

GUILHERME DE OLIVEIRA ROVERI

**APLICAÇÃO DA TEORIA DE ANÁLISE DA DECISÃO NA
AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo

2011

GUILHERME DE OLIVEIRA ROVERI

**APLICAÇÃO DA TEORIA DE ANÁLISE DA DECISÃO NA
AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Dr. Miguel Cezar Santoro

São Paulo

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Roveri, Guilherme de Oliveira

**Aplicação da teoria de análise de decisão na avaliação de investimentos / G.O. Roveri. -- São Paulo, 2011.
99 p.**

**Trabalho ' Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1.Investimentos (Análise) 2.Análise multicritério 3.MACBETH
4.Ações 5. Análise da decisão I.Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção
Il.t.**

Dedico este trabalho aos meus pais Luiz e Marinêz e à minha irmã, Patrícia, pelo suporte e conselhos dados durante este período de graduação. Sem eles, esta realidade não teria se tornado verdade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me dar força e saúde para conseguir estar apto a desenvolver grandes conquistas. Acredito que é impossível ter certeza das coisas antes delas realmente acontecerem, portanto devemos sempre acreditar que existe alguém monitorando nossas atitudes pois, no final, tudo dará certo.

Não poderia deixar de citar a minha valiosa família, que sempre se mostrou uma sólida base aonde pude confiar. Nos momentos difíceis, foi de fundamental importância para eu contar com minha família. Agradeço à minha mãe, Marinêz, por todo carinho e dedicação sempre a mim gratificados; agradeço à meu pai, Luiz, pelo exemplo de como chegar a uma vitória e agradeço à minha irmã, Patrícia, por me guiar na perseverança necessária para sobreviver a cada dia.

Deixo aqui também os meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Miguel Cezar Santoro que com toda a sua experiência e dedicação, conseguiu me guiar durante o ano tanto em relação ao trabalho em desenvolvimento quanto em questões profissionais e da vida em geral.

Aos profissionais e colegas das empresas que trabalhei, agradeço pelos conhecimentos e maturidade que me proporcionaram a aprender. Acredito que nem sempre a teoria se aplica na prática e vocês conseguiram me mostrar isso de forma brilhante, dando uma motivação ainda maior para acreditar que ainda há muito para ser mudado no mundo.

Especiais em todos os sentidos, não poderia deixar de ressaltar a importância de todos os meus amigos durante estes 5 anos de formação e mais especificamente durante a realização deste trabalho. Tenham certeza que cada amigo de forma individual conseguiu impactar no meu desenvolvimento. Aos amigos de Jundiaí, obrigado por estarem sempre lá, por se fazerem presentes, integrarem uma família e pelo amor de irmãos. Aos amigos de São Paulo, obrigado pelo acolhimento e desenvolvimento de uma relação extremamente duradoura, obrigado também por me mostrarem o mundo e ampliarem meus horizontes.

Enfim, sou grato por cada pessoa que cruzou meu caminho e me trouxe novas experiências. Tenho certeza que completo estes 5 anos de graduação com muitas experiências que não irão nunca se perder em minha memória.

“(...) You have to trust in something—
your gut, destiny, life, karma, whatever—
because believing that the dots will connect
down the road will give you the confidence
to follow your heart (...)”

(Steve Jobs)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo a proposição de um modelo que se utiliza de técnicas de análise multi-critério da decisão de modo a auxiliar na decisão de investimentos em empresas de capital aberto dentro de um determinado setor. O objetivo do modelo proposto não busca otimizar uma carteira de investimentos, mas busca, sim, trazer de maneira estruturada para o investidor qual é a melhor ação dentro de um conjunto de ações semelhantes, que melhor se adequa ao perfil deste investidor. O modelo possibilita ainda a combinação de fatores tanto quantitativos quanto qualitativos que são relevantes no momento da decisão de investimento. A mente humana é capaz de cair em diversas armadilhas cognitivas quando o processo de decisão não é estruturado, por isso, justifica-se a adoção de um modelo estruturado multi-critério da decisão. Neste trabalho, faz-se um estudo sobre o processo decisório, assim como um estudo superficial por alguns dos principais métodos de análise multi-critério da decisão. Em seguida, adota-se um destes modelos teóricos e propõe-se alguns critérios para possibilitar uma aplicação prática deste modelo. Por fim, realiza-se uma aplicação deste modelo escolhendo a melhor dentre três ações adotadas pelo autor, segundo o perfil de investimento do próprio autor. Utiliza-se de ferramentas do software muito visuais para realizar a análise dos resultados, além de ferramentas deste mesmo software para a realização de análises de sensibilidade em relação à decisão tomada. Ao final, conclui-se que o modelo proposto cumpre o seu objetivo principal no momento de auxiliar o investidor e o analista na decisão de seu investimento. No entanto, este modelo pode possuir algumas limitações que devem ser resolvidas caso a caso. Propõe-se trabalhos futuros a serem desenvolvidos de modo a aperfeiçoar e fomentar o tema aqui desenvolvido.

Palavras-chave: Análise de investimentos, Análise Multi-critério, MACBETH, Ações, Análise da decisão

ABSTRACT

This paper aims to propose a model using multi-criteria decision technique in order to assist investors and analyst in the decision to invest in publicly traded companies within a particular industry segment. The purpose of the presented model does not seek to optimize an investment portfolio, but it seeks to bring, in a structured way, for the investor which is the best stock within a similar group of stocks that best suits the investment profile of this investor. The proposed model also allows the combination of both quantitative and qualitative factors that are relevant at the time of investment decision. The human mind may fall in several cognitive traps when the decision-making process is not structured; therefore, this justifies the adoption of a structured model using multi-criteria analysis decision theory. In this paper, we present a study on decision making, as well as a non-detailed study of some of the most relevant models used in multi-criteria decision analysis. Then, we use one of these theoretical models and propose a few criteria's to enable a practical application of this model. Finally, we make an application of the proposed model by choosing the best stock among three stocks chosen by the author, according to the investment profile of the author. Many visual tools to perform results' analysis and sensitivity analysis are applied. At the end, it is concluded that the proposed model fulfills its primary objective in assisting the investor and analyst in their investment decision. However, the model may have some limitations that must be resolved on a case by case basis. It is proposed future works to be developed in order to promote the subject developed on this report.

Keywords: Investment Analysis, Multi-criteria Analysis, MACBETH, Stocks, Decision Analysis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Principais etapas de uma tomada de decisão estruturada.....	28
Figura 2 - Principais erros e armadilhas da mente humana.....	32
Figura 3 - Relação entre os limiares e as situações de indiferença, de preferência fraca e de preferência estrita (para um pseudo-critério a maximizar). Extraído de (DIAS, 2000)	35
Figura 4 – Desdobramento níveis hierárquicos AHP	41
Figura 5 - Rotina MACBETH utilizada para análise de inconsistência	48
Figura 6 - Resumo do processo de decisão MACBETH. Extraído de MACBETH (BANA E COSTA, DE CORTE e VASNICK, 2003).....	49
Figura 7 - Dinâmica do modelo MACBETH. Extraído de MACBETH (BANA E COSTA, DE CORTE e VASNICK, 2003)	51
Figura 8- Figura resumo dos critérios a serem utilizados.....	53
Figura 9 - Instalação e versão do programa instalado	67
Figura 10 - Árvore de critérios gerada e alternativas escolhidas.....	68
Figura 11 - Estabelecimento de um nó critério e da escala a ser utilizada.....	69
Figura 12 - Histograma da ponderação do julgamento.....	71
Figura 13 - Termômetro global de pontuações.....	74
Figura 14 - Perfis de investimento das três empresas comparadas.....	75
Figura 15 - Perfis de diferenças entre as alternativas	75
Figura 16 - Comparação alternativas vs. critério Global - global	77
Figura 17 - Comparação alternativas vs. critério EV/EBITDA - global	77
Figura 18 - Comparação alternativas vs. critério <i>Trading multiples – Trading data</i>	78
Figura 19 - Comparação alternativas vs. critério Global - global	78
Figura 20 - Análise de sensibilidade peso estabilidade da empresa (esquerda) e pagamento de dividendos (direita).....	79
Figura 21 - Análise de sensibilidade peso retorno excluindo dividendos (esquerda) e potencial de desenvolvimento (direita)	79
Figura 22 - Análise de sensibilidade peso endividamento (esquerda) e EV/EBITDA (direita)	80
Figura 23 - Análise de sensibilidade peso PE (esquerda) e PBV (direita)	80
Figura 24 - Análise de sensibilidade peso liquidez (esquerda) e variação de preço (direita)...	80
Figura 25 - Interatividade escala <i>dividend yield</i>	81
Figura 26 - Interatividade escala <i>dividend yield</i> - impacto.....	81

Figura 27 - Interatividade preferências do decisor – impacto I.....	82
Figura 28 - Interatividade preferências do decisor – impacto II.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos métodos da família Electre (ARAYA, CARIGNANO e GOMES ¹ , 2004 apud MOREIRA, 2007).....	36
Tabela 2 – Critério generalizado PROMETHEE. Extraído de (ALENCAR, 2006)	37
Tabela 3 - Resumo métodos PROMETHEE (ARAYA; CARIGNANO e GOMES, 2004, MORAIS; ALMEIDA, 2006, apud RAMOS, 2010). Extraído de (RAMOS, 2010)	39
Tabela 4- Resumo dos métodos multi-critérios analisados	42
Tabela 5 - Tabela resumo critérios e níveis	64
Tabela 6 – Entradas relativas à escala de cada um dos critérios	65
Tabela 7 - Entradas relativas a cada alternativa em relação à cada critério	65
Tabela 8 – Escala de ponderação de preferências	65
Tabela 9 - Tabela de ponderação de critérios preenchida de acordo com o perfil do autor	70
Tabela 10 - Exemplo de proposição de escala para um dos critérios	72
Tabela 11 - Tabela de referência de ponderação gerada após o estabelecimento de escalas ...	72
Tabela 12 - Tabela de performance das alternativas segundo os critérios	73
Tabela 13 - Tabela de pontuação	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADTV – Average Daily Trading Volume (Volume médio negociado em um dia)

