



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - FACE
Departamento de Administração - ADM

Demetrio Arthur Caixeta Gomes de Bezerra

**Aplicação do Valor Presente Líquido Generalizado em
Fluxos de Caixa Não Convencionais**

Brasília – DF

2016

Demetrio Arthur Caixeta Gomes de Bezerra

Aplicação do Valor Presente Líquido Generalizado em Fluxos de Caixa Não Convencionais

Monografia apresentada ao Departamento de Administração como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração.

Prof. Orientador: Dr. Vinicius Amorim Sobreiro.

Brasília – DF

2016

Bezerra, Demetrio Arthur Caixeta Gomes de.

Aplicação do Valor Presente Líquido
Generalizado em fluxos de caixa não convencionais
/ Demetrio Arthur Caixeta Gomes de Bezerra -
Brasília, 2016.

77 f. : il.

Monografia (bacharelado) - Universidade de
Brasília - UnB, Departamento de Administração -
ADM, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro,
Departamento de Administração.

DEMETRIO ARTHUR CAIXETA GOMES DE BEZERRA

**Aplicação do Valor Presente Líquido Generalizado em Fluxos
de Caixa Não Convencionais**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão
do Curso de Administração da Universidade de Brasília do aluno

Demetrio Arthur Caixeta Gomes de Bezerra



Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro

Professor-Orientador



Prof. Tit. Herbert Kimura

Professor-Examinador



Prof. Me. Santiago Ravassi

Professor-Examinador

Brasília, 17 de junho de 2016

Dedico este estudo à minha família que sempre me apoiou em meus estudos, conquistas e dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Dr. Vinicius Amorim Sobreiro pela dedicação e cuidado com o trabalho aqui apresentado e por despertar em mim maior interesse nos estudos da área de finanças. Não posso deixar de mencionar o agradecimento à Universidade de Brasília, aos demais professores e colegas, em especial o Hugo Habib, por terem contribuído com a minha formação acadêmica. Agradeço especialmente meu pai, minha mãe e meu irmão pelo apoio incondicional.

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo apresentar e aplicar o método recentemente proposto do Valor Presente Líquido Generalizado (VPLG). Tal método foi desenvolvido com o propósito de contemplar a análise de investimento de fluxos de caixa não convencionais. Os métodos tradicionais TIR e a TIRM possuem diversos pontos de atenção que podem guiar o tomador de decisão a cometer um equívoco, portanto o VPLG foi desenvolvido para ser uma alternativa a esses indicadores. O VPLG foi testado e analisado em fluxos de caixa não operacionais comumente apresentadas na literatura (Lorie e Savage, (1955); Hazen, (2003)). Os testes aplicados indicam que a TIR e a TIRM por possuírem algumas falhas podem indicar resultados diferentes do VPLG, um método desenvolvido para evitar que tais falhas se repitam por meio da taxa interna de retorno generalizado (TIRG) e a taxa externa de retorno generalizada (TERG). Conclui-se, portanto, que o Valor Presente Líquido Generalizado pode ser uma boa alternativa, porém com ressalvas, aos métodos mais tradicionais da literatura.

Palavras-chave: Valor Presente Líquido Generalizado; Taxa Interna de Retorno; Taxa Interna de Retorno Modificada; Taxa Interna de Retorno Generalizada; e Taxa Externa de Retorno Generalizada.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Métodos de análise alternativos em ordem cronológica.....	31
Figura 2 - Fluxo de caixa convencional.	38
Figura 3 - Fluxo de caixa não convencional.	38
Figura 4 - Solução gráfica do método VPLG	56
Figura 5 - VPLG x VPL.....	62
Figura 6 - Taxa de financiamento x TIRM.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fluxo de caixa projeto Pump Oil.....	58
Tabela 2 - Resultado VPL e VPLG.	59
Tabela 3 - Indicadores do caso <i>Pump Oil</i>	61
Tabela 4 - Quadro resumo da variação da taxa de financiamento.	63
Tabela 5 - Fluxo de caixa de Hazen (2003).....	64
Tabela 6 - Quadro resumo fluxo de caixa de Hazen (2003).	64
Tabela 7 - Fluxo de caixa de Song (2014).	65
Tabela 8 - Fluxo de caixa do reflorestamento.	66
Tabela 9 - Quadro resumo do reflorestamento.....	66
Tabela 10 - Fluxo de caixa das construções habitacionais.	67
Tabela 11 - Quadro resumo das construções habitacionais	68
Tabela 12 - Quadro resumo dos casos analisados.	70
Tabela 13 - Principais conclusões do método VPLG.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIRR	-	<i>Average Internal Rate of Return;</i>
TIRM	-	Taxa Interna de Retorno Modificada;
VPL	-	Valor Presente Líquido;
TIR	-	Taxa Interna de Retorno;
CAPM	-	<i>Capital Asset Pricing Model;</i>
CAE	-	<i>Custo Anual Equivalente;</i>
VPLG	-	Valor Presente Líquido Generalizado;
TIRG	-	Taxa Interna de Retorno Generalizada;
TERG	-	Taxa Externa de Retorno Generalizada;
VPL*	-	Valor Presente Líquido Geral;
GRRR	-	<i>Generalized Relative Rate of Return</i> (Taxa de Retorno Relativa Generalizada);
TVM	-	<i>Time Value Money</i> (Valor do dinheiro no tempo);
SNPV	-	<i>Shareholder Net Present Value</i> (Valor Presente Líquido do Acionista);
ERR	-	<i>Economic Rates of Return</i> (Taxas de Retorno Econômico); e
FDC	-	Fluxo de caixa.

LISTA DE VARIÁVEIS

- t - Momento no tempo;
- n - Quantidade de períodos;
- F - Fluxo de caixa;
- K - Custo de capital;
- p - Taxa de reinvestimento; e
- r - Taxa de financiamento.

SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xiii
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xvii
LISTA DE VARIÁVEIS.....	xix
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	29
2.1 Histórico dos estudos.....	29
2.2 Análise de investimentos	33
2.3 Projeto: aceitar ou rejeitar?	34
2.4 Capital investido vs. empréstimo	36
2.5 Fluxo de caixa e fluxo de caixa descontado.....	36
2.5.1 Fluxo de caixa convencional e não convencional	38
2.6 Custo de capital	39
2.7 Indicadores de viabilidade.....	40
2.7.1 Valor Presente Líquido (VPL).....	41
2.7.2 Taxa Interna de Retorno.....	43
2.7.3 Taxa Interna de Retorno Modificada.....	49
3 Método	53
3.1 Valor Presente Líquido Generalizado	53
3.2 Solução gráfica do VPLG	55
4 Aplicação	57
4.1 O caso <i>Pump Oil</i>	57
4.2 O estudo de Hazen (2003).....	63
4.3 O caso de Song (2014)	64
4.4 O caso do reflorestamento utilizando o sistema silvipastoris	65

4.5	O estudo de González e Formoso (2001) sobre construções habitacionais	66
5	Conclusão	69
5.1	Principais conclusões.....	69
5.2	Limitações.....	71
5.3	Recomendações para trabalhos futuros	72
6	Bibliografia	75

1 INTRODUÇÃO

A avaliação de projetos e suas diversas técnicas desenvolvidas desde o século passado formam um importante conjunto de conhecimentos para a decisão de qualquer tipo de investimento (Park & Sharp-Bette, 1990, pp. 1-4). Investimento esse que foi definido por eles como um sacrifício de algo no momento atual para a prospecção de algo a mais no momento futuro. Percebe-se, portanto, que a análise de investimentos está relacionada à premissa de que as empresas buscam sempre a maximização de lucros. Tais teorias também podem ser aplicadas para análise de investimento de pessoas físicas.

Segundo Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, p. 15), a análise de retorno de investimento deixou de ser apenas mais uma discussão dos dias de hoje que faz parte dos debates e formulações de teorias para melhorar a gestão empresarial. Acredita-se que tais análises são essenciais para a manutenção da gestão financeira das empresas e conseqüentemente do país, considerando-se que o objetivo é aumentar os lucros. Ainda de acordo com os autores, caso um investimento não tenha retornos satisfatórios, os investidores não terão motivos para realizá-los, caso contrário poderão comprometer seus ativos. Magni (2009, p. 971) defende que projetos considerados estratégicos que sejam economicamente inviáveis podem ser executados para gerarem oportunidades futuras.

Teichoroew, Robichek e Montalbano (1965a, p. 151) citam que as empresas estão constantemente avaliando possibilidades de investimento a partir de três fases: primeiramente encontram uma fonte de recursos, investem e, por fim, recebem o retorno pelo investimento. Da mesma forma, Solomon (1956, p. 124) defende que a correta tomada de decisão requer estimativas de entradas e saídas de dinheiro que servirão de base para a maximização da riqueza. Tais entradas e saídas constituem, portanto a estruturação de um fluxo de caixa.

Um bom administrador financeiro tem como principais atividades lidar com o orçamento de capital, projetar corretamente os fluxos de caixa de um determinado investimento, assim como garantir que os recursos líquidos estarão disponíveis para a realização do investimento. Por último, ele deve saber utilizar o dinheiro da maneira mais racional possível dentre diversas oportunidades de investimento (1955, p. 229).

De acordo com Smith (1967, p. 359), muitas decisões econômicas envolvem a análise de fluxos de caixa de períodos diferentes e embora o valor do dinheiro do tempo seja levado em consideração para a análise de investimentos atualmente, nem sempre foi assim. Diante disso, ao longo dos anos foram desenvolvidos diversos métodos de análise de investimento, sendo o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) os mais usados e discutidos pela academia (Lohmann, 1988, p. 303).

Segundo Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, p. 63), o Valor Presente Líquido (VPL) reflete a riqueza em valores monetários do investimento medida pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa. Um projeto é considerado atraente quando o resultado for maior ou igual a zero, caracterizando que ele agrega mais valor ao patrimônio.

A Taxa Interna de Retorno (TIR), por sua vez, é definida por Ng e Beruvides (2015, p. 75) como a taxa de juros que iguala o valor presente descontado dos fluxos de caixa positivo aos fluxos de caixa negativos. Percebe-se, portanto, que o VPL e a TIR são originados do método do fluxo de caixa descontado. Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, pp. 70-75) citam que a TIR requer alguns cuidados, como os problemas enfrentados para avaliação de investimento de fluxos de caixa não convencionais e por financiar e reinvestir os fluxos de caixa pela mesma.

Em um fluxo de caixa convencional há apenas uma inversão de sinal ao longo do período do projeto, enquanto os fluxos não convencionais possuem uma forma alternada e não uniforme de entradas e saídas (Kassai, Casanova, Neto, & Santos, 2005, p. 63). Embora seja um método bastante conhecido e preferido por tomadores de decisão devido à sua facilidade de comparação com taxas de juros e simplicidade, diversos autores como por exemplo Magni (2010, pp. 150-151), encorajam a não utilização desse indicador e elencam diferentes maneiras que ele pode guiar um investidor a tomar uma decisão errada. Embora o VPL não tenha uma interpretação tão intuitiva, ele é um método mais confiável e em caso de divergências com a TIR, deve ser priorizado no processo decisório (Berk & DeMarzo, 2009, p. 188).

Devido aos problemas citados, foi desenvolvida a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM). Esse método gera uma taxa em que os lucros são remunerados

a uma taxa compatível com a realidade da empresa e os investimentos são financiados a taxas próximas às do mercado, conseqüentemente, uma taxa de retorno de investimento mais realista (Kassai, Casanova, Neto, & Santos, 2005, p. 76). Essa taxa pode ainda ser utilizada para avaliar fluxos de caixa não convencionais devido à forma como é calculada, já que os fluxos negativos são levados a valor presente e os fluxos de caixa positivos são levados a valor futuro para que posteriormente seja levado a valor presente, tornando a projeção um fluxo de caixa convencional já que há apenas uma variação de sinais.

De acordo com Kulakov e Kulakova (2014, p. 3), embora tenha sido criada para solucionar os problemas da TIR, a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) também possui suas limitações, como o fato de não poder caracterizar a taxa de retorno de um projeto de investimento em que o estágio de investimento exceda um período. Quando isso ocorre, a TIRM cresce à medida que a taxa de financiamento aumenta, o que é totalmente fora do senso comum, direcionando o investidor a uma tomada de decisão errada porque os fluxos negativos são descontados pela taxa de financiamento. Analisando-se friamente, é esperado que quanto maior a taxa de financiamento, maiores serão os gastos, logo, menor deveria ser o retorno, algo que a TIRM não considera.

Considerando-se as críticas feitas aos métodos tradicionais Taxa Interna de Retorno (TIR) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) na análise de fluxo de caixa não convencional, além das críticas ao próprio Valor Presente Líquido (VPL), diversos estudos acadêmicos como, Magni (2013), por exemplo, foram elaborados visando conhecer melhor os problemas de cada um e propor melhorias e métodos alternativos. Lorie e Savage (1955) foram precursores dos estudos com o clássico exemplo do *Pump Oil* que serve de base para a comparação de métodos antigos e novos.

Teichroew, Robichek e Montalbano (1965a, pp. 395-403) focaram seus esforços na diferenciação entre taxas de investimento e financiamento, um insumo importante para a maioria dos estudos atuais. Beaves (1988, pp. 275-302), por sua vez, propõe a utilização do Valor Presente Líquido Geral (VPL*)¹ e a Taxa de Retorno. Outros métodos como a *Average Internal Rate of Return* (AIRR), (Magni,

¹ O método VPL* difere do método tradicional VPL e do método VPLG proposto por Kulakova e Kulakov (2012), que será apresentado na seção III.

2013, pp. 1-82), *Economic Rates of Return* (Barry & Robison, 2014), o Valor Presente Líquido dos *Shareholders* (Bosch-Badia, Montllor-Serrats, & Tarrazon-Rodon, 2014), e a TIR Seletiva (Weber, 2014), são tentativas de solucionar os problemas mais conhecidos dos métodos tradicionais e avançar os estudos sobre a temática. É importante destacar que não é foco deste estudo apresentar ou comparar tais métodos, apenas citar que existem outros estudos a cerca do tema.

O presente estudo tem como objetivo apresentar o método do Valor Presente Líquido Generalizado (VPLG) desenvolvido por Kulakov e Kulakova (2012, pp. 2-9). A função VPLG é determinada por meio do constante desconto dos fluxos de caixa do final ao início do projeto. Se o valor presente do projeto em um determinado período for positivo, usa-se a taxa interna de desconto, caso contrário utiliza-se a taxa externa. A taxa interna determina o custo de financiamento do projeto, e a taxa externa determina a taxa de retorno do reinvestimento do projeto (Kulakov & Kulakova, 2013, p. 3). É importante destacar que segundo os criadores do método, cada projeto não convencional sempre encontra duas taxas de retorno: Taxa Interna de Retorno Generalizada (TIRG) e Taxa Externa de Retorno Generalizada (TERG), dependendo da taxa de reinvestimento ou de financiamento, respectivamente.

