalmente, estar associada a uma distribuição aleatória de resultados.

#### a) Definições

Para Knight (2005), a incerteza representa uma situação que não pode ser expressa na forma de probabilidades. Na definição de Ferreira (2004, p. 930), incerteza significa uma “indecisão ou dúvida”, sobre uma atitude a ser tomada. Já para Souza e Clemente (2001), a incerteza surge quando há o descontrole ou

desconhecimento sobre fatos que poderão acontecer no futuro, ou, como salienta Fleischer (1988), quando não se conhece absolutamente nada sobre a distribuição das probabilidades dos eventos futuros esperados.

#### b) Conceitos

Ao discorrer sobre incerteza Sá (1999, p. 28) enfatiza que esta ocorre quando não se tem conhecimento da distribuição de probabilidades a respeito de algum evento, e o que se busca em alguma situação de incerteza é “estimar uma distribuição de probabilidades para eventos futuros, baseados em resultados de situações análogas do passado”.

A incerteza sempre será um desafio a ser transposto pelo ser humano, porque o homem não consegue viver em um ambiente desconhecido. Esse tipo de ambiente sugere e transmite um sentimento de medo e ameaça em relação ao futuro. Como a aventura e a conquista também são características marcantes, percebe-se que, na mente das pessoas, há um enfrentamento de idéias entre a incerteza e a ousadia. A incerteza age como se fosse uma espécie de freio para o ímpeto dos investidores; enquanto que a ousadia corresponde ao acelerador. Cabe ao tomador de decisões cercar-se de informações relevantes e confiáveis para conduzir seus empreendimentos sem perdas ou danos econômicos futuros.

A incerteza, no entender de Dequech (2000), pode ser dividida em incerteza fundamental e incerteza com ambigüidade. A primeira caracteriza-se pelo desconhecimento da existência da informação, enquanto que a incerteza com ambigüidade é identificada pela inexistência da própria informação. Por sua vez Tung (1993), ao referir-se à incerteza, comenta que alguns dados inerentes e aleatórios não podem ser eliminados, embora aqueles cujas informações estão associadas à falta de conhecimentos possam ser reduzidos.

A redução da incerteza é complexa, mas pode ser entendida à medida que os eventos do passado vão se comprovando, representando o início de uma tendência de incertezas, cujas características podem ser detectadas com o passar do tempo. O que normalmente se observa, contudo, é exatamente o contrário, ou seja, os eventos do passado não se repetem com relativa freqüência, principalmente no curto prazo, para indicar uma linha de tendência segura, a qual possa ser seguida à risca, isso sem contar com os novos eventos que possam surgir inesperadamente, como forma de romper essa linha e prejudicar a análise.

### c) Características

Para algumas pessoas, a incerteza representa receio ou perigo no momento de colocar em prática seus projetos; para outros significa a abertura de novas oportunidades para investimentos em situações favoráveis. O que distingue um investidor de outro é a percepção, as informações recebidas e o conhecimento sobre determinado assunto ou negócio.

São expressivas as palavras de Amram e Kulatilaka (1999) quando afirmam que se vive num mundo de incertezas, reconhecendo que a maioria das oportunidades avaliadas pode surgir com muitas dúvidas.

A incerteza é um dos fatores que estão sempre presentes nos projetos de investimentos, porque se reporta às expectativas futuras que geram insegurança e instabilidade em momentos de tomada de decisão. A decisão entre investir ou não investir, entre agora, mais tarde ou nunca, sempre vai pairar sobre a cabeça das pessoas como forma de incerteza frente ao futuro nesses momentos.

Micalizzi (1999) classifica a incerteza em: econômica e técnica. A incerteza econômica é aquela que depende de fatores exógenos para o projeto, tais como a evolução dos preços no mercado e a volatilidade das vendas. Afirma, ainda, o autor, que esse tipo de incerteza pode influenciar o administrador a adiar a implantação de um projeto até obter maiores informações. A incerteza econômica é freqüentemente contrabalançada por um elevado valor positivo do VPL. Por outro lado, a incerteza técnica depende de fatores endógenos para o projeto, tais como a quantidade e qualidade de matéria-prima. Esses fatores podem influenciar o administrador a antecipar o início de um projeto, apesar de necessitar de uma coleta de informações adicionais sobre seu potencial de lucratividade. Nesse caso, mesmo com o valor de VPL negativo, este pode ser considerado satisfatório para o início do projeto. Dessa forma, ponderam Lambrecht e Perraudin (1999) que na prática, a escolha do momento da decisão do investimento é afetada também pelo ambiente competitivo das empresas. Além do mais, em algumas situações (casos de ocupação), uma empresa teme que um competidor possa adquirir alguma vantagem agindo primeiro.

### d) Considerações

No mundo dos negócios, em geral, a competição e a estratégia são fatores relevantes, que fazem a diferença no momento das tomadas de decisão de investimentos em projetos. Por isso, a análise do ambiente de incerteza é instigante

e oportuna. Ademais, o homem, por mais que tente, não conseguirá eliminar todas as dúvidas que pairam sobre sua cabeça a respeito das incertezas, tendo, portanto, a certeza da presença da incerteza. Uma explicação convincente foi dada por Andréas (2001, p. 5), que ao analisar o assunto, o situa sob a forma de pergunta: “você tem certeza suficiente para estar incerto?”. Desse modo, qualquer que seja a resposta, haverá concordância com certo grau de incerteza.

Diante disso, pode-se afirmar que os estudos sobre o tema incerteza avançam para amenizar a sua influência, ou detectar possíveis tendências de que fatos futuros possam acontecer, mas não é possível eliminar-se totalmente a incerteza.

Assim, o que pode ser feito para suavizar a perda de valores monetários de investimentos em projetos em ambiente de incerteza é empregar os recursos com cautela, modelando os projetos de maneira seqüencial para reduzir as possíveis surpresas do mercado e diminuir parte da perda irreversível dos mesmos.

Algumas críticas são feitas quanto à utilização do método determinístico, que é explicado pela suposição da previsibilidade ou conhecimento de valores, tanto de saídas como de entradas, em projetos em situações de incerteza.

Entre os críticos está Kazay (2001), segundo o qual o *método equivalente determinístico* tenta acomodar os efeitos da incerteza por meio de constantes atualizações das previsões. Este, porém, não leva ao plano mais adequado, porque decisões ótimas de investimentos supõem acertos nas previsões futuras, caso contrário, a decisão será um fracasso.

### 2.2.3.1 Métodos de análise sob incerteza

Existe uma diversificada classificação dos métodos de análise de investimentos relacionados à incerteza, variando a partir do ponto de vista, da formação e do entendimento de cada autor a respeito do seu significado.

Para Casarotto Filho e Kopittke (2000), existem as seguintes alternativas de análise sob condições de incerteza:

- uso de regras de decisão às matrizes de decisão (maximin ou minimax, maximax, Hurwicz, Laplace e Savage), (NEVES, 1982);
- análise de sensibilidade, e
- simulação.

Pamplona e Montevechi (2003) classificam os métodos de decisão em condições de incerteza em:

- análise de sensibilidade;
- método de Laplace;
- método MaxMin;
- método MaxMax;
- método de Hurwicz;
- método de Savage;
- técnica baseada na teoria sobre Fuzzy Sets.

O princípio do método Maximin ou Minimax para Fleischer (1988) e também para Casarotto Filho e Kopitkke (2000) significa a regra do pessimista, isto é, a alternativa que garante o máximo dos mínimos ou que minimiza os gastos máximos. Por outro lado, para esses mesmos autores, o método Maximax ou Minimin é a chamada regra do otimista, que seleciona a alternativa que otimiza a receita Maximin ou minimiza os custos Minimax. Por sua vez, o princípio de Hurwicz utiliza a ponderação dos outros dois princípios anteriores, não sendo o tomador de decisão necessariamente otimista nem pessimista, enquanto o princípio de Laplace corresponde ao valor da razão insuficiente, porque considera a distribuição de probabilidade igual para todos os eventos. Por fim, o princípio de Savage, ou do mínimo arrependimento, pressupõe que o interesse do tomador de decisão passa pela diferença entre o resultado real e o previsto se lhe fosse dada a oportunidade de prever o futuro com precisão.

No próximo item são abordados os métodos de análise de investimentos em situação de incerteza mais utilizados na literatura, tais como: a análise de sensibilidade, a análise de cenários e a técnica baseada na lógica Fuzzy.

#### a) Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade representa o efeito das mudanças em determinadas variáveis em projetos. As variáveis mais utilizadas dizem respeito aos custos, como o custo unitário, as taxas de desconto e a agilidade nos processos produtivos. Os benefícios também são variáveis, como o preço de venda e a demanda.

Além disso, a análise de sensibilidade mede o deslocamento de valor de uma variável que pode afetar a escolha de uma alternativa. Sendo assim, no entender de

Fleischer (1988), se houver mudança em determinado valor que resulte em modificação na escolha de uma alternativa específica, diz-se que a decisão é sensível ao estímulo inicial, caso contrário, não. Para Geiger (2003), a análise de sensibilidade permite ao analista medir o impacto da entrada de dados individuais sobre o resultado econômico total de um projeto. Também concordam com essa afirmação Hirschfeld (1989), Casarotto Filho e Kopittke (2000), ao se referirem à análise de sensibilidade como o estudo do efeito da variação de um dado de entrada que interfere nos resultados de um projeto. Buarque (1991) relata que a análise de sensibilidade determina a medida de erro ou o efeito da alteração de uma variável nos resultados finais do projeto, podendo estas ser estudadas mais detalhadamente.

Conforme informações obtidas no Manual de Preparação de Estudos de Viabilidade Industrial (1987), a análise de sensibilidade representa o quanto de melhoria é possível obter mudando algumas variáveis no projeto. Ross, Westerfield e Jordan (1998) descrevem a análise de sensibilidade como sendo uma variante da análise de cenários, que consiste em congelar todas as variáveis, exceto uma, e depois verificar o grau de sensibilidade do VPL em função dessa variável.

A análise de sensibilidade em projetos analisa variáveis-chave que afetam o VPL, buscando respostas a qual delas o projeto é mais sensível. A análise de sensibilidade é, portanto, um estudo de premissas para identificar de forma qualificada a variabilidade diante das incertezas externas e internas de um projeto. Quanto mais variação ou mudanças ocorrerem em um projeto, mais incerto será o investimento.

Com relação às críticas a este método, destacam-se as informações de Kazay (2001), para o qual esse método apresenta alguns inconvenientes que afetam a análise, distinguindo-se entre eles a dificuldade em estabelecer sensibilidade cruzada, isto é, examinar o efeito para mais de uma incerteza, além do fato de que a sensibilidade mede incertezas em termos de custos de operação.

A crítica feita por Kazay (2001) é pertinente porque esse tipo de análise não examina um plano de expansão combinando as incertezas, nem possibilita a introdução de novas informações de prospecção ou redução de demanda.

#### b) Análise de cenários

Alguns autores também realizam análise de cenários, elaborando cruzamentos de informações do ambiente externo com o ambiente interno das

empresas, criando alguns cenários que normalmente se apresentam sob três pontos de vista: otimista, realista e pessimista.

Ao referir-se à análise de ambiente, Vasconcellos Filho e Pagnoncelli (2001) asseveram que inicialmente é preciso escolher os cenários alternativos optar por aquele que será referência. Este vai permitir visualizar as mudanças mais importantes que poderão ocorrer nos ambientes interno e externo. Tavares (1991) também considera importante classificar algumas forças ambientais, segundo a natureza de suas influências, como as sociais, as econômicas, as tecnológicas e as políticas.

Os cenários normalmente são realizados a partir da interação de inúmeras variáveis socioeconômicas, analisadas e estudadas por um grupo de especialistas, cada qual na sua especialidade, resultando em um conjunto de hipóteses consideradas sob o ponto de vista de situações de otimismo, de realismo ou de pessimismo.

Conforme se refere Costa (2002), cenário é um conjunto coerente e consistente de hipóteses ou premissas que pode ocorrer, tanto de forma quantitativa, quanto qualitativa, sobre as características, condições ou atributos considerados plausíveis e que sejam dominantes no ambiente externo futuro de um empreendimento. Por sua vez, Tachizawa e Rezende (2000), definem cenários como “previsões que se baseiam em um conjunto de hipóteses que, para fins práticos, são aceitas como dadas”. Nessa mesma ótica, Cavalcanti (2001) afirma que cenários são histórias de como o mundo poderá se transformar no futuro; prever essas transformações pode ajudar a reconhecer e adaptar diferentes aspectos de mudanças nas empresas e organizações. Oliveira (1999), todavia, argumenta que o cenário é a adequada interação entre projeções variadas de tendências históricas e postulações de eventos específicos.

No que tange às críticas sobre a utilização dessa técnica, Kazay (2001) afirma que a análise de cenários pode apresentar um inconveniente, ou seja, o de reunir em um plano de expansão o cenário ótimo de todos aqueles elaborados, visto que o futuro é incerto.

### c) Técnica baseada na Lógica Fuzzy

A técnica da Lógica Fuzzy ou sistemas nebulosos é um meio de aproximar a pontualidade da matemática clássica e a imprevisibilidade da realidade dos fatos e baseia-se no conceito da imprecisão e de fatores vagos.

Segundo Barros (2002), Lotfi Asker Zadeh, em 1965, foi o primeiro a publicar um estudo sobre a Lógica Fuzzy ou Lógica Nebulosa. Esta é definida como a lógica que suporta modelos de raciocínio aproximados ao invés de exatos e está baseada em palavras, não em números. Pinho, Montevechi e Pamplona (2003, p. 2), conceituam a Lógica Fuzzy como um mecanismo que “aproxima a precisão matemática da imprecisão do mundo real”.

Complementando o uso da técnica dos sistemas nebulosos, Cruz (2001) lista algumas de suas vantagens:

- utilizam regras que expressam imprecisão e aproximação com o mundo real;
- são fáceis de entender, manter e testar;
- são prototipadas em menos tempo;
- são robustos, operam com falta de regras;
- avaliam regras paralelamente;
- acumulam evidências contra e a favor.

Por outro lado, comenta o mesmo autor que existem algumas desvantagens desta técnica, quais sejam:

- necessita mais simulação e testes;
- não é aprendida facilmente;
- apresenta dificuldade de estabelecer regras corretamente;
- não há uma definição matemática precisa.

Woehr (1994), por sua vez, acrescenta que William Kahan discorda da Lógica Fuzzy, pois entende que a idéia científica contém nela o germe da negação, o que não ocorre com esta técnica.

#### 2.2.4 Opções e opções reais – situação de risco e de incerteza

Nesse tópico faz-se a revisão bibliográfica das opções e do método de análise das opções reais. A classificação quanto à situação de risco e incerteza justifica-se porque no âmago desses métodos, os autores comentam que são capazes de captar a probabilidade corresponde ao risco dos negócios, bem como reduzir uma

parcela do desconhecimento do mercado em que um projeto de investimento está sendo realizado.

#### 2.2.4.1 Opções

Nesse item são abordados os tópicos relativos às características e considerações a respeito de opções. Como o próprio nome sugere, opções podem ser entendidas como uma livre escolha pelos investidores na assunção de determinados projetos.

Nesse sentido, conclui-se que ter opções na hora de decidir é importante, pois cria-se um cenário no qual o decisor, mediante o conhecimento de mercado, exerce sua preferência sobre a alternativa mais favorável, reduzindo, assim, a margem de erro.

##### a) Definições

Neufville (2001) afirma que uma opção representa um “direito, mas não uma obrigação”, “fazer algo sob um arranjo pré-definido”. A característica fundamental de uma opção é o custo de exercê-la, de usar o direito para fazer a ação, é definido com antecedência e não depende de condições posteriores. É nesse aspecto que uma opção tem valor. Esta é a característica que distingue uma “opção” de uma simples “escolha ou uma alternativa”, que são coisas bem distintas.

##### b) Conceitos

O que os investidores buscam são oportunidades de investimento, entendendo-se como oportunidade aquilo que todos vêem, mas poucos são capazes de enxergar. Existem algumas pessoas que possuem a percepção mais apurada e atitudes pró-ativas, em relação aos negócios, do que outras.

As oportunidades, de maneira geral, são encontradas no mercado de opções e consistem em negociar direitos de compra ou venda de determinado lote de ações, com preços e prazos previamente estipulados. Esse mercado foi criado com a finalidade de oferecer uma espécie de proteção de perda aos investidores no mercado de ações, pois tanto os preços quanto os retornos estão sujeitos às instabilidades do mercado. Assim, as opções oferecem margem de segurança em

relação ao risco e expectativas dos investidores, sem, no entanto, deixar de continuar a ser uma atividade de risco.

A literatura comenta sobre os tipos de opções em termos de mercado financeiro de investimentos, referindo-se principalmente aos tipos de opções de compra e venda de direitos sobre determinados ativos.

No que se refere ao tipo de opções, Hull (1996) menciona que há dois tipos básicos: a opção de compra (*call*) que possibilita a seu titular o direito de adquirir um ativo em determinada data por certo preço, e a opção de venda (*put*), que permite a seu titular o direito de vender um ativo em certa data por um preço estabelecido. O item que se refere à data do contrato é denominado data de vencimento ou data de exercício, e o preço estabelecido no contrato é conhecido como preço de exercício. Também concorda com essa terminologia Frost (1994), sendo que para este, nas opções de *call* e *put*, os compradores pagam o prêmio, enquanto que os vendedores o recebem. Além dos tipos de opções, este mercado possui alguns estilos, e a literatura destaca os estilos de opções americana e européia. Hull (1996) explica que a diferença está no fato de que as *opções americanas* podem ser exercidas a qualquer momento, até a data de vencimento, enquanto que nas *opções européias* somente na data de vencimento.

A importância da criação de direitos ou de opções aos investidores decorre do fato de dar-lhes a oportunidade de escolher determinadas atitudes a serem tomadas em relação às circunstâncias favoráveis do mercado. Por isso, a criação de opções em projetos de investimentos gera oportunidades, e estas, por sua vez, apresentam-se aos investidores como atrativos para futuras aplicações de capital.

No que se refere a oportunidades, Mondher (2002) considera que a oportunidade de investimento é análoga a uma opção de *call* em uma ação comum, desde que dê o direito de fazer uma despesa de investimento ao preço do exercício para receber o projeto. Nos trabalhos de Dimpfel e Algesheimer (2002) e também de Dapena e Fidalgo (2003), há relatos de que uma opção de espera pode ser entendida como uma opção de *call*, assim como as opções de expansão e crescimento, enquanto que as opções de suspender ou reiniciar devem ser vistas como uma opção de *put*.

### c) Características

Em termos de opções, não somente os tipos e os estilos são relevantes, como também alguns elementos que constituem a própria opção e afetam decisivamente o preço da opção de uma ação. São as chamadas variáveis das opções, como o preço da ação, o preço do exercício, o prazo de vencimento, a volatilidade do ativo, a taxa livre de risco e os dividendos.

Damodaran (2002) classifica as variáveis da seguinte forma:

- relativas ao ativo subjacente: como o valor atual do ativo subjacente, a variância no valor do ativo subjacente e os dividendos pagos sobre o ativo subjacente;
- relativas às características da opção: preço do exercício da opção e prazo até o vencimento da opção;
- relativas aos mercados financeiros: taxas de juro livres de risco correspondendo à vida da opção.

Os dividendos são caracterizados normalmente pelas parcelas do lucro das sociedades anônimas atribuídas a cada ação correspondente, e no caso das opções estão intimamente relacionados os dividendos pagos e o valor dos ativos subjacentes.

Além das variáveis que existem nas opções, elas também possuem algumas características peculiares. Tais características são explicadas por Frost (1994), que as identifica como “opção no dinheiro” (ATM<sup>6</sup>), “dentro do dinheiro” (ITM<sup>7</sup>) e ‘fora do dinheiro’ (OTM<sup>8</sup>). Com relação à opção que pode estar no dinheiro, isto é, aquela que se o titular exercer imediatamente gera um fluxo de caixa zero; quanto à opção dentro do dinheiro, esta propicia ao seu titular um fluxo de caixa positivo, quando exercido imediatamente, e aquela que está fora do dinheiro notabiliza-se por gerar um fluxo de caixa negativo, caso seja exercida imediatamente.

### d) Críticas

De acordo com os analistas financeiros que atuam no mercado de opções, as maiores críticas devem-se ao fato de que estas são investimentos com operações de contratos futuros, cujos riscos são elevados, além de possibilitar a um dos

---

6 ATM – at-the-money

7 ITM – in-the-money

8 OTM – out-of-the-money

investidores a perda total de seu capital aplicado em opções. Dessa forma, o mercado de opções de ações é um mercado derivativo e não oferece garantias de retorno para seus aplicadores. Ademais, o mercado de opções possui prazos de vencimento estabelecidos pelas bolsas de valores para validar as negociações e fora desses prazos os contratos não podem ser executados.

De acordo com Hull (1996), o titular de uma opção detém um risco até uma perda máxima limitada, enquanto que o lançador de uma opção assume uma posição mais arriscada, e o seu prejuízo máximo pode ser ilimitado quando as expectativas em relação aos preços do mercado se movimentam de forma contrária ao planejado.

#### e) Considerações

Ressalta-se que as decisões realizadas pelos investidores são estratégicas, pois dependendo do tipo e estilo de opção adquirida, poderá afetar os seus rendimentos, baseando-se nas variáveis que exercem influência nas opções.

Nesta perspectiva, se o valor da ação aumentar, geralmente o preço da opção de compra aumenta e o da opção de venda diminui. Por outro lado, se o preço do exercício aumenta, diminui a opção de compra e aumenta a opção de venda, ambos referentes à opção de estilo europeia. No estilo americano, ampliando os prazos de vencimento, tanto a opção de compra como a de venda aumentam. Se, por sua vez, a volatilidade do ativo aumenta, aumentam também as opções de compra e venda nos estilos americano e europeu.

Neste raciocínio, se a taxa livre de risco aumentar, aumenta a opção de compra no estilo americano, porém se a taxa livre de risco diminuir, aumenta a opção de venda no estilo americano e diminui as opções de compra e venda do tipo americano e europeu.

Ainda, se houver aumento dos dividendos, diminui o preço da opção de compra no estilo americano e aumenta a opção de venda no estilo americano. Por isso, as variáveis que interferem na opção são importantes e devem ser consideradas na hora de sua aquisição.

#### 2.2.4.2 Opções Reais

*Opções reais* é uma técnica que utiliza a teoria de opções em ativos reais, oferecendo aos tomadores de decisões o direito de exercer a real opção para empreendimentos futuros.

De acordo com a literatura, as opções reais vêm completar uma lacuna existente entre alternativas que o modelo de análise do VPL não satisfaz, porque se apresenta de maneira estática, não sendo possível a verificação de flexibilidade para os projetos de investimentos, além de não permitir abrangência futura para que estratégias sejam desenvolvidas a partir de então.

##### a) Definições

Copeland e Antikarov (2001) esclarecem que uma opção real é o direito, mas não a obrigação, de empreender uma ação, podendo o detentor dessa ação diferir, expandir, contrair ou abandonar a ação, a um determinado custo pré-estabelecido, o qual denomina-se preço de exercício, por um período previamente contratado, ou seja, a vida da opção. Segundo Damodaran (2002), dado que se trata de um direito e não de uma obrigação, o investidor é quem toma a decisão, podendo optar por não exercer esse direito, permitindo que a opção expire, ou seja, vire pó.

Por outro lado, Howell (2001) argumenta que uma opção real existe se o detentor da opção tem o direito de tomar uma decisão por um ou mais pontos no futuro. Nesse rumo, Friedman (1997) complementa ao afirmar que o modelo de opções reais tem sua utilidade ao permitir a criação de novos projetos, completados pela base de uma estrutura de um modelo direto.

##### b) Conceitos

As opções reais, como o próprio termo estabelece, possibilitam a oportunidade de identificação real da opção durante o decorrer do próprio processo de análise de projetos de investimentos. A captação do valor da opção é o que realmente interessa para a análise de projetos de investimentos, e aí a opção se torna valiosa em termos de decisão. Os estudos que mais evoluíram nessa área de opções reais foram os realizados no setor de extrativismo mineral, como poços de petróleo e minas de pedras preciosas, em que foi possível detectar o valor das

opções, a sua flexibilidade e possibilidade de utilização de estratégias futuras para cada alternativa escolhida.

As opções oferecem aos seus titulares o direito de realização de algum evento, sem a obrigação de exercer esse direito, e as opções reais se utilizam desse argumento para fundamentar a sua teoria, no que se refere às decisões em relação à análise de projetos de investimentos.

Conforme Amram e Kulatilaka (1999), o trabalho que concedeu o Prêmio Nobel a Fischer Black, Robert Merton e Myron Scholes, em 1973, sobre a precificação de contratos de opções financeiras, é o fundamento de aproximação de opções reais, criando um modo de pensar para opções reais disciplinado para o mercado financeiro. Inclusive para Amram e Kulatilaka (1999) e Moore (2001), quem cunhou a expressão “opções reais” foi Stewart Myers, o primeiro a perceber inúmeras aplicações incorporadas a essa técnica. Copeland e Antikarov (2001) evidenciam o moderno avanço de opções realizado na década de 70 por Robert Merton, Fischer Black e Myron Scholes, cuja tese resolveu um problema que se tornara um desafio no início do século XX. Da mesma forma, Damodaran (2002) concorda que este tipo de estudo foi determinado por Black e Scholes, e vem sendo ampliado e detalhado em numerosas variantes. Corroborando também com as afirmações sobre os trabalhos de Fischer Black, Robert Merton e Myron Scholes estão Moore (2001) e Howell (2001). Ainda para Damodaran (2002), a tecnologia para avaliação de opções se expandiu muito nos últimos 25 anos, a partir do modelo binomial.

Afirma Moore (2001) que embora seja uma novidade acadêmica, pesquisadores, estudantes e profissionais parecem estar convencidos de que a análise de opções reais é um valioso modo de pensar e de grande valia na quantificação de planos estratégicos. Além do mais, a análise de opções reais oferece um modo de fixar regras ao VPL.

O estudo das opções reais é fundamental para o desenvolvimento do método de análise de investimentos. De acordo com a teoria, as principais premissas são: se existe outro tipo de avaliação que oriente para um grau de certeza aceitável do projeto, se há possibilidade de incerteza a respeito do projeto, se for possível a captação da flexibilidade e fornecimento de informações para estratégias futuras, então, por meio da captação de risco, de incerteza e flexibilidade, julga-se adequada a sua utilização.

Qualquer análise que se pretenda vislumbrar a respeito de opções reais demanda seu entendimento. Por esse motivo, na interpretação de Amram e Kulatilaka (1999), o modo de pensar opções reais apresenta três componentes que são de grande utilidade aos administradores: opções são decisões contingentes, avaliações de opções são alinhadas com avaliação do mercado financeiro e pensar opções para projetar e gerir pró-ativamente investimentos estratégicos.

Por sua vez Neufville (2001) também comenta que análise de opções consiste em uma composição de procedimentos para calcular o valor de opções, especificamente em 'reais opções', com os elementos de um sistema que forneça flexibilidade.

A realização de investimentos pressupõe operar com incertezas, principalmente com o futuro, e como este é incerto, a captação do valor da flexibilidade torna-se um desafio para os investidores.

Nesse sentido, Trigeorgis (2002) informa que o valor da flexibilidade para esperar, como em qualquer opção, é maior, porque presume uma incerteza nas taxas de juros futuras e na maturidade dos projetos. Ao se referirem à vida de um projeto, contudo, Myers e Majd (2001) defendem que um projeto não poderia ser abandonado antes do fim de sua vida econômica.

Essa captação da flexibilidade dos investimentos em projetos, por intermédio das opções reais, possibilita aos tomadores de decisões a elaboração de estratégias para a realização de seus empreendimentos.

As estratégias financeiras revelam-se de tal importância que Lai e Trigeorgis (1995, p. 69) descrevem que "o processo de tomada de decisão estratégica consiste em três passos básicos: formulação do problema e colocação dos objetivos; identificação e generalização de soluções e análise e seleção de alternativas exeqüíveis".

Para Smit e Trigeorgis (2001), um investimento estratégico pode ser visto como um plano de contingências de inter-relação de decisões de investimentos, designados para construir uma nova posição estratégica num mercado em crescimento. Pelo investimento em projetos estratégicos, a empresa adquire uma posição consolidada no mercado, na forma de opções para capitalizar uma valiosa oportunidade de investimento.

### c) Características

Uma das características do método de opções reais é que ela pode ser utilizada a partir da análise de projetos de investimentos, cuja análise de VPL não apresente flexibilidade futura. A análise do VPL constitui, portanto, o ponto de partida para a análise de opções reais.

O estudo de mercado geralmente é um dos primeiros itens a serem avaliados quando da elaboração de projetos. Por isso, as oscilações deveriam ser analisadas, assim como os riscos e as incertezas desse mercado e também os períodos futuros, que vão além dos pré-estabelecidos pelas análises tradicionais do VPL. Essa contestação é pertinente porque é a partir daí que se começa a argumentação para o desenvolvimento da nova metodologia das opções reais.

A aproximação da análise do VPL com o modelo de análise de opções reais em projetos de investimentos ocorre pela utilização das técnicas de opções, sendo, portanto esse o ponto de ligação entre as modalidades de análises, que usam o modelo binomial como forma de ajuste.

Hull (1996) explica que a construção da chamada árvore binomial é uma técnica útil e popular para precificar uma opção sobre uma ação, acompanhando-a e representando-a durante sua trajetória, seguida pelo preço da ação durante a vida da opção. Argumenta, ainda, que a oscilação de preço da ação e o uso de binomiais serviram de base para um procedimento numérico (modelo binomial) amplamente utilizado, o qual foi proposto inicialmente por Cox, Ross e Rubinstein. No que se refere às técnicas numéricas, a contribuição de Trigeorgis (2002) é inegável, quando ressalta que, geralmente, há dois tipos de técnicas numéricas para avaliação de opções: a primeira aproxima o valor sobre o processo estocástico direto, e é, geralmente, mais intuitiva; já a segunda tem o resultado aproximado de equações diferencial parcial. Por sua vez, os estudos de Geske e Shastri (2001) salientam que existe uma variedade de técnicas por se aproximar diretamente o processo estocástico subjacente ou a resultante da equação diferencial parcial. A clássica simulação de Monte Carlo ou o processo binomial são ambas aproximações do processo estocástico. É sabido que a distribuição binomial converge para a normal e a distribuição de Poisson depende de como os limites são conduzidos.