AHP – Analytical Hierarchy Process

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

DCF – Discounted Cash Flow (Fluxo de caixa descontado)

EBITDA – Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization (Lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização)

ELECTRE – Elimination et Choix Traduisant La Réalité

EV – Enterprise Value (Valor da Empresa)

MACBETH – Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique

MAUT – Multi- Atributte Utility Theory

PBV – Price to book value (Preço pelo valor patrimonial)

PE – Price earnings (Preço Lucro)

PROMETHÉ – Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evalutaion

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVO.....	17
2.1. A EMPRESA	17
2.2. O PROBLEMA	18
2.3. OBJETIVO DO TRABALHO	21
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
3.1. A tomada de decisão	23
3.2. As etapas do processo de decisão.....	24
3.3. Principais erros e armadilhas da mente humana	28
3.4. O processo de decisão com Múltiplos Critérios	32
A escola Européia	33
A família Electre (<i>Elimination et Choix Traduisant La Réalité</i>)	33
A família PROMETHEE (<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i>)	36
A escola Americana	39
MAUT (<i>Multi-Attribute Utility Theory</i>).....	39
AHP (<i>Analytical hierarchy process</i>)	40
MACBETH (<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>)	41
Os critérios a serem utilizados na abordagem multi-critérios	42
4. MODELO PROPOSTO.....	44
4.1. ABORDAGEM TEÓRICA.....	44
4.2. ABRANGÊNCIA DO MODELO PROPOSTO	51
4.3. OS CRITÉRIOS.....	52
4.4. AS ENTRADAS DO MODELO.....	65
4.5. AS SAÍDAS DO MODELO	66
5. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	67
5.1. APLICAÇÃO	67
5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS	74
5.3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	79
6. CONCLUSÕES	83
6.1. SÍNTESE E PRINCIPAIS CONCLUSÕES FINAIS.....	83
6.2. PROPOSIÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

ANEXOS	89
I – PRINCIPAIS SAÍDAS DO RELATÓRIO GERADO PELO MACBETH	89

1. INTRODUÇÃO

Este relatório busca trazer ao leitor conhecimentos teóricos e práticos de como a teoria de análise da decisão pode ser aplicada na análise de investimentos. A teoria de análise da decisão se mostra uma ferramenta muito eficiente a ser aplicada em situações na qual existem diversas opções. Esta ferramenta, quando devidamente aplicada, consegue levar o decisor a tomar a melhor decisão.

O mundo do mercado financeiro é um mundo aonde sempre há diversas opções e o ambiente dinâmico faz as decisões dos melhores investimentos serem decisões tipicamente complicadas. Neste contexto, este relatório traz um exemplo prático desta situação e de como resolvê-la.

O modelo aqui proposto não almeja substituir modelos de otimização de carteira, ou propor portfólios para um investidor, ele objetiva, principalmente, auxiliar o decisor a resolver uma situação em que existe dúvida na escolha entre determinadas ações de um determinado setor.

No capítulo 2, descreve-se o problema a ser tratado, em que ambiente ele está situado, quais são os principais atores deste mercado e qual o objetivo deste trabalho, ou seja, como este trabalho buscará resolver o problema proposto.

No capítulo 3, realiza-se uma extensa revisão bibliográfica a respeito do tema análise da decisão. Levantam-se dados a respeito do processo decisório e das principais armadilhas cognitivas da mente humana (quando não se utilizam de modelos estruturados para decisão). Por fim, descreve-se sucintamente os principais métodos multi-critérios da decisão de modo a poder-se embasar a escolha de um método para o modelo proposto.

No capítulo 4, propõe-se um modelo a ser utilizado para resolver o problema inicialmente abordado. Adota-se um modelo teórico, o qual é explicado em maior detalhe para uma maior compreensão do seu mecanismo de funcionamento. Detalham-se ainda qual será a abrangência do modelo, assim como quais critérios serão utilizados e quais as entradas e saídas deste modelo serão necessárias e fornecidas.

No capítulo 5, aplica-se o modelo proposto para analisar a decisão da escolha da melhor empresa em um grupo de três empresas de um mesmo setor escolhido. Esta análise utiliza-se

do modelo proposto no capítulo 4 do relatório. Seus resultados são analisados e para realizar esta análise, utiliza-se de alguns recursos interessantes do software adotado para realizar a simulação.

Por fim, no capítulo 6, conclui-se o trabalho retratando quais pontos conseguiram ser cobertos, quais pontos foram melhorados e quais pontos ainda estão pendentes para solução. Além disso, propõe futuros projetos a serem desenvolvidos a partir do desenvolvimento deste relatório.

2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVO

2.1. A EMPRESA

O banco X é um banco de investimentos com sede em Zurique e na Basileia, na Suíça. Trata-se de um dos maiores e mais tradicionais bancos da Europa, local no qual além de atividades de investimento possui um banco de varejo. Dentre suas principais atividades estão o “*Investment Banking*” ou banco de investimentos, “*Wealth management*” ou gestão de fortunas e “*Asset management*” ou gestão de ativos.

O *Investment banking* é a área responsável por oferecer uma seleta gama de serviços relativos a títulos negociáveis, ações, produtos de renda fixa, além de ser responsável pela área de fusões e aquisições do banco. A parte de *Wealth Management* está relacionada a gestão de grandes fortunas através de investimentos em carteiras de fundos e outros produtos desenvolvidos pelo banco. Já o setor de *Asset management* é responsável pela gestão de recursos e ativos de terceiros.

Em 2006, o banco X iniciou suas operações no Brasil através da compra de um outro banco local de grande renome, formando o banco X-P, banco o qual conquistou grande reconhecimento e renome mundialmente. No entanto, devido à crise de 2008 e 2009, o banco X se viu obrigado a se desfazer de sua operação do Brasil de forma a levantar dinheiro para a sobrevivência da crise. Desta maneira, as operações do banco X no Brasil foram vendidas então a outro banco brasileiro formando um banco existente até hoje.

Entretanto, recuperado da crise, em 2010, o banco X retomou suas operações no Brasil e está em estágio de “*ramp-up*” das atividades. Em 2010, o banco X fez a aquisição de uma corretora de valores local, a qual será totalmente incorporada ao banco X no Brasil. Hoje, o status das operações está dependente da aprovação da aquisição desta corretora pelo Banco Central. Uma vez que a aquisição for aprovada, o banco poderá oferecer todos os serviços que oferta no mundo inteiro, sem restrições e limitações para a sua atuação dentro do Brasil.

Dentro desse contexto, o estágio desenvolvido do aluno se dá no setor de *Investment Banking*, mais precisamente dentro da área de “*Equity Research*”. O departamento de *Equity Research* desenvolve atividades de análises setoriais e corporativas de empresas de capital aberto na bolsa de valores.

Os clientes do departamento de *Equity Research* do banco X são grandes fundos de investimento e alguns clientes particulares individuais. Estes fundos possuem igualmente equipes de análise que geralmente estão divididos por setores e tipos de investimentos. Cada setor e tipo de investimento recebe uma quantia de dinheiro para alocar dentro das empresas daquele setor em específico dentro de uma região específica (por exemplo, alocar certa quantia no setor de infra-estrutura de países emergentes). Assim, um fundo de investimentos em ação, por exemplo, muitas vezes é obrigado a investir determinada quantia em ações de um determinado setor.

O setor estudado pelo aluno é o setor de transportes, algumas das empresas avaliadas estão nos setores de companhias aéreas, concessões rodoviárias, portos, aeroportos, locadoras de veículos e programas de fidelidade. Este setor possui algumas particularidades e cada empresa possui suas peculiaridades como se poderá observar mais adiante neste relatório.

Dentro das atividades de análise desempenhadas pelo aluno está a determinação do valor das empresas de capital aberto estudadas. Para fazer esta avaliação, utilizam-se técnicas quantitativas como modelos de “*Valuation*” (avaliações de empresas) e índices de mercados. Além disso, engloba-se de forma qualitativa todo o contexto setorial e macroeconômico no qual aquelas empresas estão inseridas.

2.2. O PROBLEMA

Um dos tópicos mais importantes dentro do mundo corporativo e de finanças pessoais, a decisão a respeito de qual investimento fazer vem atraindo cada vez mais especialistas e analistas. Este fato vem contribuindo para o desenvolvimento de novas técnicas de análises de investimentos. No entanto, muitas vezes estas técnicas não são aplicadas devidamente resultando em decisões erradas por parte dos investidores.

Ao se analisar as opções de investimentos, encontram-se diversas alternativas: poupança, títulos do governo, fundos de renda fixa, certificados de depósito bancário (CDB), fundos de renda variável, debêntures, ações, opções, entre outras. A decisão de qual destas alternativas escolher gira de uma maneira geral em torno de três variáveis principais: risco, retorno e prazo.

Estas três variáveis nunca podem ser dissociadas por serem totalmente dependentes. O risco está relacionado com a probabilidade daquele investimento não cumprir com as obrigações previstas, o que pode vir a afetar o retorno. O retorno está relacionado com os possíveis ganhos que aquele investimento poderá trazer em determinado período de tempo (prazo). Já o prazo diz respeito ao tempo em que aquele investimento com aquele determinado risco trará o retorno esperado. De uma forma geral, o mecanismo funciona da seguinte forma: quanto maior o risco, maior o retorno e quanto maior o prazo, maior o retorno.

No caso específico do departamento de *Equity Research* do banco X nada é diferente. Restrito pelo fato de priorizar avaliações de ações somente, as variáveis a serem analisadas continuam as mesmas. Desta forma, para tomar a decisão de quais ações comprar, realiza-se a avaliação de investimentos através de modelos de “*Valuation*” que, de uma maneira geral, precificam uma empresa avaliando a sua capacidade de gerar fluxo de caixa durante o período de sua existência.

Estes modelos buscam avaliar qual será o valor de determinada ação para um período de um ano. Desta maneira, ao se comparar a avaliação de diferentes empresas para o mesmo período de tempo, elimina-se a variável prazo da análise, restando o risco e o retorno para serem ponderados.

Assim, o que os investidores buscarão ao analisar os modelos da *Valuation* são oportunidades de maximizar o retorno com o menor risco de aquele retorno não acontecer. De uma forma mais direta, o dilema do investidor que quer investir em ações passa por qual ação ele deve comprar e qual ação ele deve vender a cada momento.