A TIRG representa a maior taxa de juros que um investidor está disposto a pagar sem que haja perda de dinheiro se todo o financiamento do projeto for pago posteriormente. A TERG é usada em projetos de empréstimo e representa a taxa mínima de reinvestimento necessária para que o projeto seja aceito (Kulakova & Kulakov, 2012, p. 3).

O método recentemente proposto foi avaliado por Song (2014) que assim como os desenvolvedores encontrou resultados diferentes do VPL, TIR e TIRM. Acredita-se, portanto, que os métodos tradicionais podem direcionar à tomada de decisão errada, e o VPLG se apresenta como uma alternativa para solucionar o problema.

Ao contrário do que é defendido por grande parte da academia, alguns estudiosos acreditam que a ocorrência de fluxos de caixa não convencionais é um fenômeno atípico, portanto as deficiências da TIR em relação ao VPL são casos muito particulares, praticamente impossíveis de acontecer (Ben-Horin & Kroll, 2012, p. 101). Devido a isso, Ng e Beruvides (2015, p. 82) afirmam que a TIR continua sendo uma importante ferramenta de análise e que em caso de dúvidas a TIRM deve

ser utilizada. De acordo com eles, não seriam necessários tantos estudos sobre o tema.

Devido à criação de vários outros métodos alternativos, ainda não há um único método que tenha sido consolidado e que tenha se tornado uma referência na resolução das dificuldades enfrentadas pela TIR e TIRM. Dessa forma, os métodos tradicionais continuam sendo utilizados em casos que não deveriam devido à falta de conhecimento de alguma alternativa viável e por serem amplamente conhecidos.

Serão reforçadas neste estudo as falhas encontradas na aplicação dos métodos tradicionais a partir da sua aplicação prática. Assim, o objetivo do presente estudo é aplicar o método do Valor Presente Líquido Generalizado (VPLG). Para tal, o método proposto por Kulakov e Kulakova (2012) será testado em diferentes casos e comparado com os tradicionais. Foram utilizados como base para os testes exemplos clássicos presentes na literatura sobre engenharia econômica, além de situações próximas da realidade brasileira que não tem tanto destaque na academia.

Espera-se, portanto, que os testes aplicados comprovem que o VPLG é uma alternativa aplicável e mais efetiva que os demais métodos, como Kulakova e Kulakov (2012; 2013; 2014), Kulakov e Kastro (2015) e Song (2014) já defendem. Conseqüentemente, é esperado também que este estudo sirva de base para estudos mais aprofundados e para a consolidação de uma alternativa real aos métodos tradicionais.

Esta pesquisa contribui para que o campo desse estudo seja melhor explorado no Brasil. Por ser um conteúdo elaborado recentemente, pouco material foi encontrado na literatura, sendo que seu estudo no Brasil ainda é incipiente. Pretende-se, portanto, tornar o VPLG uma alternativa mais conhecida nos estudos acadêmicos, principalmente no Brasil.

Esse estudo está subdividido primeiramente na introdução que acabou de ser apresentada, além dos seguintes capítulos: o segundo capítulo é composto pela revisão da literatura a cerca de temas relacionados à análise de investimentos; no terceiro capítulo é apresentado o método do VPLG; no quarto capítulo é demonstrada a aplicação do método citado. Por fim, o quinto capítulo é composto pelas conclusões sobre o tema.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Histórico dos estudos

Esse trabalho foi baseado em estudos realizados desde a década de 20, começando por Hotelling (1925, pp. 229-239) que apresenta a teoria da depreciação, posteriormente passando por estudos clássicos nos anos 50 de Lorie e Savage (1955), com o clássico exemplo do *pump oil*. Solomon (1956, pp. 124-129), por sua vez, padroniza os critérios de decisão que devem ser levados em conta para a tomada de decisão.

Na década de 60, Teichroew, Robichek e Motalbano (1965a, pp. 151-179) e (1965b, pp. 395-403), tratam sobre a diferenciação entre taxas de juros de financiamento e de investimento e como proceder em casos de investimentos mistos. Smith (1967) contribui com a história da composição dos juros. Avançando para os anos 80, temos a apresentação do VPL*² como uma alternativa ao VPL tradicional feito por Beaves (1988).

Park e Bette (1990, pp. 3-275) fazem um compilado de informações sobre a engenharia econômica avançada que contribuiu para grande parte da base teórica desse estudo. Lohmann (1988, pp. 303-330), em contraste com diversos estudiosos, alegou que a taxa de reinvestimento é uma falácia, o que pode ser contrastado com o método VPLG. De acordo com o autor, replicar os ganhos monetários de um projeto pela sua própria TIR é incorreto, pois na verdade deve-se aplicar a taxa interna de retorno marginal, que nada mais é que a média da TIR de todas as oportunidades de investimento, não apenas do investimento em questão.

Já no século XXI foram elaboradas a maioria dos estudos que basearam esse trabalho, começando por Hazen (2003) que apresenta uma nova perspectiva sobre as múltiplas taxas internas de retorno e defende que elas podem gerar informações importantes. Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005) contribuíram com conceitos e explicações sobre a avaliação de investimentos de uma forma simples e direta. Biondi (2006) comenta sobre a criação da TIRM e a relação com o estudo de

² O VPL* ou Valor Presente Líquido Geral é diferente do Valor Presente Líquido tradicional e do Valor Presente Líquido Generalizado (VPLG) e não terá seu conteúdo aprofundado como o VPL tradicional.

Duvillar, além de falar sobre a história do desconto e a relação risco-retorno das avaliações de investimento.

Johnstone (2008, pp. 78-87), assim como Lohmann (1988, pp. 303-329), faz um estudo sobre as múltiplas taxas de retorno e como lidar com elas na análise de investimentos. Magni (2009, pp. 968-976) faz uma comparação entre a utilização da taxa mínima de atratividade e a teoria do CAPM (Sigla de Modelo de Precificação de ativos em inglês). Pierru (2010, pp. 105-117) contribuiu com um estudo sobre como utilizar as taxas de retorno complexas de uma forma simplificada. Bucko (2010, pp. 60-70) por sua vez fez uma integração entre os diferentes métodos de análise baseados no fluxo de caixa descontado.

Magni (2010, pp. 150-180), muito atuante no campo da avaliação de investimentos, apresenta o método AIRR³, um método que vem ganhando notoriedade na academia recentemente. Osborne (2010, pp. 234-239) apresenta o método TVM⁴ como uma alternativa ao VPL e TIR. Chiu e Escalante (2012, pp. 192-205) também propõe um método alternativo chamado de GRRR⁵. Ben-Horin e Kroll (2012, pp. 101-118) retomam a crítica ao excesso de preocupação da academia com as múltiplas taxas de retorno alegando que elas são extremamente raras e só ocorrem em casos irreais. Magni (2013, pp. 6-34) faz uma importante contribuição para defender seu método AIRR ao apontar 18 problemas enfrentados pela TIR.

Barry e Robison (2014, pp. 231-236) desenvolveram o método ERR (Taxas de Retorno Econômico em inglês) que complementa AIRR e TIRM usando conceitos da depreciação econômica. Também baseado na AIRR, Bosch-Badia et. al (Capital Budgeting and Shareholders' Value: Investment Projects Versus Courses of Action, 2014, pp. 207-230) criaram um método de análise de investimento pela ótica do *shareholder* chamado SNPV⁶. Weber (2014, pp. 25-39) apresenta a TIR seletiva. Por fim, Ng e Beruvides (2015, pp. 75-87) retomam a discussão sobre a real importância das múltiplas taxas de retorno e alegam a raridade de sua ocorrência.

Kulakova e Kulakov (2012; 2013; 2014) apresentam o método de análise do presente estudo (VPLG) e o desenvolvem ao longo dos seus estudos.

³ Tradução livre: Taxa Interna de Retorno Média em inglês.

⁴ Tradução livre: Valor do Dinheiro no Tempo em inglês.

⁵ Tradução livre: Taxa de Retorno Relativa Generalizada em inglês.

⁶ Tradução livre: Valor Presente Líquido do Acionista em inglês.

Posteriormente, os estudos foram aprofundados por Song (2014, pp. 1-50), que aplicou o método em contextos mais complexos e Kulakov e Kastro (2015, pp. 1-14) que enfatizam as críticas à TIRM para atestar a efetividade do VPLG.

Na Figura 1 são mostrados de forma cronológica os métodos alternativos ao VPL e a TIR com o nome do seu proponente o artigo científico responsável por apresentá-lo.

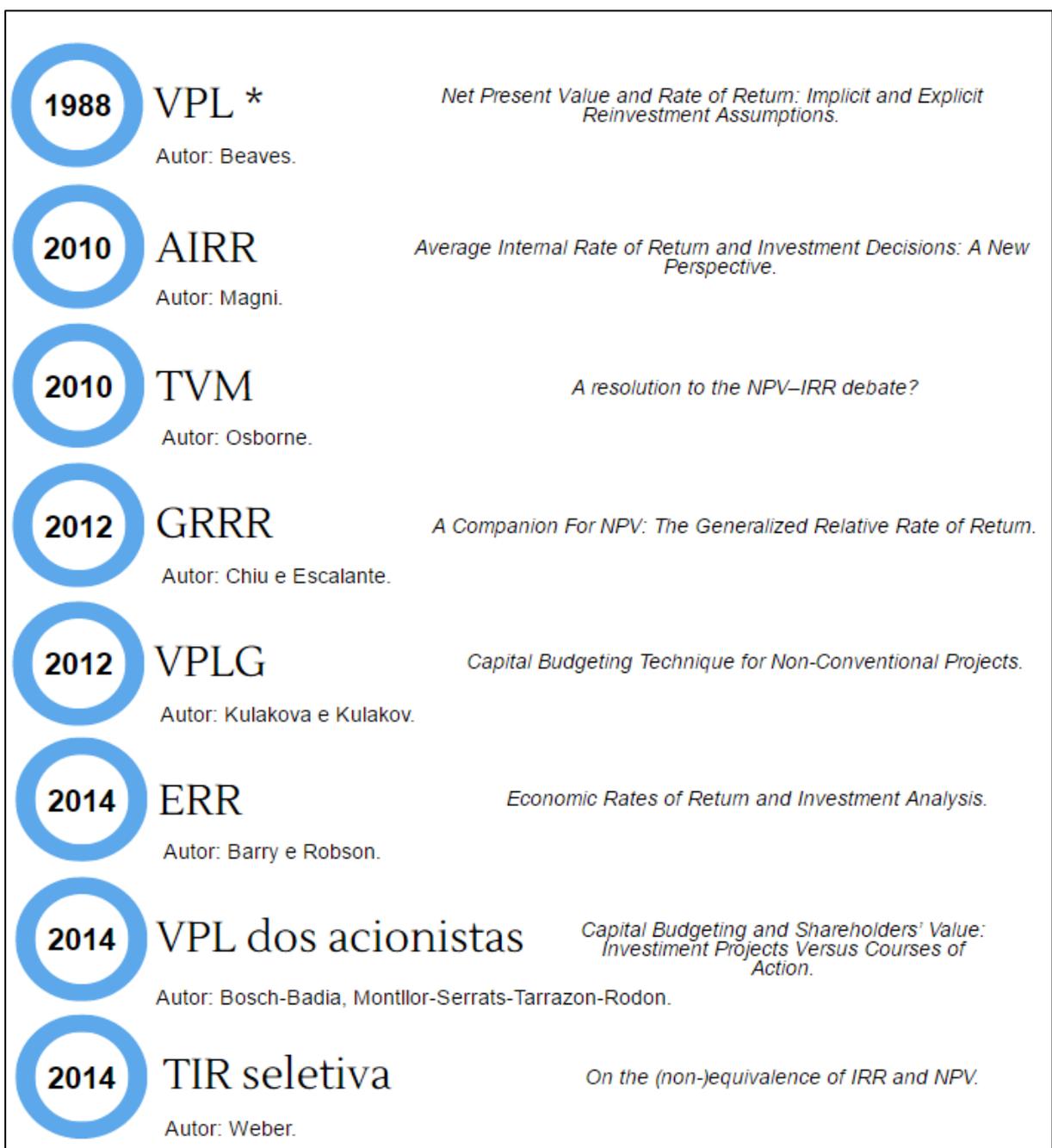


Figura 1 - Métodos de análise alternativos apresentados em ordem cronológica.

Muitas decisões econômicas envolvem a análise de fluxos de caixa de períodos diferentes e embora o valor do dinheiro do tempo seja levado em consideração para a análise de investimentos atualmente, nem sempre foi assim (Smith, 1967, p. 359). De acordo com Biondi (2006, p. 312), a utilização do desconto provavelmente surgiu no século XVI para a avaliação de concessão de empréstimos e aplicações financeiras, mas foi no século XVII que começaram a prestar mais atenção na formação dos juros e na probabilidade de não pagamento de empréstimos, levando-se em conta o risco das transações. Ainda de acordo com o mesmo autor, com o aumento do comércio e das práticas financeiras a composição dos juros começou a ser vista como uma forma de compartilhamento de riscos entre quem toma e quem empresta o dinheiro, diferentemente da pessoa que ganhava dinheiro por meio da especulação financeira.

Smith (1967, p. 359) cita que os juros, embora sejam muito mal vistos pela sociedade principalmente na antiguidade devido a fatores políticos, religiosos e econômicos, surgiram no momento em que as pessoas começaram a tomar empréstimos para cultivar suas terras ou para alavancar a produção. O risco de se emprestar um dinheiro e não tê-lo de volta devido a enchentes que impediam a colheita ou quaisquer outros problemas resultaram na criação dos juros, que eram maiores conforme o tamanho do empréstimo e o risco do dinheiro não retornar ao seu dono.

Os juros têm uma enorme contribuição para a análise de investimentos por considerar o valor do dinheiro no tempo, além de ser expresso da mesma maneira (porcentagem) que o custo de capital a ser utilizado para descontar fluxos de caixa e indicadores como TIR e TIRM. Considera-se, portanto, que os juros são um dos principais elementos responsáveis pela maneira como é feita a análise de investimentos atualmente.

Somando-se aos juros, a teoria da depreciação de Hotelling (1925) teve forte influência para a construção dos métodos de análise de investimento baseados no fluxo de caixa descontado. A depreciação é um importante fator para a elaboração dos fluxos de caixa, pois ela calcula a redução do valor dos ativos, tendo dessa forma um impacto direto nas saídas do fluxo de caixa.

Originado da depreciação, o método do Custo Anual Equivalente (CAE) é um indicador que visa encontrar o custo que equivale ao investimento inicial, podendo ser mensal ou anual, reforçando a importância da depreciação para a análise de

investimentos. Tal método mostra a quantia que deve ser investida a cada ano (mês) durante a vida útil de maneira uniforme para que esse iguale o investimento inicial, fornecendo informação acerca da distribuição do investimento inicial do negócio (Samanez, 2002, p. 273).