Amram e Kulatilaka (1999), explicam que existem três vantagens para o modelo de avaliação de opções binomiais: primeiro, ela permite ordenar os períodos de aplicações de opções reais, incluindo nessa alguma complexidade; segundo,

retém a aparente análise do fluxo de caixa descontado; e, terceiro, a incerteza e as conseqüências de decisões contingentes são dispostas de um modo natural. Assim, o modelo binomial gera boas imagens visuais.

Schwartz e Gorostiza (2000) asseveram que a estrutura do projeto se parece com uma carteira de ações, por alguns fatores organizacionais que afetam a execução do projeto, tais como a atitude do usuário final, o compromisso da cúpula administrativa e o tempo que as pessoas gastarão no desenvolvimento do projeto.

A arquitetura organizacional da análise de investimentos em projetos utilizada pelas opções reais se orienta pelo modelo binomial, que determina os nós de decisões, iniciando no período zero, com o valor do ativo subjacente ( $V_0$ ), preço de uma ação ou conforme muitos autores consideram como o valor do VPL. Supondo-se que ocorra grau de elevação ( $u$ ) no ativo subjacente, conseqüentemente há uma descida ( $d$ ) para o mesmo ativo. Ao se multiplicar o ativo pelo seu valor de subida ou descida, obtém-se o valor ativo para o próximo nó, e assim por diante. Esses indicadores são estabelecidos pelas seguintes fórmulas:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (1)$$

Onde:

$e$  = número “e”

$\sigma$  = volatilidade do ativo

$\Delta t$  = intervalo de tempo

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (2)$$

$$a = e^{rf\Delta t} \quad (3)$$

Onde:

$e$  = número “e”

$r$  = taxa de juros livre de risco

$\Delta t$  = intervalo de tempo

Para se obter a probabilidade de ocorrência de um movimento ascendente utiliza-se a seguinte fórmula:

$$p = \frac{a - d}{u - d} \quad (4)$$

Onde:

$p$  = probabilidade

$a$  = taxa livre de risco

$u$  = subida

$d$  = descida

Já a probabilidade para um movimento descendente ocorrer é igual a ( $q$ ), conforme fórmula:

$$q = 1 - p \quad (5)$$

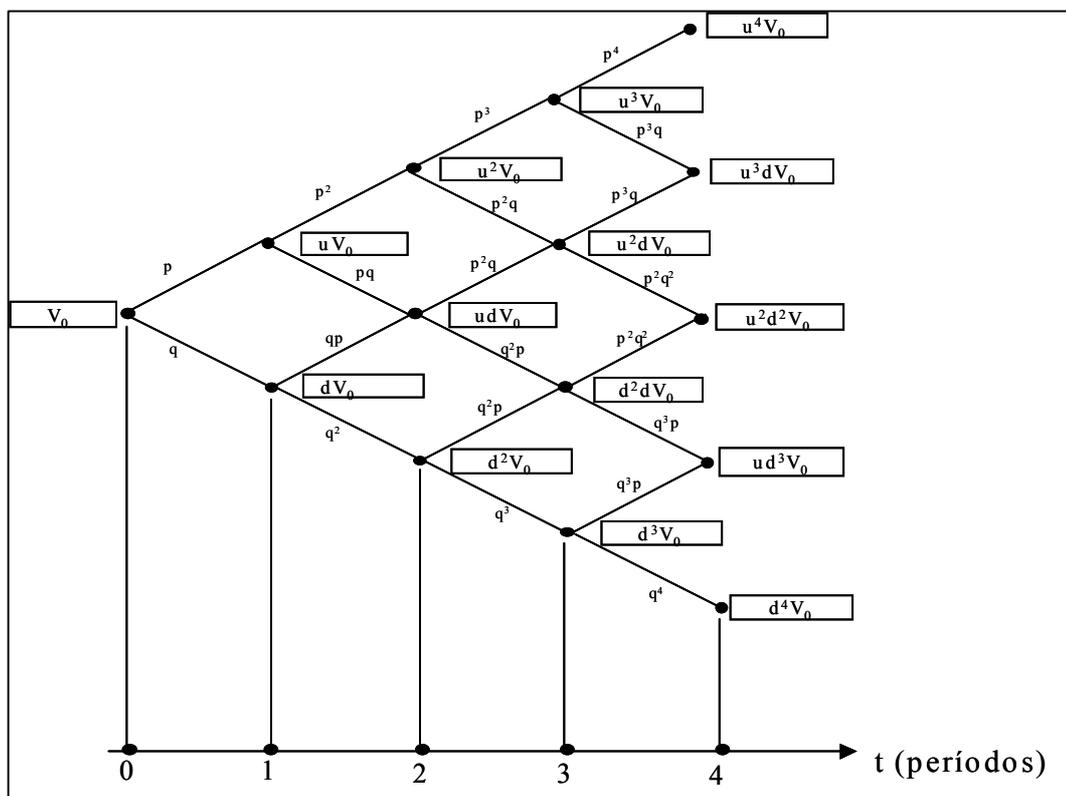
Onde:

$p$  = probabilidade

Mondher (2002) argumenta que a estrutura de avaliação de ativos reais baseou-se no modelo binomial clássico de Cox, Ross e Rubinstein, de 1979, no qual o preço dos ativos subjacentes sobe ( $u$ ) ou desce ( $d$ ), com uma probabilidade  $p$  e  $q = (1-p)$ .

Na figura 1 é demonstrado o modelo binomial utilizado em estudos de opções reais.

Figura 1: Modelo binomial utilizado em opções reais.



Fonte: Copeland e Antikarov (2001)

Conforme se observa na figura 1, é apresentado o modelo da árvore binomial recombinante, utilizado em opções reais, na qual a vida do projeto é subdivida em  $t$  intervalos de períodos de tempo, dito  $\Delta t$ . A cada um dos períodos o valor  $V_0$  sai de seu estado inicial para outros dois valores; quando assume uma posição superior, diz-se que o movimento é ascendente  $Su$ ; se o movimento for descendente assume o valor  $Sd$ . Normalmente o movimento ascendente assume a probabilidade  $p$ , enquanto que o movimento descendente assume  $1-p$ .

Os estudos em opções reais vão além da determinação dos tipos de opções reais simples, como as opções de diferimento, de abandono, de expansão ou de redução das atividades envolvidas em um projeto. Dessa forma, existem outros tipos de opções que ultrapassam opções ditas normais, que são as opções compostas, em que os resultados dependem de outras opções.

Segundo Copeland e Antikarov (2001), há mais dois tipos de opções reais: na primeira, encontram-se as opções sobre opções, denominada *opções compostas*, enquanto que na segunda verificam-se as opções que são movidas por múltiplas fontes de incerteza, denominadas *opções arco-íris*.

As opções compostas se caracterizam pelo fato de seu valor estar diretamente relacionado com o valor de outras opções. Esse tipo de opção possibilita que o tomador de decisão inicie, encerre ou mude um determinado tipo de operação, bem como ingresse ou saia de um determinado ramo de atividade.

Nembhard, Shi e Park (2000) esclarecem que a estrutura das tomadas de decisão de opções reais está baseada na oportunidade para tomar a decisão, antevendo como os eventos podem se desdobrar, pois as opções reais podem modelar o fluxo de caixa do projeto para estimar o valor do ativo subjacente, e, então, usar a estimativa do valor do ativo, como entrada para a avaliação da opção. Confirmam ainda estes autores que as opções reais permitem uma análise nas tomadas de decisão para reconhecer as oportunidades do mercado, para negociar ou emprestar.

Uma das características das opções reais é a de poder verificar a existência da flexibilidade. Nessa ótica, Trigeorgis (2002) informa que a flexibilidade tem valor, e que esta é importante para a avaliação e a decisão de um plano. Para o autor, porém, ficava sempre uma dúvida no ar, a de como avaliar, quantificar e identificar os tipos de flexibilidade existentes.

A captação do valor da flexibilidade só pode ser medida por meio da avaliação dos estudos sobre a análise de investimentos em projetos que utilizam opções reais. A análise das opções reais a partir dos tipos *call* ou *put* fornece subsídios ao investidor sobre as expectativas futuras do fluxo de caixa, quando obtém o valor das opções em condições de incertezas, gerando uma série de alternativas ao futuro do negócio.

No que tange à taxonomia das opções reais, no entender de Copeland e Antikarov (2001), elas se classificam primeiramente pelo tipo de flexibilidade oferecida. Essa flexibilidade pode dar-se mediante de uma *opção de diferimento*, ou seja, é uma opção de compra americana encontrada na maioria dos projetos em que existe a possibilidade de postergar ou adiar o seu início. Bem como possibilitar a *opção de abandono* de um projeto por um preço fixo (mesmo que esse preço decline com o tempo), caracterizando-se formalmente como uma opção de venda americana. Também pode possibilitar a *opção de contração* (permitindo a redução da dimensão) de um projeto, mediante a venda de uma parte do mesmo a um preço fixo, distinguindo-se como uma opção de venda americana. Nessa análise, da mesma forma há a *opção de expansão* de um projeto, pagando-se mais para aumentá-lo, semelhante a uma opção de compra americana. Além disso, existem as *opções de conversão*, que são portfólios de opções de compra e venda americanas, que permitem a seu detentor trocar a um custo fixo entre dois modos de operação, podendo sair e voltar para o mesmo ramo de atividade. Nesse sentido, Trigeorgis (2002) lembra que tendo flexibilidades avaliadas, apesar da chegada de novas informações e incertezas sobre as condições do mercado, é possível descobrir alternativas para oportunidades futuras favoráveis, ou para reações, como atenuar perdas. Dessa forma, permite ao gerente a possibilidade de diferir, expandir, contratar, abandonar ou alterar o projeto nos vários estágios de sua vida operacional útil.

No que se refere à flexibilidade, Kyläheiko, Sandström e Virkkunen (2002) informam que ela pode ocorrer de forma reativa. No caso de opções reais acontece quando o detentor da opção responde mediante as condições ambientais, para maximizar o valor presente, embora a compensação venha freqüentemente pelo do tipo de flexibilidade proativa, para aumentar o valor da opção, uma vez adquirida. Essa oportunidade existe porque há diferenças entre o mercado financeiro e a situação real de negócios.

No entendimento de Yeo e Qiu (2002), a flexibilidade de decisão implica a habilidade do gerenciamento, que tem influência limitada para reduzir a perda de risco, mas retém o potencial de aumento relativamente ilimitado para o lucro. Por outro lado, sucessos sustentáveis podem ser alcançados pela aprendizagem contínua da administração no mercado e a habilidade para reagir corretamente perante as mudanças dinâmicas. O desempenho é dirigido para uma estratégia flexível e adaptável, que pode ser posta em prática rapidamente.

A flexibilidade é importante nos negócios, mas a possibilidade de captar o valor dessa flexibilidade representa um fator decisivo e diferencial entre uma e outra empresa. Isto se justifica porque aquela que opera com flexibilidade e sabe o seu valor, possui algumas vantagens competitivas sobre a outra; além disso, as opções reais permitem a capacidade de avaliação da flexibilidade.

Slade (2001), em sua pesquisa sobre minas, descreve que o modelo de opções reais com operação de flexibilidade permite uma mudança na tomada de decisão diante dos problemas. Por isso a flexibilidade é valiosa em termos de opções reais, porque se a mina está ociosa, reabri-la tem valor, principalmente, se há uma tendência de lucros na região, e sua ativação pode ocorrer. Por outro lado, se a situação piora, a alternativa é desativá-la ou esperar a situação melhorar.

Na opinião de Aguerrevere (2000), um modelo de investimento sob incerteza inclui um tempo para construir, escolher as capacidades, a flexibilidade no uso da capacidade instalada e considera o efeito da competição no período de decisão do investimento. Além do mais, Bel (2000), ao referir-se à exportação e produção de tecnologias, explica que estas são caracterizadas por sua flexibilidade, e que tecnologias mais flexíveis penetram no mercado estrangeiro com as mais baixas taxas de câmbio e com as escalas mais elevadas.

Pawlina e Kort (2002), por seu turno informam que valor estratégico de tecnologia de qualidade oferece flexibilidade, e esta pode ser avaliada por meio da interação estratégica da tecnologia do líder e a do seguidor. Explicam que sob tecnologia de qualidade flexível o líder pode direcionar seu competidor para fora do mercado em estágios de alta demanda. Já Slack *et al.* (1999), argumentam que as empresas devem obter vantagem baseada em produção por intermédio de cinco objetivos de desempenho, entre os quais está o da flexibilidade, que é a capacidade de mudar ou adaptar as atividades diante de circunstâncias inesperadas, para atender aos clientes.

Alguns autores são otimistas quanto ao uso do método de opções reais, destacando-se entre eles Schwartz e Trigeorgis (2001), os quais, ao se referirem às opções reais, comentam que as mesmas, embora tenham aparecido na literatura financeira há mais de 15 anos, predizem que a valorização das opções reais terá um impacto significativo na prática de finanças e estratégias nos próximos 10 anos. Nessa mesma direção, Howell (2001) afirma que a análise de opções reais foi uma das maiores descobertas em termos de análise de decisão de negócios nos últimos cem anos.

#### d) Características de incertezas em opções reais

O estudo de opções reais pressupõe a existência de incerteza, por isso diversos autores fazem referência ao desconhecimento de algumas variáveis no futuro, afirmando que a análise de opções reais é capaz de captar incertezas.

Teisberg (1995), ao se referir à incerteza e flexibilidade sobre avaliação de projetos e orçamento de capital, propõe várias respostas à questão em pauta.

Comenta que a incerteza e o gerenciamento da flexibilidade para o desenvolvimento futuro de empreendimentos podem ser considerados em três metodologias:

- a dinâmica da análise do fluxo de caixa descontado;
- a análise de decisão, e
- a avaliação das opções reais.

O ensinamento e a aprendizagem só serão possíveis se houver uma equipe formada por pessoas preparadas para isso. Nesse caso, Bräutigam, Esche e Bicher (2003), ao aludirem às incertezas como ponto chave do valor das opções reais, relacionam alguns passos a serem seguidos: primeiro, os aspectos organizacionais, postulando que ao criar-se um time de valor, este deve ser construído sobre uma base comum. O segundo refere-se aos aspectos estratégicos da avaliação da opção, pois em suas palavras, uma das condições fundamentais para se aplicar opções reais é a existência de incertezas sobre o retorno do investimento. O terceiro ponto fundamental compreende a avaliação das opções reais dadas em um determinado projeto, e o quarto passo corresponde ao controle e monitoramento das decisões.

Ao refletirem em seus estudos sobre a adoção da incerteza e o uso da tecnologia em projetos, pelo método de opções reais, Alvarez e Stenbacka (2001)

concluem que os valores das opções reais dependem da incerteza do mercado subjacente, correlacionada com a incerteza tecnológica e o futuro de novas gerações de tecnologia. Concordando com essa afirmação, Perlitz, Peske e Schrank (1999), em sua tese, comentam que o método de opções reais mantém um enorme potencial para aplicação na avaliação de projetos de R&D e até mesmo para avaliações relacionadas à aquisição de tecnologias.

#### e) Características de risco em opções reais

Os riscos fazem parte dos negócios em geral. Nesse aspecto, os autores e pesquisadores sobre opções reais são contundentes ao afirmarem que o estudo desse tipo de análise é capaz de captar e indicar o valor do risco nos empreendimentos.

Para Balasubramanian, Kulatilaka e Storck (2000), finalmente, a metodologia de opções reais fornece meios retrospectivos de medir o sucesso de um empreendimento. Em particular, a metodologia considera o risco externo do negócio e o risco interno do projeto, separadamente. Pela divisão da análise retrospectiva dos resultados tanto dos fatores internos quanto externos, o planejamento e a tomada de decisão podem melhorar.

Sick (1999) é categórico ao afirmar que há duas variáveis importantes a serem conduzidas em uma análise real das opções: a volatilidade (risco total do preço à vista) e a utilidade do rendimento (taxa de crescimento prevista do preço à vista, relativa ao custo de capital).

Nessa linha, Copeland e Antikarov (2001) afirmam que a análise de opções reais não deve ser encarada apenas como um método, mas como uma nova forma de analisar a dinâmica da decisão de investir. Para os autores, esta última opção permite ao investidor perceber e verificar quais os riscos que a empresa deve assumir.

#### f) Críticas

Há de se considerar alguns aspectos importantes no modo de agir e pensar dos profissionais que atuam na área de análise de projetos de investimentos, como o rompimento de paradigmas em relação a essa nova metodologia de análise, ou seja, a das opções reais, que procura quebrar as barreiras da não-flexibilidade do VPL e do não-oferecimento de opções futuras e nem possibilidade de estratégias

para os projetos. Este é um dos principais argumentos de empresários, investidores e profissionais que exercem suas atividades na área.

Neufville (2001) traz alguns princípios que devem ser levados em conta em relação às opções reais. São eles:

- reconheça que o valor dos projetos está integralmente associado com as flutuações do mercado;
- entenda que a incerteza não é sempre um risco a ser evitado, mas também uma valiosa oportunidade presente que pode ser explorada;
- adote uma posição pró-ativa para risco, procurando administrar antecipadamente o uso de reais opções;
- introduza muito mais flexibilidade, justificando em termos o valor das opções.

Percebe-se nos princípios relatados por Neufville (2001) o otimismo que o autor manifesta em relação à aplicação do método das opções reais, mas o autor não se descuida de alguns elementos considerados importantes no momento da realização da análise de investimentos em projetos, como a flutuação do mercado, a incerteza, o risco e a possibilidade de flexibilização do mesmo.

Existem alguns autores que discordam do termo opções reais porque esta expressão refere-se ao lado físico dos ativos, e na teoria das opções reais apresenta-se o lado mais abstrato dos investimentos, como a captação da flexibilidade e estratégias futuras dos projetos.

Quanto à expressão opções reais, Boer (2002) questiona alguns aspectos, comentando que o fundamento agora é fazer a transição das opções de finanças tradicionais para as opções reais. Observa também que a teoria das opções reais é a extensão do pensamento de opções para ativos não financeiros. O autor é incisivo no que se refere ao termo *real*, que, em sua opinião, é um tanto inadequado, porque estabelece uma relação com ativos físicos. Ele explica que enquanto a teoria de opções é aplicada para o lado tangível das transações empresariais, ela pode ser mais importante quando aplicada para ativos intangíveis, como as estratégias e o lado virtual do capital. Por outro lado, concorda que, de fato, esse termo foi originalmente introduzido por Myers com a finalidade de suprir a lacuna existente entre as estratégias e as finanças. Seguindo nessa mesma linha de raciocínio, Howell (2001), salienta que uma opção real é uma opção para mudar o lado físico “real” ou a atividade intelectual dos negócios, para criar ou trazer para o mercado novas tecnologias, novas marcas, novas indústrias ou unidades extras de produção.

As preocupações e indagações a respeito da utilização das opções reais são objeto de estudo para alguns pesquisadores e extremamente pertinentes. Como é evidente, os projetos, em sua essência, possuem um início, um meio e um fim, e as empresas investem recursos financeiros, humanos e tecnológicos em todas as fases do projeto. Nesse sentido, especificamente no que se refere à fase inicial, a da elaboração do projeto, considerando que o mesmo não seja executado, despesas ocorreram e estas são computadas como perdas ou, como se verifica sob a luz das opções reais, são qualificadas como uma opção de espera ou de abandono do projeto.

Outra questão importante em relação às opções reais é o fator tempo, isto é, por quanto tempo o projeto pode ficar em compasso de espera para entrar em funcionamento. Sabe-se, por experiência, que nem sempre todo o conjunto de condições para a sua realização mostra-se favorável ao mesmo tempo, por exemplo: o mercado, as taxas de juros, as linhas de crédito e os financiamentos, as políticas fiscais, cambiais, monetárias, de exportação e de importação, além de custos de produção e preços finais dos bens ou serviços gerados. Ademais, apesar de todas essas variáveis, as decisões sobre os investimentos são tomadas. Essa preocupação e pressão sobre as decisões de investimentos agravam-se quando outras variáveis também interagem sobre os projetos, como os riscos e as incertezas a respeito do futuro do negócio. Por esse motivo são relevantes as críticas de alguns autores sobre a utilização do método de opções reais.

As críticas realizadas por Weeds (2002) quanto ao uso das opções reais baseiam-se no fato de que, mesmo supondo que existam, na prática, algumas dificuldades para serem superadas, uma questão fundamental precisa ser resolvida: quando exatamente devem as opções reais ser aplicadas? É sempre relevante, ou há situações em que os métodos baseados no VPL estabelecido são superiores. Nesse sentido, existem alguns consultores que admitem que há determinadas situações nas quais as opções reais poderiam conduzir a empresa a sérios problemas.

Por outro lado, Weeds (2002) também reconhece que a avaliação em opções reais pode ser usada quando se revelarem três circunstâncias: a de que o futuro é incerto; segundo, que a decisão do investimento é irreversível, inteiramente ou em parte e, por último, a de que a empresa que mantém a opção de investimento tem a habilidade de postergar ou atrasar o evento. Da mesma forma, no entender de

Teisberg (1995), a análise de VPL é uma alternativa boa se a renúncia de ganhos não puder ser estimada de uma maneira significativa.

Na opinião dos autores Copeland e Antikarov (2001), que são enfáticos ao anunciarem quando se introduz a palavra flexibilidade, percebe-se que a técnica do VPL subestima sistematicamente tudo, não conseguindo captar o valor da flexibilidade. Explicam que as opções reais apresentam maior valor quando três fatores se combinam:

- grande incerteza quanto ao futuro;
- muito espaço para a flexibilidade gerencial, e
- quando o VPL sem flexibilidade está próximo de zero.

Por sua vez, Moel e Tufano (1999) avaliam que uma alternativa para gerenciar a flexibilidade seria a utilização de um modelo de fluxo de caixa descontado dinâmico, em que se gerenciaria a decisão de continuar ou parar um investimento, sendo revisado periodicamente pelo desempenho do cálculo estático do fluxo de caixa descontado, usando a regra do VPL positivo para tomar a decisão. Diante disso, contudo, entendem que empiricamente podem distinguir entre esta classe de modelos e o modelo de opções reais e argumentam que o modelo de fluxo de caixa descontado dinâmico não incluiria a volatilidade do fluxo de caixa, explicitamente, como uma variável para influir na decisão de fechar uma mina, por exemplo. Nesse caso, Bengtsson (1999) observa que há diferentes maneiras disponíveis para uma companhia aumentar e conquistar a flexibilidade desejada, e esta, freqüentemente, está associada aos custos, concluindo que a necessidade de flexibilidade é dependente da companhia e do grau de incerteza que enfrenta.

Nessa mesma direção volta-se Lund (1999), para o qual o valor da flexibilidade está relacionado à proximidade da incerteza. Além disso, para o autor, uma análise de flexibilidade deve ser feita conjuntamente com uma avaliação do grau de incerteza que cerca o projeto. Já para Winston (1999), na introdução de um novo produto, as principais fontes de incerteza são: o tamanho do mercado, a participação no mercado (fatia), o crescimento do tamanho do mercado, o crescimento da participação no mercado, a variável custo, o preço do produto e o desenvolvimento dos custos.

Osakwe (2002), ao se referir à flexibilidade das empresas, explica que em alguns casos, projetos com flexibilidade deveriam ser mais bem avaliados que os similares, sem flexibilidade. Relata o autor que essa visão de flexibilidade

administrativa, que tem seu valor aumentado, está em conflito com a literatura sobre os problemas de agência, que tendem a considerar que essa mesma flexibilidade administrativa apresenta-se como um potencial destruidor de valores. Isso ocorre porque os interesses dos gerentes não estão alinhados com os interesses dos investidores externos, como os acionistas e portadores de títulos, e aqueles utilizarão qualquer flexibilidade presente para procurar atingir suas próprias metas, normalmente em detrimento dos investidores externos. Afirma ainda o autor que se esses incentivos adversos não puderem ser controlados de modo algum, então seria melhor a empresa aderir a projetos que não disponham de flexibilidade.

O valor das opções assume tal importância que Amram e Kulatilaka (1999), ao questionarem sobre a fonte de valor de crescimento das opções, declaram que são a incerteza e a capacidade que as empresas possuem em responder a isto, pois o crescimento freqüentemente acontece em um ambiente altamente incerto e os investimentos estratégicos são muito valiosos quando são acompanhados pelas opções. Assim, por exemplo, perdas podem ser evitadas usando opções para adiar investimentos ou a opção de abandonar o projeto.

O termo estratégias está intimamente associado às opções reais, por isso Teisberg (1995, p. 43), ao se referir a elas, afirma que as decisões de investimentos estratégicos requerem freqüentemente a alocação de recursos, os quais são irreversíveis ou caros para reverter. Um dos problemas da irreversibilidade dos investimentos é comentado por Pindyck (2001, p. 313), salientando que a “maioria das despesas de investimentos são pelo menos, em parte irreversíveis: a empresa não pode desinvestir, assim essas despesas são custos incorridos”. Além disso, a irreversibilidade normalmente aumenta porque o capital para uma indústria é específico, não podendo ser usado em outra indústria ou empresa diferente.

Myers (2001) expõe a lacuna existente entre a teoria financeira e o plano estratégico, referindo-se a três situações:

- podem ser mantidas em parte pelas diferenças entre a linguagem e a cultura utilizada;
- a análise de fluxo de caixa descontado pode ter sido mal empregada e, conseqüentemente, não aceita na aplicação estratégica;
- a análise de fluxo de caixa descontado pode falhar na aplicação estratégica, até mesmo se for bem aplicada.

Sobre esse “gap” Myers (2001) comenta que para atravessar essa lacuna entre a teoria financeira e a estratégia financeira é necessário, num primeiro momento, aplicar corretamente a teoria financeira existente e, num segundo momento, estendê-la, com pesquisas que tentem usar a teoria do preço de opção para modelar a interação da série de tempos entre os investimentos. Por isso Boer (2002) é categórico ao afirmar que opções reais derivam de planos. Nesse ponto também concorda Moore (2001), o qual relata que opções financeiras auxiliam as empresas a explorar as opções reais, pois as mesmas incluem opções para expandir e reduzir a escala de produção, estimar o limite de abandono de um investimento completamente e a opção de tempo de um investimento, considerando tudo isso como uma aplicação estratégica de opções reais.

No entender de Martzoukos e Trigeorgis (2001), referindo-se ao porquê de se aprender opções reais, esclarecem que a formulação geral do problema permite uma solução realística, na qual não somente o tempo ótimo de uma única ação de aprendizagem é considerado, mas também a escolha ótima de ações alternativas com diferentes graus de eficácia e flexibilidade da aprendizagem. Por sua vez, explicam que os resultados numéricos demonstram claramente o valor adicionado de ações da aprendizagem e da flexibilidade na aprendizagem.

Não obstante isso, Howell (2001) argumenta que a análise de opções reais pode ser muito útil a duas finalidades opostas do espectro empresarial, isto é, para:

- os puros negócios de *commodities* competitivas e serviços, ou outras indústrias que estão se tornando intensamente competitivas;
- para os negócios de pesquisas inovadoras que estão se esforçando. Para criar novas opções reais.

Percebe-se, pela exposição das idéias dos diversos autores mencionados no texto e que tratam do método de opções reais em análise de investimentos, que o futuro é promissor nesse campo de atuação. Primeiro, porque a incerteza e o risco permanecem como elementos importantes nas tomadas de decisão a respeito de investimentos em projetos; segundo, porque há possibilidade de mitigar essas variáveis e transformá-las em flexibilidade na elaboração de estratégias de negócios, nas sociedades civis ou comerciais, nas cooperativas, nos condomínios e nas fundações.

### 2.3 Opções financeiras, opções reais e VPL

As opções financeiras são originadas por meio de ativos derivativos e por si só não possuem um valor efetivo, seu valor deriva de outro ativo, denominado “ativo subjacente, como exemplo: preço das ações, índices de ações, taxas de juros, taxas de câmbio e commodities” (HULL, 1996). Os ativos derivativos são utilizados como forma de atenuar a incerteza e os riscos que ocorrem na flutuação dos ativos subjacentes, por apresentarem um comportamento de alta instabilidade no mercado, sofrendo influência de algumas variáveis.

Para se analisar os ativos derivativos usa-se a teoria das opções, que tem por característica dar ao detentor da opção o direito, mas não a obrigação, de exercer uma atividade no futuro. Sendo assim, o detentor opta por exercer ou não o seu direito, de acordo com o seu interesse. Nessa modalidade, comumente, as opções exigem um pagamento antecipado, denominado de prêmio, que tem por finalidade refletir o valor de sua flexibilidade.

Os dois tipos de opções mais comuns encontrados no mercado derivativo são:

#### Opção de Compra (*Call Option*)

O modo de opção de compra possibilita ao detentor da ação o direito, mas não a obrigação, de adquirir um ativo em determinado período, por um preço previamente estipulado. Esta modalidade de opção apresenta a seguinte equação como forma de avaliação do capital investido:

$$CT = \text{Max} (ST - X, 0) \quad (6)$$

Onde:

CT = Valor da opção

T = Data do vencimento

ST = Preço do ativo objeto

X = Preço do exercício

A característica dessa opção é que o investidor adquire o direito de exercê-la ou não, mediante o pagamento antecipado de um valor previamente contratado, para no futuro, na data do vencimento (T), negociar o bem, denominado de preço do exercício (X). Como o investidor possui o direito, mas não a obrigação de executar o negócio, duas alternativas se apresentam:

- se o preço do ativo subjacente ( $S_t$ ) for maior que o preço do exercício ( $X$ ), o titular da opção (investidor) exerce o seu direito, comprando a opção por um valor menor que o estabelecido pelo mercado, descontando o valor inicial pago para exercer essa modalidade de contrato, obtendo assim o valor máximo da opção, que varia entre ( $S_t - X$ ) e zero (0);

- se, por outro lado, o preço do ativo subjacente ( $S_t$ ) for menor ou igual ao preço do exercício ( $X$ ), o investidor não exerce o seu direito de adquirir a opção, que significa pagar mais pelo valor do bem do que ele realmente vale, deixando a opção virar pó, perdendo apenas o valor inicialmente contratado para exercer a opção.

#### Opção de venda (Put Option)

A opção de venda permite ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de vender um ativo em determinado período, a um preço pré-estabelecido.