Ao se fazer a avaliação, o retorno estimado pode ser determinado de uma forma muito simples dividindo o valor da ação resultante do modelo pelo valor real de mercado da ação, se não considerarmos os pagamentos de dividendos. O resultado desta divisão dará o potencial de valorização desta ação, o que pode ser entendido como determinada probabilidade de retorno. No entanto o grande problema gira em torno do risco daquele investimento.

Os investidores tentam avaliar os riscos dos investimentos de diversas formas: avaliam riscos de crédito, riscos operacionais, riscos macroeconômicos, etc. Para isso, utilizam-se tanto ferramentas quantitativas como uma ampla gama de índices quanto avaliações qualitativas

que nem sempre são realizadas de uma maneira estruturada e clara. Desta forma, muitas vezes isto acaba confundindo o investidor levando-o a tomar decisões equivocadas ou então acaba aumentando a incerteza diminuindo a segurança do investidor de fazer a escolha correta.

De um ponto de vista macro, os riscos ao qual a avaliação de uma empresa está sujeito são: riscos macro-econômicos, riscos setoriais e riscos organizacionais. Os macro-econômicos trazem relação com eventuais cenários da economia do país e do mundo que podem afetar os resultados da empresa. Uma economia global em crise e recessão tende a impactar diretamente a avaliação de praticamente todas as empresas, conforme exemplo ocorrido recentemente com a crise de 2008. Os riscos setoriais dizem respeito a regulamentações e contextos do setor em específico ao qual aquela empresa está inserida, por exemplo, o setor de transportes está sujeito a regulamentações governamentais da ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres), ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários), entre outras agências reguladoras específicas. Já os riscos organizacionais tratam dos riscos exclusivos daquela determinada empresa em análise sendo geralmente relacionadas com estrutura de capital, gestão estratégica e perspectivas futuras.

Desta forma, o investidor enfrenta um grande problema na hora da decisão entre qual ação ele deverá comprar para obter o retorno requerido devido a uma não exposição quantitativa dos riscos daquele investimento por parte do analista e avaliador daquelas ações. Este é o principal obstáculo na hora de definir qual investimento deverá ser feito.

Como citado anteriormente, há diversas ferramentas quantitativas que auxiliam o investidor na sua tomada de decisão, no entanto, ao estruturar seu pensamento de forma intuitiva, este investidor pode acabar caindo em armadilhas cognitivas o que resulta em resultados indesejáveis.

Acredita-se que ao estruturar os resultados destas diversas ferramentas quantitativas e somá-los a avaliações qualitativas relativas àquela decisão, o investidor terá de forma clara qual a decisão a ser realiza, em outras palavras, qual o investimento deve ser feito. Para tal estruturação, as ferramentas de análise da decisão compõem um poderoso arsenal para ser utilizado.

2.3. OBJETIVO DO TRABALHO

Uma vez analisada a situação real de dificuldade de análise de opções de investimentos devido ao grande teor de informações quantitativas e principalmente qualitativas a ser ponderado, o objetivo deste trabalho visa estabelecer e/ou otimizar métodos de avaliação de ações, de forma a trazer ao investidor informações consolidadas de modo a facilitar o entendimento por parte do investidor das escolhas que ele está fazendo.

De uma maneira geral, a análise a ser feita dos investimentos passa por dois segmentos principais, a análise quantitativa e a análise qualitativa. Ambas as abordagens não são perfeitas e podem ser melhoradas.

A análise quantitativa, apesar de sua complexidade, não é um ponto principal de dificuldade aos investidores, uma vez que as técnicas de avaliações como “*Valuation*” e índices de mercado são utilizados há muito tempo e a maioria dos profissionais do mercado financeiro entendem os princípios de sua abordagem. No entanto, há diversas críticas a serem feitas aos modelos de “*Valuation*”. Geralmente, ao se montar o modelo, adota-se uma série de premissas, no entanto, muitos analistas variam estas premissas de forma a manipular o valor da empresa resultante do modelo.

Além disso, apesar de se chegar numa estimativa exata de valor para a empresa, nada se diz a respeito do risco daquela estimativa estar certa ou errada, muito menos a informação relativa a possíveis variações de premissas relativas aos cenários macroeconômicos, por exemplo, são trazidas.

Para resolver este problema em específico, somado aos modelos de “*Valuation*” muitas vezes utilizam-se técnicas de análise de sensibilidade, através da qual algumas premissas são variadas, o que vai gerando diferentes resultados. No entanto, em análise de sensibilidade, apenas alguns fatores podem variar de uma vez, sendo que para variar mais fatores um número mais significativo de vezes, entra-se no universo de simulações, que é pouco utilizado por analistas do *Equity Research*.

Apesar disso, o grande problema mesmo na avaliação das ações diz respeito à análise qualitativa. Pode-se argumentar que há variáveis controláveis e variáveis incontroláveis, no

entanto, há maneiras de transformar estas informações qualitativas em informações quantitativas de forma a auxiliar a análise de decisão.

Exemplos de informações qualitativas para a avaliação de investimentos são: potencial de projetos a serem desenvolvidos pela empresa, potenciais concorrentes de mercados, eventuais lançamentos de produtos inovadores e substitutos, mudanças de legislação, entre outros. Todos estes fatos não são levados em conta nos modelos de “*Valuation*”, mas são fatos muito determinantes na valorização ou não das ações, ou seja, na realização do retorno esperado pelas ações.

Há diversas técnicas para se analisar e estruturar as informações qualitativas (como serão citadas mais a diante) de forma a melhor compreender os seus reais possíveis impactos dentro de um investimento, no entanto estas técnicas não são amplamente aplicadas no mercado financeiro prejudicando a análise de decisão dos investimentos.

Desta maneira, o presente trabalho objetiva propor um método que auxilie a análise de decisão dos investidores de grandes fundos, os quais são clientes do banco X. Este método trará melhorias à análise quantitativa e qualitativa das ações, o que tornará a visão entre potenciais riscos e retornos de determinados investimentos mais clara para o decisor.

O método proposto será restrito a avaliações de determinados tipos de ação visando à escolha de ações entre um determinado setor. O decisor considerado será um grande fundo de investimento que tem a obrigação de possuir em sua carteira de ações uma determinada quantia em dinheiro no setor analisado. O modelo procurará trazer as informações de uma maneira mais abrangente, mas como todo modelo apresentará limitações e erros, os quais deverão ser avaliados pelos investidores.

O modelo aqui proposto não procura substituir outros modelos numéricos de otimização de carteira, mas sim, facilitar ao investidor a proposição de qual ação poderá entrar nesta carteira. Desta forma, encara-se o modelo aqui proposto como um adicional para as análises dos investidores e analistas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A tomada de decisão

No atual contexto sócio-econômico dinâmico mundial, hoje em dia, cada vez mais, as pessoas necessitam enfrentar situações nas quais se deparam com a necessidade da tomada de decisão selecionando a mais adequada dentro de um conjunto de alternativas.

Todas as pessoas se deparam com situações (cotidianas ou não) de conflitos em suas vidas, e tem que tomar decisões para solucionar. Quando há apenas uma alternativa para o problema, toma-se de imediato uma ação, no entanto, quando surgem diversas alternativas para este problema, deve-se, antes de executar uma ação, tomar uma decisão (SALOMON, 2010).

A tomada de decisão é um processo cognitivo que consiste na identificação e escolha de alternativas com base nas informações presentes naquele momento e esta escolha está sujeita a erros e a incertezas. Muitas vezes ao procurar tomar várias ações ótimas o decisor acaba chegando a uma alternativa que não é ótima devido à imperfeição da mente humana, tema o qual vem sendo muito estudado por sociólogos e psicólogos (NUNES JUNIOR, 2006). Nem sempre a somatória de ótimos locais resulta no ótimo global, ou seja, nem sempre ao tomarmos as melhores decisões intermediárias resultará na melhor decisão final.

A tomada de decisão é influenciada por fatores relacionados ao subconsciente, vontades, desejos e intuição, no entanto o decisor somente está consciente de apenas parte destes fatores (WISEMAN, 2008). Desta forma, muitas vezes estes fatores prejudicam a decisão e os decisores optam por arbitrar por alternativas que lhes parecem mais convenientes naquele momento em específico. Ressalta-se, no entanto, que apesar de muitas vezes ser encarado como um problema, o processo da tomada de decisão não deve ser encarado como um problema e sim uma oportunidade de gerar alternativas para solucionar um problema (KEENEY, 1992). Ao se deparar com uma situação repleta de alternativas, o decisor se leva a pensar analiticamente no porquê desta decisão e se há alguma maneira mais eficaz de superar aquela determinada situação.

Apesar de os termos poderem não retratar exatamente a realidade, o processo de tomada de decisão pode ser dividido, de uma maneira geral, através de duas abordagens diferentes: uma abordagem “descritiva” e uma abordagem “prescritiva”. A abordagem “descritiva” diz

respeito ao tradicional método de tomada de decisão informal, muito baseado em experiências anteriores e opiniões alheias. Ela se reflete em armadilhas cognitivas e aos eventuais erros que o decisor pode cometer ao se utilizar de seu raciocínio trivial, como por exemplo, a associação de padrões em referenciar decisões a serem tomadas no momento com experiências previamente estabelecidas no passado. Outro fator que impacta a qualidade de uma abordagem “descritiva” da decisão é a complexidade dos cenários e do contexto ao qual a decisão está sujeita. A mente humana possui extrema dificuldade em desenhar e conciliar todas as informações presentes nestes cenários, o que resulta no decisor não possuir todas as informações simultaneamente no momento da decisão.

A ineficiência e o excessivo número de falhas resultantes de um processo de tomada de decisão desestruturado e baseado em intuições e desejos aumentam a vulnerabilidade do decisor a cair nas ditas armadilhas cognitivas da mente humana. Isso leva à necessidade de uma abordagem mais estruturada da decisão que vem sendo amplamente estudado através da abordagem “prescritiva” da decisão.