2.2 Análise de investimentos

Segundo Lorie e Savage (1955, p. 229), um bom gestor financeiro tem como principais atividades, lidar com o orçamento de capital, projetar corretamente os fluxos de caixa de um investimento, assim como os recursos líquidos que estarão disponíveis para realizá-los e, por último, usar o dinheiro da maneira mais racional possível dentre diversas oportunidades de investimento.

Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, pp. 59-62) defendem que a avaliação de projetos de investimentos é feita de acordo com os resultados de caixa e não com o lucro econômico porque é necessário revelar a efetiva capacidade da empresa em remunerar o capital aplicado e reinvestir os benefícios gerados. Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, pp. 59-62) elenca os princípios básicos da análise de investimentos:

- Não existe alternativa única (não fazer nada é uma alternativa);
- As alternativas em comparação devem ser homogêneas (prazos, moeda, entre outros);
- Apenas as diferenças de alternativas são relevantes (as semelhanças não são levadas em consideração para economizar tempo);
- É necessário ordenar as alternativas por meio de um denominador comum como, por exemplo, a TIR;
- Deve-se levar em consideração o valor do dinheiro no tempo;
- Não devem ser esquecidos os problemas relativos ao racionamento de capital;
- Deve-se considerar o grau de incerteza presente nas variáveis; e
- As decisões podem levar em consideração os eventos qualitativos que não podem ser quantificados como o sentimento (Kassai, Casanova, Neto, & Santos, 2005, p. 59).

Um investimento é o sacrifício de algo no momento atual para a prospecção de algo a mais no momento futuro, sendo que qualquer proposta de investimento deve ser analisada para garantir que o retorno será maior do que os seus custos. Dessa forma, a avaliação de projetos e suas diversas técnicas formam um importante conjunto de conhecimentos para a decisão de qualquer tipo de investimento (Park & Sharp-Bette, 1990, pp. 3-4).

Montalbano et al (1965a, p. 151) reforçam a importância da análise de investimentos acrescentando que as empresas estão constantemente avaliando possibilidades a partir de três fases: obtendo uma fonte de recursos, investindo e, por fim, recebendo o retorno pelo investimento.

2.3 Projeto: Aceitar ou rejeitar?

Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, pp. 58-59) definem um projeto como um conjunto de informações de natureza quantitativa e qualitativa que permite estimar um cenário com base em uma alternativa escolhida, contendo informações como: mercado, localização, processo de produção, aspectos técnicos, administrativos e legais, meio ambiente, fontes de recurso, entre outros. Ainda definindo esse conceito, Montalbano et. al (1965b, p. 395) caracterizam um projeto como:

*“... qualquer possibilidade ou compromisso que transformará o capital de uma empresa. Um projeto deve ser completamente descrito por uma sequência de $n + 1$ números reais, assumindo que o acréscimo ou decréscimo de uma quantidade de capital ocorre apenas no final de cada período durante a vida do projeto”.*⁷

Projetos independentes são classificados como aqueles que não competem entre si, de maneira que a aceitação de um não interfere na aceitação de outro, enquanto projetos mutuamente excludentes possuem o mesmo objetivo, portanto a aceitação de um elimina a de outro (Kassai, Casanova, Neto, & Santos, 2005, p. 61).

Lohmann (1988, pp. 305-307) enfatiza que um critério de decisão é definido como uma mensuração de valor seguido de uma regra de decisão. Além disso, o

⁷ Tradução livre.

autor defende que uma decisão econômica deve levar em conta consequências não monetárias e princípios similares devem ser definidos embora sejam difíceis de serem quantificados.

Segundo Solomon (1956, pp. 124-126), tomar uma decisão correta de investimento requer estimativas de entradas e saídas de dinheiro, que devem ser guiadas pelo custo de capital da companhia. Em acréscimo, o gestor necessita de um conjunto de padrões no qual escolherá entre diferentes projetos, visando sempre à maximização da riqueza. Tais padrões devem levar em consideração o tempo de duração dos projetos, atentando-se ao fato de que ao serem comparados projetos de investimentos que possuem uma duração de tempo diferente, é necessário analisá-los em termos relativos na data final do projeto de maior duração, ou seja, supondo que todos terão a mesma duração. Caso os projetos em vias de comparação tenham intervalos de tempo diferentes, muitas informações importantes serão deixadas de lado, o que pode prejudicar a tomada da melhor decisão.

Solomon (1956, p. 127) elenca três aspectos que devem ser levados em conta para a correta tomada de decisão:

1. Uma comparação de investimentos válida não ocorre entre dois diferentes projetos e sim entre duas alternativas que terão o mesmo curso de ação. A decisão final será do valor esperado por um investimento pelo tempo final do projeto de maior duração. Para tornar a comparação mais fidedigna, deve-se escolher uma taxa na qual os ganhos serão reinvestidos até a data final do projeto.

2. Em caso de uso da taxa de retorno como decisão de investimento, a taxa mais relevante é a que representa o retorno esperado até a data final do projeto de maior duração.

3. Se o valor presente for escolhido como critério de decisão, a taxa de reinvestimento deve ser usada como taxa de desconto. Ao se comparar projetos com diferentes investimentos iniciais deve-se comparar o valor presente por cada dólar de investimento inicial em vez do valor presente total do projeto.

2.4 Capital investido vs. empréstimo

Em análise de investimentos é de extrema importância a classificação do projeto da forma em que ele é realizado, podendo ser investimento, empréstimo ou misto. Ben-Horin e Kroll (2012, p. 103) definem um projeto de investimento como um projeto que possui um fluxo de caixa inicial negativo que se torna positivo logo após. Projetos que começam com um fluxo de caixa positivo e se tornam negativos ao seu final caracterizam um projeto de empréstimo. Montalbano et al (1965a, p. 156) acrescentam que em um projeto puro de investimento a empresa possui dinheiro investido durante todo o tempo, enquanto num projeto puro de financiamento a empresa deve dinheiro ao longo de todo o projeto, já em um projeto misto as duas situações ocorrem em períodos diferentes

Em contra partida, Lohmann (1988, p. 312) acredita que uma oportunidade é definida como investimento ou empréstimo quando o capital permanece investido ou emprestado durante todo o tempo de projeto, independentemente da quantidade de variação dos sinais no fluxo de caixa.

2.5 Fluxo de caixa e fluxo de caixa descontado

Hazen (2003, p. 33) define fluxo de caixa como uma sequência finita ou infinita de valores monetários. O fluxo de caixa é constituído de entradas e saídas de capital ao longo de um determinado período de tempo planejado para o projeto, permitindo, dessa maneira, dar noção à sua rentabilidade e viabilidade econômica (Samanez, 2002, p. 305). Dessa maneira, a organização do fluxo de caixa é feita em períodos de tempo iguais, em que comumente as operações são lançadas ao fim do período em que ocorrem. Ainda de acordo com o autor, o fluxo de caixa é construído para uma determinada quantidade de períodos que dependem da capacidade de geração de riqueza do projeto, ou seja, o projeto mais rentável deve gerar ganhos superiores do que em investimentos alternativos de igual risco.

Samanez (2002, pp. 306-307) classifica o fluxo de caixa em três diferentes categorias: Fluxo Econômico, Fluxo de Financiamento e Fluxo Econômico-Financeiro. O Fluxo Econômico é separado em fluxo de investimentos e liquidação (aquisição de ativos, gastos pré-operacionais, capital de giro, valor residual e dispêndios de capital) e fluxo operacional, que inclui tudo que tem relação direta com

a atividade principal da empresa como custos, receitas operacionais, impostos, estoques, entre outros. O Fluxo de Financiamento é composto por amortização, juros e benefícios fiscais da dívida. Por fim, o Fluxo Econômico-Financeiro é composto pelos dois fluxos citados anteriormente.

Não há um consenso na literatura sobre qual tipo de fluxo deve ser usado para a análise de investimentos. Foi observado ao longo dos estudos que cada autor e método utilizam os fluxos de caixa de maneiras diferentes, ora considerando todos os valores envolvidos, ora considerando apenas os gastos e receitas operacionais. Essa divergência pode ser melhor explorada em estudos futuros, investigando se há uma maneira mais correta do que a outra e se tais diferenças podem alterar o resultado de uma decisão de investimento.

Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, pp. 62-63), por sua vez, acreditam que a avaliação de projetos de investimentos é feita de acordo com os resultados de caixa e não com o lucro econômico, porque é necessário revelar a efetiva capacidade da empresa em remunerar o capital aplicado e reinvestir os benefícios gerados. Dessa forma, é necessário trabalhar com o fluxo de caixa líquido para aplicar os métodos de análise de investimentos, como foi falado em seu artigo:

“os métodos quantitativos são aplicados com base em fluxos operacionais líquidos de caixa e seu dimensionamento é considerado como o aspecto mais importante da decisão”

Somando-se a isso, ele define os fluxos de caixa descontados como os valores descontados de fluxos futuros para a data presente por meio de uma taxa de desconto definida para o investimento, formando assim o Valor Presente. O ajuste a valor presente além de levar em consideração a inflação, contém variáveis importantes na sua taxa de atratividade como juros reais e riscos. Solomon (1956, p. 124) define a abordagem do valor presente como o valor presente do desembolso de capital utilizando-se o custo de capital como taxa de desconto menos o valor presente dos ganhos esperados.

Em resumo, o fluxo de caixa descontado busca definir, por exemplo, quanto vale no dia de hoje R\$1.000,00 que serão recebidos daqui a dois anos. Essa diferença de valor deve ser considerada porque o dinheiro pode perder seu valor ao passar dos anos, dado que o poder de compra das pessoas e empresas se altera à medida que o tempo passa.

2.5.1 Fluxo de caixa convencional e não convencional

Ben-Horin e Kroll (2012, pp. 102-103) definem um fluxo de caixa convencional como um fluxo monetário em que há apenas uma inversão de sinal, indo do negativo para o positivo, como mostrado na Figura 2. Em contra partida fluxos de caixa não convencionais, que são objetivo de estudo desse trabalho, possuem mais de uma inversão de sinal, variando entre fluxos positivos e negativos, como está representado pela Figura 3. As setas voltadas para baixo indicam fluxos em que há saída de dinheiro (negativo) e as setas voltadas para cima mostram fluxos em que há entrada de dinheiro (positivo).

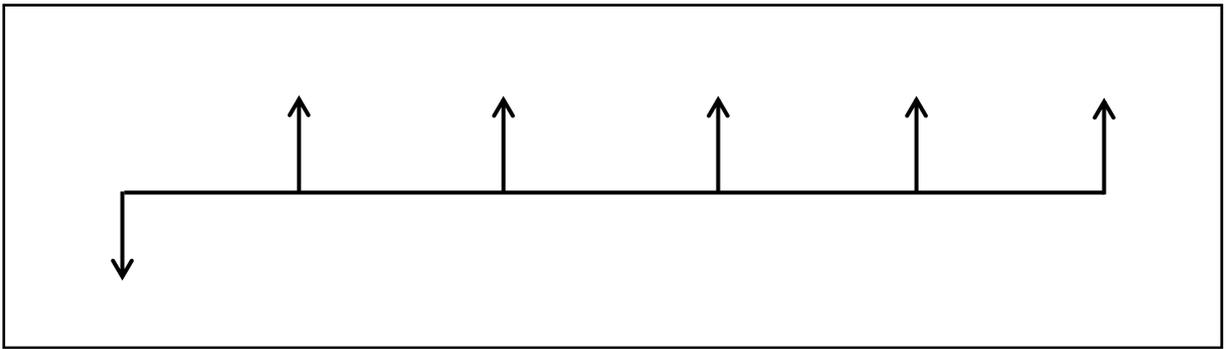


Figura 2 - Fluxo de caixa convencional.

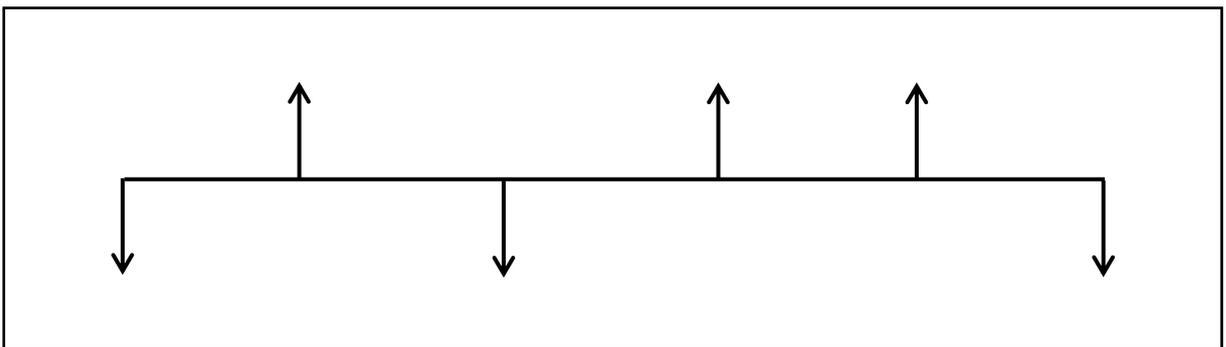


Figura 3 - Fluxo de caixa não convencional.

Os fluxos de caixa não convencionais causam uma grande dificuldade para a análise de investimentos, pois inviabilizam a utilização dos métodos mais tradicionais. Os principais problemas encontrados pela literatura serão citados nas próximas páginas. Tais limitações são a razão para a criação de diversos métodos

alternativos, como a AIRR (Magni C. A., 2010) e o próprio VPLG que será abordado neste estudo.

Os estudos sobre os fluxos de caixa não convencionais são controversos. Enquanto os criadores e estudiosos de métodos alternativos como Kulakov e Kastro (2015, p. 185) defendem que os casos de fluxos não convencionais são abundantes, como, por exemplo, em casos de recuperação da natureza após o encerramento das atividades. Em contra partida, Ng e Beruvides (2015, pp. 75-83) e (Ben-Horin & Kroll, 2012, p. 101) defendem que os fluxos de caixa não convencionais usados nos principais estudos não representam projetos reais e que a probabilidade de sua ocorrência é quase nula.

2.6 Custo de capital

Embora haja grande divergência sobre os métodos de se calcular o custo de capital, há um consenso de que ele é a taxa na qual a empresa deve descontar fluxos de caixa futuros com o intuito de se determinar o seu valor presente (Lorie & Savage, 1955, p. 230). O Custo de Capital é a taxa mínima de retorno esperada de um ativo de mesmo risco do mercado (Magni C. A., 2013, p. 5).