Esta modalidade de opção apresenta a seguinte equação como forma de avaliação:

$$P_T = \text{Max} (X - S_T, 0) \quad (7)$$

Onde:

$P_T$  = Valor da opção

$T$  = Data do vencimento

$S_T$  = Preço do ativo objeto

$X$  = Preço do exercício

A peculiaridade da opção de venda é que o investidor adquire o direito de exercê-la ou não, ou seja, vender a opção, mediante o recebimento antecipado de um valor previamente contratado, para no futuro, na data do vencimento ( $T$ ), realizar a negociação do bem ao preço do exercício ( $X$ ). Como o investidor possui o direito, mas não a obrigação, de efetuar o negócio, duas possibilidades podem ocorrer:

- se o preço do ativo subjacente ( $S_t$ ) for menor ou igual ao preço do exercício ( $X$ ), o investidor exerce o direito de vender a opção, significando receber mais pelo valor do bem do que ele realmente vale, obtendo o máximo da opção, que varia entre ( $X - S_t$ ) e zero (0);

- se o preço do ativo subjacente ( $S_t$ ) for maior que o preço do exercício ( $X$ ), o titular da opção (investidor) não exerce o seu direito de vendê-la por um valor menor que o estabelecido pelo mercado, deixando a mesma virar pó, perdendo o valor da contratação da opção.

As opções também se classificam quanto ao período de negociação, dividindo-se em: americanas e europeias. As americanas são aquelas que podem ser exercidas a qualquer momento até a data do vencimento, enquanto que as opções ditas europeias são exercidas nas datas dos vencimentos previamente estipulados.

Alguns aspectos técnicos são levados em consideração ao se relacionar as opções financeiras com as opções reais, destacando-se entre eles as formas como são concebidas, sendo que as opções financeiras originaram-se de ativos derivativos e as opções reais se reportam aos ativos reais, na busca da captação do valor da flexibilidade das opções de decisões de investimento em cada um dos períodos de um determinado projeto.

No quadro 1 observa-se a semelhança existente entre as opções financeiras e as opções reais e as suas respectivas nomenclaturas.

<b>Opção Financeira</b>	<b>Opção Real</b>
Preço do ativo subjacente (S)	Valor presente esperado de um investimento real
Preço de exercício (X)	Valor do investimento
Período de tempo até o vencimento (T)	Período de tempo do investimento
Taxa de juros ( $rf$ )	Taxa de juros livre de risco ( $rf$ ) utilizada para o investimento.
Volatilidade ( $\sigma$ )	Mede a incerteza utilizada sobre o valor presente do investimento

Quadro 1: Semelhanças entre as opções financeiras e as opções reais.  
Fonte: Luehrmann – Harvard Business Review (July-August 1998)

O quadro 1 possibilita a identificação dos parâmetros de comparação entre as opções financeiras e as opções reais. As primeiras estão relacionadas em função das seguintes variáveis: preço do ativo subjacente (S); preço do exercício da opção (X); período de tempo (T); taxa de juros livre de risco ( $rf$ ) e a volatilidade ( $\sigma$ ), que

representa a incerteza do negócio. As opções reais, por sua vez, apresentam como variáveis: o Valor Presente (PV) esperado de um projeto de investimento; o próprio valor do investimento; o período de tempo do investimento; a taxa de juros livre de riscos e a volatilidade do projeto.

Existe outra variável denominada de dividendos, que também pode ser utilizada, porém, neste trabalho, os exemplos de projetos de investimento não empregam essa variável; dessa forma ela não será abordada nos cálculos da determinação das opções reais.

As variáveis encontradas na relação entre as opções financeiras e as opções reais e que são observadas e identificadas prontamente nos projetos de investimentos, são: o valor do investimento no projeto, a taxa de juros livre de risco, os períodos do projeto e o valor presente. A variável volatilidade, contudo, não se apresenta de uma forma simplificada, devendo, portanto, ser calculada ou estimada a partir de alguns elementos ou parâmetros que confirmam confiabilidade ao estudo. A importância da volatilidade de um ativo é que ela representa o percentual de risco existente no próprio negócio.

A forma de avaliar a volatilidade de um ativo pode ocorrer por meio da determinação do desvio-padrão da evolução histórica dos retornos dos preços do ativo subjacente, sendo que a volatilidade geralmente é expressa em valores percentuais. E o resultado obtido (percentual) varia de acordo com os dados analisados, identificando o comportamento da volatilidade no período de estudo: se a volatilidade de um ativo for baixa, significa que os preços não sofrem muita alteração ao longo do tempo, sendo considerado como um ativo de baixo risco. Por outro lado, se ocorrerem alterações significativas nos preços ao longo do período, a volatilidade aumenta, ampliando o risco no negócio.

Dessa forma, a determinação do preço das opções está intimamente relacionada com o comportamento das variáveis: preço da ação, preço do exercício, taxa de juros, volatilidade e período de tempo. Nesse sentido, elaborou-se um estudo comparativo de um projeto de investimento teórico, utilizando as variáveis das opções reais e a sua relação com os tipos de opções de compra e de venda, para comprovar o efeito das mudanças de acordo com o que apregoa a teoria e como as variáveis que fazem parte do estudo das opções interferem no valor das mesmas e os resultados obtidos foram os mesmos apregoados pela teoria apresentada no quadro 2.

Variáveis das Opções Reais	Preço da Opção de Compra	Preço da Opção de Venda
Valor do Ativo Subjacente (VP)	Aumenta	Diminui
Valor do Investimento (X)	Diminui	Aumenta
Taxa Livre de Risco ( $rf$ )	Aumenta	Diminui
Volatilidade ( $\sigma$ )	Aumenta	Aumenta
Período de Tempo do Investimento	Aumenta	Aumenta

Quadro 2: Forma como variáveis interferem no preço das opções.

Fonte: Hull (1996) e Lopes (2001)

Dessa forma, ficou evidenciada a aproximação entre a teoria das opções e a das opções reais pelo relacionamento semelhante de comportamento das variáveis que exercem influência nos projetos de investimentos. Uma das distinções peculiares da avaliação de investimentos que utiliza a teoria das opções reais, refere-se aos ativos reais, como a realização de novas plantas industriais, construções, obras, instalações, projetos de pesquisa e desenvolvimento ou a expansão ou redução de processos produtivos operacionais. As opções reais têm como característica a contribuição em termos estratégicos para as tomadas de decisão de empreendimentos, captando o valor da flexibilidade dos negócios e procurando reduzir as incertezas do mercado.

Nesse sentido, entre as maiores críticas aos métodos de análise tradicional, como o VPL, inclui-se o fato de não capturarem corretamente o valor da flexibilidade dos projetos de investimentos, não possibilitando ao tomador de decisão possíveis correções depois de iniciado o processo de desenvolvimento do projeto. Esse tipo de análise presume que o futuro será tal e qual o planejado, assumindo uma posição de certeza do mercado e projetando fluxos de caixa em cenários fixos. A realidade dos fatos, entretanto, não é expressa dessa maneira, pois existe uma quantidade de variáveis e de informações que interferem e agem sobre os mercados econômico e financeiro. Por esse motivo, há necessidade de criação de mecanismos de redução das incertezas, que capturem o valor da flexibilidade e o posicionamento estratégico do decisor, diante das novas mudanças que ocorrem nos períodos subsequentes à elaboração do projeto, como a visualização de novas oportunidades ou a redução de perdas ou ameaças ambientais do mercado.

## 2.4 Cooperativismo

O cooperativismo, em termos de história, tem a idade do próprio homem. O início da civilização deu-se na forma tribal e, como tal, as operações eram realizadas em conjunto, em co-operação. Esse tipo de cooperação se manifestava acentuadamente em algumas operações, como na aquisição e produção de alimentos, na educação, festividades e na segurança da tribo. Para Schneider (1990), algumas dessas características de sociedade apresentavam semelhanças entre o povo babilônio, grego, chinês, maia e inca, entre outros.

O Século XVIII foi um marco na história econômica mundial, com a Revolução Industrial, que alterou os padrões e a forma de pensamento em relação à produção, distribuição e consumo da época. Essa mudança na economia foi tão acentuada que provocou graves crises, especialmente nos setores produtivos, que tinham em seus ofícios artesanais a principal atividade. Diante disso, uma das crises capitais geradas foi a do desemprego, haja vista que a mão-de-obra operária foi substituída pelo uso das máquinas. Desse momento em diante, em oposição às idéias da Revolução Industrial, manifestam-se diversos movimentos como forma de reorganizar a sociedade, entre eles a do associativismo, que mais tarde, de maneira alternativa e diferenciada de atuar no mercado, origina o chamado cooperativismo moderno.

As obras de Hugon (1970) e Pinho (b) (1984) relatam que os trabalhos publicados por Plockboy (1659) e John Bellers (1695) sobre o associativismo tiveram grande influência sobre o cooperativismo como movimento e característica socioeconômica, culminando na união de vinte e sete tecelões e uma tecelã, conhecidos como os Pioneiros de Rochdale, em Rochdale (distrito de Lancashire), em Manchester, na Inglaterra. Em 21 de dezembro de 1844 eles formaram uma sociedade denominada “Sociedade dos Probos Pioneiros de Rochdale” (Portal do Cooperativismo, 2004), inaugurando um armazém organizado e regido por normas estatutárias, postulando as idéias do cooperativismo e a normalização de seus princípios, dando sustentação à sua doutrina, posta em prática por um grupo de precursores no Século XIX. Entre eles destacam-se, por sua vez, as obras e ações de Robert Owen (1771-1858), considerado o “pai do cooperativismo”, Charles Fourier (1772-1837), William King (1786-1865), Louis Blanc (1812-1725) e Charles Gide (1847-1932).

A Sociedade dos Pioneiros de Rochdale foi concebida de tal forma, que a essência de seus princípios, suas normas e constituição organizacional transformam-se nos fundamentos da Doutrina do Cooperativismo, que são:

- livre adesão;
- direito de um voto por associado (um homem, um voto);
- juros limitados ao capital;
- distribuição das sobras, proporcional às operações dos cooperantes;
- fundo de reserva para educação dos membros.

O mérito da coesão entre as cooperativas ocorreu desde o seu surgimento, e se espalhou pelo mundo todo, nos cinco continentes, culminando com a constituição da Aliança Cooperativa Internacional – ACI. Esta foi fundada em 1895, por líderes cooperativistas da Inglaterra, França e Alemanha, no intuito de criar um órgão representativo mundial que fortalecesse o intercâmbio entre as cooperativas dos diversos países nos campos doutrinário, educativo e técnico. (OCB, 1990).

Com a criação da ACI foram reformulados os princípios cooperativistas, com início em 1988 e conclusão em 1995, no Congresso Centenário da ACI, em Manchester, originando numa definição para cooperativa, como “uma associação autônoma de pessoas que se unem voluntariamente para satisfazer suas necessidades comuns, através de uma empresa de negócios da qual possuem a propriedade em conjunto e a controlam democraticamente” (OCB, 2001). Para Guimarães e Araújo (2001), no Congresso da ACI foram discutidos e reformulados os princípios que regem as cooperativas, com o cuidado de manter a sua essência. Os seguintes princípios foram denominados como a Declaração da Identidade Cooperativa:

- adesão voluntária e livre;
- gestão democrática pelos cooperados;
- participação econômica dos cooperados;
- autonomia e independência das cooperativas;
- educação, formação e informação;
- intercooperação;
- interesse pela comunidade.

Por outro lado, também existe no continente americano a Organização das Cooperativas da América (OCA), que foi fundada em 1963 para unir e articular as cooperativas desse território.

Para alguns estudiosos (Portal do Cooperativismo, 2004), o cooperativismo no Brasil foi introduzido pelos jesuítas, citando como exemplo as reduções jesuíticas das Missões no Sul do país. As primeiras cooperativas brasileiras surgiram após a Constituição de 1891, a qual assegurava a liberdade de associação, mas ao mesmo tempo o Estado passou a legislar sobre esse associativismo. O cooperativismo brasileiro, como se conhece hoje, é representado nacionalmente pela Organização das Cooperativas Brasileiras – OCB -, que foi fundada em 2 de novembro de 1969, durante o IV Congresso Brasileiro de Cooperativismo. Este congresso revestiu-se de grande importância, pois durante sua realização foi proposta a reformulação da legislação cooperativista, por meio da Lei nº5.771, de 16 de dezembro de 1971 (OCB, 2001).

A sede da OCB é em Brasília – DF - congrega todas as unidades da Federação através das Organizações das Cooperativas Estaduais – OCEs. Uma de suas competências, é atuar como órgão técnico consultivo do poder público. Pode-se afirmar que o movimento cooperativista obteve uma conquista importante, sua autogestão, por ocasião da Constituição Federal de 1988, uma vez que, anteriormente, havia necessidade de autorização governamental para instalação de uma cooperativa (OCB, 2001).

A partir de 1993 a OCB reestruturou a nomenclatura do sistema cooperativista nacional estratificando-o em treze ramos de cooperativas, conforme demonstrado no quadro 3. Os ramos de cooperativas são os seguintes: Agropecuário, Consumo, Crédito, Educacional, Especial, Infra-Estrutura, Habitacional, Mineral, Produção, Saúde, Trabalho, Turismo e Lazer e Transportes de Cargas e Passageiros. Os dados podem ser observados no quadro 3, nele verifica-se que 27,5% são cooperativas de trabalho; 20,6% compreendem cooperativas agropecuárias e 15,1% são cooperativas de crédito. Quanto ao número de cooperados, as cooperativas de consumo representam 33,3% do total, seguidas pelas cooperativas de crédito, com 24,9%. No que tange ao número de empregados, as cooperativas do ramo agropecuário representam 60,9%, o cooperativismo de crédito e o de saúde mostram-se empatados com 12,8%. Por esses números percebe-se a importância do cooperativismo de crédito para o país.

<b>Ramos do Cooperativismo</b>	<b>Cooperativas</b>	<b>Cooperados</b>	<b>Empregados</b>
Agropecuário	1.519	940.482	110.910
Consumo	158	1.920.311	7.219
Crédito	1.115	1.439.644	23.291
Educacional	303	98.970	2.874
Especial	7	2.083	6
Habitacional	314	104.908	2.472
Infra-Estrutura	172	575.256	5.500
Mineral	34	48.830	35
Produção	113	9.559	315
Saúde	878	261.871	23.267
Trabalho	2.024	311.856	4.036
Turismo e Lazer	12	396	2
Transporte	706	48.552	2.099
<b>Total</b>	<b>7.355</b>	<b>5.762.718</b>	<b>182.026</b>

Quadro 3: Ramos do Cooperativismo no Brasil.

Fonte: OCB / Dezembro 2003

Conforme dados da OCB (2004), a entidade congrega 76 Federações, 13 Confederações, 81 Cooperativas Centrais e 7.355 Cooperativas Singulares, totalizando mais de 5,7 milhões de cooperados. No ano de 1902 o padre suíço Theodor Amstadt funda a primeira caixa rural cooperativa, modelo Raiffaisen, segundo Rambo (1981), isso aconteceu na Linha Imperial, interior do município de Nova Petrópolis - RS, e transforma o Rio Grande do Sul no berço do cooperativismo brasileiro. A idéia foi divulgada para outras regiões, principalmente as de colonização alemã. Em 1911 o governo federal, demonstrando interesse na divulgação do funcionamento do cooperativismo, traz ao Brasil o técnico italiano Dr. Giusepe Di Stefano Paternó, enviando-o ao Rio Grande do Sul para percorrer a região colonial e sob sua influência, até o ano de 1913, formaram-se inúmeras cooperativas de

produção agrícola. Nesse período também foi aprovado o Estatuto Social da primeira cooperativa de consumo.

Segundo Loyola (apud Schardong, 2003), existem algumas vantagens no cooperativismo de crédito, entre as quais destaca-se o de operar com mutuários de determinados segmentos da cadeia produtiva; atuar ao longo da cadeia produtiva, minimizando os riscos, e criar uma solidariedade de inadimplência moral dos mutuários com a instituição. Enfatiza também que existem algumas desvantagens, como a de operar em regiões geográficas com alguns ramos de atividades específicos e o de não apresentar, às vezes, economias de escala suficiente para concorrer com outras instituições bancárias. Para Schardong (2003), sob a égide da Federação das Cooperativas de Trigo (FECOTRIGO do Rio Grande do Sul), foi constituída a Cooperativa Central de Crédito do Rio Grande do Sul Ltda. (COCECRER),- em 1980. A partir desse episódio surge no Estado do Rio Grande do Sul o primeiro Sistema de Crédito Cooperativo, atualmente SICREDI-RS, para atuar como ligação no processo de integração horizontal e vertical entre as cooperativas de primeiro, segundo e terceiro grau. O mesmo autor ainda ressalta que em 25 de julho de 2003 foi aprovada a Resolução n. 3.106, pelo Conselho Monetário Nacional, que regulamenta e disciplina a constituição e o funcionamento de cooperativas de crédito no âmbito do Sistema Financeiro Nacional. Comenta Fortuna (2001) que o Banco Central, pela Resolução nº. 2.193, de 31 de agosto de 1995, autorizou a constituição de bancos comerciais na forma de sociedades anônimas de capital fechado, com participação exclusiva de cooperativas de crédito singulares, exceto as do tipo Luzzati (as que admitem a participação de não-cooperados), e centrais, bem como de Federações e Confederações de cooperativas de crédito, com atuação restrita à Unidade da Federação de sua sede, cujo Patrimônio Líquido Anual deverá estar enquadrado nas regras do Acordo de Basiléia.

Argumenta ainda Fortuna (2001) que na Europa, os bancos cooperativos existem há mais de um século e, entre os vinte maiores bancos do mundo, três são formados a partir de cooperativas, destacando-se o holandês Rabobank, o alemão DG Bank e o francês Crédit Agricole. Destaca Schardong (2003), que a partir desse contexto nasceu o Banco Cooperativo SICREDI S.A. (BANSICREDI), o primeiro Banco Cooperativo privado brasileiro, com as atribuições de operar em todas as atividades permitidas aos bancos comerciais; atuar como instrumento das cooperativas de crédito, integrando-as aos mercados financeiros e de capitais, e

acessar os programas oficiais de financiamento da atividade produtiva, mediante equalização de taxas de juros, quando suportados por recursos próprios, ou como agente financeiro de instituições públicas. Em suma, o banco cooperativo faz a ligação entre as cooperativas singulares, centrais e federações de crédito e o sistema bancário nacional e internacional. Conforme Meinen, Domingues e Domingues (2003), existem algumas diferenças que distinguem as sociedades cooperativas de crédito dos bancos. Tais diferenças podem ser vistas no quadro 4.

<b>BANCOS</b>	<b>COOPERATIVAS DE CRÉDITO</b>
a) são sociedades de capital	a) são sociedades de pessoas
b) o poder é exercido na proporção do número de ações	b) o voto tem peso igual para todos (uma pessoa, um voto)
c) as deliberações são concentradas	c) as decisões são partilhadas entre muitos
d) o administrador é um terceiro (homem do mercado)	d) o administrador é do meio (cooperativado)
e) o usuário das operações é mero cliente	e) o usuário é o próprio dono (cooperativado)
f) o usuário não exerce qualquer influência nas decisões do preço dos produtos	f) toda a política operacional é decidida pelos próprios usuários/donos (cooperativados)
g) podem tratar distintamente cada usuário	g) não podem distinguir: o que vale para um, vale para todos (art. 37 da Lei nº 5.764/71)
h) preferem o grande poupador e as maiores corporações	h) não discriminam, voltando-se mais para os menos abastados
i) priorizam os grandes centros	i) não restringem, tendo forte atuação nas comunidades mais remotas
j) têm propósitos mercantilistas	j) a mercancia não é cogitada (art. 79, parágrafo único da Lei nº 5.764/71)
k) a remuneração das operações e dos serviços não tem parâmetro/limite	k) o preço das operações e dos serviços visa à cobertura de custos (taxa de administração)
l) atendem em massa, priorizando, ademais, o auto-serviço	l) o relacionamento é personalizado, individual, com o apoio da informática
m) não têm vínculo com a comunidade e o público-alvo	m) estão comprometidas com as comunidades e os usuários
n) avançam pela competição	n) desenvolvem-se pela cooperação
o) visam ao lucro por excelência	o) o lucro está fora do seu objeto (art. 3º da Lei nº 5.764/71)
p) o resultado é de poucos donos (nada é dividido com os clientes)	p) o excedente (sobras) é distribuído entre todos (usuários), na proporção das operações individuais, reduzindo ainda mais o preço final pago pelos cooperativados
q) no plano societário, são regulados pela Lei das Sociedades Anônimas	são reguladas pela Lei Cooperativista

Quadro 4: Diferenças entre bancos e cooperativas de crédito.

Fonte: Meinen; Domingues; Domingues (2003).

Nota-se que as maiores diferenças entre os bancos e as cooperativas de crédito estão relacionadas à questão foco: os primeiros estão voltados para operar no mercado em geral, enquanto as cooperativas operam principalmente com seu quadro associativo, podendo agora exercer algumas atividades de cobranças para não-sócios. A relação usuário e dono do próprio negócio é que as diferencia. Chesnick (2000) assevera que o sistema cooperativo opera com investimentos na intenção de obter resultados aos seus membros, porque na cooperativa os proprietários são os primeiros usuários.

A Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste foi fundada em 5 de maio de 1946, por trinta e cinco (35) pessoas, com o intuito de formar a Cooperativa de Crédito Rural, na comunidade de Crissiumal, então distrito de Três Passos.

Atualmente o SICREDI Noroeste é formado pela fusão de três (3) cooperativas. Em dezembro de 1995 a Cooperativa de Crédito Rural de Três de Maio Ltda. – SICREDI Três de Maio, fundada em 5 de maio de 1981, incorpora a Cooperativa de Crédito Rural de Horizontina Ltda. – SICREDI Horizontina, fundada em 12 de julho de 1952. Em julho de 1996 a Cooperativa de Crédito Rural de Crissiumal Ltda. realiza a fusão com a Cooperativa de Crédito Rural de Três de Maio Ltda., surgindo assim a Cooperativa de Crédito Rural Noroeste do RS – SICREDI Noroeste.

No sistema cooperativista a maior instância é a Assembléia Geral Ordinária – AGO, que determina e delega todo funcionamento da instituição. O Conselho Fiscal tem a função de *staff* na organização, com a responsabilidade sobre a fiscalização da documentação e movimentação da instituição. Subordinada a AGO, está o Conselho de Administração que exerce a função diretiva, formada por uma equipe de conselheiros associados, tendo como subordinados os cargos de Presidente e Vice-Presidente, que atuam na função executiva da organização, que comandam os Gerentes Regionais e Gerentes de Controladoria das unidades de atendimento distribuídas nas localidades da região.

Em projetos de investimentos, o item financiamento é importante, por isso, na cooperativa, o estudo da análise de operações de crédito possui característica fundamental no momento da liberação ou não deste, ao proponente do empreendimento.

A forma de análise de crédito do SICREDI-Noroeste está baseada na viabilidade das operações, com estudos da relação custo/benefício que a referida

operação apresentar para a cooperativa. Outro fator importante e determinante na análise é o estudo do risco da operação, e baseia-se nas informações cadastrais do associado, destacando-se entre outras, a idoneidade, análise da capacidade de pagamento e a forma como o associado cumpre com seus compromissos com a instituição. Também são levados em consideração a finalidade do empreendimento, as garantias oferecidas, o prazo e a classificação do risco do associado, realizando-se o dimensionamento do limite de crédito do associado.

Os principais indicadores econômicos analisados nos projetos de investimentos da Cooperativa SICREDI Noroeste são o VPL, a TIR, o *payback*, a lucratividade e a rentabilidade.

## **2.5 O uso de opções reais em cooperativas de crédito**

O uso de opções reais em cooperativas de crédito ainda é incipiente, segundo esclarecem no trabalho de Bailey e Sporleder (2000). Estes autores destacam a importância das opções reais na avaliação de investimento de riscos pela New Generation Cooperatives (NGCs) para análise da operação de um futuro processo. Os autores chegaram à conclusão que as opções reais apresentam um bom potencial analítico quando os resultados são menos prováveis, e que metodologia das opções reais é nova, obrigando e incentivando os gerentes a pesar as alternativas observadas.

### **3 AVALIAÇÃO E APLICABILIDADE DO MÉTODO DE OPÇÕES REAIS**

Os mercados de opções e o de opções reais estão muito próximos em relação às finanças e investimentos, uma vez que os mercados de opções são derivativos de ativos futuros e as opções reais se reportam a projetos de investimentos em ativos reais.

Este capítulo aborda a relação entre os métodos de análises de opções financeiras, de opções reais e do Valor Presente Líquido - VPL - além, de estudar os projetos de investimentos realizados pela Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste, que utiliza a análise de investimentos baseada no método do VPL e como este estudo pode ser complementado pela teoria das opções reais. E completando, com a realização da comparação entre o método do VPL e o das opções reais, identificando neste trabalho os seus pontos convergentes e divergentes.

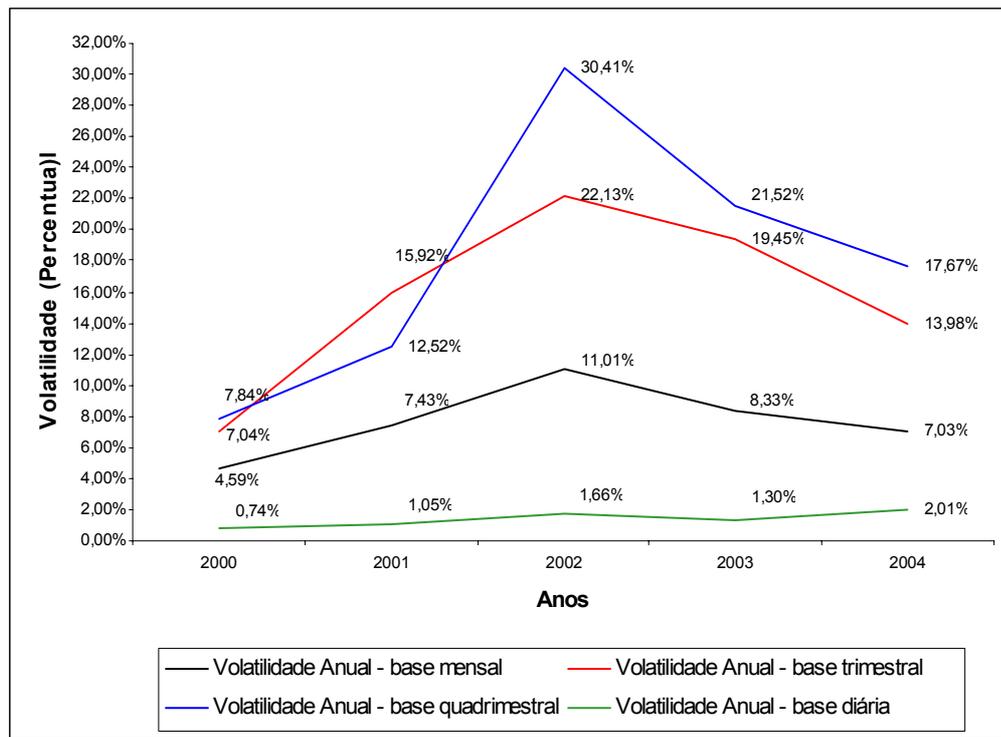
#### **3.1 Estudo da volatilidade de projetos do SICREDI - Noroeste**

Para se estudar a volatilidade dos projetos da Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste, que opera fortemente com seus associados na liberação de recursos para empreendimentos de investimentos destinados ao meio rural, faz-se necessário entender o contexto socioeconômico no qual a mesma está inserida, a Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, que possui como característica de força motriz de sua economia o setor agropecuário, destacando-se na atividade agrícola a produção de culturas como a soja, o trigo e o milho e na atividade pecuária a produção leiteira. Cabe ressaltar que a região é o berço nacional da soja e essa cultura é identificada como padrão-moeda da região, estando já arraigada nos modos, costumes e cultura do povo, em que os bens e serviços produzidos ou adquiridos são especificados em quantidade de sacas dessa *commodity*. Por esse motivo, a determinação da volatilidade dos projetos de investimento do SICREDI Noroeste será estipulada a partir da variação dos preços pagos na região pela saca

de soja, com valores expressos em reais e em dólares, além do próprio valor da moeda americana (dólar) no período de 2000 a 2004.

Os dados obtidos referentes ao comparativo de volatilidade em percentual dos preços de soja, com valores em reais, podem ser vistos na figura 2.

Figura 2: Comparativo de volatilidade – preços da soja (valores em reais).



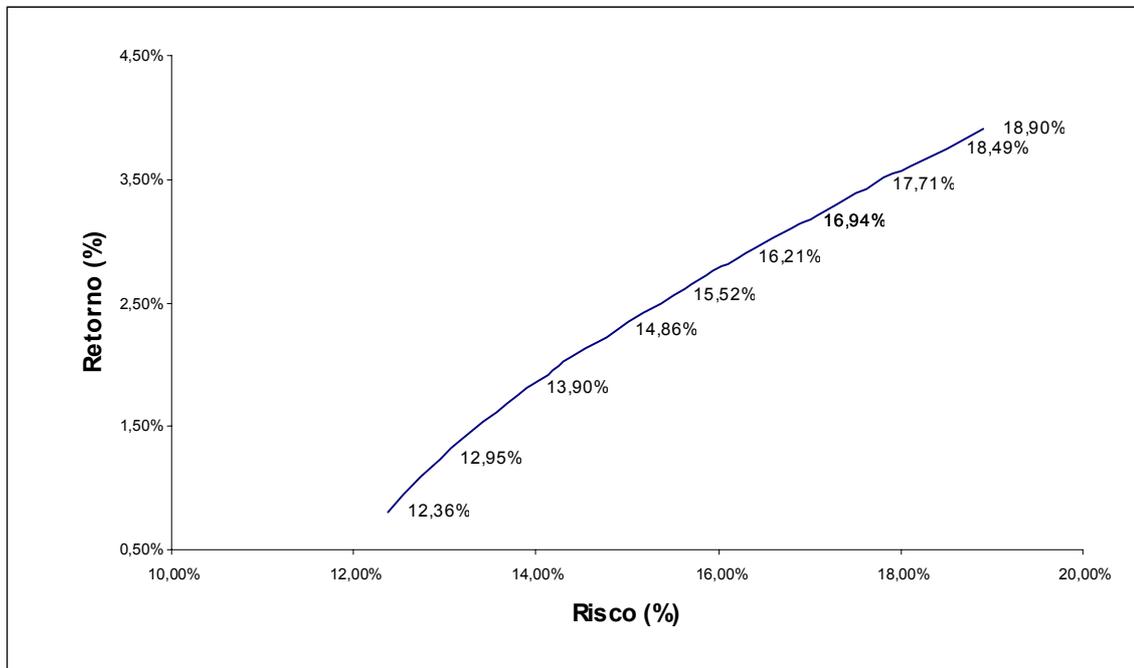
Fonte: o autor

Conforme se observa na figura 2, o ano de 2002 é o que apresenta uma maior alteração em termos de volatilidade nos preços da soja, com valores expressos em reais (R\$). Nota-se também que a volatilidade anual encontrada a partir da base diária ao longo dos períodos analisados variou de 0,74% em 2000 para 2,01% em 2004, representando uma pequena volatilidade nesse período. Por outro lado, utilizando-se como base o preço médio mensal da soja, verifica-se que a maior volatilidade ocorreu no ano de 2002, com 11,01%. A volatilidade anual a partir da base de preços médios trimestrais acompanhou o desempenho da curva de volatilidade mensal, apresentando o seu maior valor no ano de 2002, com 22,13%. Também se utilizou os preços médios quadrimestrais da soja para determinar a volatilidade anual e observou-se que a curva ao longo dos períodos acompanhou as demais curvas de volatilidade, apresentando maior valor no ano de 2002, com 30,41%. Na figura 2 percebe-se que quanto maior a variação de períodos de análise,

de dados diários, mensais, trimestrais e quadrimestrais, maior é a volatilidade encontrada. A volatilidade média anual nos períodos estudados, para cada uma das bases, com preços em reais, ficou assim: volatilidade média anual – base diária, 1,35%; volatilidade média anual – base mensal, 7,68%; volatilidade média anual – base trimestral, 15,70%, e volatilidade média anual – base quadrimestral, 18,67%.