A abordagem prescritiva diz respeito a todos os métodos e técnicas relacionados tanto a auxiliar o decisor na tomada de decisão quanto a fornecer uma solução para o problema da decisão através de *inputs* do decisor. Há diversos estudos a respeito de métodos prescritivos para a tomada de decisão que envolvem diversas etapas desde a determinação dos objetivos da decisão até as análises das conseqüências desta decisão.

Uma abordagem prescritiva traz uma maneira mais estruturada para levantar e analisar as informações relativas ao processo de decisão em estudo. Um modelo de análise prescritiva geralmente traz resultados mais convergentes relativos à decisões e consegue agrupar todos os fatores no momento da tomada de decisão conseguindo se esquivar do problema de atingir muitos sub-ótimos locais sem atingir o ótimo global. O grande ganho dos métodos prescritivos está em conseguir estruturar diversas variáveis e mostrar, de maneira, sumariada ao decisor quais são suas alternativas e seus pontos fortes e fracos. A seguir apresentam-se as principais etapas de um processo de decisão.

3.2. As etapas do processo de decisão

A tomada de decisão sempre é um problema na vida cotidiana nas pessoas, apesar de ser uma situação muito comum, em geral, os seres humanos não sabem tomar boas decisões. Apesar

da importância da tomada de decisão, a sociedade como um todo nunca foi treinada nem nunca estudou como tomar decisões, isso acaba resultando em um aprendizado na prática, que muitas vezes acaba sendo custoso e ineficiente (HAMMOND, KEENEY e RAIFFA, 1999).

De acordo com Hammond, Keeney e Raiffa, em seu livro *Smart Choices*, o processo de tomada de decisão eficiente deve satisfazer seis critérios básicos:

- a. Foca no que é importante;
- b. É lógico e consistente;
- c. Reconhece tanto fatores objetivos quanto subjetivos e mistura pensamento analítico com pensamento intuitivo;
- d. Requer a quantidade de informação e a análise que for necessária para resolver um dilema de modo particular;
- e. Incentiva e guia a coleta de informações e opiniões a respeito do tema;
- f. É direto ao ponto, confiável, fácil de ser utilizado e flexível

O mesmo livro propõe algumas etapas para um processo de tomada de decisão que não almejam transformar problemas complexos em problemas simples, mas sim, propõe um conjunto de etapas a serem seguidas, uma a uma, de modo a facilitar a resolução deste problema complexo. Há 8 elementos que envolvem um processo de tomada de decisão “sábio”:

- a. **Problema:** deve-se definir qual o problema que deverá ser resolvido. Comprar a matéria prima de determinado fornecedor ou quanto comprar de matéria prima de determinado fornecedor? Muitas vezes as diferenças entre os problemas podem ser sutis, no entanto, todos os decisores devem saber exatamente qual é o problema que está sendo tratado. Deve-se mapear a complexidade deste problema além de evitar estabelecer hipóteses que não são 100% corretas;
- b. **Objetivo:** os objetivos são os meios pelo qual o resultado final será atingido. Os objetivos devem ser estabelecidos de forma a guiar a solução do problema. Deve-se pensar em resolver os aspectos mais relevantes da decisão como quais os maiores interesses e interessados, valores, medos e intenções ao se resolver o problema;

- c. **Alternativa:** sempre haverá mais de uma alternativa. Se não houvesse, o problema de análise da decisão não estaria caracterizado. No entanto, nesta fase, deve-se assegurar que todas as alternativas são levantadas, desta forma, esta etapa pode exigir muita criatividade dos solucionadores do problema. A solução para o seu problema nunca poderá ser melhor do que a melhor das alternativas do conjunto proposto, assim, caso necessário, pode valer à pena utilizar mais tempo e recurso nesta etapa de modo a otimizar o resultado final da decisão;
- d. **Consequência:** nesta fase, levantam-se quais são as consequências de determinada alternativa, uma vez escolhida. As consequências não são necessariamente ruins, mas devem ser sempre consideradas de maneira a não omitir eventuais distorções da solução selecionada. Muitas vezes as consequências podem ser consideradas como “efeitos colaterais” ou externalidades da alternativa escolhida;
- e. **Trade-offs:** eventualmente o decisor enfrentará conflitos de interesses entre os objetivos a serem atingidos. Em situações muito complexas não há soluções perfeitas, e sim diversas soluções imperfeitas cada qual atendendo determinados aspectos. Busca-se nesta análise escolher a melhor das alternativas imperfeitas. Para isso, deve-se priorizar de forma racional e sincera todas as alternativas em destaque. Perante os *trade-offs*, cada decisor tende a se comportar de uma determinada maneira;
- f. **Incerteza:** deve-se levar em conta os eventuais cenários futuros depois da tomada de decisão e qual a probabilidade de cada um destes cenários ocorrer. Muitas vezes pode parecer difícil estabelecer quais os cenários e qual a probabilidade dele acontecer, no entanto, um pensamento mais racional pode auxiliar neste levantamento;
- g. **Tolerância ao risco:** nem todos os decisores têm a mesma tendência ou aversão ao risco. Desta forma, a solução ideal para o decisor depende do nível de aversão ou não a risco que esta pessoa tem. Isso varia desde as ações a serem tomadas até ao nível de participação deste decisor nestas ações. A tolerância a risco de uma pessoa pode variar de acordo com sua cultura, sexo, idade, experiências prévias, entre outros fatores;
- h. **Decisões conectadas:** as decisões que são tomadas hoje podem alterar as suas decisões futuras e suas decisões futuras podem afetar as decisões de hoje. Ou seja,

há uma relação de conexão e dependência temporal entre uma sequência de ações. Deve-se buscar resolver as questões do curto prazo enquanto se levanta informações para o processo decisório futuro.

De uma forma geral, o processo de tomada de decisão pode ser dividido em várias etapas, diversos autores propõem divisões deste processo que são muito semelhantes, com algumas pequenas divergências. Aqui optamos por abordar uma divisão muito comumente encontrada. De uma maneira geral, o processo de decisão é dividido nas seguintes etapas:

- a. **Identificação dos objetivos:** Esta fase, aparentemente simples, é uma das fases mais importantes para o processo decisório. Muitas vezes, tem-se dificuldades para identificar qual o problema a ser abordado e como tratá-lo. Boas decisões demandam objetivos claros e bem definidos.
- b. **Identificação das alternativas:** Uma vez determinados os objetivos do processo decisório, a próxima etapa requer muita cautela e criatividade para determinar alternativas para solução dos problemas. Nesta etapa pode-se encontrar alternativas que não são triviais à primeira vista. As soluções podem possuir as mais diversas abordagens e complexidades.
- c. **Identificação dos critérios para comparar as alternativas:** Estabelecidas as alternativas, inicia-se o processo de modelagem em si. Determinam-se critérios sob os quais as alternativas serão determinadas. Os critérios devem ser selecionados de forma a serem mensuráveis, de preferência quantitativamente, ou qualitativamente, para que as alternativas possam ser efetivamente comparadas.
- d. **Analisar as opções:** Munidos das alternativas e dos critérios, pode-se realizar a análise das alternativas segundo os critérios utilizando-se do modelo de análise mais convenientes. Há diversos métodos que podem ser utilizados e cada um destes métodos pode ser melhor adequado para situações específicas.
- e. **Realizar a decisão:** Com as alternativas comparadas segundo os critérios de acordo com determinado modelo, a realização da decisão pode ser realizada de forma mais consciente e com um menor viés para erros. A estruturação realizada até o momento proporcionará ao decisor muitas ferramentas que auxiliarão na decisão ou, dependendo do método escolhido, a realização da decisão pode sair como resultado do modelo de decisão.

- f. **Analisar o resultado da decisão:** A análise da decisão é um processo tipicamente iterativo. Feita a decisão, deve-se analisar a aderência dos resultados ao contexto inicialmente estabelecido. Vale ressaltar neste ponto que através da análise dos resultados o decisor começa a criar uma grande base de experiência para auxiliar em decisões futuras. Se necessário, o decisor deverá aplicar o método novamente com o novo conhecimento adquirido para poder tomar a decisão de uma maneira mais coerente à realidade.

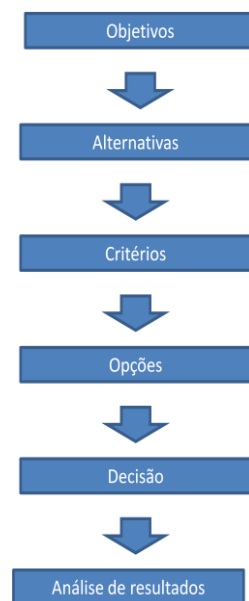


Figura 1 – Principais etapas de uma tomada de decisão estruturada

3.3. Principais erros e armadilhas da mente humana

Hammond, Keeney e Raiffa em *Smart Choices* também listam uma série de armadilhas cognitivas da mente humana nas quais os decisores podem cair quando optarem por utilizar um processo de decisão subjetivo e/ou desestruturado. Ressalta-se que muitas vezes, estes fatores também podem acabar por influenciar uma tomada de decisão estruturada. A seguir, encontram-se os principais erros e armadilhas segundo este autor.

A armadilha da “ancoragem”

As pessoas tendem a estabelecer (ancorar) suas estimativas baseadas em informações prévias (históricas) a respeito da pergunta a responder. Por exemplo, ao se perguntar se a Turquia tem mais de 35 milhões de habitantes, e depois perguntar qual é a população da Turquia, a pessoa

que está estimando a população da Turquia levará como referência os 35 milhões, por mais aleatório que este número seja. Para evitar este efeito, deve-se primeiro buscar a resposta para depois inserir condições que delimitem esta resposta, de modo a não ancorar as estimativas a determinados fatores. Ao pedir opiniões para as pessoas, não se deve descrever em muitos detalhes nem dar opiniões para quem dará a opinião, pois senão pode-se estar ancorando a resposta da pessoa aos próprios pensamentos do decisor.