Park e Bette (1990, p. 167) defendem que a taxa de juros também conhecida como taxa de desconto, Taxa Mínima de Atratividade ou Custo de Capital é um fator extremamente importante na análise da engenharia econômica, pois qualquer alteração em seu valor pode modificar a decisão de aceitar ou rejeitar um projeto. Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, p. 60) acrescentam que a Taxa Mínima de Atratividade é a taxa mínima a ser alcançada em um projeto para que ele seja aceito, podendo ser utilizado como taxa para descontar os fluxos de caixa no método do Valor Presente Líquido (VPL) e parâmetro de comparação da TIR. Solomon (1956, p. 124) acrescenta que se a taxa de retorno de um projeto for maior do que o custo de capital da empresa, o projeto deve ser aceito.

Existem diversas maneiras de se definir o Custo de Capital ou Taxa Mínima de Atratividade (TMA) como, por exemplo por meio de métodos mais complexos como o CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) ou pela simples definição por parte do gestor por meio dos seus conhecimentos e experiências. Ambos os modos possuem suas vantagens, como a facilidade de se usar uma taxa escolhida pelo gestor no

caso da TMA ou por meio de estudos que consideram fatores como o risco sistemático e o mercado através do CAPM (Magni C. A., 2009, pp. 967-966).

Ele acrescenta que a maioria dos tomadores de decisão utiliza a TMA em vez de aplicar o método CAPM para definir o custo de capital e dessa forma não levam em conta o risco do negócio, não pensam em cursos de ação alternativos nem na maximização do dinheiro e a taxa se torna uma escolha pessoal e não de um projeto. Apesar disso, eles podem usar sua intuição e as regras podem ser ajustadas de acordo com o conhecimento do próprio negócio e experiência. Por fim, é acrescentado que utilizar a Taxa Mínima de Atratividade geralmente não resulta em decisões errôneas, pois essa taxa costuma ser mais alta do que o custo de capital.

A maneira como o Custo de Capital é definido pode ter influência direta na decisão de aceitar ou rejeitar um projeto, como Lorie e Savage (1955, p. 237) escreveram ao defender que à medida que o custo de capital aumenta a importância do fluxo de caixa de períodos finais diminui em relação aos fluxos de caixa iniciais e essa diminuição pode fazer com que o valor presente de uma proposta seja positivo. Não é objetivo desse estudo analisar as formas de definição do custo de capital e taxas de desconto. Os parágrafos acima visam apenas reforçar a importância da definição de tais taxas e mostrar o seu impacto para a análise de investimentos.

2.7 Indicadores de viabilidade

Considerando-se tudo que foi relatado até então no presente estudo, os indicadores de viabilidade transformam em números qual deve ser a decisão a ser tomada por um gestor para aceitar ou rejeitar um projeto. Serão primeiramente apresentados os métodos mais conhecidos que indicam a geração de riqueza dos projetos: Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Posteriormente será apresentada a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), uma alternativa criada para solucionar problemas da TIR que já está bastante consolidada na literatura, mas que também possui suas limitações. Todos esses métodos, assim como o Valor Presente Líquido Generalizado (VPLG), objeto de estudo desse trabalho, são baseados no fluxo de caixa descontado e visam à maximização da riqueza do investidor.

2.7.1 Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, pp. 63-67), o Valor Presente Líquido (VPL) reflete a riqueza em valores monetários do investimento medida pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, sendo considerado atraente quando seu resultado for maior ou igual à zero. Se o VPL for igual à zero, o projeto gerou dinheiro suficiente para cobrir os valores investidos e ainda retornou um lucro exatamente igual ao mínimo que era esperado pelo investidor. O lucro mínimo esperado pelo investidor é estabelecido no momento da definição do custo de capital, por isso a sua definição é tão importante, conforme citado anteriormente.

Se um investidor tiver que encarar uma decisão entre um ou mais projetos mutuamente excludentes, deve-se calcular o VPL por meio do fluxo de caixa descontado de acordo com seu respectivo custo de capital e escolher a alternativa que tiver o maior VPL (Magni C. A., 2009, p. 967). Chiu e Escalante (2012, p. 2) citam que o VPL condensa o fluxo de caixa em uma simples quantia representando o poder de compra de hoje. De uma maneira direta, Bucko (2010, p. 62) diz que o VPL responde se o projeto em questão trará o retorno esperado pelo investidor.

O método do Valor Presente Líquido (VPL) é o preferido por parte da academia pelo fato de não possuir tantas limitações quanto a TIR, embora a Taxa Interna de Retorno seja a preferência de quem a utiliza na prática e no dia a dia devido à sua facilidade de comparação (Magni C. A., 2013, p. 3). Enquanto o VPL mostra a geração de riqueza de um projeto em valores monetários, dificultando o estabelecimento de um parâmetro de comparação, a TIR é expressa em taxa de juros e pode facilmente ser comparada com o Custo de Capital e com a taxa de retorno de outros projetos, tornando a decisão mais rápida e clara. Na Equação 1 é apresentado:

$$VPL = -Investimento\ Inicial + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad (1)$$

No qual:

Investimento Inicial é o gasto para que um projeto seja iniciado no seu ano 0;

FC se refere ao fluxo de caixa gerado pelo projeto em cada ano;

K é a taxa de juros ou custo de capital;

t é o período de referência; e

n é a quantidade de períodos de duração do projeto.

Solomon (1956, p. 126) e Lohmann (1988, p. 303) comentam que os fluxos de caixa gerados podem ser reinvestidos por uma taxa igual ao custo de capital, que é utilizada para descontá-los. Kulakov e Kastro (2015, p. 194) justificam que isso é feito porque parte-se do pressuposto que as empresas têm um nível de competitividade parecido com o de seus competidores e o mercado, logo, conseguirão reutilizar o dinheiro e gerar fluxos de caixa à mesma taxa que seu custo de capital.

Beaves (1988, p. 298) acredita que quando a mesma taxa de retorno é usada para se determinar o VPL de diferentes projetos, uma taxa de reinvestimento comum é utilizada, entretanto, quando as taxas são ajustadas para se equilibrar o risco dos projetos, a comparação entre os projetos não será correta. Magni (2009, p. 967) adiciona dizendo que se as alternativas de escolha entre projetos tiverem riscos diferentes, o VPL não pode ser usado como se todos tivessem o mesmo risco, pois ele apenas ordena os projetos de acordo com o retorno esperado, portanto se faz necessário utilizar o correto custo de capital levando-se em conta o risco de cada alternativa.

De uma maneira geral, o VPL é um método muito consolidado e uma referência para a tomada de decisão de investimentos embora possua alguns pontos que devem ser levados em consideração ao ser utilizado. Chiu e Escalante (2012, p. 2) resumem que mesmo o VPL sendo um indicador robusto que pode ser utilizado em diversas situações, se basear em apenas um indicador pode deixar informações importantes de fora. Assim, segundo esses autores, a pergunta mais importante é: “esse projeto pode ser financeiramente autônomo?”.

Magni (2009, p. 967) vai além da objetividade da análise econômico-financeira e defende que projetos estratégicos devem ser levados a diante mesmo que seu VPL seja negativo, considerando-se que oportunidades futuras serão geradas. Deve ser considerada a utilização de taxas de desconto menores para projetos desse tipo.

2.7.2 Taxa Interna de Retorno

Também originada do fluxo de caixa descontado, a Taxa Interna de Retorno (TIR), é outro método muito consolidado na academia, mas que apresenta diversas limitações quanto à sua utilização. Sua principal característica é a facilidade de comparação com o custo de capital, tanto é que grandes corporações e bancos preferem essa taxa em detrimento do VPL, que é preferido pelos acadêmicos (Chiu & Escalante, 2012, pp. 234-235).

Enquanto o VPL é um indicador que mensura de fato a geração de valor, a TIR faz uma mensuração relativa que é expressa em taxa de juros e apesar de ter diversos problemas, é tão popular quanto o Valor Presente Líquido (Ben-Horin & Kroll, 2012, pp. 102-104).

De uma forma geral, diversos autores como Beaves (1988, p. 278), Osborne (2010, p. 234), Chiu e Escalante (2012, p. 3), Park e Bette (1990, p. 210), Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, p. 68) definem a TIR como a taxa de desconto que iguala, em um momento único, os fluxos de caixa de entrada com os fluxos de saída, retornando uma taxa que iguala o VPL a zero. Um projeto é economicamente viável quando sua Taxa Interna de Retorno é maior do que o seu custo de capital. Essa taxa de juros expressa o retorno de forma periódica, geralmente em anos, e não de todo o projeto. Teichroew, Robichek e Montalbano (1965a, p. 156), por sua vez, definem a TIR como a taxa que torna o valor presente dos fluxos de caixa positivos iguais aos valores dos fluxos de caixa negativos.

Johnstone (2008, p. 78) defende que há um entendimento geral, embora não dito, de que a TIR é um conceito matemático que não tem outro significado além da sua parte técnica ou não demanda de uma interpretação intuitiva, visto que ela já indica um resultado por conta própria devido a maneira de ser calculada. Para projetos com fluxos de caixa convencionais, essa explicação é suficiente para a tomada de decisão.

De acordo com Chiu e Escalante (2012, p. 3), quando a TIR está maior que a taxa externa de mercado, o investimento é atrativo por dar um maior retorno do que o seu desembolso, logo, o VPL é positivo, tornando mais fácil determinar quando um investimento é desejável ou não. Hazen (2003, p. 33) adiciona comentando que se a taxa interna de retorno é menor que a taxa do mercado, é melhor investir na taxa de

retorno do mercado, portanto, essa é a principal justificativa para se usar a taxa interna de retorno. Deve-se considerar, no entanto, o prêmio esperado por se correr o risco do investimento.

Lohmann (1988, p. 310) acrescenta que no critério de decisão da TIR, ao contrário do método de valor futuro, existem dois tipos de decisão: aceitar um investimento se a taxa de retorno foi maior do que a taxa de juros do empréstimo (que pode ser considerado o custo de capital do negócio, mas sem levar em conta o risco do projeto) e aceitar um empréstimo se a taxa de juros do empréstimo for menor que seu retorno esperado.

Percebe-se até aqui que a comparação da TIR com o custo de capital para a tomada de decisão é um consenso entre a academia, porém as variáveis que compõe o custo de capital não são exatamente as mesmas em todos os casos. Uma parte sempre reforça a importância do risco do investimento enquanto alguns não citam, pelo menos não diretamente, esse fator.

Johnstone (2008, pp. 84-86) faz uma analogia em que um projeto de investimento com uma TIR “*k*” é equivalente a uma conta bancária com taxa de juros “*k*” que gera juros tanto para saldos negativos quanto positivos, ou seja, quando um investimento possui uma TIR de 30%, é como se o projeto fosse uma conta bancária pagando 30% à taxa de juros compostos. O saldo de um projeto de investimento é determinado para uma conta bancária pelo dinheiro que é colocado ou retirado no período juntamente com os juros acumulados. Desconsiderando-se o risco do negócio, a única diferença é que em uma conta bancária o investidor decide quando depositar ou retirar dinheiro, enquanto em um projeto não é possível saber exatamente quando isso vai ocorrer.

Adicionando-se a isso, o autor citado anteriormente comenta que um investidor não pode apenas colocar mais dinheiro em um projeto e esperar a mesma taxa de retorno, visto que a TIR é maior à medida que o investimento é menor. Caso um investidor queira um retorno maior para seu investimento, ele tem três opções: investir em outro projeto, ter seu investimento reduzido de forma que os retornos esperados sejam no mínimo reduzidos de uma maneira proporcionalmente menor ou aumentar o seu investimento de forma que os ganhos sejam maiores do que o aumento do dispêndio de dinheiro. Na Equação 2 é apresentada a definição da TIR.

$$VPL = 0 = -Investimento\ Inicial + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} \quad (2)$$

Pode-se observar que é basicamente o mesmo cálculo do VPL, mas em vez de descontar os fluxos de caixa à taxa K , é encontrada a taxa (TIR) que igual o VPL a zero.

O método da Taxa Interna de Retorno (TIR), como foi citado ao longo deste trabalho, possui diversas limitações e problemas. Serão apresentados agora quais são esses problemas com base em estudos acadêmicos. Um dos principais problemas vem da não adequação do método aos fluxos de caixa não convencionais pelo fato de financiar e reinvestir os fluxos de caixa pela sua própria taxa. Nesses casos a TIR pode apresentar múltiplas taxas, sendo elas negativas ou positivas, ou simplesmente não apresentar uma solução, o que torna o indicador inutilizável. Ao mesmo tempo, é possível que nesses casos apenas uma solução seja apresentada, assim como em um projeto convencional (Kassai, Casanova, Neto, & Santos, 2005, p. 70).

O reinvestimento da TIR em seus fluxos pode deixar o retorno do investimento distorcido, levando a taxas muito altas ou mais baixas do que a realidade já que ela reinveste a uma taxa igual ao seu próprio valor (Kulakov & Kastro, 2015, p. 183). Kulakova e Kulakov (2012, p. 1) enxergam uma vantagem do VPL em relação à TIR por permitir o uso de diferentes taxas de desconto em diferentes períodos de um projeto. Além disso, os problemas gerados pelo reinvestimento incorreto levam à criação de diferentes *rankings* de projetos mais rentáveis criados a partir da utilização do VPL ou da TIR, dificultando a tomada de decisão de um gestor (Ben-Horin & Kroll, 2012, p. 103). É de comum acordo na academia que nesses casos o VPL deve ser utilizado em detrimento da TIR.

Complementarmente, Park e Bette (1990, p. 218) afirmam que tais atividades de emprestar e pegar emprestado (ter fluxos de caixa positivos e negativos alternados) impossibilitam a definição de uma taxa de retorno interna do projeto e o retorno do investimento tende a variar conforme a taxa de retorno externa. Esse problema é ressaltado por autores como Beaves (1988), Lohmann (1988) e Kulakov e Kulakova (2013), o que ressalta a importância dos estudos sobre o tema.

Outra dificuldade da TIR é a necessidade de se utilizar processos iterativos de tentativa e erro por envolver funções polinomiais de n grandezas que em alguns

casos não possuem solução algébrica (Kassai, Casanova, Neto, & Santos, 2005, p. 71). Park e Bette (1990, p. 210) sugerem usar a aproximação de Newton-Raphson para realizar o seu cálculo. Em resumo, o cálculo da TIR só pode ser feito com facilidade por meio do uso de alguma ferramenta, como calculadoras financeiras ou computadores, tornando lenta sua aplicação sem esses meios.

Pode-se perceber a importância dos estudos sobre a relação da TIR com fluxos de caixa não convencionais pela quantidade de material publicado sobre o assunto. O exemplo mais conhecido sobre o tema é o estudo de viabilidade do *pump oil* apresentado por Lorie e Savage (1955) que foi reavaliado e citado por vários outros estudiosos, tanto para testar novos métodos quanto para acrescentar mais informações. Dentre eles, podemos citar Solomon (1956, p. 128), Biondi (2006, pp. 322-325), Johnstone (2008, p. 80) e Weber (2014, pp. 27-28). Kulakov e Kulakova (2013, p. 143) que também utilizaram o clássico exemplo para testar o VPLG.