Também se fez um estudo demonstrando a curva de risco e retorno dos preços da soja com valores em reais (R\$) e em dólares (US\$), com variação quadrimestral, de 2000 a 2004, de acordo com os dados apresentados na figura 3.

Figura 3: Risco e retorno dos preços da soja em reais e dólares (equivalentes quadrimestrais de 2000 a 2004).



Fonte: o autor

Ao se observar a figura 3, com uma carteira composta por 50% de ativos de preços da soja em reais e 50% de seus preços em dólares, ambos com valores quadrimestrais, nota-se que a carteira resultante representa um retorno entre 0,7% e 3,9% e um risco que varia de 12,3% a 18,9%, significando que a volatilidade máxima desse ativo está próxima de 19%.

Outra maneira para se determinar a volatilidade de um projeto de investimentos, pode ser mediante a utilização de ferramentas de simulação computacional, como o uso de números aleatórios. Neste caso, para este estudo, fez-se a média de 1.000 aleatórios para cada uma das possibilidades de volatilidade

(treze ao total) variando de “6% x o aleatório + 24%”; “7% x o aleatório + 23%”; “8% x o aleatório + 22%”; “9% x o aleatório + 21%”; “10% x o aleatório + 20%”; “11% x o aleatório + 19%”; “12% x o aleatório + 18%”; “13% x o aleatório + 17%”; “14% x o aleatório + 16%”; “15% x o aleatório + 15%”; “16% x o aleatório + 14%”; “18% x o aleatório + 12%” e “20% x o aleatório + 10%”, num total de 13.000 aleatórios e a média das médias de cada possibilidade representou uma volatilidade de 21,05%.

Observando a volatilidade média composta da carteira trimestral de preços da soja com valores em reais (R\$) e em dólares (US\$) foi de 16,5%; com valores quadrimestrais, de 19% e com valores mediante a simulação computacional aleatórios representou 21,05%. Por isso, neste estudo, como padrão de volatilidade média utilizada e adotada para a realização dos cálculos dos projetos de investimento da Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste, será de 20%.

### **3.2 Tipos de projetos de investimentos utilizados pelo SICREDI**

Neste tópico são discutidos e demonstrados os modelos de projetos de investimentos utilizados pela Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste. Os principais tipos de projetos financiados pela Cooperativa são os de aquisição de máquinas e equipamentos agrícolas, os de correção de solo e os de construções e instalações rurais. Em 2002 o SICREDI Noroeste financiou 63,76% dos projetos de máquinas e equipamentos; 18,49% de projetos de correção de solo; 13,02% dos projetos de construções rurais e 4,73% em outras atividades, num total de 676 projetos. No ano de 2003 foram financiados 78,84% de máquinas e equipamentos; 11,88% de correção de solo; 7,25% de construções rurais e 2,03% em outros projetos, de um total de 345 projetos. No ano seguinte, 2004, 59,40% dos projetos financiados pelo SICREDI foram destinados para máquinas e equipamentos; 25,60% de projetos de correção de solo; 9,20% de construções rurais e 5,80% em outros projetos, perfazendo um total de 500 projetos. Cabe salientar, que o volume dos projetos de investimentos financiado pelo SICREDI Noroeste gira em torno de 98% para os produtores rurais, que perfazem a maioria de seu quadro de associados.

Os projetos de longo prazo escolhidos para o presente estudo da viabilidade econômica pelo método do Valor Presente Líquido e o de Opções Reais são os de aquisição de máquinas e equipamentos agrícolas, correção de solo e construções e instalações rurais.

### 3.2.1 Análise pelo método do valor presente líquido

Os projetos de investimentos estudados pelo SICREDI Noroeste são analisados pelo método do VPL, de acordo com a especificidade e característica das linhas de crédito, como projeto de aquisição de máquinas e equipamentos com o exemplo de uma plantadeira de cereais, correção de solo e construções e instalações rurais a partir dos fluxos de caixa. É interessante ressaltar que para efeito de simplificação dos cálculos nesse estudo, utilizou-se como taxa de desconto, o custo de oportunidade de capital que representa a taxa de juros, praticada nos financiamentos dos projetos no método de VPL tradicional, e também se tomou o valor dessa taxa, como base para taxa livre de risco, por aproximar-se da taxa de juros realizada pelo pagamento da caderneta de poupança no Brasil.

#### a) Projeto de aquisição de máquinas – plantadeira de cereais

Esse tipo de projeto representa o que a Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste realiza em sua agência em Três de Maio, com as seguintes características:

- investimento inicial: R\$ 8.500,00
- resultado líquido anual: R\$ 2.200,00
- número de períodos: 5 anos
- taxa de juros (TMA): 8,7% a.a.

#### - análise pelo Método VPL

$$VPL = - 8500,00 + \frac{2200,00}{(1,087)^1} + \frac{2200,00}{(1,087)^2} + \frac{2200,00}{(1,087)^3} + \frac{2200,00}{(1,087)^4} + \frac{2200,00}{(1,087)^5}$$

$$VPL = - 8.500,00 + 8.624,26$$

$$VPL = 124,26$$

O resultado obtido pela análise do VPL significa que o projeto deve ser aceito, pois seu valor é maior que “zero”.

b) Projeto de aquisição de máquinas – plantadeira de cereais (VPL Negativo)

Foi estudado o seguinte projeto de aquisição de uma plantadeira de cereais marca KF plantio direto modelo 615 com 15 linhas para trigo, 6 linhas para soja e 4 linhas para milho, apresentando as seguintes características:

- investimento inicial: R\$ 9.400,00
- resultado líquido anual: R\$ 2.350,00
- número de períodos: 5 anos
- taxa de juros (TMA): 8,7% a.a.

- análise pelo Método VPL

$$VPL = - 9400 + \frac{2350,00}{(1,087)^1} + \frac{2350,00}{(1,087)^2} + \frac{2350,00}{(1,087)^3} + \frac{2350,00}{(1,087)^4} + \frac{2350,00}{(1,087)^5}$$

$$VPL = - 9.400,00 + 9.212,28$$

$$VPL = - 187,72$$

Pela análise do VPL o projeto é rejeitado, pois seu resultado é negativo de R\$ 187,72 não sendo aceito, portanto, o referido projeto, uma vez que seu valor é inferior a “zero”.

c) Projeto de correção de solo – 20 hectares

Outro tipo de projeto realizado pela Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste refere-se à correção de solo, mediante a aquisição de fertilizantes como calcário, fósforo e potássio, no sentido de melhorar as condições químicas do solo durante o decorrer de vários períodos. Como resumo do projeto, tem-se o seguinte:

- investimento inicial: R\$ 9.370,00
- número de períodos: 7 anos
- taxa de juros (TMA): 8,75% a.a.

- análise pelo Método VPL

$$VPL = - 9300,00 + \frac{3292,66}{(1,0875)^1} + \frac{3292,66}{(1,0875)^2} + \frac{2165,08}{(1,0875)^3} + \frac{2165,08}{(1,0875)^4} + \frac{2165,08}{(1,0875)^5} + \frac{2165,08}{(1,0875)^6} + \frac{2165,08}{(1,0875)^7}$$

$$\text{VPL} = - 9.370,00 + 12.979,04$$

$$\text{VPL} = 3.609,04$$

Pela análise do VPL esse projeto deve ser aceito, por apresentar um valor positivo de R\$ 3.609,04.

#### d) Projeto de construções e instalações rurais

Os projetos de financiamento de construções e instalações rurais representam o terceiro tipo de projetos mais utilizados pelos produtores rurais em termos de financiamentos pela Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste, sendo resumido da seguinte forma:

- investimento inicial: R\$ 12.000,00
- número de períodos: 7 anos
- taxa de juros (TMA): 4 % a.a.

#### - análise pelo Método VPL

$$\text{VPL} = - 12000,00 + \frac{3921,15}{(1,04)^1} + \frac{3921,15}{(1,04)^2} + \frac{1200,00}{(1,04)^3} + \frac{1200,00}{(1,04)^4} + \frac{1200,00}{(1,04)^5} + \frac{1200,00}{(1,04)^6} + \frac{1200,00}{(1,04)^7}$$

$$\text{VPL} = - 12.000,00 + 12.334,81$$

$$\text{VPL} = 334,81$$

De acordo com a análise do método VPL, este projeto deve ser aceito, por apresentar um valor positivo de R\$ 334,81.

### 3.2.2 Análise pelo método de opções reais

As opções reais se apresentam como mecanismo de análise que procuram identificar alternativas de investimentos no decorrer dos projetos. Essas alternativas possibilitam a captação do valor de opções, de forma flexível, de novas oportunidades ou de redução de riscos e incertezas que não são contempladas inicialmente pelos projetos analisados pelo método tradicional. Dessa forma, Trigeorgis (1995 b), demonstra que um critério estratégico ou expandido possibilita o entendimento da agregação desse valor, entre o VPL tradicional mais o valor da opção da flexibilidade e das interações estratégicas, complementando a análise do

valor presente líquido tradicional e ampliando o valor da flexibilidade dos projetos de investimentos.

As opções se classificam quanto ao tipo, em opções de venda (*put*) e de compra (*call*), podendo as mesmas ser realizadas na forma americana ou européia. As americanas são aquelas exercidas antes do prazo de vencimento, enquanto que as européias são exercidas no prazo de vencimento. Quanto à forma de flexibilidade de maneira simples, classificam-se em opção de diferimento, de contração, de expansão e de abandono, todas estudadas nesse trabalho. Para isso usou-se o modelo binomial para a análise de opções, por fornecer um melhor acompanhamento durante a trajetória da vida das opções, além de estipular alguns percentuais e valores para tornar possível a realização dos cálculos exemplificados nas opções reais dos tipos de flexibilidade de contração, expansão e abandono.

### 3.2.2.1 Tipo de opção de venda americana (*put*)

A opção de venda possibilita ao detentor o direito de “vender”, ou seja, se desfazer do projeto mediante o recebimento de um valor, durante o decorrer de sua vida útil.

Para isso, se realiza o evento por meio do modelo binomial, com a possibilidade de captar o valor da opção real da oportunidade de investimento, como no exemplo a seguir demonstrado e com as seguintes características de fórmulas utilizadas:

#### **Fórmulas:**

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

(1) onde:

$u$  = movimento ascendente

$e$  = 2,718282

$\sigma$  = volatilidade do projeto = 20%

$\Delta t$  = período de tempo = (ano a ano num período de 5 anos)

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \tag{2}$$

onde:

$d$  = movimento descendente

$$a = e^{rf\Delta t} \quad (3)$$

onde:

$a$  = valor para encontrar a probabilidade

$rf$  = taxa livre de risco (8,7% a.a.)

$$p = \frac{a - d}{u - d}$$

(4)

$p$  = probabilidade neutra em relação ao risco

$u$  = movimento ascendente

$d$  = movimento descendente

Resolução:

$\sigma = 20\%$  (risco)

$u = 2,718282^{0,2}$

$u = 1,22$

$d = 2,718282^{-0,2}$

$d = 0,82$

$a = 2,718282^{0,087}$

$a = 1,090897$

$p = \frac{1,090897 - 0,82}{1,22 - 0,82}$

$p = 0,68$

$(1 - p) = 0,32$

$$f = \text{Max} \{X - St; [p.S u + (1 - p).S d] * e^{-rf.\Delta t}\}$$

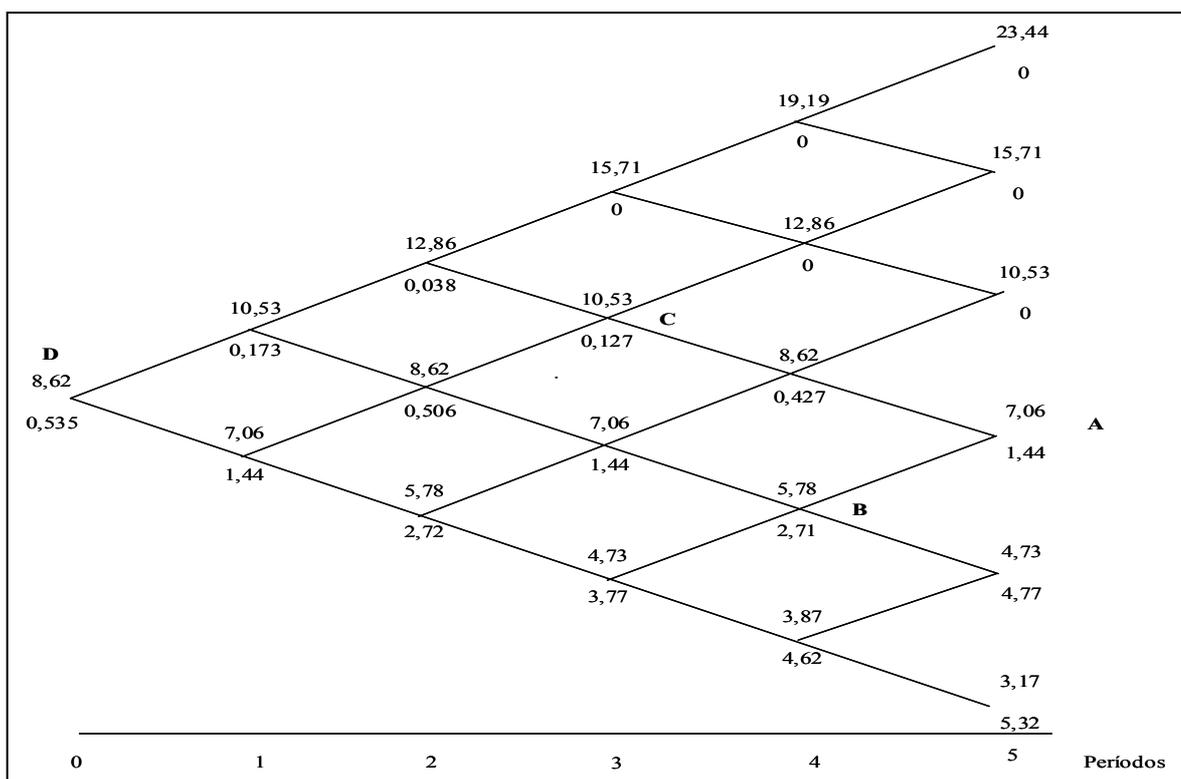
(7)

Valor Presente = R\$ 8.624,26 = ST

Investimento Inicial = R\$ 8.500,00 = X

O modelo binomial de uma opção de venda americana e sua ramificação podem ser visualizados na figura 4.

Figura 4: Modelo binomial numa opção de venda americana (R\$ 1.000,00).



Fonte: o autor

Observa-se na figura 4 que em cada nó da árvore há dois números: o superior refere-se ao valor do ativo, e o inferior representa o valor da opção em cada nó. A probabilidade do movimento ascendente é de 0,6758 e a de movimento descendente é de 0,3242.

O valor da opção em cada nó final é calculado como o  $\text{Max}(X - S_t, 0)$ . Como exemplo tem-se o preço da opção no nó “A”, que é de:  $\text{R\$ } 8.500,00 - \text{R\$ } 7.060,95 = \text{R\$ } 1.439,05$ .

O valor do ativo subjacente no nó “B” é de:  $\text{R\$ } 8.624,26 \times 1,2214 \times 0,8187^3 = \text{R\$ } 5.781,01$ .

Outro exemplo de valor da opção, no nó “C”, representa  $(0,67589 \times 0 + 0,3242 \times 427,54) \times e^{-0,087} = \text{R\$ } 127,02$ .

Por outro lado, no nó “B” pode ser calculada como:  $(0,67589 \times 1439,05 + 0,3242 \times 3766,91) \times e^{-0,087} = \text{R\$ } 2.011,07$ . Dessa maneira, pode-se verificar que a opção deve ser exercida antecipadamente, não havendo necessidade de esperar pelo seu vencimento.

No nó “C”, no entanto, se exercida antecipadamente dá um valor de opção igual a zero, pois o valor do ativo é maior que o preço de exercício, sendo, neste caso, melhor esperar para exercer a opção, que possui um valor de R\$ 127,02.

Ao analisar o valor das opções de trás para frente, determina-se o valor no nó “D”, representando o valor da opção no nó inicial de R\$ 535,20, que é o valor do VPL estratégico captado pelas opções reais, cabendo salientar que nesse valor, está embutido o prêmio pela opção.

Determina-se o valor do prêmio da opção por meio da fórmula:

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{VPL estratégico} - \text{VPL tradicional} \quad (8)$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{R\$ } 535,20 - \text{R\$ } 124,26$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{R\$ } 410,94$$

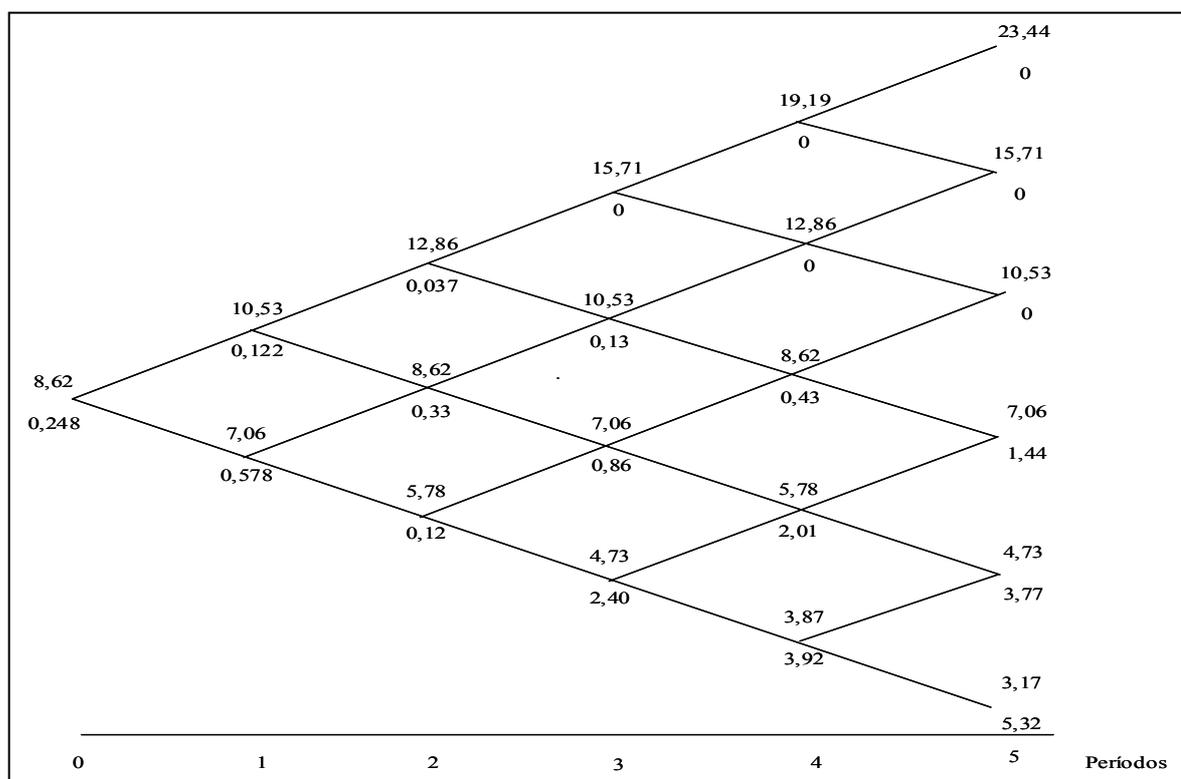
O prêmio pela opção é a diferença entre o VPL estratégico e o VPL tradicional. Pela análise das opções reais (tipo americana), aquela que pode ser exercida antecipadamente, o valor real da opção é de R\$ 410,94.

### 3.2.2.2 *Tipo de opção de venda européia (put)*

A opção de venda tipo européia é aquela que é exercida somente na data de seu vencimento.

Nesse método de análise, seguindo o mesmo exemplo de projeto, as opções reais de venda (tipo européia), o seu valor é demonstrado na figura 5.

Figura 5: Modelo Binomial numa opção de venda europeia (R\$ 1.000,00).



Fonte: o autor

A figura 5 mostra que o valor da opção de trás para frente apresentado no nó “A”, o valor de opção de R\$ 248,00 que representa o VPL estratégico ou estendido.

O prêmio pela opção é obtido pela seguinte fórmula:

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{VPL estratégico} - \text{VPL tradicional} \quad (8)$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{R\$ } 248,00 - \text{R\$ } 124,26$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{R\$ } 123,74$$

Ao se observar o comportamento das opções de venda tipo americana e europeia, verifica-se que a captação do VPL estratégico pelas opções reais pelo tipo americana é superior ao tipo europeia, correspondendo a um valor de prêmio pela opção de R\$ 287,20 no decorrer dos cinco períodos analisados, significando que é vantajoso exercer a opção em determinados momentos, antes do prazo de vencimento estabelecido.

### 3.2.2.3 Tipo de opção de compra americana e européia (call)

A opção de compra possibilita ao detentor o direito de “comprar”, isto é, adquirir o projeto por um valor previamente estipulado, durante o decorrer de sua vida útil. Para isso realiza-se o evento mediante o modelo binomial, com a possibilidade de captar o valor da opção real da oportunidade de investimento, conforme se observa na figura 6. As opções de compra são expressas pela fórmula seguinte:

$$C_T = \text{Max} (S_T - X, 0) \quad (6)$$

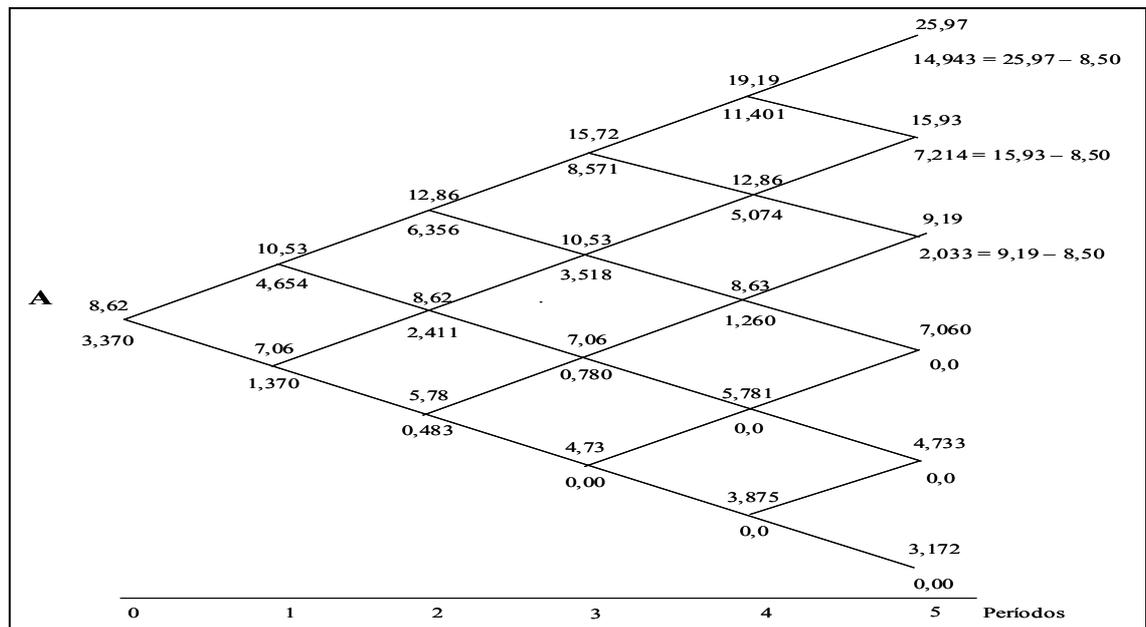
Onde:

$C_T$  = Opção de compra

$S_T$  = Ativo Subjacente

$X$  = Preço do Exercício

Figura 6: Modelo Binomial numa opção de compra americana e européia (R\$ 1.000,00).



Fonte: o autor

A figura 6 apresenta a opção de compra americana e européia, representando no nó “A”, de trás para frente, o valor de R\$ 3.370,62. Nessa figura, tanto a opção tipo americana como a européia apresentam o mesmo valor, pois em nenhum dos nós a opção de exercer a opção de adquirir o projeto antes do vencimento foi favorável. E o prêmio pela opção é de:

- Prêmio pela Opção = VPL estratégico – VPL tradicional (8)
- Prêmio pela Opção = R\$ 3.370,62 – R\$ 124,26
- Prêmio pela Opção = R\$ 3.246,36

O prêmio pela opção representa a diferença entre o VPL estratégico obtido pela opção de compra (tipo americana ou européia) pelo VPL tradicional obtido pelo projeto, no valor de R\$ 3.246,36.

No que se refere à captação da flexibilidade dos tipos de opções reais, são estudados e exemplificados os seguintes tipos pela Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste: opção de diferimento, opção de contração, opção de expansão e opção de abandono.

#### 3.2.2.4 Tipo de flexibilidade - opção de diferimento ou opção de espera

Este tipo de opção confere ao seu detentor o direito de esperar ou adiar uma decisão de início de um empreendimento até uma data futura. Dessa forma, com essa atitude, o investidor pode estudar, analisar e verificar o comportamento do mercado, aguardando informações decorrentes de ações políticas, econômicas, sociais ou ambientais que possam ocorrer no futuro, justificando o investimento a ser realizado. Para Copeland e Antikarov (2001), esse tipo de opção caracteriza-se como uma opção de compra tipo americana, conforme fórmula aplicada para a “call”:

$$C_T = \text{Max} (S_T - X, 0) \quad (6)$$

Onde:

$C_T$  = Opção de compra

$S_T$  = Ativo subjacente (Valor Presente)

$X$  = Preço do exercício (Valor do Investimento)

A opção de compra diferida possibilita ao detentor a opção de adiar o investimento por um determinado período, pois, após a realização do investimento este torna-se irreversível. Por isso, realiza-se o evento mediante o modelo binomial, com a possibilidade de adiar o investimento por um período, para captar o valor das opções reais, nos projetos de aquisição de máquinas e equipamentos, com VPL positivo e VPL negativo, de correção de solo e de construções e instalações rurais. Como exemplo de demonstração de cálculo, se utilizará o projeto de aquisição de

máquinas e equipamentos – plantadeira de cereais (VPL positivo), que apresenta as seguintes condições:

- investimento inicial: R\$ 8.500,00
- resultado líquido anual: R\$ 2.200,00
- número de períodos: 5 anos
- taxa de juros ( $r_f$ ): 8,7% a.a

A resolução da equação do modelo binomial para a encontrar as opções reais são as seguintes:

$$\sigma = 20\%$$

$$u = 2,718282^{0,2}$$

$$u = 1,2214$$

$$d = 2,718282^{-0,2}$$

$$d = 0,8187$$

$$a = 2,718282^{0,087}$$

$$a = 1,090897$$

$$p = \frac{1,090897 - 0,8187}{1,2214 - 0,8187}$$

$$p = 0,6759$$

$$(1 - p) = 0,3241$$

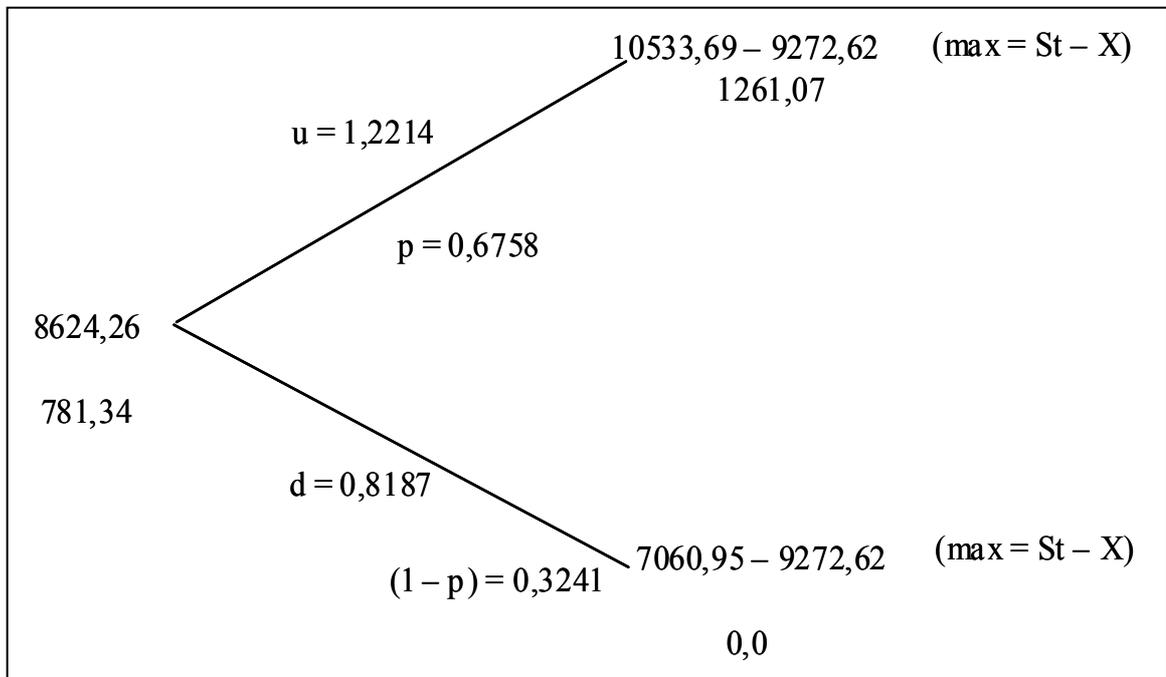
$$VP = R\$ 8.624,26$$

$$Su = R\$ 8.624,26 * 1,2214 = R\$ 10.553,69$$

$$Sd = R\$ 8.624,26 * 0,8187 = R\$ 7.060,95$$

A figura 7 apresenta o modelo binomial de diferimento para um período para o projeto de máquinas e equipamentos.