A armadilha do “*status quo*”

A maioria das pessoas prende-se ao “*status quo*” atual. Ou seja, não importa o motivo pelo qual estão naquela situação, muitas vezes as pessoas estão confortáveis na posição atual e acham que esta situação é melhor do que uma eventual situação de troca. Por exemplo, uma pessoa ganha uma caneca decorativa de Londres e seu amigo ganha uma barra de chocolate suíço, esta pessoa provavelmente não trocaria a sua caneca, mesmo que ela quisesse o chocolate, isto por uma questão de conforto com a situação atual. Deve-se sempre buscar qual a melhor alternativa, independentemente da situação atual, levando-se sempre em conta as consequências e os “custos” desta troca.

A armadilha do custo incorrido ou custo “afundado”

Grande parte das pessoas costuma pensar em justificar atitudes passadas na hora de pensar a respeito de decisões futuras. O passado é passado, por exemplo, se você investiu R\$3,000 para arrumar uma peça que quebrou novamente, a decisão de pagar outros R\$3,000 ou comprar uma nova máquina por R\$6,000, deve ser independente do custo já incorrido inicialmente com esta máquina. Este é o conceito do custo incorrido ou custo “afundado”. Deve-se pensar no benefício/custo marginal de cada situação. Para fugir desta armadilha, deve-se buscar opiniões de pessoas que não participaram das decisões históricas e deve-se buscar filtrar as decisões futuras das passadas.

A armadilha da confirmação da evidência

Na hora de decidir, as pessoas sempre buscam evidências que confirmem a sua decisão como correta. No entanto, ao procurar este tipo de evidências nem sempre levará à melhor resposta. Muitas vezes, a melhor decisão é uma decisão única para determinada situação e que não pode ser evidenciado no projeto. Deve-se buscar confrontar as opiniões, desafiar à sua decisão

com os limites mais extremos de modo a estar seguro, por todos os lados, de que ela é a opção mais desejável para a solução do seu problema.

A armadilha do enquadramento

O enquadramento, ou seja, o meio através do qual uma questão é feita, pode mudar completamente a resposta e a aceitação da resposta. Para evitar este problema, o decisor não deve aceitar sempre somente o jeito que a questão foi colocada inicialmente. Ele deve buscar colocar as questões de outras maneiras e sempre buscando antecipar os eventuais problemas de colocação da questão. Em outras palavras, deve-se buscar analisar a situação sobre diferentes cenários para ver o que melhor se encaixa para a questão em análise.

A armadilha da superconfiança

Quando uma pessoa já possui experiência em determinado assunto, ela começa a ganhar autoconfiança em relação àquele assunto, o que pode trazer grandes ganhos de eficiência em termos de acertos de decisões. No entanto, muitas vezes em processos aleatórios, a probabilidade do decisor acertar ou não a resposta não está ligado com a experiência passada desta pessoa. Por exemplo, a probabilidade de sair 6 em um dado independe de quantas vezes o decisor já acertou o número que iria sair no lançamento do dado. Para evitar esta armadilha, deve-se buscar desvincilhar-se dos efeitos passados e sempre desafiar as suas próprias estimativas e as estimativas dos outros.

A armadilha das lembranças

Nossa memória tende a lembrar alguns fatos em específicos, o que acaba por distorcer muitas de nossas estimativas. As pessoas tendem a superestimar a probabilidade de um avião cair porque sempre que um avião cai, há um grande impacto na mídia, assim as pessoas tendem a lembrar mais deste evento do que outros que não tomam conhecimento profundo. Acidentes de carro, por exemplo, matam mais do que acidentes de avião, mas o impacto na mídia é menor. Para contornar esta situação, deve-se sempre buscar usar probabilidades calculadas e não a memória, se não for possível, deve-se buscar analisar matematicamente os dados existentes na memória, buscando fugir deste chamado efeito memória.

A armadilha da taxa base

Muitas vezes ao estimarmos as probabilidades não levamos em conta todos os fatores que influenciam aquela probabilidade. No entanto, estes fatores podem ser cruciais na determinação de uma taxa de base aceitável para calcular as probabilidades e estimar corretamente as estatísticas relativas àquela alternativa em estudo. Deve-se estar seguro que não se está esquecendo de nenhuma informação relevante neste momento. Além disso, não se deve misturar probabilidades relativas a afirmações diferentes.

A armadilha da prudência

A prudência e o medo fazem os decisores estimarem taxas de probabilidade mais “seguras”. Por exemplo, se a probabilidade de um investimento dar errado é 10%, o decisor pode optar por utilizar uma taxa de 15%, para “estar do lado seguro”. No entanto, ao se assumir consecutivamente, diversas probabilidades de forma prudente, o “efeito cascata” acaba por fornecer uma alternativa muito segura, mas que, no entanto não reflete todos os benefícios de forma correta. Para evitar este tipo de problema, deve-se buscar estabelecer de forma honesta as probabilidades, sem um viés cauteloso. Além disso, não se deve deixar influenciar por opiniões alheias que levem suas probabilidades para um lado mais seguro. A escolha por uma alternativa que seja mais segura do que outras deve ser feita somente no final do processo, não durante o processo decisório.

A armadilha de tendências em eventos aleatórios

Alguns eventos como jogar um dado, ou retirar uma carta de um baralho, são sempre aleatórios. Caso um número tenha saído no dado 5 vezes seguidas, a probabilidade de este número sair na sexta vez não aumenta nem diminui, continua a mesma por se tornar um evento aleatório. Caso uma sequência de cartas esteja sendo retirada de um baralho, não aumenta a probabilidade de a próxima carta dar continuidade nesta sequência. No entanto, muitos decisores não conseguem filtrar as emoções e acabam fazendo hipóteses que não são reais. Um evento aleatório será sempre um evento aleatório (utilizando-se a hipótese de eventos honestos). Desta forma, deve-se procurar se afastar de adivinhações e se uma tendência começar a aparecer em eventos aleatórios, deve-se analisar a teoria para ver o que se pode concluir daquilo.

A armadilha da repetição inesperada

Quando dois eventos aleatórios de probabilidades muito pequenas acontecem de forma repetida, por exemplo, uma pessoa ganha duas vezes seguidas na loteria, muitas pessoas acreditam que aquilo se trata apenas de “sorte” ou “magia” ou algum outro ato de má fé. No entanto, tal fato pode ser explicado em diversos casos. Por exemplo, uma pessoa que ganha na loteria uma vez, pode começar a jogar o 10x mais para ganhar mais uma vez, o que faz as suas chances de ganhar pela segunda vez aumentarem em 10x. Na maioria das vezes, estas repetições podem ser explicadas por algum motivo, deve-se então filtrar os eventos e buscar explicações racionais e não místicas para os acontecimentos.

Principais erros e armadilhas da mente humana

1. Armadilha da Ancoragem
2. Armadilha do “status quo”
3. Armadilha do custo incorrido
4. Armadilha da confirmação da evidência
5. Armadilha do enquadramento
6. Armadilha da superconfiança
7. Armadilha das lembranças
8. Armadilha da taxa base
9. Armadilha da prudência
10. Armadilha de tendência em eventos aleatórios
11. Armadilha da repetição inesperada

Figura 2 - Principais erros e armadilhas da mente humana

3.4. O processo de decisão com Múltiplos Critérios

Os métodos de apoio a decisão uni-critério, levam em consideração apenas uma perspectiva em relação à decisão. Por exemplo, na compra de um carro, ou se considera a questão financeira, ou se considera a questão conforto. Já os processos de apoio de decisão multi-critério, destacam-se por conseguir conciliar a utilização de diversos critérios em relação a uma mesma decisão. Pode-se, por exemplo, ao escolher um carro para comprar, analisar o seu preço, conforto, potência entre outros fatores. Além disso, muitos destes métodos permitem a

utilização de variáveis tanto quantitativas quanto qualitativas, o que é de extrema importância na tomada de decisão em situações práticas.

Os métodos de tomada de decisão podem ser classificados em discretos e contínuos. São considerados discretos quando a solução se encontra dentro de um conjunto finito de soluções e são considerados contínuos quando o número de alternativas é infinitamente grande (POMEROL e BARBA-ROMERO, 2000).

Há diversos tipos de métodos de tomada de decisão multi-critério. Pode-se dividir estes métodos em duas escolas principais de uma maneira geral: a escola européia e a escola americana. Estas diferem de uma maneira geral principalmente pelo fato de a escola européia buscar apenas auxiliar no processo de decisão através de um conjunto de etapas estabelecido. Já a escola americana proporciona métodos que acabam por definir qual é a alternativa mais conveniente para o decisor dando ênfase na intensidade das relações. A seguir encontra-se um resumo dos principais métodos encontrados destas escolas

A escola européia

A escola européia é composta por métodos que se baseiam numa modelagem de preferências, à qual, ao contrário da escola americana, não pressupõe que todas as alternativas são comparáveis entre si, e nem pressupõe que existe alguma expressão matemática que reflita o comportamento do fenômeno estudado (MOREIRA, 2007). Muitos dos modelos se utilizam das preferências do decisor para fornecer uma escala de prioridade entre as alternativas, fazendo o *rankeamento*, mas não avaliando o quão intensa uma alternativa é melhor do que a outra. A seguir, descreve-se dois dos principais métodos desta escola, o Electre e o PROMETHEE.

A família Electre (*Elimination et Choix Traduisant La Réalité*)

A família Electre é composta por diversos modelos muito semelhantes entre si, que divergem em alguns detalhes relativos à abordagem de solução dos problemas. Esta família é hoje composta pelos métodos ELECTRE I, II, III, IV, IS e TRI. A família Electre é considerada um conjunto de método de *outranking*, ou seja, sobreclassificação (ou subordinação), no qual as preferências estabelecidas pelo decisor são incorporadas. (SZAJUBOK, MOTA e ALMDEIDA, 2006).

Um dos conceitos largamente utilizado pelos métodos da família Electre e, por métodos *outranking* em geral, é o conceito de dominância de uma alternativa em relação à outra. Este conceito traz a seguinte definição: uma alternativa “a”, pertencente a um conjunto de alternativas “A”, é considerada dominante em relação a uma segunda alternativa “b”, se e somente se, os desempenhos de “a” não forem piores em nenhum critério do que “b”, e “a” for melhor do que “b” em pelo menos um dos critérios. Caso a comparação entre as alternativas não obedeça aos critérios explicitados acima, considera-se que “a” não domina “b” (DIAS, 2000).