Em seu estudo, Magni (2013, pp. 8-33) elenca 18 motivos para refutar a TIR, dentre eles:

1. Podem ser encontradas múltiplas taxas de retorno que inviabilizem o seu cálculo;
2. A TIR não pode ser encontrada;
3. Caso haja variação do custo de capital não haverá padrão de comparação com a TIR;
4. A TIR precisa de pelo menos uma mudança de sinal nos fluxos de caixa, portanto, estratégias de arbitragem que são sempre positivas inviabilizam a aplicação do método;
5. O método não leva em consideração o ganho de escala e a geração de riqueza por meio do tamanho do investimento, apenas o retorno gerado em porcentagem;
6. Não é possível mensurar o retorno por unidade de capital inicialmente investido nem da unidade do total investido, apenas do valor global;
7. Ao usar o método para análise de diferentes cenários que sejam pessimistas ou otimistas, a orientação da TIR pode ser de investir ou não. Nesses casos há uma dúvida de qual orientação seguir;

8. A TIR considera apenas a variação do fluxo de caixa, desconsiderando as operações e transações econômicas, não levando em conta a utilização de recursos, tempo, espaço e pessoas quando a variação do fluxo é igual à zero;
9. A TIR assume que em cada período o capital crescerá a uma taxa de retorno constante, o que não representa a realidade, pois podem ocorrer ganhos muito maiores em um ano e muito menores em outros anos;
10. A TIR não possui retornos crescentes e constantes, então ela é calculada com base na consistência forjada do VPL e usando como base valores distorcidos;
11. Seu cálculo é feito por meio do fluxo de caixa, uma variável de segunda ordem originada de variáveis da contabilidade que são de primeira ordem. As decisões de investimento são baseadas, portanto, em análises de informações que não são de primeira ordem;
12. Ela ignora mudanças no capital e nas operações, se atendo apenas à taxa de retorno final. Com isso, projetos completamente diferentes podem ser considerados iguais embora sejam completamente diferentes; e
13. Mesmo com ajuda de ferramentas computacionais e calculadoras, o cálculo de múltiplas taxas é bastante oneroso.

2.7.2.1 Múltiplas taxas de retorno na TIR

De acordo com Johnstone (2008, p. 79), um projeto possui múltiplas TIRs apenas quando o saldo do investimento é uma ou mais vezes negativo, ou seja, em algum período da vida do projeto é retirado mais dinheiro do que se possui. Devido a isso, os fluxos de caixa que se alternam entre entradas e saídas são conhecidos por gerarem múltiplas TIRs em alguns casos. A noção de que a TIR pode ser apresentada como taxa de empréstimo ou financiamento auxilia a ter uma interpretação menos abstrata e mais satisfatória a cerca da possibilidade de termos mais de uma TIR.

Para que um projeto tenha múltiplas raízes ele deve ser um projeto misto, porém apenas essa condição não é suficiente, visto que alguns projetos mistos possuem apenas uma raiz. (Teichroew, Robichek, & Montalbano, 1965a, p. 177).

Para Ng e Beruvides (2015, pp. 76-77), as condições em que as múltiplas taxas de retorno positivas ocorrem ainda não são claras para a literatura, visto que enquanto uma parte da academia defende que elas podem ocorrer quando há mais de uma troca de sinais do fluxo de caixa, mas há quem diga que essa condição não é suficiente para a ocorrência de múltiplas taxas. Eles afirmam, no entanto, que considerando-se que a função do fluxo de caixa descontado é uma função polinomial, ao se calcular a TIR, encontram-se raízes de uma função polinomial, portanto, podem ser encontradas múltiplas raízes que resultam no problema das múltiplas TIRs.

Hazen (2003, pp. 31-46) diz que a maior crítica citada à utilização da TIR para avaliar fluxos de caixa é a possibilidade de se encontrar múltiplas taxas de juros conflitantes ou nenhuma taxa. Isso acontece porque quando há múltiplas (ou até mesmo valores complexos) taxas internas, cada uma tem uma interpretação como taxa de retorno no seu fluxo de investimento. Ele defende, no entanto, que não importa qual taxa é usada para aceitar ou rejeitar um investimento desde que alguma seja usada para identificar um fluxo de investimento como investimento ou financiamento líquido. Ele afirma ainda que independentemente da taxa escolhida, a decisão de aceitar ou rejeitar um projeto será a mesma desde que seja encontrado um valor presente líquido coerente.

Ele defende ainda que o consenso em relação à impossibilidade de utilização de múltiplas taxas de retorno é incompleto e desnecessariamente pessimista. Mesmo quando há múltiplas taxas internas, a interpretação como taxa de retorno ainda pode ser útil, válida, significativa, correta, explicável e não-contraditória. Há, de fato, um significado racional para a utilização de múltiplas ou complexas taxas internas de retorno para determinar uma viabilidade econômica. Não há, portanto, necessidade de ignorar a existência de múltiplas taxas ou desconsiderar taxas irracionais.

Segundo Park e Bette (1990, p. 212) uma maneira de se definir o limite máximo de raízes reais de um polinômio é aplicar a regra de sinais de Descartes, em que a quantidade de raízes é o número de variações de sinal que ocorrem no fluxo de caixa. Esse conhecimento pode auxiliar, portanto, um avaliador a ter mais precisão e facilidade na análise de projetos que podem ou não ter múltiplas taxas.

Para Ben-Horin e Kroll (2012, pp. 101-118), a comparação do custo de capital com múltiplas taxas de retorno pode tornar a tomada de decisão impossível, já que

dependendo do resultado para uma taxa o projeto seja viável e para outra taxa não. Alguns estudiosos compreendem os problemas causados pelas múltiplas taxas embora defendam que elas não impossibilitam a utilização da TIR. Lohmann (1988, p. 310), por exemplo, diz que múltiplas mudanças de sinal em fluxos de caixa são permitidas desde que seja possível identificar quando o projeto é um investimento ou um empréstimo.

Johnstone (2008, p. 84) crê que a decisão de aceitar um projeto com múltiplas TIRs deve ser feita utilizando-se o VPL como indicador principal e deixando de lado a TIR, visto que o VPL não enfrenta problemas de ambiguidade do resultado, portanto ambos os métodos são conciliáveis.

Ng e Beruvides (2015, pp. 76-77) chegaram à conclusão de que a possibilidade de ocorrência de múltiplas taxas de retorno é muito baixa, quase insignificante e à medida que as variações do fluxo de caixa aumentam essa probabilidade tende a diminuir. Dessa forma, a TIR continua sendo um método altamente recomendado para a avaliação de investimentos, embora a multiplicidade de taxas de retorno seja sim um problema.

2.7.3 Taxa Interna de Retorno Modificada

Visando solucionar os problemas da TIR, a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) foi desenvolvida atacando o problema do reinvestimento da TIR pela sua própria taxa.

Kassai, Casanova, Neto, & Santos (2005, pp. 75-81) citam os seguintes passos para se calcular a TIR modificada:

1. Trazer a valor presente todos os fluxos negativos (investimento) a uma taxa de financiamento compatível, obtendo-se um único valor presente;
2. Levar a valor futuro (período n) todos os fluxos positivos a uma taxa de reinvestimento compatível, obtendo-se um único valor futuro; e
3. Calcula-se a nova TIR a partir da fórmula tradicional de juros compostos:

$$\begin{aligned} \text{Valor Futuro} &= \text{Valor Presente} (1 + TIRM)^n \\ (1 + TIRM)^n &= \frac{\text{Valor Futuro}}{\text{Valor Presente}} \end{aligned} \quad (3)$$

Onde:

n é a quantidade de períodos do projeto.

Dessa forma, obtém-se um fluxo de caixa novo, convencional (por possuir apenas uma inversão de sinais) e simples, com apenas um Valor Presente e um Valor Futuro, gerando, portanto, uma taxa de retorno condizente com a realidade da empresa. Projetos aonde a TIRM for maior que o custo de capital devem ser aceitos; em caso de projetos mutuamente excludentes, o projeto que possuir a maior TIRM deve ser escolhido.

Conclui-se, portanto, que a TIRM é uma versão melhorada da TIR que elimina o problema das múltiplas raízes e taxas de financiamento e reinvestimento fora da realidade do mercado e mantém uma de suas principais qualidades que é ser expressa em taxa de juros. Tanto Park e Bette (1990, p. 223) quanto Bosch-Badia et al (2014, p. 207) afirmam que a TIRM sempre resultará em uma única solução e consistente com o critério do Valor Presente Líquido.

Kulakov e Kulakova (2014, pp. 1-6) fazem uma série de críticas à TIRM como forma de embasamento do método VLPG. Primeiramente é citado que a TIRM não agrega nenhuma informação ao VPL, ou seja, é apenas uma maneira alternativa de representá-lo. Além disso, em caso de projetos com custos de capital diferentes, o método não pode ser levado em consideração, pois um projeto só deve ser escolhido se ele tiver rentabilidade maior que seu custo de capital. Dessa maneira, a partir do momento que a TIRM é maior que o custo de capital de vários projetos diferentes, não se sabe de forma clara e direta qual está gerando maior rentabilidade em relação ao mínimo esperado.

Se a taxa de financiamento de um projeto aumentar em casos de mais de um fluxo de caixa negativo de um projeto e a taxa de reinvestimento for mantida, o valor presente dos fluxos de caixa negativos diminuirá e o valor futuro se manterá. Levando-se em consideração a fórmula da TIRM, o resultado final trará uma TIRM maior, mas não necessariamente a geração de valor também aumentou. Dessa

forma, com um custo de capital maior, o resultado final do indicador aumentará, o que é fora do senso comum. (Kulakov & Kulakova, 2014, p. 3).

De uma forma resumida, Kulakov e Kastro (2015, pp. 184-186) defendem que é quase um consenso na academia que a TIRM deve ser usada apenas para avaliar projetos em que a fase de investimento não exceda um período. O principal ganho da TIRM em relação à TIR é a distinção entre a taxa de reinvestimento que é baseada no custo de capital e a taxa de financiamento que vem do custo do financiamento. Dessa forma, o método da TIRM pode levar um gestor a tomar uma decisão incorreta devido aos fatores citados anteriormente.

3 Método

3.1 Valor Presente Líquido Generalizado

O método do Valor Presente Líquido Generalizado (VPLG) apresentado por Kulakov e Kulakova (2012) foi desenvolvido para ser uma alternativa aos métodos tradicionais e solucionar os problemas enfrentados na análise de fluxos de caixa não convencionais a partir da separação do processo de financiamento e reinvestimento. Tal método, assim como VPL tradicional, é solucionado por meio do desconto dos fluxos de caixa do final do projeto até o seu início.

São utilizadas duas diferentes taxas para o desconto a valor presente. Se o fluxo de caixa de um determinado período for positivo, utiliza-se a taxa interna de desconto, que representa a taxa de financiamento (r) do projeto. Caso o fluxo de caixa seja negativo, utiliza-se a taxa externa de desconto, que é a taxa de reinvestimento (p) daquele projeto.

O valor presente do projeto, que deve ser aplicado a todos os períodos até o seu início é determinado da seguinte maneira:

$$VP_N = FC_N,$$
$$PV_i = \frac{PV_{i+1}}{1+r} + FC_i, \text{ quando } PV_{i+1} > 0, \text{ caso contrário} \quad (4)$$
$$PV_i = \frac{PV_{i+1}}{1+p} + FC_i$$

Onde:

PV é o Valor Presente;

FC é o Fluxo de Caixa;

r é a taxa de financiamento;

p é a taxa de reinvestimento; e

i é o período.

De acordo com Kulakov e Kulakova (2012, p. 2), o VPLG possui as seguintes propriedades:

- O VPLG decresce monotonamente⁸ à medida que a taxa interna de desconto aumenta (custo do financiamento) e a taxa externa se mantém fixa. Dessa forma, o VPLG não pode ter mais de uma raiz.
- O VPLG aumenta monotonamente⁹ à medida que a taxa externa de desconto cresce (taxa de retorno do reinvestimento em outros projetos) e a taxa interna de desconto se mantém fixa. Dessa forma, o VPLG não pode ter mais de uma raiz.

É importante ressaltar que como o VPLG é baseado na diferenciação das taxas de financiamento e reinvestimento, caso ambas tenham o mesmo valor, o resultado encontrado será exatamente igual ao do VPL. Assim como o método tradicional, deve-se aceitar um projeto em que o VPLG possua valor maior ou igual a zero e em caso de projetos mutuamente excludentes, deve-se escolher o que possuir maior VPLG.

Conforme mencionado por Song (2014, p. 19), posteriormente, iguala-se a função do VPLG a zero para se obter uma função relacional entre a taxa interna de desconto (r) e a taxa externa de desconto (p), representada conforme apresentada na Equação 4:

$$VPLG(r, p) = 0 \quad (4)$$

O método do VPLG tem como diferencial os indicadores TIRG e TERG. A Equação 4 pode ser solucionada na forma das funções $r = r(p)$ ou $p = p(r)$. Caso seja necessário avaliar um projeto de investimento, usa-se a equação $r = r(p)$ para encontrar a taxa de retorno do projeto, que é chamada de Taxa Interna de Retorno Generalizada (TIRG). Essa taxa representa a máxima taxa de juros que um investidor terá capacidade de suportar sem que haja perdas financeiras no projeto. A regra de decisão da TIRG defende que deve-se aceitar um projeto de investimento caso o seu valor seja maior que a taxa de juros dada a taxa de reinvestimento (p). Dessa forma, se a taxa de juros do projeto for maior do que a TIRG, o projeto deve

⁸ Decrescer monotonamente significa diminuir de modo constante.

⁹ Aumentar monotonamente significa crescer de modo contínuo.

ser recusado já que ele acarretaria em prejuízos financeiros. Em casos de projetos mutuamente excludentes, o projeto que tiver a maior TIRG deve ser escolhido.

Ao contrário da TIRG, em casos de um projeto de empréstimo utiliza-se a equação $p = p(r)$ para encontrar a taxa de retorno do projeto, que é a Taxa Externa de Retorno Generalizada (TERG). Tal taxa indica a taxa de retorno mínima que um projeto deve ter para se pegar dinheiro, investir e gerar uma entrada de dinheiro suficiente para pagar o empréstimo e os juros. Dessa forma, aceita-se o projeto que tiver a TERG maior que a taxa de reinvestimento dada a taxa de financiamento (r), e caso a decisão seja entre projetos mutuamente excludentes, é recomendado escolher o que possuir a menor TERG.