Figura 7: Opção de diferimento - binomial com um período – máquinas e equipamentos (valores em reais).



Fonte: o autor

O valor da opção de diferimento demonstrado na figura 7, para um período, significa a captação do valor da oportunidade de esperar por um período o valor da realização do investimento, conforme modelo de opções de compra americana.

$$f_u = \max (St_u - I, 0) \quad (9)$$

$$f_d = \max (St_d - I, 0) \quad (10)$$

$$f = \text{Max} \{St - X; [p.S u + (1 - p).S d] * e^{-rf.\Delta t}\} \quad (11)$$

$f$  = VPL estratégico ou estendido

$$f_u = (10.533,69) - (8.500,00 * 2,718282^{0,087}) = \text{R\$ } 1.261,07$$

$$f_d = (\text{R\$ } 7.060,95) - (\text{R\$ } 8.500,00 * 2,718282^{0,087}) = 0$$

$$f = (\text{R\$ } 1.261,07 * 0,6759 + 0 * 0,3241) * (2,718282^{-0,087})$$

$$f = \text{R\$ } 781,34$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{VPL estratégico} - \text{VPL tradicional} \quad (8)$$

Prêmio pela Opção = R\$ 781,34 – (R\$ 124,26)

Prêmio pela Opção = R\$ 657,08

### 3.2.2.5 Tipo de flexibilidade - opção de contração

A opção de contração oferece ao investidor a oportunidade de reduzir o valor do investimento inicial, bem como a escala de operação dos projetos, escalonando e organizando a sua realização em etapas, observando como se desenvolvem as condições de mercado. Se estas não forem favoráveis, este tipo de opção apresenta-se como uma alternativa valiosa. Essa modalidade de opção se caracteriza como de venda americana.

A análise das opções utilizando o modelo binomial possibilita a captação do valor das opções reais em cada nó do modelo, identificando a captação das oportunidades de investimento, nos projetos de aquisição de máquinas e equipamentos, com VPL positivo e negativo, de correção de solo e de construções e instalações rurais. Nessa modalidade de análise, para efeito de estudos, os exemplos foram os de uma redução de 50% do valor do investimento e de 50% da capacidade de produção.

Para exemplificar essa modalidade de cálculo, usou o projeto de aquisição de máquinas e equipamentos – plantadeira de cereais (VPL negativo), que apresenta as seguintes características:

- investimento inicial: R\$ 9.400,00
- valor presente: R\$ 9.212,28
- número de períodos: 5 anos
- taxa de juros ( $rf$ ): 8,7% a.a.

As fórmulas utilizadas para achar as respostas ao modelo binomial para encontrar as opções reais, pela opção de venda americana são mostradas a seguir.

- Resolução opção de contração um período, redução de 50% do valor do investimento e 50% da capacidade de produção:

$$\sigma = 20\%$$

$$u = 1,2214$$

$$d = 0,8187$$

$$a = 1,09089$$

$$p = 0,6758$$

$$(1 - p) = 0,3241$$

$$Su = \max (Stu - X_1) + \max (0; X'_1 - 0,5 Stu) \quad (12)$$

$$Sd = \max (Std - X_1) + \max (0; X'_1 - 0,5 Std) \quad (13)$$

Investimento Inicial =  $X = \text{R\$ } 9.400,00$

Investimento de 50% no período "zero" =  $\frac{1}{2} X = \text{R\$ } 4.700,00$

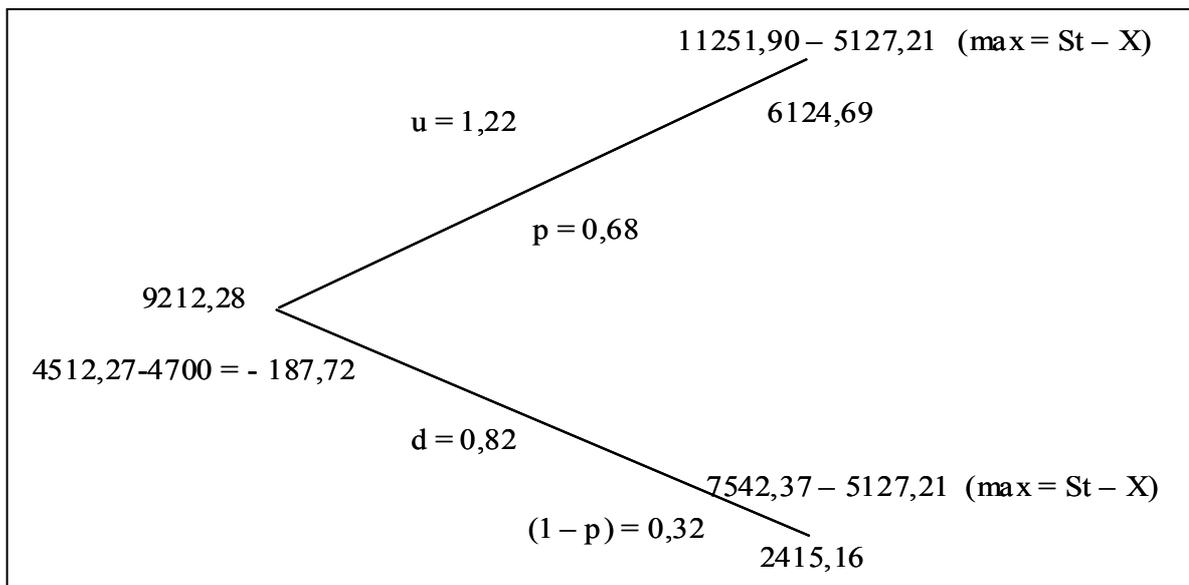
Investimento de 50% no período 1 =  $X_1 = \text{R\$ } 4.700,00 * (1,09089) = \text{R\$ } 5.127,21$

Investimento de 50% no período 1 =  $X'_1 = \text{R\$ } 5.127,21 * 0,5 = \text{R\$ } 2.563,60$

Valor Presente =  $ST = 9.212,28$

A opção de contração com um período mediante o modelo binomial pode ser vista na figura 8.

Figura 8: Opção de contração - binomial com um período – máquinas e equipamentos VPL negativo (valores em reais).



Fonte: o autor

O valor da opção de contração de um período significa a captação do valor da oportunidade de diminuir 50% o valor do investimento e 50% da capacidade de produção por um período, conforme se observa na figura 9; mediante as opções de compra e venda americanas, o projeto apresenta um valor negativo de  $\text{R\$ } 187,72$ .

$$Su = \max (Stu - X_1) + \max (0; X'_1 - 0,5 Stu) \quad (12)$$

$$Su = \max (11251,90 - 5127,21) + \max (0; 2563,60 - 5625,95) = \text{R\$ } 6124,69$$

$$Sd = \max (Std - X_1) + \max (0; X'_1 - 0,5 Std) \quad (13)$$

$$Sd = \max (7542,37 - 5127,21) + \max (0; 2563,60 - 3771,18) = R\$ 2415,16$$

$f$  = VPL estratégico ou estendido

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{VPL estratégico} - \text{VPL tradicional} \quad (8)$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = - R\$ 187,72 - (- R\$ 187,72)$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = 0$$

Nesse modelo, percebe-se que a opção de reduzir o valor do projeto em 50% e a capacidade de produção também em 50%, revela um VPL estratégico de - R\$ 187,72, isto é, o mesmo valor do VPL tradicional, não apresentando portanto, prêmio pelo valor da opção real, com um período de contração.

### 3.2.2.6 Tipo de flexibilidade - opção de expansão

A opção de expansão possibilita ao investidor ampliar a escala de produção, pagando-se mais para ampliá-la, desde que o mercado esteja favorável. Este tipo de opção caracteriza-se como uma opção de compra americana.

A captação do valor da opção de expansão utiliza o modelo binomial apresentando o valor das opções reais em cada nó, identificando a captação das oportunidades de investimento nos projetos de aquisição de máquinas e equipamentos, com VPL positivo e negativo, de correção de solo e de construções e instalações rurais, como exemplo de aplicação de expansão 50% do valor do projeto e ampliação de 50% capacidade de produção.

Como exemplo dessa modalidade de cálculo, utilizou-se o projeto de correção de solo em 20 hectares, que possui as seguintes características:

- investimento inicial: R\$ 9.370,00
- número de períodos: 7 anos
- taxa de juros ( $rf$ ): 8,75% a.a.
- valor presente: R\$ 12.979,04

A opção de expansão apresenta a característica de opção de compra americana com a aplicação das fórmulas descritas a seguir.

- Resolução Opção de expansão um período, ampliação de 50% do valor do investimento e 50% da capacidade de produção:

$$\sigma = 20\%$$

$$u = 1,2214$$

$$d = 0,8187$$

$$a = 1,09089$$

$$p = 0,6773$$

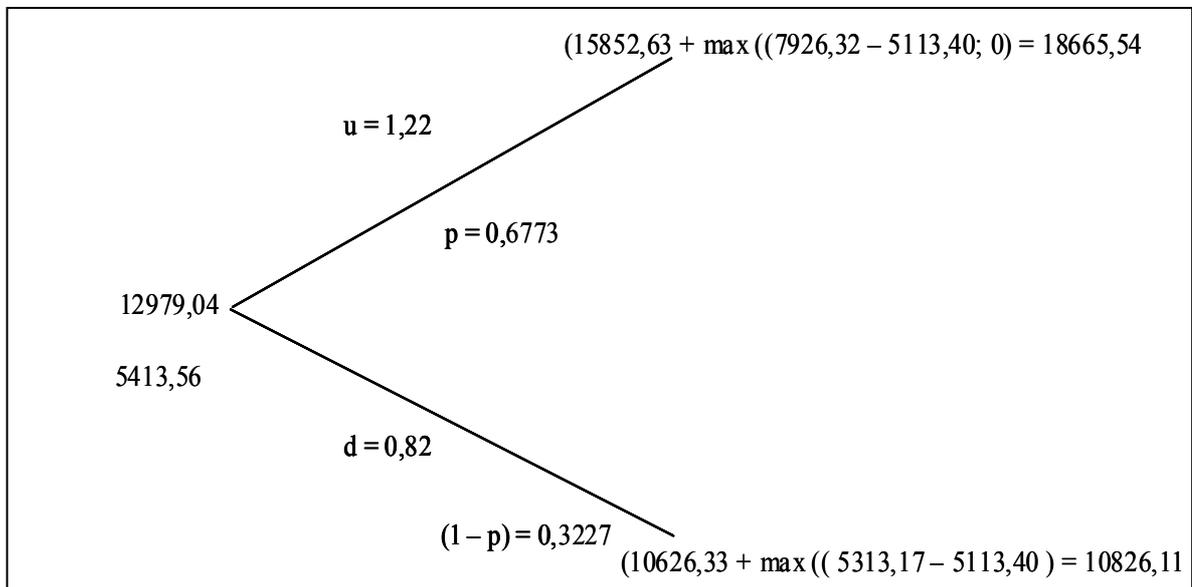
$$(1 - p) = 0,3227$$

$$S_u = S_{t,u} + \max(S_t * 0,5 - 0,5 X; 0) \quad (14)$$

$$S_d = S_{t,d} + \max(S_t * 0,5 - 0,5 X; 0) \quad (15)$$

A figura 9 mostra a opção de expansão por meio do modelo binomial com um período, para o projeto de correção de solo.

Figura 9: Opção de expansão - binomial com um período – correção de solo (valores em reais).



Fonte: o autor

Na figura 9, é possível observar a captação do valor da opção de expansão de um período para o projeto de correção de solo, com a ampliação de 50% da

capacidade de investimento e de 50% eficiência, mediante a opção de compra americana.

$$\text{Investimento inicial} = X = \text{R\$ } 9.370,00$$

$$\text{Investimento de 50\% no período "zero"} = \frac{1}{2} X = \text{R\$ } 4.685,00$$

$$\text{Investimento de 50\% no período 1} = X_1 = \text{R\$ } 4.685,00 * (2,718280,0875) = \text{R\$ } 5.113,40$$

$$\text{Valor presente} = ST = 8.624,26$$

$$S_u = S_{tu} + \max (S_t * 0,5 - 0,5 X; 0) \quad (14)$$

$$S_u = 15.852,63 + \max (7.926,32 - 5.113,40) = \text{R\$ } 18.665,54$$

$$S_d = S_{td} + \max (S_t * 0,5 - 0,5 X; 0)$$

$$S_d = 10.626,33 + \max (5.313,17 - 5.113,40) = \text{R\$ } 10.826,11$$

$$f = \text{VPL estratégico ou estendido}$$

$$f = \text{Max} \{S_t - X; [p.S_u + (1-p).S_d] * e^{-rf\Delta t} - X \quad (16)$$

$$f_1 = (18.665,54 * 0,6773 + 10.826,11 * 0,3227) * 2,718282^{-0,0875} - 9.370,00 = \text{R\$ } 5.413,56$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{VPL estratégico} - \text{VPL tradicional} \quad (8)$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{R\$ } 5.413,56 - (\text{R\$ } 3.609,04)$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{R\$ } 1.804,52$$

O comportamento da opção de expansão apresentada nos projetos de correção de solo, com a ampliação de 50% do valor do investimento e 50% da capacidade de produção, foram aumentando com o decorrer dos períodos analisados, do primeiro até o sétimo período.

### 3.2.2.7 Tipo de flexibilidade - opção de abandono

A opção de abandono confere ao investidor o direito de abandonar o projeto por um preço fixo estipulado. O investidor assume essa atitude quando encontra outra alternativa de investimento ou quando percebe que o mercado não vai se

comportar como o esperado, não justificando sua permanência no negócio. Para Copeland e Antikarov (2001), esse tipo de opção é uma opção de venda tipo americana. Para a captação do valor da opção de abandono realizado pela Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste são aplicados aos projetos de máquinas e equipamentos, com VPL positivo e negativo, de correção de solo e de construções e instalações rurais.

Para exemplificar essa modalidade de cálculo, usou-se o projeto de construções e instalações rurais, com os seguintes dados:

- investimento inicial: R\$ 12.000,00
- valor presente: R\$ 12334,81
- número de períodos: 7 anos
- taxa de juros ( $rf$ ): 4% a.a.

- Resolução opção de abandono em um período, com um valor de R\$ 9.000,00:

$$\sigma = 20\%$$

$$u = 1,2214$$

$$d = 0,8187$$

$$a = 1,0408$$

$$p = 0,55$$

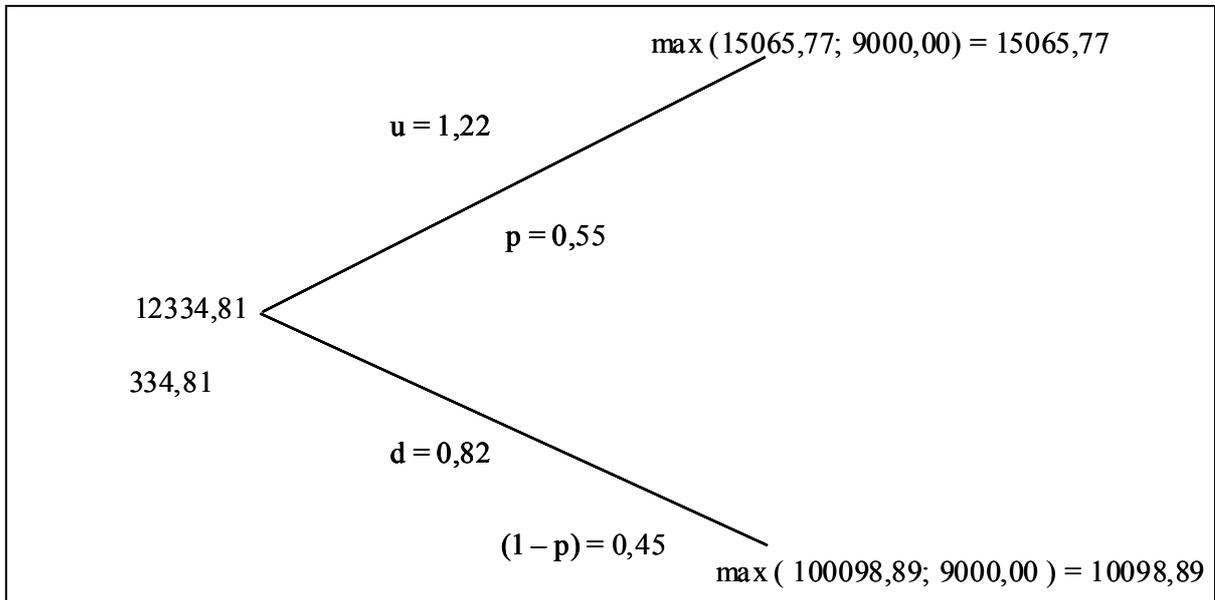
$$(1 - p) = 0,45$$

$$Stu = \max (Su; A) \tag{17}$$

$$Std = \max (Sd; A) \tag{18}$$

Na figura 10, é demonstrada a opção de abandono tipo binomial para um período no projeto de construções e instalações.

Figura 10: Opção de contração - binomial com um período – construções e instalações rurais (valores em reais).



Fonte: o autor

O valor da opção de abandono de um período significa a captação da oportunidade de abandonar o investimento ao valor de R\$ 9.000,00 por um período, conforme se verifica na figura 10.

Investimento inicial =  $X = \text{R\$ } 12.000,00$

Valor presente =  $ST = \text{R\$ } 12.334,81$

$A =$  Valor do abandono

$$Stu = \max(Su; A) \quad (17)$$

$$Su = \max(15.065,77; 9.000,00) = \text{R\$ } 15.065,77$$

$$Std = \max(Sd; A) \quad (18)$$

$$Sd = \max(10.098,89; 9.000,00) = \text{R\$ } 10.098,89$$

$f =$  VPL estratégico ou estendido

$$f_1 = (15.065,77 * 0,55 + 10.098,89 * 0,45) * 2,718282^{-0,04} - X$$

$$f_1 = 12.334,81 - 12.000,00 = \text{R\$ } 334,81$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{VPL estratégico} - \text{VPL tradicional} \quad (8)$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = \text{R\$ } 334,81 - (\text{R\$ } 334,81)$$

$$\text{Prêmio pela Opção} = 0,0$$

### 3.3 Comparações entre o método VPL e o de opções reais

A comparação entre o Método VPL tradicional e o Método das Opções Reais pode ser verificada mediante o tipo de flexibilidade auferida pelas opções reais e empregada nos diferentes tipos de projetos realizados pela Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste.

Os tipos de projetos de investimentos analisados foram os de Máquinas e Equipamentos, com VPL positivo e VPL negativo, e de Correção de Solo e de Construções e Instalações Rurais. Os métodos de análise de investimentos foram os de opções reais de forma simples, classificados quanto à flexibilidade, como de opções de diferimento, de opções de abandono, de opções de contração e de opções de expansão.

#### 3.3.1 Comparativo entre o método VPL e as opções reais tipo diferimento

O método de VPL tradicional aplicado aos projetos realizados pela Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste refere-se ao de máquinas e equipamentos, de correção de solo e de construções e instalações rurais.

##### a) Projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira

A análise econômica de projetos por meio do método VPL utiliza a taxa de desconto para o fluxo de caixa do mesmo. Se o Valor Presente Líquido (diferença entre o Valor Presente e o Valor do Investimento) for superior a “zero”, o método apregoa que o projeto deve ser aceito, caso contrário, se apresentar um VPL negativo, o projeto deve ser rejeitado.

Para realizar a comparação entre os métodos do VPL tradicional e o das Opções Reais uniformizou-se a nomenclatura, conforme prediz o método das Opções Reais, em que o Valor Presente representa o Ativo Subjacente (St),

enquanto que o Valor do Investimento é comparado ao Preço do Exercício (X), a taxa de juros significa a taxa de juros livre de risco (rf), o tempo (t) são os períodos analisados e a volatilidade ( $\sigma$ ) representa a incerteza e risco dos projetos.

Há, no entanto, que se considerar que a análise do Método VPL no momento “zero” ( $t_0$ ) demonstra se o projeto deve ser aceito ou não, dependendo do resultado final. Já a análise do Método das Opções Reais, quanto ao tipo de flexibilidade de opção de diferimento, utilizada nesse tópico como método comparativo com o VPL tradicional, significa a opção que o investidor possui de adiar ou postergar o investimento para executá-lo em uma data futura.

Observa-se no quadro 5 o valor do VPL tradicional, ou estático, e o valor das opções de diferimento do projeto de máquinas e equipamentos para os diversos períodos de adiamento do mesmo.

<b>Períodos de Adiamento</b>	<b>VPL Estratégico - Valor da Opção Real de Diferimento</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	781,34	124,26	657,08
2º	1.055,83	124,26	931,57
3º	1.113,00	124,26	988,74
4º	1.288,51	124,26	1.164,25
5º	1.506,71	124,26	1.382,45

Quadro 5: Comparativo entre opções de diferimento e VPL – projeto máquinas e equipamentos – valores em reais.

Fonte: o autor

De acordo com o quadro 5, o método do VPL tradicional apresenta um VPL de R\$ 124,26, devendo o mesmo ser aceito pelas regras normais do método do VPL tradicional. No entanto ao se estudar o método das Opções Reais por meio das Opções de Diferimento, percebe-se que o adiamento de um período do projeto representa um VPL estratégico de R\$ 781,31, e o prêmio pela opção, que é a diferença entre o VPL estratégico e o VPL tradicional, é de R\$ 657,08. E, assim por diante, à medida que se adia os períodos de investimento do projeto amplia-se o

VPL estratégico, revelando a importância de esperar o momento certo de investir em determinado projeto.

b) Projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira – VPL negativo

Outro tipo de projeto estudado e analisado foi o de Máquinas e Equipamentos – Plantadeira com VPL negativo, conforme se observa no quadro 6, que mostra o comparativo entre os valores de VPL tradicional e o das Opções Reais mediante o tipo de flexibilidade de diferimento.

Períodos	VPL Estratégico Valor da Opção de Diferimento	VPL Estático	Prêmio Pela Opção
1º	618,02	- 187,72	805,74
2º	981,42	- 187,72	1.169,14
3º	1.089,94	- 187,72	1.277,66
4º	1.181,20	- 187,72	1.368,92
5º	1.455,86	- 187,72	1.643,58

Quadro 6: Comparativo entre opções de diferimento e VPL – projeto máquinas e equipamentos – VPL negativo - valores em reais.

Fonte: o autor

É possível constatar no quadro 6 que o valor do VPL estratégico obtido pelas Opções Reais de adiamento de um período, o projeto representa o valor de R\$ 618,02, enquanto que o VPL tradicional apresenta um valor negativo de R\$ 187,72, sendo descartado o projeto por esse método de análise. Já pela análise das Opções Reais adiar o projeto por um período é valioso e significativo, pela da captação do valor do prêmio pela opção de diferimento de R\$ 805,74. O método de Opções Reais de flexibilidade de diferimento nesse projeto apresenta um crescimento no valor do VPL estratégico à medida que se adia de um período até o quinto período.

## c) Projeto de correção de solo – 20 ha

Nesse tipo de projeto foi possível detectar o valor do VPL tradicional e também o das Opções Reais por meio da flexibilidade do projeto com a opção de diferimento (quadro 7).

Períodos	VPL Estratégico		VPL Estático	Prêmio Pela Opção
	Valor da Opção de Diferimento	de		
1º	3.609,04		3.609,04	0,0
2º	3.821,31		3.609,04	212,27
3º	3.993,20		3.609,04	384,16
4º	4.025,28		3.609,04	416,24
5º	4.193,26		3.609,04	584,22
6º	4.369,98		3.609,04	760,94
7º	4.452,51		3.609,04	843,47

Quadro 7: Comparativo entre opções de diferimento e VPL – projeto correção de solo – valores em reais.

Fonte: o autor

No quadro 7 verifica-se que o VPL tradicional representa o valor de R\$ 3.609,04, no entanto, ao ser analisado pelo método das Opções Reais, com o uso do tipo de flexibilidade de diferimento, percebe-se que adiar o empreendimento por um período representa o valor de R\$ 3.609,04, ou seja, é o mesmo valor encontrado pelo VPL tradicional, não possuindo, portanto, um prêmio pela opção de adiamento do projeto por um período, demonstrando que não há vantagem em adiar o investimento por este período. Já no que tange ao segundo período, o valor do prêmio pela opção é de R\$ 212,27, ocorrendo um aumento gradativo até o 7º período de análise.

d) Projeto de construções e instalações rurais

Os valores obtidos pela análise do Método VPL tradicional e o VPL estratégico encontrado pela análise das Opções Reais tipo flexibilidade de Diferimento, são demonstrados no quadro 8.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico Valor da Opção de Diferimento</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Opção Pela</b>
1º	1.365,02	334,81	1.030,21
2º	1.516,77	334,81	1.181,96
3º	1.888,41	334,81	1.553,60
4º	2.161,69	334,81	1.826,88
5º	2.229,48	334,81	1.894,67
6º	2.577,09	334,81	2.242,28
7º	2.653,90	334,81	2.319,09

Quadro 8: Comparativo entre as opções de diferimento e o VPL – projeto construções e instalações – valores em reais.

Fonte: o autor

Os dados encontrados no quadro 8 mostram que o VPL tradicional do projeto de construções e instalações representa um valor de R\$ 334,81, enquanto que o VPL estratégico obtido pelas opções reais para um período de adiamento do projeto apresenta o valor de R\$ 1.365,02 e o prêmio pela opção é de R\$ 1.030,21, significando que adiando o projeto por um período é possível captar o valor dessa opção, assim como adiar por mais períodos. Nesse tipo de projeto o valor do VPL estratégico aumenta com o decorrer dos períodos.

### 3.3.2 Comparativo entre o método VPL e as opções reais tipo de contração

A opção de contração significa a possibilidade que o investidor tem de reduzir o tamanho do projeto inicial, operando com uma escala produtiva menor.

a) Projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira

Nessa modalidade reduziu-se o valor inicial do projeto em 50% e também houve diminuição na capacidade de produção em 50%. No quadro 9 se observa o comportamento da opção de contração com o VPL estratégico obtido e o VPL tradicional.

Períodos	VPL Estratégico		Prêmio Pela Opção
	Valor da Opção de Contração	VPL Estático	
1º	124,26	124,26	0,0
2º	124,26	124,26	0,0
3º	155,11	124,26	30,85
4º	172,51	124,26	48,25
5º	202,40	124,26	78,14

Quadro 9: Opções de contração – máquinas e equipamentos – valores em reais.

Fonte: o autor

Nota-se no quadro 9 que no 1º e 2º períodos analisados, o valor da Opção de Contração (VPL estratégico) é exatamente o mesmo valor do VPL estático, significando que não há prêmio pela opção de contração de 50% do valor do investimento e redução de 50% da capacidade produtiva, revelando que se deve prosseguir com o projeto. A partir do 3º período há captação do prêmio pela opção, possibilitando ao detentor da opção o desejo de prosseguir com o projeto ou exercer a opção de contração, sendo, portanto, valiosa essa opção, principalmente do 3º ao 5º período, em termos de estratégias e tomadas de decisão ante ao mercado futuro.

b) Projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira – VPL negativo

Nesse item estudou-se o projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira com VPL negativo, conforme dados observados no quadro 10, que mostra o comparativo entre os valores de VPL tradicional e o das opções reais por meio do tipo de flexibilidade de contração.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	-187,72	- 187,72	0,0
2º	- 187,72	- 187,72	0,0
3º	- 146,58	- 187,72	41,14
4º	- 111,41	- 187,72	76,31
5º	- 94,43	- 187,72	93,29

Quadro 10: Opções de contração – máquinas e equipamentos – VPL negativo - valores em reais.

Fonte: o autor

Conforme se verifica no quadro 10, no 1º e 2º períodos o VPL estratégico é o mesmo do VPL convencional, significando que não há prêmio pela opção de contração nesses períodos, e a opção que se apresenta é de prosseguimento com o projeto. Somente a partir do 3º período há prêmio pela opção, permitindo ao seu detentor o direito de prosseguir ou contrair o projeto, até o 5º período estudado.

c) Projeto de correção de solo – 20 ha

Para detectar o valor do VPL tradicional, e também o das opções reais mediante a flexibilidade do projeto com a opção de contração, foram organizados os dados que podem ser vistos no quadro 11.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	3.609,04	3.609,04	0,0
2º	3.609,04	3.609,04	0,0
3º	3.609,04	3.609,04	0,0
4º	3.618,40	3.609,04	9,36
5º	3.622,20	3.609,04	13,16
6º	3.639,43	3.609,04	30,39
7º	3.669,22	3.609,04	60,18

Quadro 11: Opções de contração – correção de solo – valores em reais.

Fonte: o autor

A opção de contração para o projeto de correção de solo torna-se valioso do 4º até o 7º período, quando o detentor da opção pode prosseguir com o projeto ou exercer a opção de contração, conforme ilustra o quadro 11. Antes desses períodos a opção de contração apresenta o mesmo valor do VPL tradicional, não sendo interessante exercer a opção de contração, devendo-se prosseguir com o projeto.

d) Projeto de construções e instalações rurais

Ao realizar a análise do Método VPL tradicional e do VPL estratégico encontrado pelo estudo das opções reais tipo flexibilidade de contração, estes apresentaram as seguintes informações, que podem ser visualizadas no quadro 12.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	334,81	334,81	0,0
2º	334,81	334,81	0,0
3º	334,81	334,81	0,0
4º	412,31	334,81	77,50
5º	473,57	334,81	138,76
6º	520,09	334,81	185,28
7º	629,83	334,81	295,02

Quadro 12: Opções de contração – construções e instalações – valores em reais.  
Fonte: o autor

No quadro 12 verifica-se que não há captação do valor de VPL estratégico do 1º ao 3º período, pois o mesmo é igualado pelo VPL tradicional, devendo-se prosseguir com o projeto. Somente a partir do 4º período aparece o prêmio pela opção, dando ao detentor da opção a oportunidade de prosseguir com o projeto ou contraí-lo.