Outro conceito muito amplamente utilizado através dos Electre é o conceito de preferência, o qual é utilizado no momento de realizar comparações entre duas alternativas. Há, de uma maneira geral, 4 situações de preferências que são aplicadas conforme citado abaixo: (DIAS, 2000):

- a. **Indiferença:** I – há razões que justifiquem uma relação de independência entre duas alternativas;
- b. **Preferência estrita:** P – há razões que justificam a preferência de uma ação perante as outras;
- c. **Preferência fraca:** Q – reflete uma dúvida em relação da escolha de I ou P;
- d. **Incomparabilidade:** R – não há razões que justifiquem quaisquer das situações anteriores;

Os métodos Electre baseiam-se, de uma maneira geral, na comparação de pares de alternativas de forma a determinar a dominância e a preferência de uma alternativa em relação às demais. O surgimento de diferentes variações dos métodos Electre se deu de maneira a resolver problemas específicos e pontuais. A seguir explicam-se as principais características destes métodos:

- Electre I e Electre IS: ambos os métodos buscam reduzir, ao mínimo, o número de alternativas de ações a serem tomadas de modo a poder-se excluir todas as alternativas sem nenhum prejuízo nenhum ao decisor. A diferença entre estes dois critérios está no fato de o Electre I utilizar critérios verdadeiros e o Electre IS utilizar pseudo-critérios. Para um critério ser considerado um pseudo-critério, ele só poderá ser atendido quando ele atingir ou exceder um limiar de preferência (p_j); se a diferença entre o

valor obtido e o critério estabelecido ficar abaixo do valor de pseudo-critério (q_j), encontra-se o limiar de indiferença. Estes métodos não exigem uma relação de transitividade de preferências, ou seja, se a é melhor que b e b é melhor que c , a não é necessariamente melhor do que c . (DIAS, 2000 e GOMES e MOREIRA, 1998)

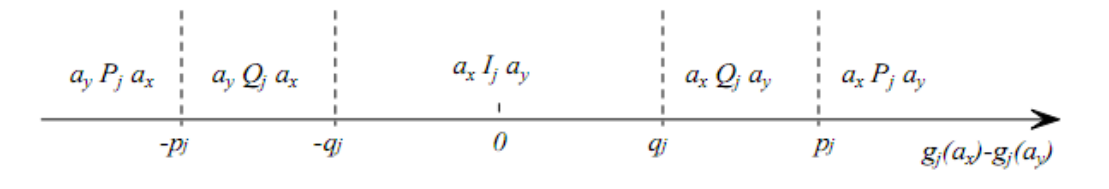


Figura 3 - Relação entre os limiares e as situações de indiferença, de preferência fraca e de preferência estrita (para um pseudo-critério a maximizar). Extraído de (DIAS, 2000)

- Electre II: este método é derivado do Electre I e possui diversos pontos muito semelhantes a ele. O Electre II busca estabelecer as relações forte e fraca, sendo que as relações fracas são derivadas da comparação e estabelecimento de uma alternativa forte. Em seguida, busca-se ordenar as alternativas (DIAS, 2000 e GOMES e MOREIRA, 1998)
- Electre III e Electre IV: ambos os métodos utilizam-se de pseudo-critérios. O Electre III constrói uma relação de preferência difusa, criando um índice de credibilidade que reflete a concordância ou discordância com a afirmação: “a alternativa ‘a’ prevalece sobre a alternativa ‘b’”. Estes métodos empregam a mesma noção de “*outranking*”, no entanto, buscam fazê-lo de uma maneira mais enriquecida. (DIAS, 2000 e GOMES e MOREIRA, 1998)
- Electre TRI: O método Electre TRI também se utiliza de pseudo-critérios, assim como os métodos Electre III, IV e IS. No entanto, ao comparar as alternativas, ele compara cada alternativa com um referencial que pode ser considerado estável. Em seguida, calcula-se um índice de credibilidade que permite avaliar e classificar as alternativas existentes. (SZAJUBOK, MOTA e ALMEIDA, 2006)

Cada um destes modelos utiliza algoritmos ligeiramente distintos para estabelecer a ordem da sobreclassificação. Destaca-se aqui a evolução destes métodos no tempo, sendo que este modelo se mostra facilmente adaptável a mudanças de modo a acrescentar diferentes perspectivas estabelecidas para cada decisor individualmente.

Tabela 1 - Resumo dos métodos da família Electre (ARAYA, CARIGNANO e GOMES ¹, 2004 apud MOREIRA, 2007)

Versão	Autor	Ano	Problema	Critério	Pesos
I	Roy	1968	Seleção	Simples	Sim
II	Roy e Bertier	1973	Ordernação	Simples	Sim
III	Roy	1978	Ordernação	Pseudo	Sim
IV	Roy e Hugonard	1982	Ordernação	Pseudo	Não
IS	Roy e Skalka	1985	Seleção	Pseudo	Sim
TRI	Yu Wei	1992	Classificação	Pseudo	Sim

A família PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*)

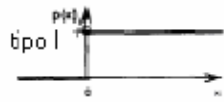
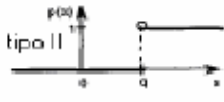
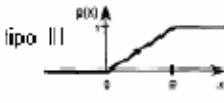
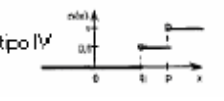
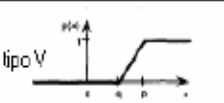
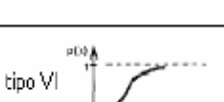
Ainda dentro dos métodos da Escola Européia, os métodos da família PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) buscam fazer a sobreclassificação das alternativas ¹através da exploração da relação entre as alternativas e os critérios em análise.

As preferências do decisor por determinada alternativa segundo determinado critério são expressas assumindo um número real entre 0 e 1. Para facilitar a ponderação das alternativas perante os critérios, há 6 tipos de critérios generalizados, os quais são escolhidos iterativamente pelo decisor levando em conta os graus de preferência. Em cada um destes critérios, deve-se fixar no máximo dois parâmetros (BRANS; MARESCHAL ², 1992, apud ALENCAR, 2006)

¹ ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, Cláudia; GOMES, F. A. M. TOMADA DE DECISÃO EM CENÁRIOS COMPLEXOS. Thomson pioneira. 2004

² BRANS, J.P.; MARESCHAL. B. PROMETHEE V. MCDM Problems with Segmentation Constraints. IFOR. V. 30, n.02, p. 85-96, 1992.

Tabela 2 – Critério generalizado PROMETHEE. Extraído de (ALENCAR, 2006)

<i>Critério Generalizado</i>	
 tipo I	$P_j(d_j) = \begin{cases} 0, & \text{se } d_j = 0 \\ 1, & \text{se } d_j \neq 0 \end{cases}$
 tipo II	$P_j(d_j) = \begin{cases} 0, & \text{se } d_j \leq q_j \\ 1, & \text{se } d_j > q_j \end{cases}$
 tipo III	$P_j(d_j) = \begin{cases} \frac{ d_j }{p_j}, & \text{se } d_j \leq p_j \\ 1, & \text{se } d_j > p_j \end{cases}$
 tipo IV	$P_j(d_j) = \begin{cases} 0, & \text{se } d_j \leq q_j \\ 1/2, & \text{se } q_j < d_j \leq p_j \\ 1, & \text{se } d_j > p_j \end{cases}$
 tipo V	$P_j(d_j) = \begin{cases} 0, & \text{se } d_j \leq q_j \\ \frac{ d_j - q_j}{p_j - q_j}, & \text{se } q_j < d_j \leq p_j \\ 1, & \text{se } d_j > p_j \end{cases}$
 tipo VI	$P_j(d_j) = 1 - e^{-d_j^2 / 2s_j^2}$

Onde:

- Limiar de indiferença: q_j é a maior diferença entre $f_j(a)$ e $f_j(b)$ abaixo da qual o decisor considera que a e b são diferentes,
- Limiar de preferência: p_j é o menor valor desta diferença, acima da qual o decisor considera uma preferência de uma ação em relação à outra;
- Limiar s_j : grau de preferência médio que se situa entre o limiar de preferência q e um limiar de preferência estrita p .

Com base nestas ponderações, os métodos PROMETHEE analisam sob determinados pontos de vista quais as alternativas e critérios são melhores para a solução de seus problemas. Calculam-se os índices de preferência multi-critério, os fluxos de preferências (o qual pode ser positivo – no caso de preferência de uma determinada alternativa sobre outras ou negativo,

caso o contrário), e ordenam-se estas alternativas (ALENCAR, 2006). Há diversas variações de como realizar a ordenação em si e estas variações resultam em diferentes métodos PROMETHEE, como PROMETHEE I, PROMETHEE II, PROMETHEE III, PROMETHEE IV, PROMETHEE V e PROMETHEE VI, (ARAYA; CARIGNANO e GOMES, 2004, MORAIS; ALMEIDA, 2006, apud RAMOS, 2010), conforme descrito abaixo:

- PROMETHEE I: um fluxo positivo significa que dominância de uma alternativa em relação às outras, já o fluxo negativo significa o quão aquela alternativa está sendo dominada por outras alternativas. Vale ressaltar que o PROMETHEE I não possibilita a comparação entre alternativas com julgamentos conflitantes. No entanto, este método permite o *rankeamento* de cada uma das alternativas através da avaliação ou do fluxo positivo ou do fluxo negativo;
- PROMETHEE II: este método pode ser utilizado de forma complementar ao PROMETHEE I, sendo que ele se caracteriza por estabelecer um *ranking* das alternativas baseado no fluxo líquido de cada alternativa. Este método assume como premissa que todas as alternativas são comparáveis.
- PROMETHEE III: este método propõe a associação de um intervalo para cada valor do fluxo de ações, desta maneira, um intervalo é definido para a estrutura da decisão. Este modelo contribui para a avaliação do grau de indiferença entre duas alternativas
- PROMETHEE IV: o PROMETHEE IV pode ser considerado como se fosse uma expansão do PROMETHEE II que pode ser utilizado quando se utiliza de um número infinito de alternativas, tornando-se, portanto um modelo de abordagem contínua
- PROMETHEE V: este método trata-se de um modelo de análise multi-critério, criado como desenvolvimento do PROMETHEE I e II e que permite a utilização de condições de contorno para determinados casos em particular, o que é dependente para a realização de uma boa decisão.
- PROMETHEE VI: pode ser considerado um método bem completo. Muitas vezes é denominado como uma representação do cérebro humano. O PROMETHEE VI proporciona ao decisor reflexões sobre as suas próprias decisões e através de análises de sensibilidade, este processo decisório pode ser melhorado.