De uma forma resumida, a aceitação de um projeto de acordo com o método VPLG segue as seguintes orientações:

- O VPLG deve ser maior que 0 e em casos de projetos mutuamente excludentes, escolhe-se o que tiver maior valor;
- A taxa de financiamento (r) deve ser menor que a TIRG, pois essa representa a taxa máxima de financiamento que pode ser aceita; e
- A taxa de reinvestimento (p) deve ser maior que a TERG, pois essa indica a taxa mínima de reinvestimento necessária para que um projeto seja viável.

3.2 Solução gráfica do VPLG

O método Valor Presente Líquido Generalizado pode ser compreendido com mais facilidade a partir da solução gráfica. A Figura 4 foi adaptada de Kulakov e Kulakova (2013, p. 141) e ilustra o caso de um projeto com fluxo de caixa não convencional. A linha contínua representa VPLG igual zero, sendo que tudo acima da linha tem um VPLG maior que zero, mas se estiver abaixo, seu resultado é negativo, portanto, o projeto é inviável.

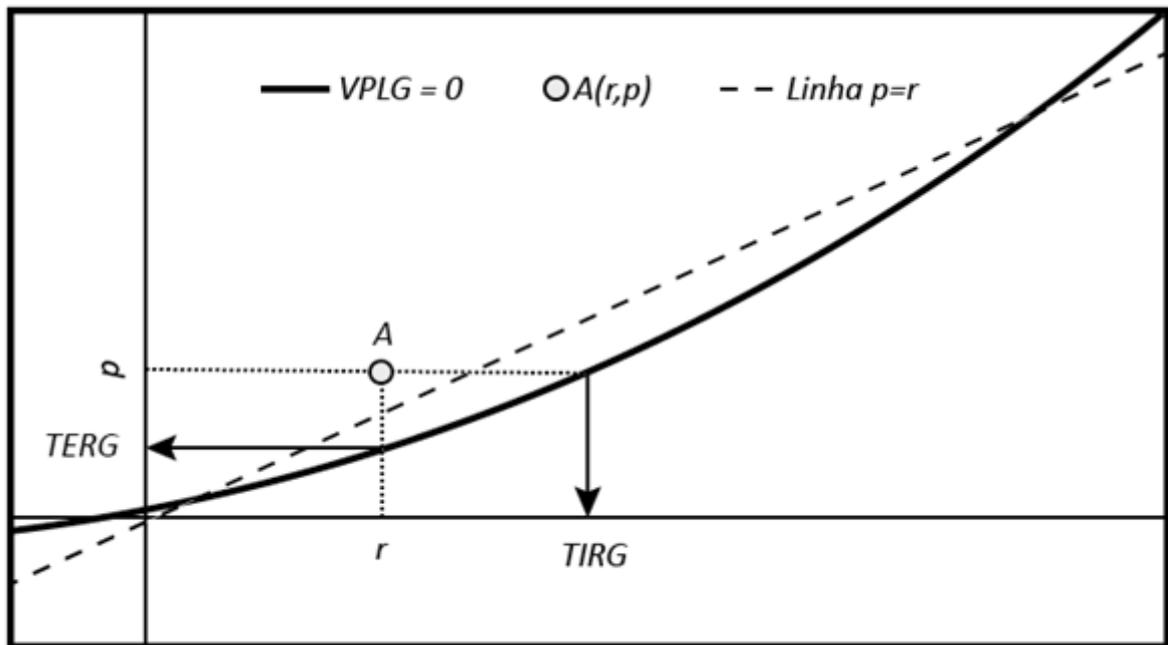


Figura 4 - Solução gráfica do método VPLG.
Fonte: Adaptado de Kulakova e Kulakov (2013, p. 141).

É possível observar na imagem que o projeto A está acima da linha contínua, o que o caracteriza como viável. Complementarmente, a TIRG, taxa máxima de financiamento, possui um valor maior do que a taxa de financiamento (r) real, atestando sua viabilidade. A TERG, que indica a taxa mínima de reinvestimento é menor do que a taxa de reinvestimento (p) do projeto, mostrando também que esse projeto deve ser aceito.

4 Aplicação

Será apresentada nessa seção a aplicação do método VPLG em diferentes casos, objetivando-se analisar suas vantagens e desvantagens ao compará-lo com os demais métodos conhecidos na literatura. Todo o conteúdo referente às aplicações publicadas sobre o VPLG até o momento foi analisado e alguns desses casos serão apresentados aqui. É importante destacar que o presente estudo pretende apenas verificar se o método pode ser utilizado como um instrumento de avaliação de fluxos de caixa não convencionais e apontar suas vantagens e desvantagens em comparação com às outras alternativas.

Primeiramente foi apresentado o caso *Pump Oil* de Lorie e Savage (1955, pp. 229-239) que mostra a ocorrência de múltiplas Taxas Internas de Retorno, seguido de um exemplo mostrado por Hazen (2003, p. 44) onde não há taxas de retorno reais. O terceiro exemplo é um projeto com 10 anos de duração de Newnan et al., (2012, p. 259) onde há apenas uma raiz positiva quando o VPL é zero e que foi analisado por Song (2014, pp. 36-39) por meio do método VPLG. Por fim, dois fluxos de caixa não convencionais de exemplos encontrados na literatura brasileira foram analisados, dado que um dos objetivos do presente estudo também é atestar sua aplicabilidade em situações identificadas no Brasil.

4.1 O caso *Pump Oil*

Um dos exemplos mais clássicos presente na literatura, o caso *Pump Oil*, apresentado por Lorie e Savage (1955, pp. 229-239), é uma das referências para aplicação de novos métodos de análise de fluxos de caixa não convencionais, como apresentado por Teichroew, Robichek e Montalbano (1965a, pp. 160-169), Johnstone (2008, p. 80) e Solomon (1956, pp. 127-128). O caso se tornou conhecido por ilustrar a ocorrência de múltiplas taxas de retorno, por isso foi escolhido por Kulakov e Kulakova (2013, pp. 143-146) para a apresentação do VPLG e replicado no estudo. Posteriormente, foram feitas análises mais profundas a cerca da variação da taxa de financiamento (r), mostrando como o VPLG pode divergir do VPL.

A Tabela 1 mostra o fluxo de caixa da execução do projeto de uma bomba de petróleo mais eficiente, sendo o primeiro período caracterizado pela construção

da bomba, seguido pelo fluxo de caixa positivo gerado pela produção de petróleo e ao final do projeto o fluxo negativo ocorre devido à desmontagem e recuperação do terreno.

Período	0	1	2
Fluxo de Caixa	-1.600	10.000	-10.000

Tabela 1 - Fluxo de caixa projeto *Pump Oil*.
Fonte: Adaptado de Solomon (1956, p. 128).

Solomon (1956, p. 128) mostra que o exemplo tem duas raízes de acordo com a função do Valor Presente Líquido (25% e 400%), sendo assim, qualquer taxa de desconto entre estas duas torna o projeto viável.

Conforme orientação apresentada no método, descontamos os fluxos de caixa do final até o início do projeto, utilizando a taxa de reinvestimento quando o valor presente do período anterior for negativo e a taxa de financiamento quando o valor presente for positivo. Para esse exemplo foi usada a taxa de financiamento (r) no valor de 19% e a taxa de reinvestimento (p) é igual a 23%, resultando no seguinte VPLG:

$$VPLG(r, p) = 0$$

$$PV_2 = -10.000$$

$$PV_1 = 10.000 + \left(\frac{PV_2}{1+p} \right) = 10000 + \left(\frac{-10.000}{1,23} \right) = 10000 + \left(\frac{-10.000}{1,23} \right) = 1869,92$$

$$PV_0 = -1.600 + \left(\frac{PV_1}{1+r} \right) = -1.600 + \left(\frac{1.869,92}{1,19} \right) = -1600 + \frac{1.869,92}{1,19} = -28,64$$

Conforme orientação apresentada por Kulakova e Kulakov (2012), o VPLG negativo indica que o projeto não deve ser aceito, orientação similar ao do cálculo do VPL, que aponta o resultado de -136,92. Foi utilizada a média entre as taxa de financiamento (r) e de reinvestimento (p) como custo médio ponderado de capital para o projeto (21%). Nesse caso, o VPLG apresentou um resultado muito mais próximo de zero. Nesse exemplo, o método do Valor Presente Líquido Generalizado

agrega à análise ao trazer a TIRG e TERG. A Tabela 2 mostra o resultado do VPL e do VPLG dadas as condições citadas anteriormente.

VPL	VPLG
-136,92	-28,64

Tabela 2 - Resultado VPL e VPLG.

Primeiramente foi calculada a TIRG, que mostra a taxa de financiamento máxima aceitável para que o projeto seja lucrativo e depende da taxa de reinvestimento (p). Para tal, a Equação 3 deve ser igualada a zero.

$$VPLG(r, p) = 0$$

$$PV_2 = -10.000$$

$$PV_1 = 10.000 + \left(\frac{PV_2}{1+p}\right) = 10000 + \left(\frac{-10.000}{1+p}\right) = 10000 + \left(\frac{-10.000}{1,23}\right) = 1869,92$$

$$PV_0 = -1.600 + \left(\frac{PV_1}{1+TIRG}\right) = -1.600 + \left(\frac{1.869,92}{1+TIRG}\right) = -1600 + \left(\frac{1.869,92}{1+TIRG}\right) = 0$$

$$\frac{1.869,92}{1+TIRG} = 1.600$$

$$1.869,92 = 1.600 + 1.600TIRG$$

$$269,92 = 1.600TIRG$$

$$\frac{269,92}{1.600} = TIRG$$

$$0,1687 = TIRG$$

$$TIRG = 16,87\%$$

Seguindo a mesma linha lógica, a TERG, que mostra a taxa de reinvestimento mínima necessária para o projeto, depende da taxa de financiamento (r), foi calculada da seguinte maneira:

$$VPLG(r, p) = 0$$

$$PV_2 = -10.000$$

$$PV_1 = 10.000 + \left(\frac{PV_2}{1 + TERG} \right) = 10.000 + \left(\frac{-10.000}{1 + TERG} \right)$$

$$PV_0 = -1.600 + \frac{10.000 + \left(\frac{-10.000}{1 + TERG} \right)}{1 + p} = -1.600 + \frac{10.000 + \left(\frac{-10.000}{1 + TERG} \right)}{1,19} = 0$$

$$1.600 = \frac{10.000 + \left(\frac{-10.000}{1 + TERG} \right)}{1,19}$$

$$1.904 = 10.000 + \left(\frac{-10.000}{1 + TERG} \right)$$

$$-8.096 = \frac{-10.000}{1 + TERG}$$

$$8.096 + 8.096TERG = 10.000$$

$$8.096TERG = 1.904$$

$$TERG = 0,23519$$

$$TERG = 23,52\%$$

A TIRG desse projeto indica que a taxa de financiamento máxima aceitável seria de 16,87%, portanto, com a taxa de financiamento de 19%, o investimento não é viável. A TERG, por sua vez, mostra que a taxa de reinvestimento mínima para que

o projeto seja aceito é de 23,52%, superior aos 23% que o projeto oferece. Conclui-se por meio desses indicadores que o projeto não é viável financeiramente, conforme o resultado do próprio VPLG.

Em contraste aos números apresentados, a TIR, que tem 25% como uma de suas raízes, indica que o projeto deveria ser aceito por possuir valor maior que seu custo de capital (19%). Por apresentar múltiplas taxas de retorno, a utilização da TIR já se torna bastante questionável, portanto será analisada a TIRM de uma maneira mais profunda.

TIRG	Taxa de Financiamento	TERG	Taxa de Reinvestimento	TIR	TIRM	Custo de Capital
16,87%	19%	23,52%	23%	25% e 400%	19,17%	21%

Tabela 3 - Indicadores do caso *Pump Oil*.

Pela regra de decisão da TIRM, aceita-se o projeto que apresentar TIRM maior que o custo de capital, o que não ocorre nesse caso, assim como recomendam o VPL e VPLG.

Em resumo, no caso apresentado acima, as múltiplas taxas encontradas pela TIR podem causar certa confusão, mas todos os outros métodos indicam a rejeição do projeto *pump oil* com os devidos valores apresentados. O VPLG trouxe informações que podem contribuir com a análise ao trazer o valor máximo aceitável de taxa de financiamento e a taxa de reinvestimento mínima, o que auxiliam um gestor a buscar alternativas para tornar o projeto viável.

A fim de testar o comportamento do VPLG e do VPL com a variação das taxas de financiamento (r), o seu valor de 19% foi substituído por 10%, 15%, 20%, 25% e 30%, enquanto a taxa de reinvestimento (p) foi mantida em 23%

À menor taxa de financiamento, por ser abaixo da TIRG, o projeto se torna viável e retorna um VPLG de 99,93, acima de zero. O custo de capital dessa nova situação tem o valor de 16,50% para cálculo do VPL, lembrando que ele foi baseado na média entre as taxas de financiamento e reinvestimento. De maneira oposta, o VPL é de -329,86 à menor taxa de financiamento, ou seja, o projeto acarretaria em mais prejuízos do que antes.

Passando para o cenário do outro extremo, com a taxa de financiamento (r) a 30% e custo de capital 26,50%, o VPLG fica negativo em 161,60, enquanto o VPL é

positivo em 44,28. Nesses dois casos, é possível perceber que o VPL e o VPLG reagem de maneiras contrárias à variação da taxa de desconto, direcionando o investidor a tomar decisões divergentes. Tal divergência ocorre pelo fato do último fluxo de caixa ter um valor negativo muito expressivo e ao ser trazido a valor presente pelo VPL por taxas elevadas acaba não causando tanto impacto no resultado. No VPLG, por sua vez, por descontar o valor ano a ano, sempre somando o valor de um ano com o valor presente do ano anterior, há uma melhor distribuição dos fluxos de caixa de altos valores ao longo do projeto.

Ao contrário do que é esperado, o VPL aumenta à medida que a taxa de financiamento cresce, podendo direcionar o gestor a tomar decisões incorretas, enquanto o VPLG mostra uma situação diferente. De acordo com Kulakov e Kulakova (2012, pp. 7-8), o VPL sempre reinveste os fluxos de caixa à mesma taxa de juros, o que nem sempre pode ocorrer. No Brasil, aonde as taxas de juros para contração de empréstimos são as mais elevadas do mundo, essa comparação entre os métodos pode ser muito bem aproveitada a fim de indicar a decisão mais correta.