### 3.3.3 Comparativo entre o método VPL e as opções reais tipo expansão

A opção de expansão representa a oportunidade que o investidor tem de ampliar o tamanho do projeto inicial, podendo operar em escala maior, com uma capacidade produtiva também mais elevada.

#### a) Projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira

Para a realização desse projeto, ampliou-se o valor inicial do projeto em 50% e também a capacidade de produção em 50%. No quadro 13 se observa o comportamento da opção de contração com o VPL estratégico obtido e o VPL tradicional.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	514,93	124,26	390,67
2º	652,18	124,26	527,92
3º	680,76	124,26	556,50
4º	769,90	124,26	645,64
5º	877,62	124,26	753,36

Quadro 13: Comparativo entre opções de expansão e VPL – projeto de máquinas e equipamentos – valores em reais.

Fonte: o autor

O quadro 13 apresenta a captação do valor da opção de expansão por meio do VPL estratégico, comparando com o VPL tradicional e o Prêmio pela Opção. Nota-se que em todos os períodos analisados houve prêmio pela opção de expansão do projeto, indicando que essa opção é valiosa em relação a esse projeto, fornecendo ao seu detentor o direito de expandir ou prosseguir com o projeto.

#### b) Projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira – VPL negativo

Ao se estudar o projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira com um VPL negativo, também se ampliou o valor inicial do projeto em 50% e aumentou a capacidade de produção em 50%, conforme se verifica no quadro 14, que

demonstra o comparativo entre os valores de VPL tradicional e o das opções reais por meio do tipo de flexibilidade de expansão.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	121,29	- 187,72	309,01
2º	302,99	- 187,72	490,71
3º	357,25	- 187,72	544,97
4º	404,36	- 187,72	592,08
5º	540,21	- 187,72	727,93

Quadro 14: Comparativo entre opções de expansão e VPL – projeto máquinas e equipamentos – VPL negativo - valores em reais.

Fonte: o autor

Com os resultados obtidos e demonstrados no quadro 14, verifica-se que em todos os períodos analisados há prêmio pela opção, significando que o detentor desta opção pode prosseguir ou expandir o projeto do 1º ao 5º período.

c) Projeto de correção de solo – 20 há. A análise do projeto de correção de solo pelo método do VPL tradicional e também das opções reais por meio da flexibilidade do projeto com a opção de expansão com a ampliação do valor inicial do projeto em 50% e aumento da capacidade de produção em 50% (quadro 15).

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	5.413,56	3.609,04	1.804,52
2º	5.521,20	3.609,04	1.912,16
3º	5.605,64	3.609,04	1.996,60
4º	5.623,77	3.609,04	2.014,73
5º	5.705,67	3.609,04	2.096,63
6º	5.794,03	3.609,04	2.184,99
7º	5.835,30	3.609,04	2.226,26

Quadro 15: Comparativo entre opções de expansão e VPL – projeto correção de solo - valores em reais.

Fonte: o autor

De acordo com o quadro 15, há aumento do VPL estratégico em todos os períodos analisados do projeto, representando uma ampliação também no prêmio pelas opções. Isso possibilita ao detentor da opção o direito de prosseguir ou de expandir o projeto.

#### d) Projeto de construções e instalações rurais

A análise do Método VPL tradicional e o VPL estratégico obtido pela análise das opções reais tipo flexibilidade de expansão, pela ampliação do valor inicial do projeto em 50% e no aumento da capacidade de produção em 50% é visualizada no quadro 16.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	1.017,32	334,81	682,51
2º	1.093,20	334,81	758,39
3º	1.279,02	334,81	944,21
4º	1.416,43	334,81	1.081,62
5º	1.449,55	334,81	1.114,74
6º	1.623,36	334,81	1.288,55
7º	1.661,76	334,81	1.326,95

Quadro 16: Comparativo entre o método de opções de expansão e VPL – projeto de construções e instalações – valores em reais.

Fonte: o autor

Observando-se o quadro 16, percebe-se que há um aumento gradual no VPL estratégico, obtido por meio do método das opções reais e que também há uma elevação no prêmio pela opção de expansão do projeto, dando ao detentor da opção o direito de expandir ou prosseguir com o projeto.

#### 3.3.4 Comparativo entre o método VPL e as opções reais tipo de abandono

A opção de abandono determina a alternativa que o investidor tem para abandonar ou desistir do negócio sob o recebimento de um determinado valor.

##### a) Projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira

Ao se realizar o estudo sobre esse projeto, estipulou-se o valor de abandono de R\$ 7.500,00 ao final de cada período analisado. No quadro 17 se observa o comportamento da opção de abandono por meio do VPL estratégico e do VPL tradicional.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	254,70	124,26	130,44
2º	275,99	124,26	151,73
3º	268,85	124,26	144,59
4º	264,22	124,26	139,96
5º	245,25	124,26	120,99

Quadro 17: Opções de abandono – máquinas e equipamentos – valores em reais.

Fonte: o autor

O quadro 17 demonstra a opção de abandono de projeto de máquinas e equipamentos, com um valor de R\$ 7.500,00 para o final de cada período. Verifica-se que o VPL estratégico aumenta do primeiro para o segundo período; depois disso diminui até o quinto. Comportamento idêntico é observado em relação ao prêmio pela opção, pelo fato de o valor do VPL tradicional ser estático, não se alterando durante o decorrer dos períodos.

b) Projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira – VPL negativo

O estudo do projeto de máquinas e equipamentos – plantadeira com um VPL negativo, apresentou os resultados a seguir descritos e observados no quadro 18, que revela o comparativo entre os valores de VPL tradicional e o das opções reais por meio do tipo de flexibilidade de abandono para um valor dessa opção de R\$ 8.500,00.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	96,78	- 187,72	284,50
2º	17,48	- 187,72	205,20
3º	59,71	- 187,72	247,43
4º	-2,66	- 187,72	185,06
5º	3,63	- 187,72	191,35

Quadro 18: Opções de abandono – máquinas e equipamentos – VPL negativo - valores em reais.

Fonte: o autor

No quadro 18 verifica-se a opção de abandono do projeto de máquinas e equipamentos com VPL tradicional negativo, com um valor de abandono de R\$ 8.500,00. Neste quadro percebe-se um comportamento de redução do VPL estratégico do primeiro ao quinto período analisado, havendo uma pequena elevação no terceiro período. Embora o VPL estático encontrado no projeto apresente valor negativo, há captação do prêmio pela opção de abandono, reduzindo o valor de período a período analisado, com uma breve elevação no terceiro período.

c) Projeto de correção de solo – 20 ha

Ao se estudar o projeto de correção de solo pelo método do VPL tradicional e também das opções reais mediante a flexibilidade do projeto com a opção de abandono com o valor de R\$ 8.500,00, verifica-se o que é demonstrado no quadro 19.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	3.609,04	3.609,04	0,00
2º	3.609,04	3.609,04	0,00
3º	3.644,65	3.609,04	35,61
4º	3.629,44	3.609,04	20,40
5º	3.650,13	3.609,04	41,09
6º	3.634,57	3.609,04	25,53
7º	3.646,08	3.609,04	37,07

Quadro 19: Opções de abandono – correção de solo – valores em reais.

Fonte: o autor

O projeto de correção de solo como opção de abandono pelo valor de R\$ 8.500,00 observado no quadro 19 mostrou um VPL estratégico semelhante ao VPL estático nos dois primeiros períodos analisados, não apresentando prêmio pela opção de abandono. A partir do terceiro período ocorreu prêmio pela opção de abandono até o sétimo período, com um prêmio maior no quinto período, oferecendo ao detentor da opção o direito de abandonar o projeto se for realizada esta oferta de R\$ 8.500,00.

d) Projeto de construções e instalações rurais

A análise do Método VPL tradicional e o VPL estratégico encontrado pelo estudo das opções reais tipo flexibilidade de abandono no valor de R\$ 9.000,00 apresentou os seguintes resultados demonstrados no quadro 20.

<b>Períodos</b>	<b>VPL Estratégico</b>	<b>VPL Estático</b>	<b>Prêmio Pela Opção</b>
1º	334,81	334,81	0,0
2º	470,67	334,81	135,86
3º	513,27	334,81	178,46
4º	578,10	334,81	243,29
5º	604,83	334,81	270,02
6º	638,19	334,81	303,38
7º	652,57	334,81	317,76

Quadro 20: Opções de abandono – construções e instalações – valores em reais.

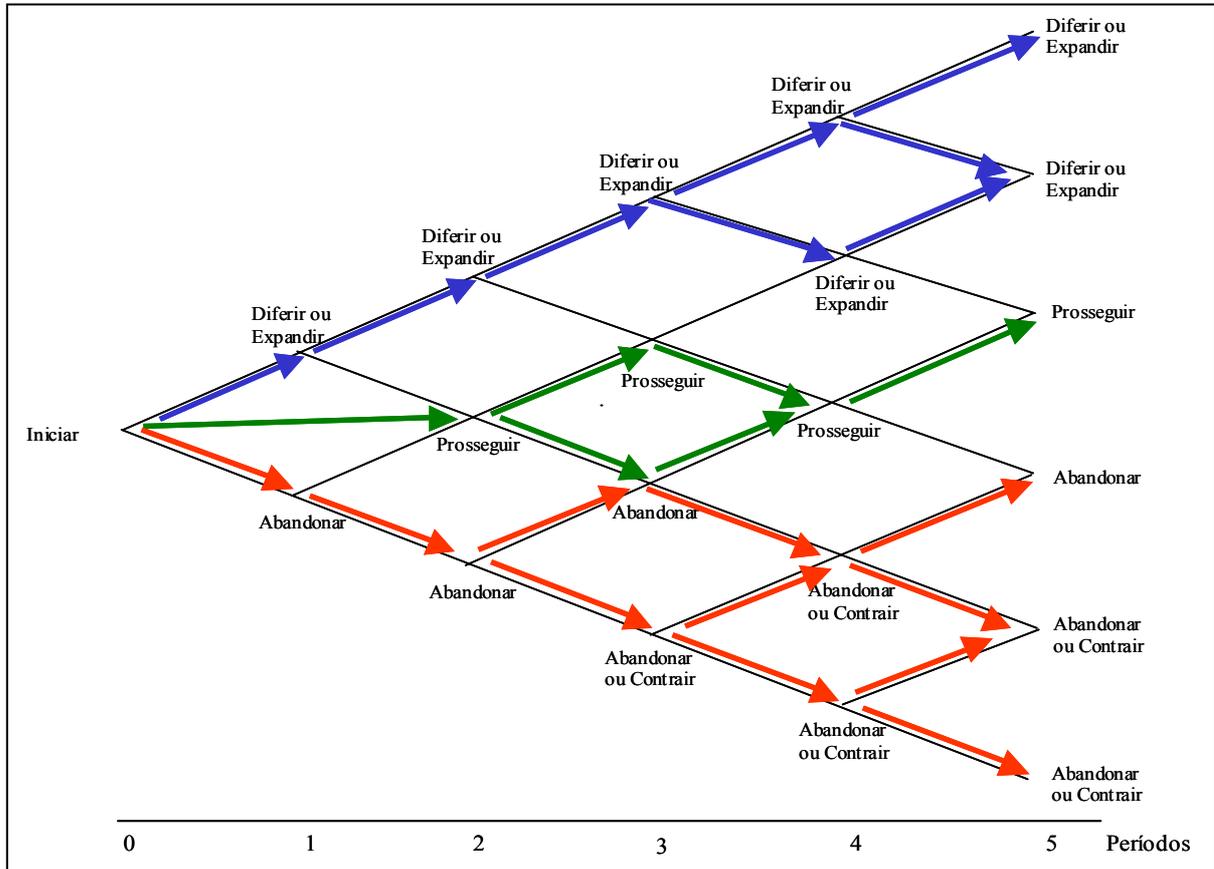
Fonte: o autor

O quadro 20 apresenta os resultados da opção de abandono para o projeto de construções e instalações com um valor de R\$ 9.000,00. Percebe-se que no primeiro período estudado ocorreu um VPL estratégico com o mesmo valor do VPL estático, não havendo prêmio pela opção nesse período. A partir do segundo período há um aumento do VPL estratégico de período a período, assim como a captação do prêmio pela opção de abandono, possibilitando ao detentor da opção o direito de exercê-la ou não.

### 3.3.5 Flexibilidade das opções reais nos projetos do SICREDI Noroeste

Durante a realização desse estudo verificou-se a flexibilidade obtida pela análise das opções reais dos projetos de máquinas e equipamentos com VPL positivo, com VPL negativo, de correção de solo e de construções e instalações rurais desenvolvidos pela Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste, e dessa forma, foi possível realizar a interação entre as flexibilidades captadas em cada um dos projetos, a partir da figura 11, no projeto de máquinas e equipamentos com VPL positivo.

Figura 11: Flexibilidade de opções reais em projeto de máquinas e equipamentos VPL positivo.

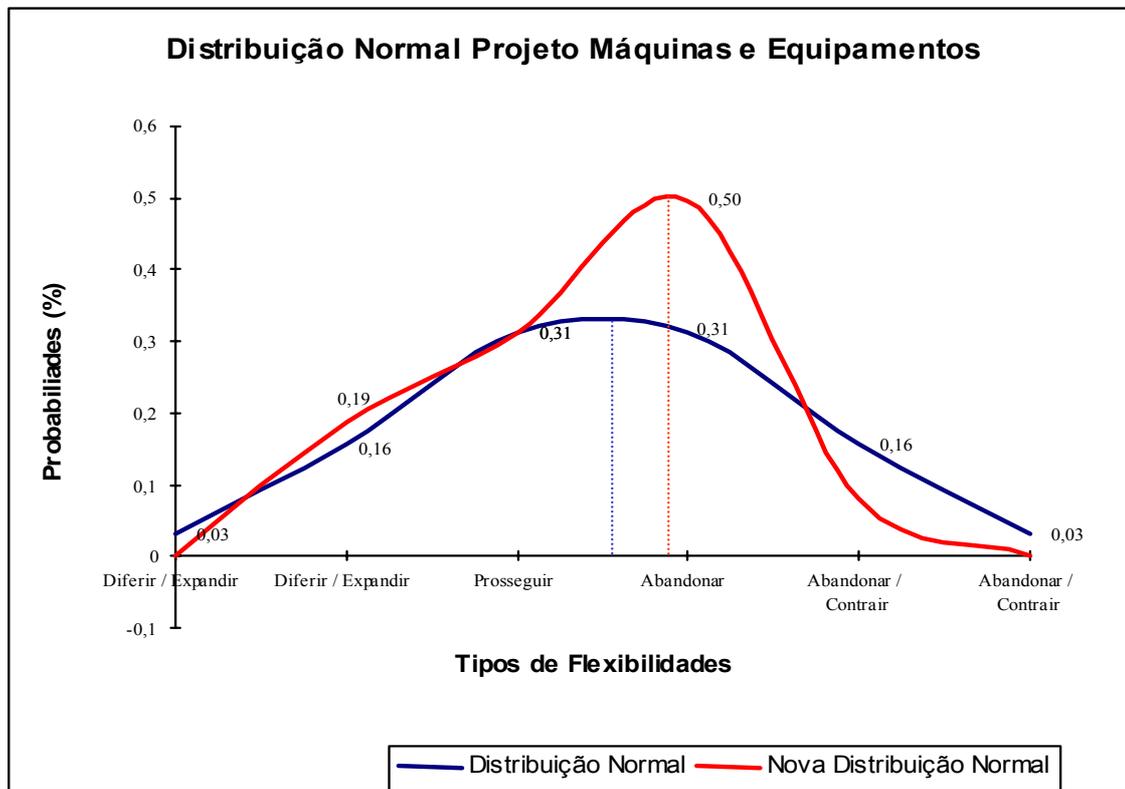


Fonte: Coleta de dados de 2002 a 2004

A figura 11 mostra os diversos tipos de flexibilidades estudadas no projeto de máquinas e equipamentos com VPL positivo. Nessa figura, as setas azuis demonstram a captação das opções dos tipos de diferimento e expansão para cada período em análise do projeto, assim, como as condições de prosseguimento do projeto, em suas diversas etapas, determinadas pelas setas verdes, bem como as opções de abandono e de contração do projeto com as setas vermelhas. Dessa forma, verifica-se a flexibilidade do projeto em diversos períodos de sua vida, fornecendo ao tomador de decisão opções em cada nó do modelo binomial para direcionar de forma mais adequada o curso do projeto a ser seguido.

A figura 12 apresenta as probabilidades de distribuição normal e distribuição ajustada para o projeto de máquinas e equipamentos agrícolas.

Figura 12: Distribuição das probabilidades de flexibilidade de opções reais em projeto de máquinas e equipamentos VPL positivo.



Fonte: o autor

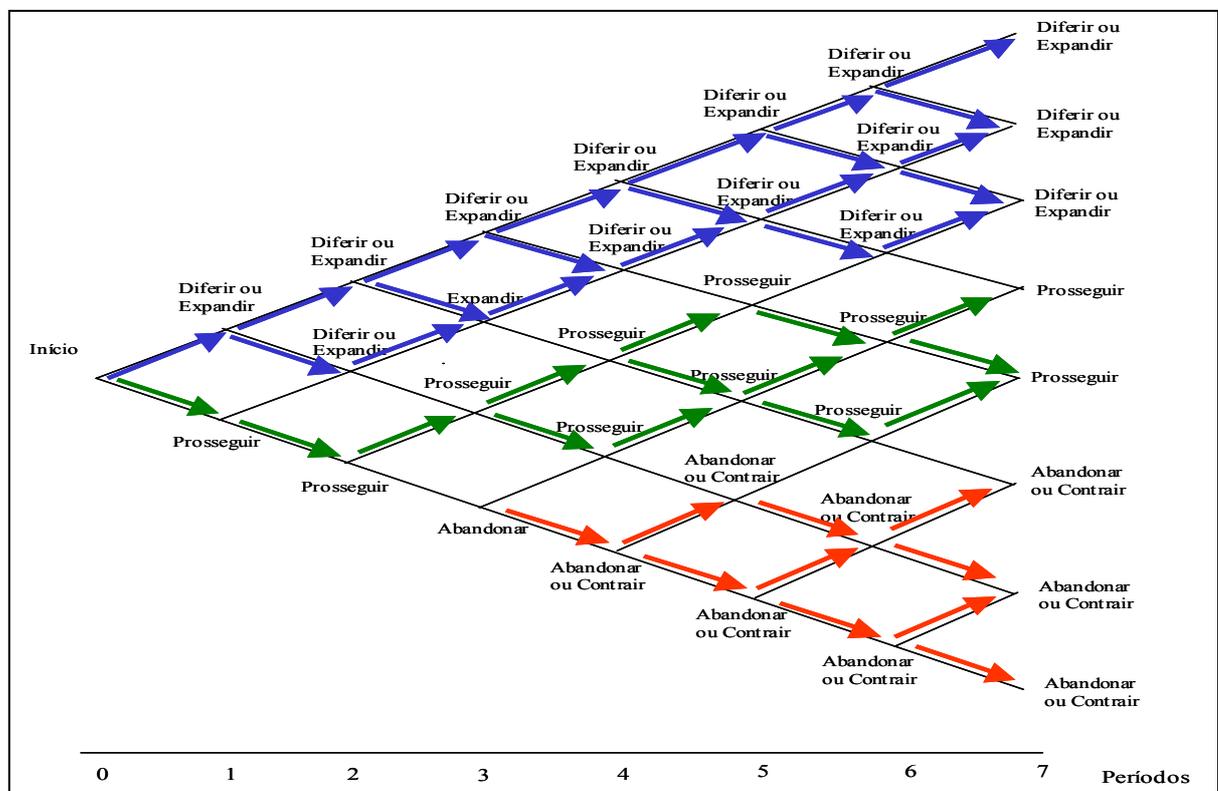
A figura 12 apresenta a distribuição normal de probabilidades das flexibilidades de opções reais analisadas em projeto de máquinas e equipamentos com VPL positivo, identificando-as uma a uma e demonstradas pela curva de linha de coloração azul. Os dados foram obtidos a partir do 5º período do projeto, referente às flexibilidades estudadas, conforme é verificado na figura 12, da esquerda para a direita, onde encontram-se: a Opção de Diferimento / Expansão que possui as probabilidades de 3,125% e de 15,625%; a Opção de Prosseguimento, com a probabilidade de 31,25%; a Opção de Abandono possui a probabilidade de 31,25%; a Opção de Abandono / Contração, representa a probabilidade de 15,625% e de 3,125% de ocorrer ao final do período analisado. Num segundo momento, se dividiu a flexibilidade em dois conjuntos, agrupando as opções conforme o tipo de flexibilidade: as opções de diferimento / expansão e prosseguimento, e outro grupo formado com as seguintes flexibilidades: as opções de abandono, abandono /

contração e abandono / contração, sendo portanto, elaborada uma nova distribuição de probabilidades, constatando-se que houve alteração no comportamento da curva, especificada com a linha de cor vermelha, onde se nota que existe 50% de probabilidade no 5º período analisado de se optar por prosseguir / expandir o projeto, assim como 50% de probabilidade de se optar por abandonar / contrair o projeto. Essas informações obtidas por meio das distribuições de probabilidades do conjunto de flexibilidades estudadas pelo projeto, permitem ao detentor das opções escolher as alternativas que proporcionem um direcionamento ao planejamento estratégico e às vantagens competitivas para o referido projeto.

O comportamento da distribuição de probabilidades das opções reais nos projetos de máquinas e equipamentos com VPL negativo nos diversos tipos de flexibilidades estudadas é semelhante à distribuição de probabilidade do projeto de máquinas e equipamentos com VPL positivo, explicado anteriormente.

A distribuição dos tipos de flexibilidades pontuada para o projeto de correção de solo é apresentada ao longo dos períodos analisados na figura 13.

Figura 13: Flexibilidade de opções reais em projeto de correção de solo.

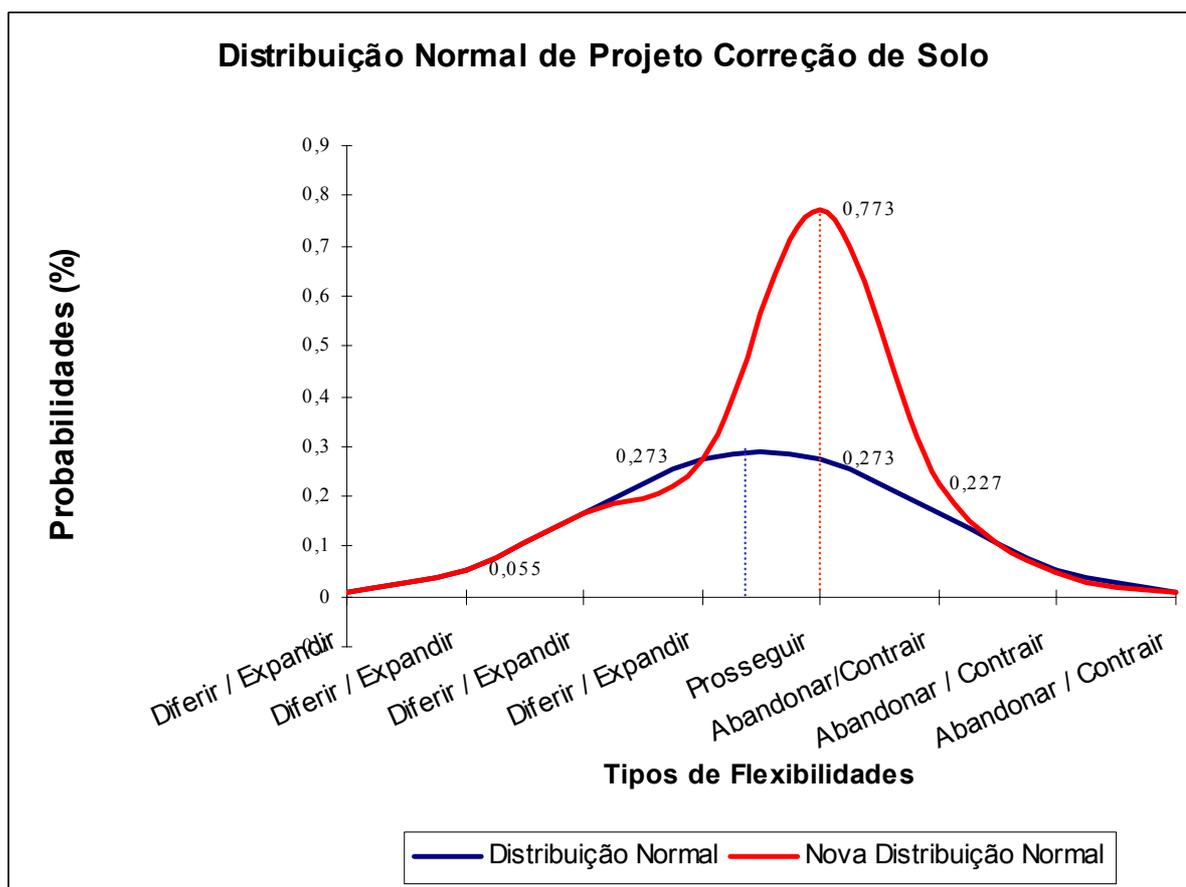


Fonte: o autor

A captação da flexibilidade do projeto de correção de solo, conforme demonstra a figura 13, pode ser visualizada em cada um dos sete períodos analisados, possibilitando ao detentor da opção tomar decisões significativas em relação ao mesmo. De acordo com as opções mostradas pelas cores das setas, como as opções de diferimento e expansão com as cores azuis, as setas de cor verde para as opções de prosseguimento e as setas de cor vermelha para as opções de abandono e contração do projeto.

A distribuição das probabilidades das opções quanto ao tipo de flexibilidade do projeto de correção de solo pode ser verificada na figura 14.

Figura 14: Distribuição normal da probabilidade da flexibilidade de opções reais em projeto de correção de solo.



Fonte: o autor

Observa-se na figura 14, da esquerda para a direita, a seguinte distribuição de probabilidade das opções de flexibilidade para o projeto de correção de solo, de acordo com a figura 13, iniciando da parte superior para a inferior, as opções

estudadas conforme os tipos de flexibilidades: opções de diferimento / expansão, com a probabilidade de ocorrência no sétimo período de 0,78%; as opções de diferimento / expansão, com a probabilidade de 5,46%; as opções de diferimento / expansão apresentam a probabilidade de 16,40%; as opções de prosseguimento representam a probabilidade de 27,34% num primeiro momento e de 27,34% num segundo momento; as opções de abandono / contração, correspondem à probabilidade de 16,40%; as opções de abandono / contração apresentam a probabilidade de 5,46% e as opções de abandono / contração se caracterizam pela probabilidade de 0,78%. Essa distribuição normal de probabilidades é vista na figura 14, por meio da linha de cor azul. Por outro lado, procurou-se agrupar as opções de acordo com os tipos de flexibilidade, estipulando-se dois grupos, as opções de diferimento, expansão e prosseguimento e, em outro grupo de opções, de abandono e contração. Os resultados após o agrupamento podem ser verificados na nova distribuição de probabilidades pela curva com linha vermelha, e percebe-se que as opções do primeiro grupo perfazem um total de probabilidades de ocorrência de 77,3%, enquanto que no segundo grupo totalizam 22,7% de probabilidade de ocorrência do evento. Essas informações são valiosas para o detentor das opções, que detém o direito de exercer a opção que oferecer melhor alternativa para a obtenção de estratégias competitivas e que tragam maior retorno econômico para o projeto.

Ao se observar o desenvolvimento das opções conforme o tipo de flexibilidades obtidas pelo projeto de construções e instalações, nota-se um comportamento semelhante ao de correção de solo.

O que se observou por meio da demonstração das figuras 11 a 14, é que a qualquer momento e, em qualquer período do projeto, em que exista um nó no modelo binomial, pode ser tomada uma decisão, dependendo do comportamento do mercado ou do negócio no qual o projeto está inserido. Cabe salientar que em termos de decisão, esta pode ser efetuada a qualquer momento e em qualquer período, conforme demonstrado pelo modelo binomial, em cada um dos nós do projeto, e que o detentor da opção deve exercer a opção que trazer maior retorno econômico em termos de prêmio pela opção, podendo algumas decisões ser excludentes, como as de diferimento e expansão ou as de abandono e contração, não podendo ser tomadas ao mesmo tempo. Por isso, a opção de prosseguimento do projeto se mantém como uma alternativa intermediária no modelo binomial, não

podendo ocorrer esta opção concomitantemente à de diferimento ou de abandono do projeto. A flexibilidade das opções determinadas pelos projetos analisados na Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste indica como os projetos de investimentos devem ser encarados, tanto pelos que liberam os recursos para a execução dos mesmos como para os tomadores de empréstimos que realizam os empreendimentos.

Dessa forma, fica evidenciado o aumento do número de opções posto à disposição dos tomadores de decisão do setor de crédito da Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste, pela análise de projetos de investimento pelo modelo de opções reais, em que os projetos são apresentados de forma flexível, com a captação do valor das diversas opções, além de ampliar o grau de resolução dos problemas pertinentes aos projetos analisados pelo método de VPL tradicional, como a captura do valor de opções reais para projetos com VPL negativo. Sendo assim, abrem-se possibilidades para aumentar a quantidade de recursos para a liberação de crédito na realização de projetos de investimentos de máquinas e equipamentos agrícolas, de correção de solo e de construções e instalações rurais.

### 3.3.6 Considerações sobre os métodos de VPL tradicional e o de Opções Reais

Durante a realização do estudo comparativo entre a utilização dos métodos de VPL tradicional e o das opções reais simples foi possível observar e detectar ao longo desta análise alguns pontos de semelhanças e de diferenças entre os métodos, possibilitando apresentá-los na forma de itens como vantagens e desvantagens de cada um.