³ MORAIS, D.C.; ALMEIDA A.T. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. Pesquisa Operacional. v.26, n.3.2006

Tabela 3 - Resumo métodos PROMETHEE (ARAYA; CARIGNANO e GOMES, 2004, MORAIS; ALMEIDA, 2006, apud RAMOS, 2010). Extraído de (RAMOS, 2010)

Método	Objetivo
PROMETHEE I	Pré-ordem parcial, problemática de escolha
PROMETHEE II	Pré-ordem completa, problemática de ordenação
PROMETEE III	Pré-ordem completa, com amplificação da noção de indiferença
PROMETHEE IV	Pré-ordem completa ou parcial, conjunto contínuo de soluções
PROMETHEE V	Pré-ordem completa, com restrições de segmento
PROMETHEE VI	Pré-ordem completa ou parcial, graus de dificuldades em pesos

A escola Americana

A escola americana pode ser considerada um pouco menos flexível que a escola européia, na medida em que ele não se sustenta em considerar apenas a preferência ou não entre determinadas alternativas segundo determinados critérios. A escola americana dá uma maior ênfase na intensidade destas relações. Esta escola, em geral, pressupõe a comparabilidade de critérios e em muitos métodos exige que os problemas sejam estruturados hierarquicamente e que possam ser expressos em apenas uma função matemática. A seguir descreve-se três dos principais métodos desta escola, o MAUT, AHP e MACBETH.

MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*)

A Teoria de Utilidade Multi Atributo é uma teoria derivada da teoria da utilidade e é o único método multi-critério que é efetivamente considerado como teoria. A teoria da utilidade baseia-se na quantificação da vontade do decisor por determinada alternativa através da avaliação dos critérios.

A MAUT avalia inicialmente todas as atitudes do decisor de maneira independente e depois busca agregar todas estas atitudes e condições através de uma função matemática. Muito comumente a função de utilidade aditiva é utilizada.

$$u(a) = \sum_{j=1}^n K_j u_j(a)$$

aonde, $u_j(a)$ é a função utilidade de uma só dimensão da alternativa a em relação ao critério j e K_j representa o peso de determinado critério j .

A teoria de Utilidade Multi Atributo pode ser facilmente aplicada para decisões que estão sujeitas a riscos e probabilidades de riscos. A função de utilidade aditiva pode ser facilmente

modificada para retratar estas variáveis colocando-se um componente probabilístico multiplicando a função aditiva (WENDT e VLEK, 1973).

$$U(a) = \sum_{k=1}^m P_j * \sum_{j=1}^n K_j u_{jk}(a)$$

Além das funções multi-aditivas, pode-se optar por utilizar funções multiplicativas ou até mesmo funções multilineares, dependendo do comportamento do fenômeno em análise e também da relação de dependência/independência entre os critérios. A função utilidade de soma aditiva só pode ser usada caso haja uma condição de independência dos critérios nas preferências do decisor (KEENEY e RAIFFA, 1976).

Apesar de ser um método sólido e robusto, a aplicação correta da MAUT requer muito tempo e esforço dos decisores no momento de fornecer os dados de entrada para o modelo e/ou auxiliar os decisores a estabelecer suas preferências. Este pode ser considerado um dos maiores riscos deste modelo uma vez que muitos decisores podem optar por escolhê-lo, sem saber efetivamente como o processo de decisão está sendo realizado.

AHP (*Analytical hierarchy process*)

O método AHP é um método multi-critério da decisão que busca analisar o problema através do desdobramento do problema em níveis hierárquicos, o que permite ao decisor ter uma visão global da decisão que está sendo tomada. Este método é muito conhecido e a sua utilização é amplamente vista em diversos modos de aplicação. De uma maneira geral o objetivo geral do processo decisório se localiza no topo de uma pirâmide e em seguida este objetivo é desdobrado em fatores que por sua vez são desdobrados em novos fatores em uma sequência linear.

As pontuações quantitativas obtidas por este processo são derivadas de comparações par a par de alternativas e critérios. Esta comparação entre pares pode ser considerada direta e conveniente para muitos decisores. No entanto, há várias críticas em relação a esta técnica, pois ela pode causar preferências tendenciosas ou então decisões que não refletem a realidade, no entanto esta discussão não é alvo do escopo deste trabalho. Através da comparação utilizando-se da escala fundamental de Saaty, consegue-se chegar à melhor alternativa para a decisão a ser tomada segundo os critérios estabelecidos.

O método AHP pode ser utilizado em situações que necessitam de julgamentos subjetivos, pode-se utilizar tanto de dados quantitativos quanto dados qualitativos e também realiza uma medida de consistência das preferências estabelecidas durante o processo. Desta maneira, este se torna um dos métodos mais utilizados para a realização de análises multi-critério da decisão.

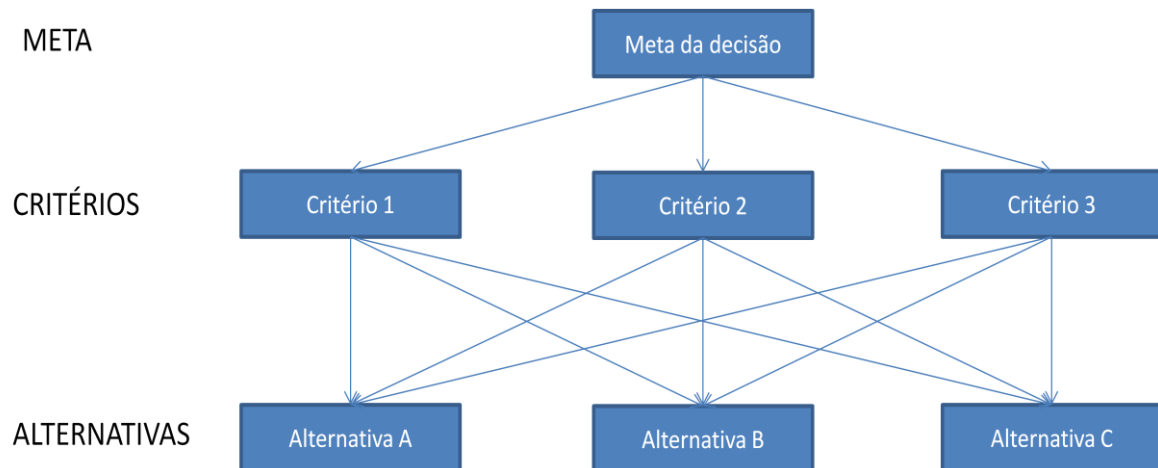


Figura 4 – Desdobramento níveis hierárquicos AHP

MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*)

Este método é caracterizado por apresentar características tanto da escola Americana quanto da escola francesa. O método de Medição da Atratividade por Categoria Baseada em Técnica de Avaliação é um dos métodos mais utilizados no Brasil e em trabalhos acadêmicos.

Neste método, as comparações entre os critérios não são feitas aos pares como no método AHP e sim feitas através de comparações com padrões ou normas que foram estabelecidas de maneira prévia aos critérios.

Este método se utiliza de softwares que analisam as ponderações entre os critérios e caso não haja consistência entre as ponderações realizadas pelo decisor, estes softwares auxiliam o decisor a fixar o problema da inconsistência. Uma vez obtida a consistência, uma escala cardinal de valor é gerada para ponderar a análise da decisão.

O MACBETH se distingue dos demais métodos por não solicitar julgamentos quantitativos, sendo necessários apenas julgamentos qualitativos para considerar a atratividade dos critérios

(escola européia) para através disso gerar pontuações e ponderar quantitativamente os critérios (escola americana). Pode ser considerado um método semântico, na medida em que as funções de valor são estabelecidas através de julgamentos semânticos.

Através do julgamento semântico o MACBETH faz uso de 4 modelos de programação linear, MC1, MC2, MC3 e MC4, para estabelecer uma escala cardinal de preferências, mostrando ao decisor quais são as prioridades e a intensidade destas prioridades. Além disso, o software MACBETH possui diversas ferramentas muito visuais que permitem ao decisor realizar uma extensa e profunda análise de sensibilidade, o que contribui para o amadurecimento do processo decisório.

Tabela 4- Resumo dos métodos multi-critérios analisados

ESCOLA EUROPÉIA	ELECTRE	ELECTRE I
		ELECTRE II
		ELECTRE III
		ELECTRE IV
		ELECTRE IS
		ELECTRE TRI
	PROMETHEE	PROMETHEE I
		PROMETHEE II
		PROMETHEE III
		PROMETHEE IV
		PROMETHEE V
		PROMETHEE VI
ESCOLA AMERICANA	MAUT	-
	AHP	-
	MACBETH	-

Os critérios a serem utilizados na abordagem multi-critérios

Como muitas vezes os critérios envolvidos dentro do processo decisório são conflitantes, os métodos buscam deixar evidente quais os riscos e incertezas envolvidos neste processo de decisão. Desta forma, o decisor saberá exatamente quais são os principais pontos que podem comprometer o andamento da alternativa selecionada. Ricardo Resende, em sua tese orientada por Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes, propõe os critérios a serem utilizados devem possuir as seguintes características: (RESENDE, 2007).

- O valor do critério deve ser relevante para a análise do objetivo
- O critério deve ser compreendido de forma semelhante por todos os decisores
- O critério deve ser mensurável;
- Os critérios não deverão ser redundantes;
- Os critérios devem ser julgados de forma independentes dos outros critérios;
- Os critérios devem estabelecer uma harmonia entre serem completos e concisão, buscando proporcionar uma decisão abrangente, mas sem que os critérios tornem a decisão “operacionalmente inviável”;
- Os critérios devem possuir uma boa relação custo-benefício entre “simplicidade e complexidade”

4. MODELO PROPOSTO

Conhecidos os principais modelos existentes de auxílio à análise da decisão, é possível propor um modelo para ser usado de forma a auxiliar o investidor na determinação de qual a melhor alternativa de investimentos dado suas preferências. Deve-se fazer uso de todas as etapas necessárias para a estruturação de um processo decisório, como explicado na bibliografia (figura 1.)