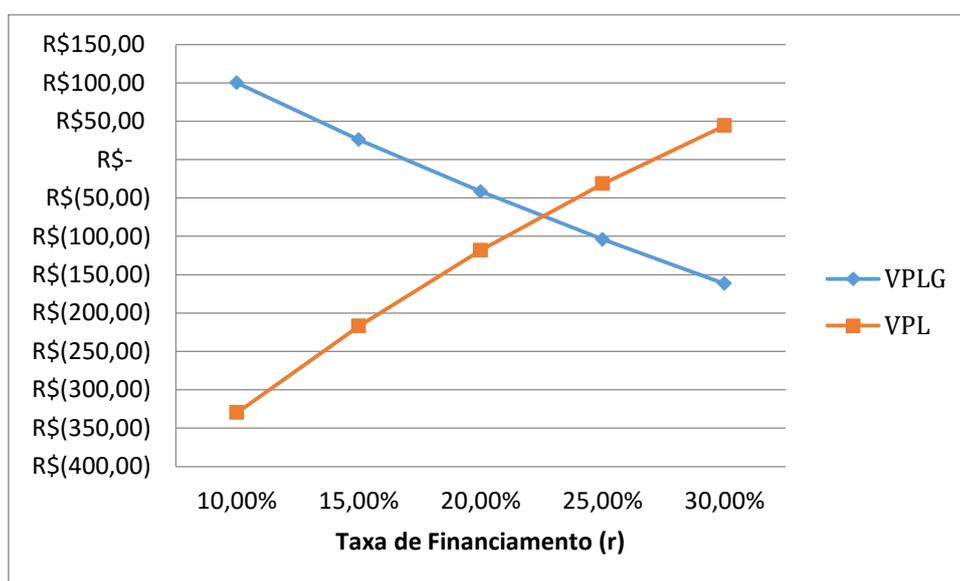


Figura 5 - VPLG vs. VPL.

Em um segundo momento, comparou-se o resultado da TIRM com taxa de financiamento, considerando a taxa de reinvestimento constante. Assim como o VPL, quanto maior a taxa de financiamento, maior é o resultado da TIRM nesse caso, um resultado também fora do senso comum. Apesar disso, a TIRM tende a seguir a orientação de rejeição do VPLG, pois para uma taxa de financiamento maior que

20%, a TIRM fica abaixo dessa última, que pela regra deveria ser maior para que o projeto seja aceito. Em resumo, mesmo a TIRM aumentando conforme a taxa de financiamento aumenta, a regra de decisão indica o contrário do que o VPL tende a indicar para esse caso.

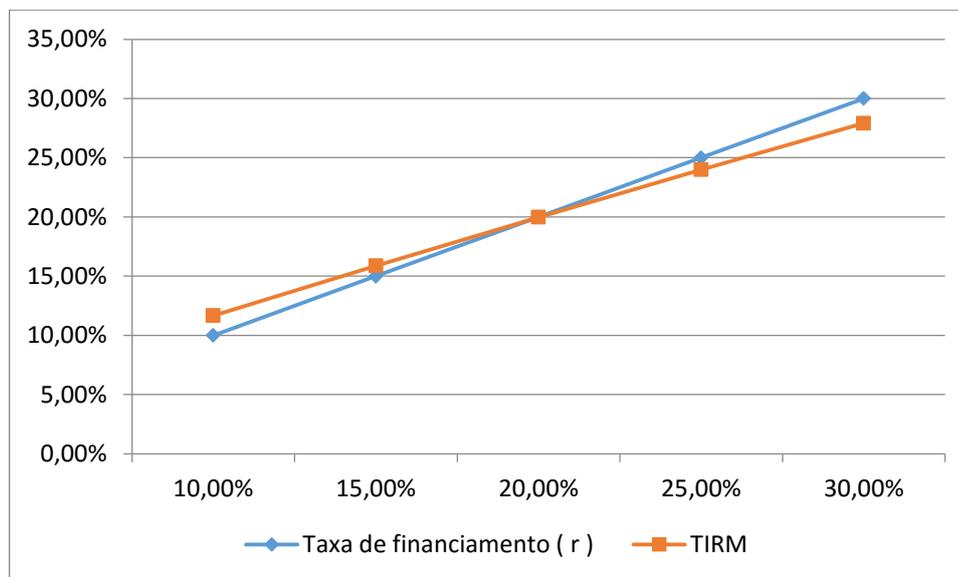


Figura 6 - Taxa de financiamento vs TIRM.

Na Tabela 4 é apresentado um resumo com todas as informações do caso mostrado anteriormente.

Taxa de Financiamento	Taxa de Reinvestimento	Custo de Capital	TIRM	VPL	VPLG
10%	23%	16,5%	11,66%	-329,86	99,93
15%	23%	19,0%	15,87%	-217,05	26,02
20%	23%	21,5%	19,98%	-118,17	-41,73
25%	23%	24,0%	24,00%	-31,55	104,07
30%	23%	26,5%	27,92%	-44,28	-161,60

Tabela 4 - Quadro resumo da variação da taxa de financiamento.

4.2 O estudo de Hazen (2003)

O método do Valor Presente Líquido Generalizado foi aplicado em um caso apresentado por Hazen (2003, p. 44), também testado por Magni (2010, p. 161) para explicar a *Average Internal Rate of Return* (AIRR). Assim como apresentado por eles, a taxa de financiamento (r) é de 10% e para esse exemplo foi escolhido 8% como taxa de reinvestimento (p), resultando em um custo de capital de 9% para o cálculo do VPL. O exemplo possui o fluxo de caixa apresentado na Tabela 5.

Período	0	1	2
Fluxo de Caixa	-10	30	-25

Tabela 5 - Fluxo de caixa de Hazen (2003, p. 44).

Fonte: Adaptado de Hazen (2003, p. 44).

Ao calcular o VPL e o VPLG, ambos retornam valores negativos (-3,23 e -3,77 respectivamente), contra indicando a aceitação do projeto. A TIR, por sua vez, não retornou nenhum valor real, portanto não agrega nenhuma informação ao VPL, enquanto a TIRM apresenta um valor de 2,8%, também indicando rejeição.

A Taxa Externa de Retorno Generalizado (TERG) indicou nesse caso que a taxa de reinvestimento mínimo do projeto dado que r é 10% deveria ser de 31,58%, enquanto a TIRG apresentou valor de -31,48%, ou seja, a taxa de financiamento máxima para que o projeto fosse aceito, o que é impossível. Assim sendo, mesmo com a rejeição do projeto o método VPLG apresenta informações úteis e que deixam mais claro para um gestor quais seriam as condições de financiamento e reinvestimento necessárias para que um projeto fosse lucrativo.

VPL	VPL	TIRG	TERG	TIR	TIRM
-3,23	-3,77	-31,48%	31,58%	-	2,80%

Tabela 6 - Quadro resumo fluxo de caixa de Hazen (2003).

Fonte: Adaptado de Hazen (2003).

Considerando-se que a TIRM e VPL indicam a rejeição do projeto assim como o VPLG também fez para esse caso, deve ser avaliado se é realmente vantajoso usar o método de Kulakova e Kulakov (2013, pp. 138-147), porque a aplicação desse é bastante trabalhosa e não está presente em calculadores e planilhas financeiras como os métodos tradicionais estão.

4.3 O caso de Song (2014)

Diferentemente de Kulakova e Kulakov (2013, pp. 4-7) que em seus estudos analisaram fluxos de caixa não convencionais de durações curtas, Song (2014, pp. 24-45) aplicou o VPLG em projetos de maior duração, como o que será apresentado na Tabela 7, e que tem duração de 10 anos.

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FDC	-120	30	32	34	36	-22	40	42	44	46	48

Tabela 7 - Fluxo de caixa de Song (2014).

Fonte: Adaptado de Song (2014).

À taxa de financiamento (r) 8% e taxa de reinvestimento (p) com custo de capital 11,5%, o exemplo em questão possui duas raízes reais (0,2169 e -1,93), porém apenas uma é positiva, conforme apresentado por Song (2014, p. 37). Quando uma raiz positiva é encontrada, a raiz negativa perde sua utilidade (Newnan, Eschenbach, & Lavelle, 2012 *apud* Song, 2014, p. 37). Dessa forma, a TIR do projeto é de 21,69%. O VPL e VPLG apresentam valores positivos (53,78 e 92,42, respectivamente), com TIRM de 17,38%, todos eles indicando a aceitação do projeto.

Ao buscar os resultados de TIRG e TERG, a primeira apresenta valor idêntico à TIR e não há TERG, já que a equação do VPLG não inclui nenhum termo envolvendo p . Essa ausência ocorre provavelmente devido à baixa quantidade de fluxos negativos ou por apresentarem valores que não trarão impacto para a análise do projeto, portanto, não apresentam muita relevância para o resultado final (Song, 2014, p. 39).

Os casos aonde não há envolvimento de r ou p prejudicam o cálculo da TIRG e TERG respectivamente, podendo não trazer nenhuma informação além do que a TIR e o VPL informam, portanto a aplicação do VPLG se torna desnecessária.

4.4 O caso do reflorestamento utilizando o sistema silvipastoris

Foi encontrado na literatura brasileira um estudo a cerca da viabilidade econômica de um determinado conjunto de métodos (sistema silvipastoris) que tem como finalidade recuperar áreas de pastagens degradadas na Amazônia. O fluxo de caixa a apresentado na Tabela 8, elaborado por Maneschky et al. (2009) apresenta variações negativas e positivas, ou seja, tem as condições ideais para se analisar o VPLG. Foram definidos como taxa de financiamento e reinvestimento os valores de 15% e 10% respectivamente, usando 15% como custo de capital para cálculo do VPL nesse caso.

Período	0	1	2	3	4	5	6	7
FDC	-5.032,22	-3.504,02	-402,72	-852,73	-165,19	881,99	-238,01	-238,01

8	9	...	12	13	14	...	19	20
8.185,59	0	0	0	13.477,57	0	0	0	76.835,92

Tabela 8 - Fluxo de caixa do reflorestamento.

Fonte: Adaptado de Maneschy et al. (2009, p. 53).

Com o auxílio de planilhas eletrônicas, os valores apresentados na Tabela 9 foram encontrados:

VPL	VPLG	TIR	TIRM	TIRG	TERG
668,13	768,35	15,67%	14,25%	15,67%	-

Tabela 9 - Quadro resumo do reflorestamento.

Tanto o VPL quanto o VPLG são positivos, indicando a aceitação do projeto, assim como a TIR, enquanto a TIRM indica a rejeição por ter valor menor que o custo de capital. Assim como no caso anteriormente apresentado, a TIRG tem mesmo valor que a TIR e a TERG não resultou em um valor real por não haver envolvimento da taxa de reinvestimento.

Considerando-se que o método do VPLG traz a valor presente ano a ano desde o último período e que no exemplo acima o último período possui um valor muito expressivo, embora esse seja descontado até o ano zero, continua prevalecendo sobre os fluxos negativos. Seguindo a regra de descontar valores positivos pela taxa de financiamento (r) e negativos por p , como não aparecem valores negativos ao somar o valor do período com o valor presente do ano anterior, a taxa de reinvestimento não é utilizada e a TERG não é calculada. De uma maneira geral, nesse caso o método VPLG não trouxe uma informação relevante em comparação aos métodos tradicionais.

4.5 O estudo de González e Formoso (2001) sobre construções habitacionais

Por fim, foi levantado um estudo a cerca da viabilidade econômico-financeira de construções residenciais criado por González e Formoso (2001, pp. 1548-1553) para teste do Valor Presente Líquido Generalizado. Dada a importância do mercado imobiliário para o país e os altos valores envolvidos, julgou-se interessante

aprofundar as análises econômicas para esses casos, como foi está demonstrado na sequência.

O caso é um projeto com fluxo de caixa não convencional de um empreendimento de imóveis com duração de 6 anos, composto pela saída de capital no investimento inicial e no primeiro ano, entrada de capital no segundo ano, novos investimentos nos anos 3 e 4 e por fim, lucros nos dois últimos anos investimento inicial nos períodos, como mostrado na Tabela 10.

Período	0	1	2	3	4	5	6
FDC	-10.000	-25.000	40.000	-20.000	-20.000	30.000	35.000

Tabela 10 - Fluxo de caixa das construções habitacionais.

Fonte: Adaptado de González e Formoso (2001, p. 1552).

Supondo-se 15% como taxa de financiamento (r), 10% como taxa de reinvestimento (p) e a média de ambas como custo de capital (12,5%), foram calculados os valores do VPL, VPLG, TIR, TIRM e TIRG.

O Valor Presente Líquido apresentou resultado positivo de 6.011,11, assim como o VPLG, que foi menos expressivo (3.967,99). A Taxa Interna de Retorno foi calculada em 19,36%, mesmo valor da TIRG, sendo que novamente não foi encontrada a TERG, pois a taxa de reinvestimento não se fez necessária, como mostrado nos cálculos a seguir:

$$VPLG(r, p) = 0$$

$$VP_6 = 35.000$$

$$VP_5 = 30.000 + \frac{35.000}{1 + r} = 59.661,02$$

$$VP_4 = -20.000 + \frac{59.661,02}{1 + r} = 30.560,18$$

$$VP_3 = -20.000 + \frac{30.560,18}{1 + r} = 5.898,46$$

$$VP_2 = 40.000 + \frac{5.898,46}{1 + r} = 44.998,70$$

$$VP_1 = -25.000 + \frac{44.998,70}{1 + r} = 13.134,49$$

$$VP_0 = -10.000 + \frac{13.134,49}{1 + r} = 1.139,92$$

Repare que em todos os momentos o resultado do Valor Presente dos períodos de 0 a 6 fica positivo, fazendo com que ele seja sempre descontado por r . Dessa forma, p não foi utilizado, logo, a TERG não foi calculada e TIRG se torna idêntica à TIR. A TIRM, por sua vez, indica a aceitação do projeto por ser maior que o custo de capital (14,45% contra 12,5%).

VPL	VPLG	TIR	TIRM	TIRG	TERG
6.011,11	3.967,99	19,36%	14,45%	19,36%	-

Tabela 11 - Quadro resumo das construções habitacionais.

Embora esteja sob análise um fluxo de caixa não convencional, que mostra a variação de sinais entre os períodos, o método do VPLG não apresenta tal variação no Valor Presente de cada período dadas as condições apresentadas anteriormente. Fica evidente, portanto, que nesse exemplo o método sob análise não trouxe nenhuma informação adicional aos métodos tradicionais.

5 Conclusão

5.1 Principais conclusões

Conforme apresentado ao longo desse estudo, a avaliação econômico-financeira de um projeto é extremamente importante para que decisões sejam tomadas corretamente, visando a maximização dos lucros e evitando possíveis perdas monetárias. Ao longo dos anos as técnicas de avaliação de investimento vêm se aperfeiçoando em busca de maior precisão por meio da minimização de erros. É importante apontar que a decisão de colocar ou não em curso um projeto deve levar em consideração diversos aspectos, não apenas a análise econômico-financeira.