As principais vantagens do método do VPL tradicional dizem respeito à facilidade na sua elaboração e à rapidez da obtenção de resposta. Essas vantagens, no entanto, podem perder seu valor, na medida em que se apresenta como um método rígido de análise e por oferecer respostas simplificadas de aceitar ou rejeitar determinado projeto. Por outro lado, ao se referir ao método das opções reais, as vantagens oferecidas são as de captar o valor das opções de flexibilidade oferecidas, ampliar o leque de opções, além de oferecer acompanhamento periódico para o projeto, contribuindo para as tomadas de decisão estratégicas em cada nó de decisão. No que tange à análise do modelo VPL tradicional, normalmente a variável risco ou incerteza está implícita na taxa mínima de atratividade ou no custo de

oportunidade do capital determinados pelo mercado e utilizados como taxas de desconto nos projetos. Outra diferença é a utilização da probabilidade neutra em relação ao risco empregado pelo método das opções reais, para encontrar a probabilidade da ocorrência do evento a partir da volatilidade dos projetos e empregadas a partir do modelo binomial, como neste trabalho, que possibilitou a ramificação de forma a representar as diversas trajetórias dos projetos, demonstrando a sua flexibilidade período a período, assim como foram evidenciados nos estudos de Copeland e Antikarov (2001) e Trigerorgis (2002).

O método de opções reais de tipo diferimento apresenta vantagens na captação do valor da opção período a período nos projetos analisados, apontando o valor dessa opção em cada momento de intervalo de tempo estudado. Também se deve ponderar que diferir um projeto é possível de ocorrer com o VPL tradicional, em que o projeto pode ser adiado, não se executando no período inicial, postergando a decisão para uma etapa subsequente, a fim de aguardar uma resposta favorável do mercado que amplie o valor do VPL, mediante a análise de sensibilidade ou de um reestudo do projeto, com a devida correção de seus valores. Este método, não apresenta a rede de flexibilidade que as opções reais oferecem, como são também demonstrados nas pesquisas de Amram e Kulatilaka (1999) e Myers (2001).

Evidencia-se dessa forma a vantagem da opção de diferimento, que é a de ser monitorada, porque na medida em que se adia cada período de investimento, deixa-se de aproveitar determinadas oportunidades de aplicações que possam ocorrer no momento da entrada em um setor específico de atividade econômica, podendo ser evitadas perdas de investimentos, decorrentes de entrada fora de época no negócio, pelo fato de os mercados apresentarem características de volatilidade e de suscetibilidade às mudanças macro e microeconômicas, que afetam o ambiente dos projetos. Outra vantagem é a sua utilização em projetos com VPL tradicional negativo, podendo este ser analisado até que o valor do VPL estratégico supere o do VPL estático e apresente um prêmio pela opção que compense a sua realização, por intermédio da determinação de uma rentabilidade (prêmio opção/VP), que se mostre atrativo para o período estudado.

É importante, porém, ter cuidado, por apresentar a seguinte desvantagem no tipo de opção de diferimento que é a de fornece ao detentor da opção a falsa ilusão de que quanto mais tempo adiar a execução do projeto, maior será o prêmio captado pela opção.

Por sua vez, a contração também pode ser estudada mediante o método do VPL tradicional, com a venda de parte dos ativos do projeto ou redução da capacidade produtiva. Este estudo, no entanto, é efetuado de forma estanque, ou seja, pontual, oportunizando a decisão de aceitar ou rejeitar a oferta, não oferecendo oportunidades para se optar por outras alternativas para o próprio período, ou períodos seqüentes de análise. As opções reais de tipo contração, porém, apresentam vantagens pela flexibilidade proporcionada para a tomada de decisão de contrair ou não o investimento, sendo analisada período a período. A opção de contração deve ser exercida quando o valor obtido superar oportunidades que o mercado oferece ou quando se aproximar de expectativas de incertezas futuras desfavoráveis ao prosseguimento do projeto.

Quanto à opção de expansão, pode ser estudada pelo método do VPL tradicional, com a ampliação escalonada de investimento e dos resultados de fluxo de caixa projetados, oferecendo como respostas a aceitação ou rejeição da proposta, não captando valor para outras possibilidades de opções. As opções reais do tipo expansão, por sua vez, apresentam vantagens por captarem o valor da opção e possibilitarem flexibilidade para a decisão em cada nó do projeto, por meio do modelo binomial, proporcionando um prêmio pela opção que compense a execução quando comparado com o VPL tradicional. Essa modalidade de opção deve ser exercida quando o resultado encontrado superar oportunidades que o mercado propicia ou quando se aproximar de expectativas de incertezas futuras favoráveis.

No que se refere à opção de abandono, também pode ser analisada pelo método VPL tradicional, normalmente mediante a venda do bem, que constitui o preço de exercício da opção. Essa modalidade de análise, todavia, não capta o valor da flexibilidade da opção e sua distribuição nos diversos períodos de estudo. Por outro lado, no que tange às opções reais de tipo de abandono, podem ser exercidas pelo detentor da opção se houver uma recompensa denominada de prêmio pela opção, que é parte do VPL estratégico obtido.

No presente estudo observou-se um comportamento distinto para a tomada de decisão quanto ao tipo de projeto realizado nessa modalidade de opção, como o de correção de solo efetuado pela Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste, por apresentar característica própria que implique em prevalência de decisões técnicas. Nesse sentido, não desconstitui ou impossibilita o uso da opção de abandono que

pode acontecer, por exemplo, pela venda da gleba de terra por seu valor de mercado, mais o valor da opção de abandono da correção de solo estabelecida, ou até mesmo pelo arrendamento da gleba, acrescida do valor da opção de abandono da correção de solo oferecida.

Os principais motivos para a realização da análise das opções, tanto de diferimento, de expansão, de contração e de abandono de projetos, normalmente estão associados à incerteza que o mercado oferece, com destaque para os seguintes, no ambiente microeconômico: as políticas estabelecidas para entrada e saída de projetos em determinado ramo de atividade; as políticas econômicas vigentes no país; as políticas cambiais existentes; as taxas de juros praticados no mercado financeiros; as ações governamentais instituídas para o controle inflacionário; as políticas ambientais vigentes; as alterações na legislação fiscal; a legislação sobre os impostos e carga tributária; as tendências de políticas de desenvolvimento a serem postas em prática por futuros governantes; as tendências de produção e de consumo de bens ou serviços; os preços dos bens ou serviços praticados no mercado; o custo de produção de bens ou serviços; os recursos de tecnologia disponíveis no momento da efetivação do projeto; a capacitação e qualificação humana para a implantação de projetos; o posicionamento diante da concorrência e quantidade de recursos próprios disponíveis para a realização do projeto. Além dessas incertezas, outras também devem ser levadas em consideração no ambiente macroeconômico, tais como: a globalização; as políticas econômicas praticadas por países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos; os subsídios aplicados aos produtos agrícolas; as políticas de produção e consumo de tecnologias; a valorização de moedas; o valor do risco-país; as facilidades ou dificuldades de acesso a capitais estrangeiros; a adoção de políticas de desenvolvimento regionalizadas ou em blocos econômicos; a perspectiva de um mundo conduzido para a paz ou para a guerra; os conflitos entre os povos; a dependência de preços de determinados tipos de energia, as políticas discriminatórias e protecionistas praticadas pelos países do primeiro mundo, além das incertezas e riscos relativos à natureza, como os agrometeorológicos, que estão presentes em projetos do ramo agropecuário.

Cabe ressaltar que as tomadas de decisão, tanto no método de VPL tradicional como no método de opções reais, podem ser exercidas em qualquer período, a qualquer momento e a qualquer preço, principalmente quando quem

decide for o proprietário do negócio ou da opção. Se o mesmo operar na modalidade de opção de venda e obter um resultado negativo pela sua decisão, significa que houve perda de valor da opção, pois operou com prejuízo por essa atitude, uma vez que a diferença entre o preço recebido (preço do exercício) é menor que o valor do ativo subjacente. Por outro lado, se o resultado obtido for positivo, representa um ganho pela opção, pois o valor recebido (preço do exercício) supera o valor do ativo subjacente naquele momento. Quanto ao tipo de opção de compra, se o tomador de decisão operar com resultado negativo, representa que o mesmo adquiriu um bem por um valor superior ao ofertado pelo mercado. Caso contrário, com um valor positivo, houve a conquista de um bem por um valor inferior ao praticado pelo mercado.

### 3.3.7 Sugestões para aplicação de opções reais nos projetos do SICREDI Noroeste

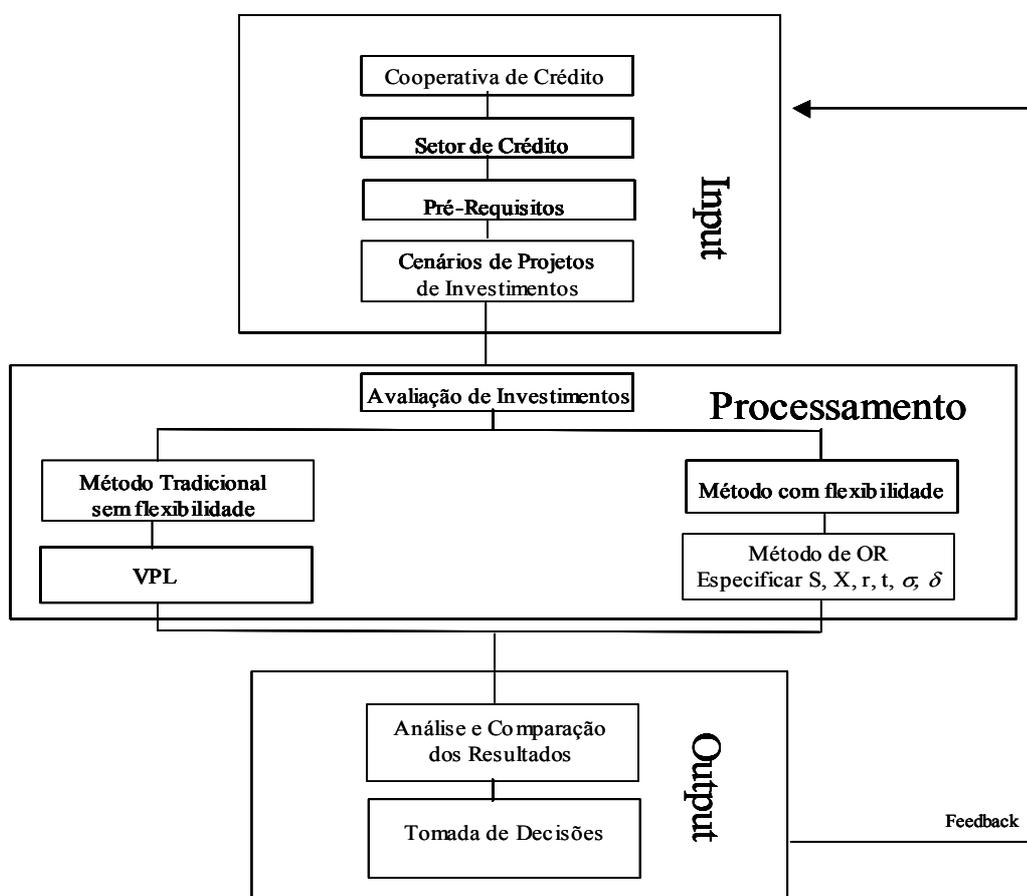
Demonstrou-se nesse trabalho, por meio dos exemplos de projetos estudados e avaliados na Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste, que é possível aplicar o modelo de análise de opções reais em investimentos em projetos de pequena monta, os quais representam a realidade do que ocorre na prática em uma instituição de crédito localizada no interior do Estado do Rio Grande do Sul.

Também se observou durante o estudo a possibilidade de aplicação do modelo de opções reais em projetos que não sejam somente nas atividades de exploração extrativa de minérios, como jazidas de ouro, de carvão, de gás ou de petróleo, em que a possibilidade de abrir ou fechar o negócio, ampliar ou reduzir a exploração, aparentemente parece ser mais facilmente entendida do que em projetos de investimentos efetuados em outros ramos de atividade, como os que ocorrem na realidade dos negócios da Região Noroeste do Rio Grande do Sul. Compreende-se, porém, que os estudos efetuados em empreendimentos de atividades extrativas serviram de base para a evolução do estudo das opções reais, conforme exemplos ilustrados e demonstrados na literatura sobre a análise de investimentos.

Por outro lado, os exemplos de projetos estudados neste texto servem como modelo para a Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste aperfeiçoar a maneira de analisar investimentos em projetos em suas diversas atividades, principalmente nas do agronegócio da região, além de fornecer importantes subsídios aos

detentores das opções, para que tomem as melhores decisões nos projetos no que tange à análise sistemática do acompanhamento periódico dos mesmos, desde a elaboração de projetos futuros como também sobre o futuro dos projetos já existentes. A seguir, a título de sugestão, organizou-se uma estrutura para demonstrar como a Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste deve proceder para realizar a comparação entre o modelo de análise do VPL e o de opções reais, conforme ilustra a figura 15.

Figura 15: Estrutura de análise de investimentos com utilização de opções reais.



Fonte: o autor

A figura 15 representa a estrutura de análise de investimentos, mediante a utilização das opções reais para a Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste. Como primeira etapa, tem-se a entrada de dados sobre o cooperativismo de crédito, com as normas e a legislação que regem o crédito monitorados pelo Conselho Monetário Nacional, agindo no setor de crédito da Cooperativa, que realiza estudos de financiamentos e liberações de recursos para investimentos em projetos de

atividade produtiva. Posteriormente, o analista verifica alguns pré-requisitos quanto aos pedidos de financiamentos, tais como: o enquadramento dos projetos às linhas de financiamento, as garantias oferecidas e os riscos dos projetos, bem como o cadastro do investidor. Após, realiza-se um estudo de alguns cenários de investimentos em projetos de longo prazo, de acordo com a realidade da Cooperativa de Crédito.

Na segunda etapa observa-se o processamento do estudo, iniciando com a avaliação de investimentos em projetos, sendo a mesma desmembrada na análise de investimentos por meio do método tradicional, sem flexibilidade, e o método com flexibilidade, com a utilização de opções reais, em que são determinadas as seguintes variáveis: o preço do ativo subjacente, o preço do exercício, a taxa livre de risco, o tempo e a volatilidade, não sendo necessário realizar estudos sobre outra variável - os dividendos -, por tratar-se de projetos simples que não pagam dividendos aos seus proprietários.

A terceira fase é constituída pela saída de dados, na qual destaca-se a verificação das informações obtidas, para posteriormente realizar a comparação dos resultados obtidos pelos métodos e as tomadas de decisão quanto à liberação ou não dos recursos solicitados para a elaboração dos projetos, bem como o acompanhamento dos mesmos, quando classificados e utilizados pelo método das opções reais.

A Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste pode realizar os estudos de análise de investimentos em projetos, efetuando um estudo comparativo entre os métodos de análise, o tradicional, pelo método VPL e o de opções reais mediante a utilização de um processo, que inicie no setor de operações de crédito da Cooperativa, escolhendo os projetos que se adaptem ao estudo dos métodos, e que se realize a análise de investimentos por meio das técnicas da engenharia econômica, nas quais são evidenciadas as formas e técnicas de análises dos projetos, entre os quais destaca-se o de VPL. Os analistas podem escolher os projetos e verificar se podem ser comparados entre os métodos de análise e posteriormente submetê-los à análise do método das opções reais para captar o valor da flexibilidade dos projetos, classificados em opções de diferimento, de abandono, de contração, de expansão e de prosseguimento, comparando o VPL estratégico obtido, com o VPL estático e observando os valores de prêmios encontrados pelas opções, além de proporcionar uma série de opções no decorrer

dos períodos analisados em cada etapa dos projetos. No caso de algum projeto estudado não se enquadrar nessa modalidade de exame este, retorna para a análise convencional, pelo método do VPL no qual os resultados obtidos definirão se o projeto será contratado ou não.

Cabe ressaltar que o método de opções reais requer uma maior capacidade técnica para os analistas na elaboração de seu estudo, principalmente pela quantidade de informações contidas em cada período, proporcionada pelos nós apresentados pelo modelo binomial, que implicam em tomadas de decisão. Estabelece-se, assim, uma maior formalidade para esse tipo de análise, além de um quadro técnico com maior número de pessoas. Sabe-se que para a opção de diferimento, se esta for aceita, o projeto deve ficar em compasso de espera, aguardando o melhor momento para a sua liberação e contratação. Em todos os projetos que se enquadrem em uma das modalidades de opções, sejam elas de diferimento, de abandono, de contração, de expansão ou de prosseguimento, os analistas de crédito assumem a função de assessores da Cooperativa, buscando em cada projeto uma solução para auxiliar aos tomadores de empréstimos a encontrar a decisão correta, no momento apropriado, para a resolução do projeto. Por exemplo, opção de abandono de uma máquina ou equipamento, em que o tomador de empréstimo encontrar uma possível oferta por este bem; ou até mesmo, na opção de contração ou expansão de um negócio, se descobrir ofertas de compra e venda de máquinas, equipamentos, construções rurais. Dessa forma, o analista de crédito amplia sua função, contribuindo para as tomadas de decisão, tanto para a cooperativa como para os associados, contratantes dos empréstimos.

Esse é o posicionamento estratégico que a Cooperativa de Crédito pode assumir, pois a captação da flexibilidade dos projetos oferece esta vantagem comparativa em relação à análise dos projetos convencionais, uma vez que os mesmos podem ampliar o conjunto de informações para fornecer subsídios às estratégias e às tomadas decisão, a partir de cada período analisado, conforme o desenvolvimento do mercado, das políticas econômicas e ambientais, no contexto em que o negócio está inserido.

## 4 CONCLUSÕES

Durante a realização do presente trabalho verificou-se que os conceitos e critérios de decisões abordados no ensino de engenharia econômica continuam a prevalecer ao longo dos anos, pois, pelo que se percebe, o que importa realmente são as alternativas que os métodos oferecem, validando, assim, o fundamento dessa ciência. Por isso, com a elaboração do estudo comparativo de análise de investimentos em projetos pelo método de VPL tradicional e o recurso das opções reais, foi possível fazer algumas constatações que comprovam o que a teoria apregoa sobre a utilização desses métodos, mediante a avaliação e aplicabilidade dos mesmos, conferindo credibilidade na sua utilização em projetos da Cooperativa de Crédito - SICREDI Noroeste.

A seguir, nos itens 1 e 2, são descritas as principais observações a respeito do estudo comparativo entre o uso do método de VPL tradicional e a abordagem pelas opções reais em Cooperativa de Crédito, no que se refere à questão teórica dos métodos:

1. O VPL tradicional é um método consolidado e útil de análise de investimentos, e que apresenta a característica de possuir um processo com movimentos retilíneos em estilo rígido, não captando determinadas flexibilidades proporcionadas pelos projetos realizados pela Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste na apresentação de seus resultados finais.
2. As opções reais se caracterizam por incorporarem a flexibilidade na análise, sendo reconhecida por sua dinamicidade e por possibilitar ao analista uma visão abrangente do desenvolvimento dos projetos praticados pela Cooperativa de Crédito ao longo dos períodos de estudo.

Em relação à avaliação e à aplicabilidade do método de análise de investimentos de VPL e opções reais, nos projetos de máquinas e equipamentos, de

construções rurais e de correção de solos elaborados pela Cooperativa de Crédito, os resultados observados são descritos nos itens 3, 4, 5 e 6, a seguir relacionados:

3. No que tange aos tipos de flexibilidades estudadas neste trabalho, constatou-se que o método de VPL tradicional não incorpora flexibilidade em sua análise, permitindo fazer análise de sensibilidade. Por sua vez, as opções reais, permitem incorporar a flexibilidade na avaliação de oportunidades de investimentos. No caso da opção de diferimento, as opções reais permitem incorporar ao cálculo do VPL estratégico o valor atribuído à possibilidade de esperar para ver como o mercado se comporta e tomar as decisões na posse de mais informações para reduzir o risco.

4. Os motivos para a realização da opção de flexibilidade do tipo expansão, são vistos sob a ótica de um cenário de mercado com um comportamento otimista. O método de VPL tradicional possibilita a realização do estudo de ampliação de projetos, podendo este ser estipulado pelo aumento de escala de produção, mas não incorpora valor de flexibilidade ao projeto. Já o método das opções reais proporciona a flexibilidade de opções de expansão da avaliação período a período, na análise do projeto. A demonstração pode ser efetuada pela visualização da distribuição binomial, além de captar valor de prêmio pela opção, período a período, sendo calculada num contexto de incerteza, com a possibilidade de ser criada por um investimento de poder se expandir, mediante a evolução das condições de mercado futuras.

5. A opção de contração de um projeto pode ser realizada pelo método VPL tradicional, no entanto esse método não capta o valor da opção ao longo dos períodos analisados, como ocorre no método das opções reais, que verifica a existência ou não dessa opção nos projetos analisados, em que o investimento realizado permite a contração ou não. Em caso positivo, há captação no cálculo do valor da respectiva opção que se soma ao VPL tradicional.

6. A Opção de abandono pode ser estudada pelo método de VPL tradicional. Essa modalidade de análise normalmente é praticada pela venda de um empreendimento existente ao longo de sua vida útil, e o resultado obtido refere-se a um determinado período estanque. O método de opções reais proporciona ao tomador de decisão a

possibilidade de captação dessa opção em cada um dos nós dos períodos analisados pela distribuição binomial, em que demonstra o valor do VPL estratégico, que incorpora o prêmio pela opção de abandonar o projeto no momento mais favorável.

Após a aplicação dos métodos de análise de investimentos nos projetos estudados pela Cooperativa de Crédito, foi possível estabelecer um comparativo entre os métodos, conforme descrição nos itens 7, 8 e 9:

7. As vantagens obtidas pelo método das opções reais ante o método do VPL tradicional em relação à flexibilidade das opções são: as decisões sobre diferir, expandir, prosseguir, contrair ou abandonar o projeto. Estas podem ser vistas e acompanhadas em qualquer período neste método, possibilitando ao tomador de decisão a ampliação da oferta de um conjunto de informações úteis que contribui para auxiliar na escolha da melhor decisão, a respeito do empreendimento em pauta.

8. Quanto ao grau de sofisticação dos métodos, constatou-se que o método de análise das opções reais apresenta um grau de complexidade mais elevado que o do VPL tradicional, por tratar-se de um modelo que necessita estimar um valor para a variável volatilidade dos projetos. O problema não é a necessidade de obter o valor do desvio-padrão, mas sim como obtê-lo e, este representa o grau de risco ou incerteza atribuída ao próprio projeto.

9. Por ser um método de análise mais complexo, o de opções reais, necessita de um conhecimento mais profundo em seu estudo, para tirar o máximo proveito dos resultados auferidos pelos projetos e que contribua para a melhoria das tomadas de decisão pelas pessoas que exercem essa função.

No que se refere ao aprimoramento do método do VPL tradicional pelo método de opções reais, quanto às tomadas de decisão, estas podem ser utilizadas pela Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste, conforme demonstram os itens 10, 11, 12 e 13 a seguir descritos:

10. Mediante esse estudo também pode-se verificar que o método de VPL tradicional é importante e continua a ser fundamental para a determinação da utilização do método de opções reais, por se tratar do método que origina os dados para realização das opções reais, possibilitando posteriormente a identificação dos tipos de opções proporcionadas e possibilitadas pelos projetos, tornando-se, assim, a ferramenta que desencadeia o processo de análise de uma escala sofisticada para uma mais complexa, sendo, portanto, o método de VPL tradicional aquele que gera as informações básicas para o estudo do método de opções reais. Evidencia-se, dessa forma, que o método de opções reais complementa e amplia a análise de investimentos em projetos estudada pelo método do VPL tradicional.

11. Os projetos de análise de investimentos de longo prazo que serviram de base para o estudo comparativo entre o método de VPL tradicional e o de opções reais na Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste foram os de máquinas e equipamentos, de correção de solo e de construções rurais, que perfazem um total de 98% dos projetos realizados pela cooperativa. Entre estes, pode-se destacar que houve a possibilidade da aplicação de ambos os métodos de análise, com a obtenção de resultados que serviram para a verificação da comparação entre os dois. Cabe salientar que ao se referir ao tipo de flexibilidade das opções reais estudadas, estas também podem ser detectadas, mas não capturadas ou avaliadas pelo método do VPL tradicional de forma dinâmica como se encontra no método das opções reais.

12. Ressalta-se que o método de opções reais pode ser utilizado para a análise dos tipos de projetos estudados pela Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste, no entanto um cuidado especial deve ser levado em consideração quando da análise do projeto de correção de solo, na modalidade de opção de abandono.

13. A metodologia para a utilização das opções reais pode perfeitamente ser incorporada ao setor de operações de crédito da Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste para aprimorar o modelo de análise de investimentos tradicional em seus projetos, pelos seguintes motivos:

13.1 O quadro técnico da Cooperativa é qualificado, pois 90% de seus funcionários estão cursando ou já concluíram o terceiro grau, principalmente nas áreas de

Administração, Economia, Contábeis e Direito. Destes, os que terminaram o ensino superior, em torno de 50% fizeram ou estão fazendo cursos de Pós-graduação em áreas afins. Esse corpo técnico qualificado proporciona vantagem competitiva para a Cooperativa quanto à utilização do método das opções reais em suas análises de investimentos em projetos;

13.2 Os tipos de projetos de investimento de longo prazo financiados pela Cooperativa são relativamente simples, como os de máquinas e equipamentos, de correção de solo e de construções e instalações rurais estudados neste trabalho;

13.3 Os financiamentos dos projetos são destinados para os próprios associados da Cooperativa, que assumem a característica de clientes e donos do negócio ao mesmo tempo, havendo uma certa cumplicidade e responsabilidade no momento da tomada de empréstimo e no cumprimento das exigências dos mesmos, ocorrendo uma reduzida inadimplência em sua carteira de crédito;

13.4 O método de opções reais pode ser aplicado em projetos de investimento de longo prazo que envolvem valores de pequena monta;

13.5 O método de opções reais pode ser utilizado como complemento da análise de VPL tradicional em projetos realizados pela Cooperativa, por captar o valor das opções e oferecer ao tomador de decisão (analista), oportunidades para melhor conduzir a organização aos resultados satisfatórios esperados;

13.6 Com a análise das opções reais o analista de crédito pode auxiliar ao tomador do empréstimo no que tange à variedade de opções que o projeto oferece período a período, principalmente quanto à flexibilidade dos tipos de opções, como as de diferimento, expansão, contração ou até mesmo de abandono do projeto;

13.7 O método de opções reais possibilita ao detentor da opção encarar os projetos de investimentos como um negócio dinâmico, por permitir novas modalidades de interpretação e ampliação do próprio conceito de projeto e por formar empreendedores que desencadeiem novos empreendimentos a partir destes;

13.8 A análise das opções reais em projetos de investimentos na Cooperativa de Crédito – SICREDI Noroeste propicia à Cooperativa uma vantagem competitiva diante das outras instituições de crédito, por oferecer aos clientes um serviço diferenciado em termos de análise na liberação de recursos para projetos de investimentos de longo prazo que facilite a condução e entendimento de um projeto ao longo de sua vida útil.

#### **4.1 Proposições para estudos futuros**

Como proposição para estudos futuros, sugerem-se os seguintes itens que possam colaborar com o desenvolvimento da aplicação do método de opções reais:

- aplicar a análise de opções reais em projetos de culturas permanentes de reflorestamento e fruticultura praticados na Cooperativa de Crédito;
- aplicar a análise de opções reais em projetos de bovinocultura de corte praticado na Cooperativa de Crédito;
- desenvolver um estudo que possa expandir o método da aplicação de opções reais para outros setores de investimentos da Cooperativa de Crédito;
- ampliar o estudo para aplicação do método de opções reais para outras instituições financeiras e empresas em geral;
- estudar novas formas para melhoria do método de aplicação de opções reais para minimizar riscos em projetos de investimentos.

## REFERÊNCIAS

AGUERREVERE, Felipe L. Equilibrium Investment Strategies and Output Price Behavior: A Real-Options Approach. In: International Annual Conference On Real Options, 4., jun. 2000, Cambridge, England. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2000>. Acesso em: 25 jan. 2003.

ALVAREZ, Luis H. R.; STENBACKA, Rune. Adoption of uncertain multi-stage technology projects: a real options approach. **Journal of Mathematical Economics**, USA, 2001, ano 35, p. 71-97. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jmateco> >. Acesso em: 25 jun. 2002.

AMBROZEWICK, Paulo Henrique Laporte. Metodologia para capacitação e implantação de sistema de gestão da qualidade em escala nacional para profissionais e construtoras baseada no PBQP-H em educação à distância. 2003. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

AMRAM, Martha; KULATILAKA, Nalin. **Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World**. Boston (USA): Harvard Business School, 1999.

ANDREAS, Steve. **Certeza e Incerteza**. Artigo, Jan. 2001. Artigo disponível em: <<http://www.golfinho.com.br/artigos/artigodomes200101.htm>> Acesso em fevereiro de 2005.

ARNOLD, Tom.; CRACK, Timothy Falcon. Option Pricing in the Real World: A Generalized Binomial Model with Applications to Real Options. In: **International Annual Conference On Real Options**, 7., july. 2003, Washington, USA. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2003>. Acesso em: 18 set. 2003.

ARNOLD, Tom.; SHOCKLEY Jr., Richard L. Real Options Analysis and the Assumptions of the NPV Rule. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos, Cyprus. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>. Acesso em: 20 fev. 2003.

BAILEY, Michael D.; SPORLEDER, Thomas L. **The Real Options Approach to Evaluating a Risky Investment by a New Generation cooperative**: Further

Processing. Article. Disponível em  
<<http://www.agecon.ksu.edu/accc/ncr194/Events/2000meeting/Mike%20Bailey.pdf>>.  
Acesso em 15 de maio de 2005.

BALMANN, Alfons.; MUBHOFF, Oliver. Real Options and Competition: The Impact of Depreciation and Reinvestment. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em:  
<<http://www.realoptions.org/papers2002>. Acesso em: 20 fev. 2003.

BALASUBRAMANIAN, P.; KULATILAKA, N.; STORCK, J. Managing information technology investments using a real-options approach. **Journal of Strategic Information Systems**, USA, 2000, ano 9, p. 39-62.

BARROS, Laécio Carvalho de. **Teoria Fuzzi x Biomatemática**. Jan. 2002. IMECC – UNICAMP. Disponível em <<Http://Www.lme.Usp.Br/~Tonelli/Verao-Fuzzy/Laacio/Minicurso3.Pdf>> Acesso em: 15 mar. 2005.

BEL, Greg. Exports and Production Technology under Volatile Exchange Rates. In: **International Annual Conference On Real Options**, 4., jun. 2000, Cambridge, England. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2000>. Acesso em: 25 jan. 2003.

BENGTSSON, Jens. The Value of Manufacturing Flexibility: Real Options in Practice. In: **International Conference On Real Options**, 3., jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. Anais eletrônicos. Disponível em:  
<<http://www.realoptions.org/papers1999>. Acesso em: 21 jan. 2003.