Um dos principais problemas enfrentados na análise de investimentos é analisar de fluxos de caixa não convencionais. Tais fluxos geram confusão para a análise por apresentarem problemas como geração de múltiplas raízes ou a inexistência de taxas de retorno no cálculo da Taxa Interna de Retorno. Devido a isso, é possível que o VPL e a TIR sugiram decisões divergentes. Para tentar solucionar esses e outros problemas, o Valor Presente Líquido Generalizado foi criado por Kulakova e Kulakov (2012) e analisado nesse trabalho.

Nos cinco exemplos de fluxos de caixa não convencionais testados, foram encontradas vantagens para a aplicação do VPLG em conjunto com TIRG e TERG, contribuindo com informações relevantes ao tomador de decisão. Uma das principais contribuições do método em análise é o cálculo da taxa de juros máxima aceitável e da taxa de reinvestimento mínima para se aceitar um projeto. Isso faz com que fique mais evidente para um investidor como ele poderia atuar para que seu projeto seja viável ou não, podendo procurar taxas de juros compatíveis com seus projetos.

No primeiro exemplo testado, do projeto *Pump Oil*, a TIR diverge dos demais indicadores de viabilidade financeira. No segundo caso, a TIR não apresenta um resultado, portanto o indicador não pode ser usado como instrumento de decisão, enquanto os demais indicadores indicam a mesma decisão. Nos exemplos três e cinco, a TERG não foi encontrada, mas os demais indicadores direcionam para a mesma decisão. Por fim, o quarto exemplo, que também não apresenta TERG, tem a TIRM divergindo dos outros métodos de análise.

Exemplo	VPL	TIR	TIRM	VPLG	TIRG	TERG
1	Rejeitar	Aceitar	Rejeitar	Rejeitar	Rejeitar	Rejeitar
2	Rejeitar	-	Rejeitar	Rejeitar	Rejeitar	Rejeitar
3	Aceitar	Aceitar	Aceitar	Aceitar	Aceitar	-
4	Aceitar	Aceitar	Rejeitar	Aceitar	Aceitar	-
5	Aceitar	Aceitar	Aceitar	Aceitar	Aceitar	-

Tabela 12 - Quadro resumo dos casos analisados.

Na Tabela 12 é mostrado que em nenhum caso analisado houve unanimidade na indicação de aceitar ou rejeitar o projeto entre todos os métodos utilizados para análise. Não está sendo considerado na Tabela 12 a análise de variabilidade das taxas de financiamento e reinvestimento, apenas a aplicação do VPLG utilizando as mesmas informações que Solomon (1956, p. 128) utilizou em seu estudo.

A TERG não foi encontrada em três dos casos estudados devido à baixa quantidade de fluxos de caixa negativo ou por apresentarem valores muito baixos, portanto no cálculo do VPLG a taxa de reinvestimento (p) não foi utilizada. Em todos esses casos, a TIRG se torna igual à TIR e o VPLG sugere a mesma ação que o VPL, portanto o método do Valor Presente Líquido Generalizado não agregou à análise. Como não houve utilização de p , mesmo que seja um fluxo de caixa não convencional, a análise ano a ano mostra na realidade um fluxo de caixa trazido a valor presente convencional. Dessa forma, é questionado o que é considerado como fluxo de caixa não convencional, habitualmente caracterizado como alternância entre sinais ocorrida mais de uma vez.

Conforme apresentado na Tabela 12, VPL e VPLG indicaram sempre os mesmos resultados, com exceção do primeiro caso quando foi feita a variação da taxa de financiamento. Isso indica que embora na maioria dos casos não haja diferença de um método para outro, eles podem divergir quando as taxas de juros forem muito altas ou muito baixas, causadas por terem diferentes maneiras de calcular o Valor Presente. É difícil saber qual método possui o valor mais correto nesse caso, principalmente pelo fato de reagirem de maneiras completamente opostas à medida que a r varia.

Não foi fácil encontrar exemplos, principalmente na literatura brasileira, aonde fosse possível testar o VPLG. Essa dificuldade também foi citada por Ng e Beruvides (2015, p. 77) e por Ben-Horin e Kroll (2012, pp. 102-118), que alegaram a raridade de se encontrar casos com fluxos de caixa não convencionais. Questiona-

se a real necessidade de aprofundar os estudos para esse campo de pesquisa, dado que a ocorrência de fluxos de caixa não convencionais é incomum e as alternativas elaboradas até então podem ser facilmente substituídas pelos métodos existentes, já que, como mostrado ao longo do trabalho, eles geralmente indicam o mesmo resultado. Caso a utilização da TIR esteja prejudicada por qualquer motivo, é recomendando pela academia a utilização da TIRM. Para garantir a correta decisão, deve-se utilizar o VPL para dar maior segurança e simplesmente apontar a aceitação ou rejeição de um projeto. Acredita-se, após os estudos e análises, que os métodos tradicionais já são suficientes para um gestor.

Por ter compreensão fácil, o VPLG poderia ser utilizado juntamente a outros métodos desde que seu cálculo seja feito por meio de planilhas eletrônicas ou calculadoras financeiras, dado que seu cálculo é complexo e embora nem sempre agregue muito valor, cada informação a mais pode ser útil. Em contrapartida, por ser um método desconhecido pela maioria dos estudiosos, seu cálculo não ser fácil de ser realizado e os casos com fluxos de caixa não convencionais serem raros, a consolidação do Valor Presente Líquido Generalizado na academia pode ser difícil.

De uma maneira resumida, o método VPLG apresenta como vantagens e desvantagens os aspectos apresentados na Tabela 13.

Vantagem	Desvantagem
Utiliza taxas de financiamento e reinvestimento.	O cálculo pode ser complexo, necessitando de planilhas eletrônicas.
Não apresenta múltiplas taxas de retorno incoerentes.	Pode não retornar nenhuma informação relevante em relação aos outros métodos.
Indica a maior taxa de financiamento aceitável.	Em relação aos outros indicadores, agrega apenas em fluxos de caixa não convencionais.
Indica a menor taxa de reinvestimento necessária.	-
Expresso tanto em taxa de juros quanto em valor monetário.	-

Tabela 13 - Principais conclusões do método VPLG.

5.2 Limitações

O estudo aqui apresentado possui algumas limitações importantes que precisam ser levadas em conta. Partiu-se do pressuposto que as informações a respeito dos fluxos de caixa não convencionais estariam corretas, portanto não coube a este autor avaliar a veracidade dos fatos, coube apenas utilizar as informações para os testes. As taxas de juros dos casos citados foram escolhidas de

acordo com o que foi apresentado na literatura e em alguns casos foram escolhidos arbitrariamente de modo a facilitar a análise do método VPLG. Essa arbitrariedade não pode, portanto, prejudicar nem descredibilizar o estudo, embora seja um limitante.

5.3 Recomendações para trabalhos futuros

Ficou evidente que cada vez mais a literatura elabora métodos e alternativas para melhorar a análise econômico-financeira dos fluxos de caixa não convencionais. Como não há muita padronização dos casos testados para comprovar a veracidade de cada método proposto, recomenda-se a criação de um banco de fluxos de caixa não convencionais em que as mais diversas técnicas de análise possam ser testadas e comparadas entre si semelhante ao estudo de Taillard (1993, pp. 278-285) que estruturou um banco de problemas de programação.

Os estudos a cerca da representação de um fluxo de caixa não convencional precisam ser aprofundados, visto que foi mostrado aqui que a simples ocorrência de mais de uma variação de sinais não é suficiente para criar múltiplas taxas de retorno ou a inexistência dela.

A divergência entre VPL e VPLG à medida que a taxa de financiamento variava poderia ser um objeto de estudo, pois foi um caso isolado em que ambos cresciam ou decresciam enquanto o outro método caminhava para uma decisão oposta. O aprofundamento dessa questão poderia deixar mais claro o motivo desse comportamento e, conseqüentemente, apontar qual deve ser mais utilizado.

Observou-se também uma falta de consenso entre fluxo de caixa econômico e fluxo financeiro, como Samanez (2002, pp. 308-313) apresentou. A montagem do fluxo de caixa e as variáveis contidas nele são extremamente importantes para o resultado final que ele apresentará, portanto faz-se necessário entender melhor qual a forma correta de analisar essas informações.

Enquanto Hazen (2003, p. 32) questiona se as múltiplas taxas de retorno trazem informações importantes ou não, Ben-Horin e Kroll (2012) alegam que há um excesso de preocupação com essa questão. Dessa forma, esse assunto pode ser objeto de estudo para aprofundar a questão e visar o fim da divergência.

Por fim, levando em consideração o fato de que fluxos de caixa não convencionais não são tão comuns e relevantes na realidade de projetos de investimento ou financiamento, para situações costumeiras as técnicas do VPL e da TIR são suficientes. Mesmo assim, os estudos nesse campo devem ser encorajados, pois poderão agregar ainda mais informações, assim como o VPLG pôde agregar.

6 Bibliografia

- Barry, P. J., & Robison, L. J. (2014). Technical Note: Economic Rates of Return and Investment Analysis. *The Engineering Economist*, 59(3), pp. 231-236.
- Beaves, R. G. (1988). Net Present Value and Rate of Return: Implicit and Explicit Reinvestment Assumptions. *The Engineering Economist*, 33(4), pp. 275-302.
- Ben-Horin, M., & Kroll, Y. (2012). The Limited Relevance of the Multiple IRRs. *The Engineering Economist*, 57(2), pp. 101-118.
- Berk, J., & DeMarzo, P. (2009). *Finanças Empresariais* (1ª ed.). (C. d. Andrei, Trad.) Bookman.
- Biondi, Y. (2006). The double emergence of the Modified Internal Rate of Return: The neglected financial work of Duvillard (1755–1832) in a comparative perspective. *The European Journal of the History of Economic Thought*, 13(3), pp. 311-335.
- Bosch-Badia, M. T., Montllor-Serrats, J., & Tarrazon-Rodon, M. A. (2014). Capital Budgeting and Shareholders' Value: Investment Projects Versus Courses of Action. *The Engineering Economist*, 59(3), pp. 207-230.
- Bučko, J. (2010). Integration Model of the Financial Analysis Methods of Investment Projects. *The Engineering Economist*, 55(1), pp. 60-70.
- Chiu, S. S., & Escalante, E. F. (2012). A Companion For NPV: The Generalized. *The Engineering Economist*, 57(3), pp. 192-205.
- González, M. A., & Formoso, C. T. (2001). Análise de Viabilidade Econômico-Financeira de Construções. *Encontro Nacional da ANPUR*, (pp. 1548-1553).
- Hazen, G. B. (2003). A New Perspective on Multiple Internal Rates of Return. *The Engineering Economist*, 48(1), pp. 31-51.
- Hotelling, H. (1925). A General Mathematical Theory of Depreciation. *Journal of the American Statistical Association*, 20(151), pp. 340-353.
- Johnstone, D. (2008). What does an IRR (or two) mean. *The Journal of Economic Education*, 39(1), pp. 78-87.
- Kassai, J. R., Casanova, S. P., Neto, A. A., & Santos, A. (2005). *Retorno de Investimento Abordagem Matemática e Contábil do Lucro Empresarial* (3ª ed.). São Paulo: Atlas S.A.

- Kulakov, N. Y., & Kastro, A. B. (2015). Evaluation of Nonconventional Projects: GIRR and GERR vs. MIRR. *The Engineering Economist*, 60(3), pp. 183-196.
- Kulakov, N. Y., & Kulakova, A. N. (2013). Evaluation of Nonconventional Projects. *The Engineering Economist*, 58(2), pp. 137-148.
- Kulakov, N. Y., & Kulakova, A. N. (2014). Is the MIRR a Suitable Indicator for Projects with Multiple Outflows? *Industrial and Systems Engineering Research Conference*, (pp. 1-8).
- Kulakova, A. N., & Kulakov, N. J. (2012). Capital Budgeting Technique for Non-Conventional Projects. *Industrial and Systems Engineering Research Conference*, (pp. 1-9).
- Lohmann, J. R. (1988). The IRR, NPV and the Fallacy of the Reinvestment Rate Assumptions. *The Engineering Economist*, 33(4), pp. 304-330.
- Lorie, J. H., & Savage, L. J. (1955). Three problems in rationing capital. *The School of Business*, 28(4), pp. 229-239.
- Magni, C. A. (2009). Investment decisions, net present value and bounded rationality. *Quantitative Finance*, 9(8), pp. 967-979.
- Magni, C. A. (2010). Average Internal Rate of Return and Investment Decisions: A New Perspective. *The Engineering Economist*, 55(2), pp. 150-180.
- Magni, C. A. (2013). The Internal-Rate-of-Return approach and the AIRR: A refutation and a corroboration. *The Engineering Economist*, 58(2), pp. 73-111.
- Maneschy, R. Q., de Santana, A. C., & de Veiga, J. B. (2009). Viabilidade Econômica de Sistemas Silvopastoris com *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e *Tectona grandis* no Pará. *Pesquisa Florestal Brasileira*, pp. 49-56.
- Newnan, D. G., Eschenbach, T. G., & Lavelle, J. P. (2012). *Engineering Economic Analysis* (11^a ed.). New York: Oxford University Press.
- Ng, E.-H., & Beruvides, M. G. (2015). Multiple Internal Rate of Return revisited: frequency of occurrences. *The Engineering Economist*, 60(1), pp. 75-87.
- Osborne, M. J. (2010). A resolution to the NPV-IRR debate? *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 50(1), pp. 234-239.
- Park, C. S., & Sharp-Bette, G. P. (1990). *Advanced Engineering Economics* (10^a ed.). John Wiley & Sons.
- Pierru, A. (2010). The simple meaning of complex rates of return. *The Engineering Economist*, 55(2), pp. 105-117.

- Samanez, C. P. (2002). *Matemática Financeira aplicações à análise de investimentos* (3ª ed., Vol. I). São Paulo: Prentice Hall.
- Smith, G. W. (1967). A brief history of interest calculations. *Journal of Industrial Engineering*, 18(10), pp. 569-574.
- Solomon, E. (1956). The arithmetic of capital budgeting decisions. *The Journal of Business*, 29(2), pp. 124-129.
- Song, N. (2014). *Evaluation of the GNPV method for decision-making in non-conventional projects*. Tese de Mestrado, Indiana State University, Indiana.
- Taillard, E. (1993). Benchmarks for Basic Scheduling Problems. *Research, European Journal of Operational*, 64(2), pp. 278-286.
- Teichroew, D., Robichek, A. A., & Montalbano, M. (1965a). An analysis of criteria for investment and financing decisions under certainty. *Management Science*, 12(3), pp. 151-179.
- Teichroew, D., Robichek, A. A., & Montalbano, M. (1965b). Mathematical analysis of rates of return under certainty. *Management Science*, 11(3), pp. 395-403.
- Weber, T. A. (2014). On the (non-)equivalence of IRR and NPV. *Journal of Mathematical Economics*, 52(1), pp. 25-39.