BERNSTEIN, Peter L. **Desafio aos Deuses: A Fascinante História do Risco**. 10 ed. Trad. Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BERTOLO, Luiz A. **Matemática Financeira**. Artigo disponível em:  
<<http://www.bertolo.pro.br/MatFin/MATEMATICAFINANCEIRA.pdf>. >Capturado em fevereiro de 2005.

BODIE, Zvi.; KANE, Alex.; MARCUS, Alan J. **Fundamentos de Investimentos**. 3ª ed. Trad. Rober Brian Taylor. Porto Alegre: Bookman, 2000.

BOER, Peter F. **The Real Options Solution: Finding Total Value in a High-Risk World**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

BOITEUX, Colbert Demaria. **Administração de Projetos: Técnicas Modernas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1982.

BRÄUTIGAM, Johannes.; ESCHE, Christoph.; BICHER, Anett Mehler. Uncertainty as a Key value driver of Real Options. In: **International Annual Conference On Real Options**, 7., july. 2003, Washington, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <http://www.realoptions.org/papers2003> .> Acesso em: 18 set. 2003.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stuart C. **Principles of Corporate Finance**. 6 ed. Boston: McGraw-Hill, 2000.

BRENNAN, Michael J.; SCHWARTZ, Eduardo S. Evaluating Natural Resource Investments. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty**: classical reading and recent contributions. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap.16.

BRITO, Ney Roberto Ottoni de. **Mercado de Capitais e a Estrutura Empresarial Brasileira**. Rio de Janeiro: Guanabara,1981.

BUARQUE, Cristovam. **Avaliação Econômica de Projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

BUSBY, J. S.; PITTS, C. G.C. **Real options in practice**: an exploratory survey of how finance officers deal with flexibility in capital appraisal. Management Accounting Research, USA, 1997, v. e, p. 169-186. Disponível em: < <http://www.idealibrary.com.onIdeal> >. Acesso em: 24 jun. 2002.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial 1999.

CAVALCANTI, Marly (org.). **Gestão Estratégica de Negócios**: Evolução, Cenários, Diagnóstico e Ação. São Paulo: Pioneira Thomsonson Learning, 2001.

CASAROTO FILHO, Nelson, KOPITKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos**. 9 ed. São Paulo: Atlas.2000.

CHESNICK, David s. **Financial Management and Ratio Analysis for Cooperative Enterprises**. Article in RBS Agricultural Economist, January 2000. Disponível em: < <http://www.rurdev.usda.gov/rbs/pub/rr175.pdf>> Capturado em fevereiro de 2005.

CLARE, Mark. **Solving the Knowledgevalue equation** (part ane): How to estimate the value of the intangible benefits of KM. Article in Knowledge Management Review, 14, v. 5 issue 2, May/June 2002. Artigo disponível em: [http://www.providersedge.com/docs/km\\_articles/Solving\\_the\\_Knowledge-Value\\_Equation\\_-\\_Part%201.pdf](http://www.providersedge.com/docs/km_articles/Solving_the_Knowledge-Value_Equation_-_Part%201.pdf). Capturado em março de 2005.

CLARKE, John-Paul. **Closing the Business Case**. Article in Air Transportation Systems Architecting. April 21, 2004. Artigo disponível em: <[http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Aeronautics-and-Astronautics/16-886Spring2004/1CAF5D84-7512-4E90-9ECE-0C6200B14C3A/0/20business\\_case.pdf](http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Aeronautics-and-Astronautics/16-886Spring2004/1CAF5D84-7512-4E90-9ECE-0C6200B14C3A/0/20business_case.pdf)> Acesso em março de 2005.

COHEN, Randolph B.; GOMPERS, Paul A.; VUOLTEENAHO, Tuomo. **Who underreacts to cash-flow new?** Evidence from trading between individuals and institutions. Article in Journal of financial Economics 66:2,3 (2002). Artigo disponível em: <http://post.economics.harvard.edu/faculty/vuolteenaho/papers/instinews20020627.pdf>. Acesso em março de 2005.

COPELAND, Tom E.; ANTIKAROV, Vladimir. **Opções Reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Trad. Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

COSTA, Eliezer Arantes da. **Gestão Estratégica**. São Paulo: Saraiva, 2002.

CRUZ, Adriano Joaquim de Oliveira. **Lógica Nebulosa**. 2001. NCE-IM/UFRJ – RJ. Disponível em <<http://equipe.nce.ufrj.br/adriano/fuzzy/transparencias/introducao.pdf>> Acesso em: 8 mar. 2005

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de Investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. 4ª. reimp. Trad. Carlos Henrique Trieschmann e Ronaldo de Almeida Rego. Rio de Janeiro : Qualitymark, 2002.

DAPENA, José Pablo.; FIDALGO, Santiago. A Real Options Approach to Tender Offers and Acquisitions Processes. In: **International Annual Conference On Real Options**, 7 July. 2003, Washington, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2003>>. Acesso em: 18 set. 2003.

DEQUECH, David. **Fundamental uncertainty and ambiguity. Winter 2000**. Eastern Economic Journal. Disponível em <[http://www.findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3620/is\\_200001/ai\\_n8880567](http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3620/is_200001/ai_n8880567)> Acesso em: 15 mar. 2005

DIMPFEL, Marcus.; ALGESHEIMER, René. **What really drives the relevance of real options?** A conceptual analysis on the basis of neo-institutional economics. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

DIXIT, Avinash K.; PINDYCK, Robert S. **The Options Approach to Capital Investment**. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. Real Options and

Investment Under Uncertainty: classical reading and recent contributions. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap. 5.

EISENHARDT, K. M. **Building Theories from Case Study Research**. Academy of Management Review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ELOUEDI, Zied; MELLOULI, Khaled; SMETS, Philippe. **Decision trees using the belief function theory**. Article, 2000. Disponível em: <<http://iridia.ulb.ac.be/~psmets/bdt-ipmu00.pdf>. > Acesso em: 15 mar. 2005.

ELSEVIER, Base de Dados. Disponível em: < [www.elsevier.com.br](http://www.elsevier.com.br)> Acesso em: 10 mar. 2004.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. São Paulo: Saraiva, 2001.

FALCONER, Lawrence et al. **Analyzing Replacement Stock Alternatives**. Article in Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System. June, 1999. Artigo disponível em: <http://tcebookstore.org/tmppdfs/5765966-L5247.pdf>, Acesso em março de 2005.

FERNÁNDEZ, José Pablo Dapena. On the Property of Real Options and the assets that Give Rise to Them. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>. Acesso em: 20 fev. 2003.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Positivo, 2004.

FINNERTY, John D. **Project Finance**: Engenharia financeira baseada em ativos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

FIOD NETO, Miguel; et al. **Tópicos Especiais de design do Produto**: um modelo de desenvolvimento para sistemas de apoio à decisão. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina – PPGE. Abril de 2001. Apostila.

FLEISCHER, Gerald A. **Teoria da Aplicação do Capital**: um estudo das decisões de investimento. Trad. Miguel Cezar Santoro. 4 reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

FOLTA, Timothy B.; O'BRIEN, Jonathan P. Entry in the Presence of Dueling Options. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos,

Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

FORTUNA, Eduardo. **Mercado Financeiro**: produtos e serviços. 14 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

FRIEDMAN, Eric J. **Dynamic Monotocity and Comparative Statics for Real Options**. Journal of Economic Theory, USA, 1997, v. 75, p. 104-121. Disponível em: <<http://www.idealibrary.com.onIdeal>>. Acesso em: 24 jun. 2002.

FROST, Ronald J. **Options on Futures**: A Hands on Workbook of Real-World Trading Simulations and Money-Making Strategies. New York: McGraw-Hill, 1994.

FUNDAÇÃO DE PESQUISA DO INSTITUTO DE AUDITORES INTERNOS. Disponível em <<http://www.theiia.org/eSAC>>. Acesso em 10 jun. 2004.

GALESNE, Alain; FENSTERSEIFER, E. Jaime.; LAMB, Roberto. **Decisões de Investimentos da Empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GEIGER, David R. **Economic Analysis Primer**. August 2003. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration Office of asset Management. Disponível em <<http://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/asstmgmt/primer.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2005.

GESKE, Robert.; SHASTRI, Kuldeep. **Valuation by Approximation**. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. Real Options and Investment Under Uncertainty: classical reading and recent contributions. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap. 26.

GITMAN, Lawrence Jefferey. **Princípios da Administração Financeira**. 7 ed. São Paulo: Harbra, 1997.

\_\_\_\_\_. **Princípios da Administração Financeira**: Essencial. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES JUNIOR, Cleber; PAMPLONA, Edson de Oliveira. Uma aplicação do modelo adjusted present value (APV), integrado a simulação de monte Carlo na avaliação de investimentos. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**. n. 4, p. 17-38, fev. 2005..Disponível em: < [http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/Edicao\\_04/n4\\_art02.pdf](http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/Edicao_04/n4_art02.pdf). >. Acesso em: 8 maio 2005.

GOUVEIA, Luis Borges. **Da informação aos sistemas de informação**. Artigo disponível em:<<http://www.ufp.pt/~lmbg>>. Acesso em junho de 2004.

\_\_\_\_\_.(b). **Técnica de informação, de comunicação e negociação**: manual de apoio ao módulo na vertente informática. Artigo disponível em: <[http://www2.ufp.pt/~lmbg/formacao/hig\\_seg\\_trab.pdf](http://www2.ufp.pt/~lmbg/formacao/hig_seg_trab.pdf)>. Acesso em junho de 2004.

GRAHAM, John R. **The Adjusted Net Present Value Method. Article in Fuqua School of Business Duke University**. August, 2001. Artigo disponível em: <[http://faculty.fuqua.duke.edu/~jgraham/teaching/351/Lec10\\_note.pdf](http://faculty.fuqua.duke.edu/~jgraham/teaching/351/Lec10_note.pdf)>. Acesso em março de 2005.

GRANT, Eugene Lodewick.; IRESON, William Grant.; LEAVENWORTH, Richard S. **Principles of Engineering Economy**. Eighth edition. New York: John Wiley & Sons, 1990.

GRANT, James L. **The EVA Revolution**. Chapter 1. March, 2003. Artigo disponível em: <[http://media.wiley.com/product\\_data/excerpt/34/04712348/0471234834.pdf](http://media.wiley.com/product_data/excerpt/34/04712348/0471234834.pdf)>. Acesso em fevereiro de 2005.

GROPPELLI, Angelico A.; NIKBAKHT, Ehsan. **Administração Financeira**. Trad. Célio Knipel Moreira. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

GUIMARÃES, Mário Cruel; ARAUJO, Adilson Tadeu de. **Cooperativismo**: história e doutrina. Módulos 1 e 2. 3ª ed. Brasília: CONFEBRAS, 2001.

HARVEY, Campbel R. **Recovering Expectations of Consumption Growth from an Equilibrium Model of the Term Structure of Interest Rates**. December, 1986. Thesis. (Doctor of Philosophy, Faculty of the Graduate School of Business) – University of Chicago. Chapter 1. Disponível em: <<http://faculty.fuqua.duke.edu/~charvey/Research/Thesis/CHD1.pdf>. Acesso em: mar. 2005>.

HERTZ, David B. **Risk analysis in capital investments**. Artigo disponível em:

<http://www.iem.efei.br/edson/download/Apostee1.PDF>. Acesso em março de 2005.

HESS, Geraldo et. al. **Engenharia Econômica**. 21 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia Econômica e análise de Custos**. 4 ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1989.

HOLANDA, Nilson. **Planejamento e projetos**. Rio de Janeiro: APEC. 1976

HOWELL, Sydney et al. **Real Options: Evaluating Corporate Investment Opportunities in a Dynamic World**. London, Prentice Hall, 2001.

HUGON, P. **Histórias das doutrinas econômicas**. São Paulo: Atlas, 1970.

HULL, John. **Introdução aos Mercados Futuros e de Opções**. 2. ed. (Rev. e Ampl.). São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1996.

HUMMEL, Paulo Roberto Vampré.; TASCHNER, Mauro Roberto Balck. **Análise e Decisão sobre Investimentos e Financiamentos**: engenharia econômica – teoria e prática. São Paulo: Atlas, 1986.

JAMES, Mimi; KOLLER, Timothy M. **Valuation in emergin markets**. Article in The McKinsey Quarterly, 2000 Number4. Artigo disponível em: <[http://www.corporatefinance.mckinsey.com/\\_downloads/4\\_1\\_1\\_5\\_valuation\\_in\\_eme rging.pdf](http://www.corporatefinance.mckinsey.com/_downloads/4_1_1_5_valuation_in_eme rging.pdf)>. Acesso em fevereiro de 2005.

JEFFERY, Mark.; SHAH, Sandeep.; SWEENEY, Robert J. Real Options and Enterprise Tecnology Project Selection and Depolyment Strategies In: **International Annual Conference On Real Options**, 7., july. 2003, Washington, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2003>>. Acesso em: 18 set. 2003.

KASSAI, José Roberto et al. **Retorno de Investimento**: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KAZAY, Heloísa Firmo. Planejamento da Expansão da Geração do Setor Elétrico Brasileiro Utilizando os Algoritmos Genéticos. 2001. **Tese**. (Doutorado COPPE/UFRJ) – RJ. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/hfkazay.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2005.

KNIGHT, Frank H. Article. **Choice under risk and Uncertainty** – General Introduction. Disponível em:

<<http://cepa.newschool.edu/het/essays/uncert/intrisk.htm>> Acesso em: 8 de maio de 2005.

KIM, Kyung-Hwan. **Determinants of Successful Acquisition Management: A Process Perspective in the Lodging Industry**. 1998. Thesis. (Doctor of Philosophy in Department of Hospitality and Tourism Management) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia USA. Chapter 5. Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-72098-16051/>>. Acesso em: 8 mar. 2005.

KYLÄHEIKO, K.; SANDSTRÖM, J.; VIRKKUNEN, V. **Dynamic capability view in terms of real options**. International Journal of Production Economics, USA, p. 1-20. 3B2v. 7. 2002. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/dsw>>. Acesso em: 20 jul. 2002.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria da ciência e prática da pesquisa**. 14 ed. rev. e ampl. Petrópolis: Vozes, 1997.

KOUSSIS, Nicos.; MARTZOUKOS, Spiros H.; TRIGEORGIS, Lenos. Real Options Lesson: Learn Before You Act. In: **International Annual Conference On Real Options**, 7., july. 2003, Washington, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2003>>. Acesso em: 18 set. 2003.

LAI, Van Son; TRIGEORGIS, Lenos. **The Strategic Capital Budgeting Process: A Review of Theories and Practice**. In: TRIGEORGIS, Lenos. (b) Real Options in Capital Investment. Westport (USA): Praeger, 1995. Cap. 4.

LAMBRECHT, Bart.; PERRAUDIN, William. Real Options and Preemption Under Incomplete Information. In: **International Conference On Real Options**, 3., jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers1999>>. Acesso em: 21 jan. 2003.

LAPPONI, Juan Carlos. **Projetos de Investimento: Construção e Avaliação do Fluxo de Caixa**. São Paulo: Laponi, 2000.

Le GRAND, Charles H. **Audit & Security Controls that Work** – Information Security Governance and Assurance. The Institute of Internal Auditors, april 2003. Disponível em: <[http://www.sans.org/rr/audittech/Charles\\_LeGrand\\_AT2.pdf](http://www.sans.org/rr/audittech/Charles_LeGrand_AT2.pdf)>. Acesso em: jul. 2004.

LIMA, Manolita Correia. **Monografia: a engenharia da produção acadêmica**. São Paulo: Saraiva, 2004.

LOPES, Eurico Pereira. **Opções Reais: A nova análise de investimentos**. 2 ed. Lisboa: Sílabo, 2001.

LUEHRMAN, Timothy A. **Investment Opportunities as Real Options**: getting started on the numbers. Manager's Tool Kit. Harvard Business Review, USA, p.1 -15, July – August, 1998.

LUND, Morten W. Real Options in Offshore Oil Fuel Development Projects. In: **International Conference On Real Options**, 3., jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers1999>>. Acesso em: 21 jan. 2003.

MANNARINO, Remo. **Introdução à Engenharia Econômica**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

MANUAL DE PREPARAÇÃO DE ESTUDOS DE VIABILIDADE INDUSTRIAL. Trad. Antonio Norival Brito Rabelo. São Paul: Atlas, 1987.

MARKS, David H. **The Evolving Role of Systems analysis in Process and Methods In Large-scale Public Socio-Technical Systems**. Article in System Symposium, May 2002. Massachusetts Institute of Technology Engineering Systems Division. Artigo disponível em: <<http://esd.mit.edu/WPS/ESD%20Internal%20Symposium%20Docs/ESD-WP-2003-01.08-ESD%20Internal%20Symposium.pdf>>. Acesso em março de 2005.

MARTZOUKOS, Spiros H.; TRIGEORGIS, Lenos. **Resolving a Real Options Paradox with Incomplete Information**: After All, Why Learn? In: INTERNATIONAL ANNUAL CONFERENCE ON REAL OPTIONS, 5., jun. 2001, Los Angeles, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2001>>. Acesso em: 25 jan. 2003.

MASON, Robin.; WEEDS, Helen. Can Greater Uncertainty Hasten Investment? In: **International Annual Conference On Real Options**, 7., july. 2003, Washington, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2003>>. Acesso em: 18 set. 2003.

MEINEN, Ênio; DOMINGUES, Jefferson Nercolini, DOMINGUES, Jane Aparecida Stefanos (Org.). **O Adequado Tratamento Tributário das Sociedades Cooperativas**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2003.

MERTON, Robert C. **An Analysis of Criteria for Investment and Financing Decisions Under Certainty**. Article. Disponível em: <[http://www.prmia.org/pdf/Merton\\_Notes/Chpt6.pdf](http://www.prmia.org/pdf/Merton_Notes/Chpt6.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2004.

MELODY, William H. **Network Cost Analysis: Concepts and Methods**. In.: \_\_\_\_\_. Telecom Reform: Principles, Policies and Regulatory practices. Lyngby: Technical University of Denmark, 1997. Chapter 17. Disponível em: <http://www.lirne.net/resources/tr/chapter17.pdf> . Acesso em fevereiro de 2005.

MICALIZZI, Alberto. **Timing to Invest and Value of Managerial Flexibility – Schering Plough case study**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON REAL OPTIONS, 3., jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers1999>>. Acesso em: 21 jan. 2003.

MOEL, Alberto; TUFANO, Peter. When are real options exercised? An empirical study of mine closings. In: **International Conference On Real Options**, 3., jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers1999>>. Acesso em: 21 jan. 2003.

MONDHER, Bellalah. Extended DCF analysis and real options analysis within Information uncertainty: applications for project valuation and R&d. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

MOORE, William T. **Real Options & option-embedded securities**. New York: John Wiley & Sons, 2001.

MORAIS, Pedro; PINTO, Pedro. **Metodologias de cálculo de price target e recomendações de investimento**. Artigo. Disponível em: <[http://www.cmvm.pt/publicacoes/cadernos/caderno14/PMorais\\_PPinto.pdf](http://www.cmvm.pt/publicacoes/cadernos/caderno14/PMorais_PPinto.pdf) >. Acesso em maio 2005.

MOTTA, Régis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de Investimentos: Tomada de Decisões em Projetos Industriais**. São Paulo: Atlas, 2002.

MYERS, Stewart C. Finance Theory and Financial Strategy. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty: classical reading and recent contributions**. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap. 2.

MYERS, Stewart C; MAJD, Saman. **Abandonment Value and Project Life**. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty: classical reading and recent contributions**. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap. 14.

NEELY, James E.; NEUFVILLE, Richard de. Hybrid real options valuation of risky product development projects. **International Journal of Technology**, Policy and Management USA, 1997, v. e, p. 27 Disponível em: <<http://www.idealibrary.com.onIdeal>>. Acesso em: 11 set. 2002.

NEMBHARD, Harriet Black; SHI, Leyuan; PARK, Chan S. **Real option models for managing manufacturing system changes in the new economy**. Journal Engineering Economist, USA, 2000, v. 45, 3, p. 21. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jmateco>>. Acesso em: 25 jun. 2002.

NEPOMUCENO FILHO, Francisco; SUSLICK, Saul B. **Alocação de recursos financeiros em projetos de risco na exploração de petróleo**. RAE, Brasil, v. 40, n. 1. Jan-Mar. 2000. p. 63-75.

NEUFVILLE, Richard de. Real Options: dealing with uncertainty in systems planning and design. **5<sup>th</sup> International Conference on Technology Policy and Innovation**. Delft, Netherlands, 2001, june 29, 21 p. Disponível em: <<http://www.idealibrary.com.onIdeal>>. Acesso em: 11 set. 2002.

NEVES, Cesar das. **Análise de Investimentos**: projetos industriais e engenharia econômica. Rio de Janeiro: Guanabara, 1982.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERTIVAS BRASILEIRAS. O Cooperativismo Internacional. Brasília: OCB, 1990.

\_\_\_\_\_. O Cooperativismo no Brasil. Brasília: OCB, 1991.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento Estratégico**: Conceitos, Metodologia e Práticas. 13 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

OSAKWE, Carlton James U. **Real Options and Adverse Incentives**: Determining the Incentive Compatible Cost-of-Capital. In: INTERNATIONAL ANNUAL CONFERENCE ON REAL OPTIONS, 6, jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

PAMPLONA, Edson de Oliveira; MONTEVECHI, José Arnaldo B. Engenharia Econômica I. Apostila, 2003, disponível em: <<http://www.iem.efei.br/edson/download/Apostee1.pdf>> Acesso em fevereiro de 2005.

PARK, Chan S.; HERATH, Hernantha S. B. **Exploiting uncertainty investment opportunities as real options**: a new way of thinking in engineering economics *Journal Engineering Economist*, USA, 2000, v. 45, 1, p. 1-36. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jmateco>>. Acesso em: 25 jun. 2002.

PAWLINA, Grzegorz.; KORT, Peter M. **The Strategic Value of Flexible Quality Choice**: a Real Options Analysis. In: INTERNATIONAL ANNUAL CONFERENCE ON REAL OPTIONS, 6, jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

PERES, João R. **Estado da Arte em Gestão Tecnológica** – Governança de ICT. Disponível em: <<http://www.informaticahoje.com.br/seminariosh/imagens/palestras/joao>> Acesso em: jun. 2004.

PERLITZ, Manfred.; PESKE, Thorsten.; SCHRANK, Randolf. **Real options valuation**: the new frontier in R&D project evaluation? *R&D Management*, USA, 1999, v. 29,3 p. 255-269. Blackwell Publishers. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jmateco>>. Acesso em: 20 set. 2002.

PINDYCK, Robert. S; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. 5 ed. Trad. e Rev. Eleutério Prado. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

PINDYCK, Robert S. Irreversibility, Uncertainty, and Investment. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty**: classical reading and recent contributions. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap. 11.

\_\_\_\_\_. Irreversible Investment, Capacity Choice, and the Value of the Firm. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty**: classical reading and recent contributions. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap. 15.

PINHO, Alexandre Ferreira de; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra.; PAMPLONA, Edson de Oliveira. Artigo, 2003. **Aplicações de Números Fuzzy Triangulares em Análises de Investimentos em Situações de Incerteza** – Método Baseado na Teoria dos Jogos. Disponível em:<<http://www.iem.efei.br/edson/download/Artpinhofuzzy.pdf>>. Acesso em: 20 março 2005.

PINHO, Diva Benevides *et al.*(b). **Tipologia cooperativista**. 3 ed. São Paulo: CNPq., 1984.

PORTAL DO COOPERATIVISMO. **A Estrutura do Cooperativismo**. Disponível em: <[http://www.portaldocooperativismo.org.br/sescoop/cooperativismo/estrutura\\_cooperativismo.asp](http://www.portaldocooperativismo.org.br/sescoop/cooperativismo/estrutura_cooperativismo.asp)>. Acesso em: 25 jan. 2004.

RAMBO, Balduino. **Memórias autobiográficas**. Theodor Amstad. São Leopoldo: Unisinos, 1981.

ROCHA, Katia et al. The Option Value of Forest Concessions in Amazon Reserves. In: **International Annual Conference On Real Options**, 5., jun. 2001, Los Angeles, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2001>>. Acesso em: 25 jan. 2003.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, **Bradford D.** **Princípios de administração financeira: Essentials of Corporate Finance**. São Paulo: Atlas, 1998.

SÁ, Geraldo Tosta de. **Administração de Investimentos: Teoria de Carteiras e Gerenciamento do Risco**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

SCHNEIDER, José Odelso. **A reestruturação produtiva e as Cooperativas de Trabalho**. São Leopoldo: Unisinos, 1981.

SCHWARTZ, Eduardo.; GOROSTIZA, Carlos Zozaya. Valuation of Information Technology Investments as Real Options. In: **International Annual Conference On Real Options**, 4., jun. 2000, Cambridge, England. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2000>>. Acesso em: 25 jan. 2003.

SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty: classical reading and recent contributions**. Massachusetts: MIT Press, 2001.

SCIELO- Base de Dados. Disponível em: < [www.scielo.br](http://www.scielo.br) > Acesso em: 30 mar. 2004.

SECURATO, José Roberto. **Decisões Financeiras em Condições de Risco**. São Paulo: Atlas, 1996.

SICK, Gordon. Analyzing a Real Option on a Petroleum Property. In: **International Conference On Real Options**, 3., jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers1999>>. Acesso em: 21 jan. 2003.

SILVA, Wander Fonseca. **Contribuição da simulação de Monte Carlo na projeção de cenários para gestão de custos na área de laticínios**. 2004. Dissertação (Dissertação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá - MG. Disponível em: <<http://www.iem.efei.br/edson/pesquisa.htm#formacao>> Acesso em maio de 2005.

SLADE, Margaret E. **Valuing Managerial Flexibility**: an application of real-option theory to mining investments. *Journal of Environmental Economics and Management*, USA, 2001, v. 45, p. 193-233. Disponível em: <<http://www.idealibrary.com>. on Ideal >. Acesso em: 24 jun. 2002.

SLACK, Nigel et. al. **Administração da Produção**. ed. compacta. Tradução: Ailton Bomfim Brandão et al. São Paulo: Atlas, 1999.

SHRIEVES, Ronald E.; WACHOWICZ Jr., John M. **Free Cash Flow, economic Value Added and Net Present Value**: A reconciliation of variation of Discounted Cash Flow Valuation. Article in Department of Finance College of Business Administration The University of Tennessee, June, 2000. Artigo disponível em: <<http://bus.utk.edu/finance/WP/eva.pdf>> . Acesso em fevereiro de 2005.

SMIT, Han T. J.; TRIGEORGIS, Lenos. (a). Flexibility and Commitment in Strategic Investment. In: SCHWARTZ, Eduardo S.; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment Under Uncertainty**: classical reading and recent contributions. Massachusetts: MIT Press, 2001. Cap. 21.

SMIT, Han T. J.; TRIGEORGIS, Lenos. (b). Exports and Production Technology under Volatile Exchange Rates. In: **International Annual Conference On Real Options**, 5., jun. 2001, Los Angeles, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2001>. Acesso em: 25 jan. 2003.

SCHARDONG, Ademar. **Cooperativa de Crédito**: Instrumento de organização econômica da sociedade. Porto Alegre: Rigel, 2003.

SOON, Andrew Wong Lip. Real Options – Its Implications On Venture Capitalist's Investment Decision-Making Behavior. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>. Acesso em: 20 fev. 2003.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos**: Fundamentos, Técnicas e Aplicações. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

TACHIZAWA, Takeshy; REZENDE, Wilson. **Estratégia Empresarial**: Tendências e Desafios – Um enfoque na realidade Brasileira. São Paulo: Makron Books, 2000.

TAVARES, Mauro Calixta. **Planejamento Estratégico: A Opção entre o sucesso e fracasso empresarial.** São Paulo: Atlas, 1991.

TEISBERG, Elisabeth Olmsted. **Methods for Evaluating Capital Investment Decisions under Uncertainty.** In: TRIGEORGIS, Lenos. (b) Real Options in Capital Investment. Westport (USA): Praeger, 1995. Cap. 2.

TRIGEORGIS, Lenos. (a) **Real Options:** managerial flexibility and strategy in resource allocation. Sixth printing.. Massachusetts: MIT Press, 2002.

\_\_\_\_\_. (b) Real Options in Capital Investment. Westport (USA): Praeger, 1995.

TUNG, Yeou-Koung. **Uncertainty and Reliability Analysis in Water Resources Engineering.** 1993. Department of Civil & Structural Engineering. Hong Kong University of Science & Technology. Disponível em <[http://www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/V103\\_A3.pdf](http://www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/V103_A3.pdf)> Acesso em: 15 mar. 2005

VASCONCELLOS FILHO, Paulo de.; PAGNONCELLI, Dernizo. **Construindo Estratégias para Vencer: Um método prático, objetivado e testado para o sucesso da sua empresa.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

WALLS, Michael R. **Corporate Finance.** Article, spring 2000. Disponível em: <<http://www.mines.edu/Academic/courses/econbus/ebgn545/Syllabus2000.html>>. Acesso em: 15 dez. 2004.

WEEDS, Helen. Real Options and Game Theory: When should Real Options Valuation be applied? In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

WILLNER, Ram. Valuing Start-up Venture Growth Options. In: TRIGEORGIS, Lenos. (b) Real Options in Capital Investment. Westport (USA): Praeger, 1995. Cap. 13.

WINSTON, Wayne L. Pricing of Options and Real Options. In: **International Conference On Real Options**, 3., jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers1999>>. Acesso em: 21 jan. 2003.

WOEHR, Jack. **Lotfi Visions Part 1:** Na interview with Lotfi Zadeh, the father of fuzzy logic. 1994. Disponível em <<http://www.ddj.com/documents/s=1017/ddj9407e/>> Acesso em: 15 mar. 2005.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. **Projetos**: planejamento, elaboração, análise. São Paulo: Atlas, 1989.

YEO, K.T.; QIU, Fasheng. **The value of management flexibility** – a real option approach to investment evaluation. *International Journal of Project Management*, USA, 2002, 9 p. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/ijproman>>. Acesso em: 20 jul. 2002.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZUGARRAMURDI, Aurora; PARIN, Maria A.; LUPIN, Hector M. **Economic engineering applied to the fishery industry**. Article in *FAO Fisheries Technical Papers*, 1999. Artigo disponível em: <[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/V8490E/v8490e02.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/V8490E/v8490e02.htm)>. Capturado em fevereiro de 2005.