De uma maneira geral, nesta seção, escolhe-se qual o modelo teórico será utilizado como base e aprofunda-se os conhecimentos neste determinado modelo em específico. Propõe-se também quais serão os critérios que serão utilizados pelo investidor para analisar as suas alternativas.

Não se faz necessário explicitar quais alternativas serão avaliadas uma vez que cada investidor poderá utilizar o modelo para avaliar um grupo específico de ações, por exemplo. Ressalta-se, no entanto, que o modelo aqui proposto, se propõe a apresentar resultados mais coerentes quando comparando empresas similares (ie. Empresas de um mesmo setor).

Explica-se também como os decisores deverão fornecer as entradas, ou os *inputs* no modelo. Esta etapa é uma das etapas mais importantes no processo e um erro nas entradas acarretará em resultados não confiáveis e eventualmente errados.

Dadas as entradas ao modelo, esta seção busca abordar ainda quais as saídas que o decisor terá do modelo. A principal delas é a melhor opção de investimentos. No entanto, ainda há diversas opções de análises de sensibilidade que podem ser realizadas de forma a deixar o investidor mais confortável em relação à sua decisão.

4.1. ABORDAGEM TEÓRICA

A Escolha do modelo teórico

Para auxiliar o decisor na análise de investimentos, como proposto por este trabalho, faz-se necessária o desenvolvimento ou a escolha de um modelo teórico para utilizar como base de auxílio à decisão. Descrito os principais modelos acima, é possível escolher qual o método mais adequado para a análise objetivada.

O método a ser utilizado pelo decisor depende do problema em análise, dos atores envolvidos no processo decisório, do contexto no qual estes atores estão envolvidos além das preferências e de como o decisor fornecerá estas preferências ao decisor.

Tendo isso em mente, optou-se pela utilização do modelo MACBETH por diversos motivos, dentre eles, destacam-se:

- Não é somente um modelo de *outranking*: o MACBETH não é um método que busca apenas priorizar os métodos e estabelecer uma ordem entre as alternativas. Ele busca fornecer também, além deste ordenamento, informações relativas à intensidade das diferenças entre as alternativas;
- Permite o uso de critérios qualitativos e quantitativos: importante fator a ser considerado na análise de decisão é quais os critérios podem ser considerados. Como explicado anteriormente no relatório, a análise de investimento está sujeita a diversos fatores qualitativos que são levados em conta geralmente de uma maneira desestruturada, o que acaba por comprometer a escolha da decisão. O modelo escolhido permite a utilização de tanto variáveis quantitativas quanto variáveis qualitativas.
- Permite ao decisor fornecer somente julgamentos semânticos: a possibilidade de realizar julgamentos semânticos deixa o decisor mais confortável com a questão de explicitar suas preferências. O julgamento semântico pode ser realizado utilizando-se de uma escala composta pelos níveis de diferença de atratividade “muito fraco”, “fraco”, “moderado”, “forte”, “muito forte”, “extremamente forte”. No entanto, caso o investidor se sinta confiante o suficiente para fornecer julgamentos quantitativos e qualificáveis, o modelo permite a utilização desta opção.
- Possui uma extensa bibliografia teórica e de cunho prático: a existência de uma grande quantidade de aplicações de sucesso deste método mostra a consistência e confiabilidade do MACBETH. Além disso, por ser um modelo bastante conhecido faz com que os termos a serem utilizados pelo decisor já sejam conhecidos e permite com que o modelo tenha sido refinado com o passar do tempo;
- É um modelo iterativo que permite a evolução do processo decisório: o MACBETH busca trazer informações para o decisor e deixar este decisor confortável no momento de escolher a decisão. O modelo permite a utilização de um software que proporciona

ao decisor ferramentas muito visuais, dando também confiança para realizar modificações às suas premissas originais, resultando em um processo iterativo de aprendizado e refinamento do modelo

- Permite a aplicação de uma extensa análise de sensibilidade: ferramentas de análise de sensibilidade são de fundamental importância para decisores. Em ambientes muito dinâmicos com mercados voláteis, o investidor se vê obrigado a simular vários cenários para então adquirir confiança na escolha a ser realizada;
- Avalia inconsistências no julgamento do decisor: ao ponderar os critérios e/ou as alternativas, o decisor pode não ter claro as suas preferências, o que acaba resultando em julgamentos não coerentes, o MACBETH possui uma rotina que determina estas inconsistências;
- Sugere alternativas para solucionar inconsistências do decisor: uma vez que surja uma inconsistência no julgamento do decisor, o software consegue sugerir eventuais modificações que deixam o julgamento consistente. Isso se torna muito importante em modelos muito grandes com diversos critérios e/ou alternativas.

Detalhes do modelo teórico

O MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) é um modelo de análise da decisão multi-critério que necessita apenas de julgamentos qualitativos (podendo também ser utilizado através de julgamentos quantitativos), sobre as diferenças de valor para auxiliar o decisor na sua escolha. Esta técnica é um modelo aditivo de valor que se baseia num processo de aprendizado iterativo sobre o problema em análise. O termo iterativo surge no momento em que este processo possibilita o processo de reflexão a respeito da decisão, o que leva o decisor ao amadurecimento e eventualmente, à troca de algumas premissas.

O MACBETH foi desenvolvido no início dos anos 90 por C.A. Bana e Costa e JJ.-C. Vansnick. No entanto, os pesquisadores continuaram desenvolvendo este modelo, não alterando nunca as suas bases de buscar construir um modelo quantitativo a partir de entradas qualitativas gerando assim uma escala cardinal de preferência para o decisor.

Os autores se utilizam de uma abordagem aditiva no MACBETH devido: à simplicidade desta abordagem, ao grande reconhecimento da mesma, aos parâmetros técnicos serem facilmente interpretados, permite o processamento de problemas com importâncias relativas entre

critérios de uma maneira precisa e finalmente, permite evitar dificuldades inerentes a um processo de adição ordinal.

Para conseguir se basear em informações qualitativas e transformá-las em informações quantitativas, o MACBETH necessita transformar informações ordinais, que envolvem um *rankeamento* hierárquico, em informações cardinais, que atribui um valor absoluto àquela alternativa, e não somente uma ordem de preferência.

“O MACBETH faz isso solicitando ao decisor que quando uma alternativa x é preferível a uma alternativa y , o sentimento do decisor desta diferença de atratividade é “muito fraco”, “fraco”, “moderado”, “forte”, “muito forte”, “extremamente forte”. Além disso, o modelo permite a escolha de várias diferenças, caso o decisor não tenha certeza de sua escolha. Vale destacar neste ponto, que o MACBETH também permite o decisor a dar entradas no modelo tipicamente cardinais, isto é, uma alternativa é 3 vezes melhor do que a outra, por exemplo.

O MACBETH possui um software de apoio à decisão que implementa toda a teoria deste modelo e ao receber os julgamentos de preferência faz uma análise de julgamento para ver se o julgamento do decisor é consistente. Caso ele não seja, o software indica ao decisor uma sugestão possível para resolver aquela determinada inconsistência. Através deste julgamento de preferências, o software MACBETH pode se utilizar de métodos de programação linear para obter uma escala numérica. A escala sugerida por este programa pode não ser única, pode haver mais de uma solução. Para garantir a unicidade da escala adotada, outros programas suplementares podem ser utilizados.

Min $v(x_+)$

Sujeito à:

$$\forall x, y \in X : xPy \rightarrow v(x) \geq v(y) + 1 + \partial(x, y, y, y)$$

$$\forall x, y \in X : x|y \rightarrow v(x) = v(y)$$

$\forall (x, y), (z, w) \in P$, se o resultado da preferência de informação MACBETH for tal que a diferença de atratividade entre x e y for maior que a diferença de atratividade entre z e w , então $v(x) - v(y) \geq v(z) - v(w) + 1 + \partial(x, y, y, y)$

$$v(x_-) = 0;$$

Aonde

P é o assimétrico e negativa relação binária definida em X que modela o ranqueamento dos elementos de X na ordem decrescente de atratividade

I é uma relação binária definida em X por: $\forall x, y \in X : x|y \leftrightarrow x nPy$ e $y nPx$

x_+ é um elemento de X tal que, $\forall x \in X : x + (P \cup I)x$

x_- é um elemento de X tal que, $\forall x \in X : x(P \cup I)x -$

$\partial(x, y, y, y)$ é o número mínimo de categorias de diferenças de atratividade entre (diferença de atratividade entre x e y) e (diferença de atratividade entre z e w)

Figura 5 - Rotina MACBETH utilizada para análise de inconsistência

Outro ponto de destaque deste modelo é que quando uma escala é proposta, o decisor deve aceitar aquela escala, se vendo obrigado a analisar o que o software está propondo. Assim, o decisor não fica sempre sujeito à programação do software que pode eventualmente trazer resultados não coerentes com a realidade.

Determinadas as ponderações das alternativas segundo os critérios, o software ainda consegue estabelecer os pesos entre os critérios através de um algoritmo que leva em consideração as escalas propostas individualmente para cada um dos critérios e os pesos recebidos por estes critérios. Leva-se em consideração neste ponto que o MACBETH é um modelo aditivo.

O MACBETH ainda permite através de julgamentos qualitativos a análise de dominância entre as alternativas. Uma vez estabelecido o julgamento das alternativas perante todos os critérios. O software pode determinar, logo de início, se alguma alternativa é dominante à outra, isto é, se uma alternativa é pelo menos igual à outra em todos os critérios e pelo menos melhor do que esta outra alternativa em ao menos um critério.

Outro grande diferencial deste modelo, é que seu software possui ferramentas muito completas de análise de sensibilidade. Pode-se facilmente variar o peso entre os critérios, ou variar também o desempenho das alternativas segundo aquele critério. O software do MACBETH é muito visual e a determinação de quais fatores variar e quão grande é a diferença entre as alternativas se torna bem simples.

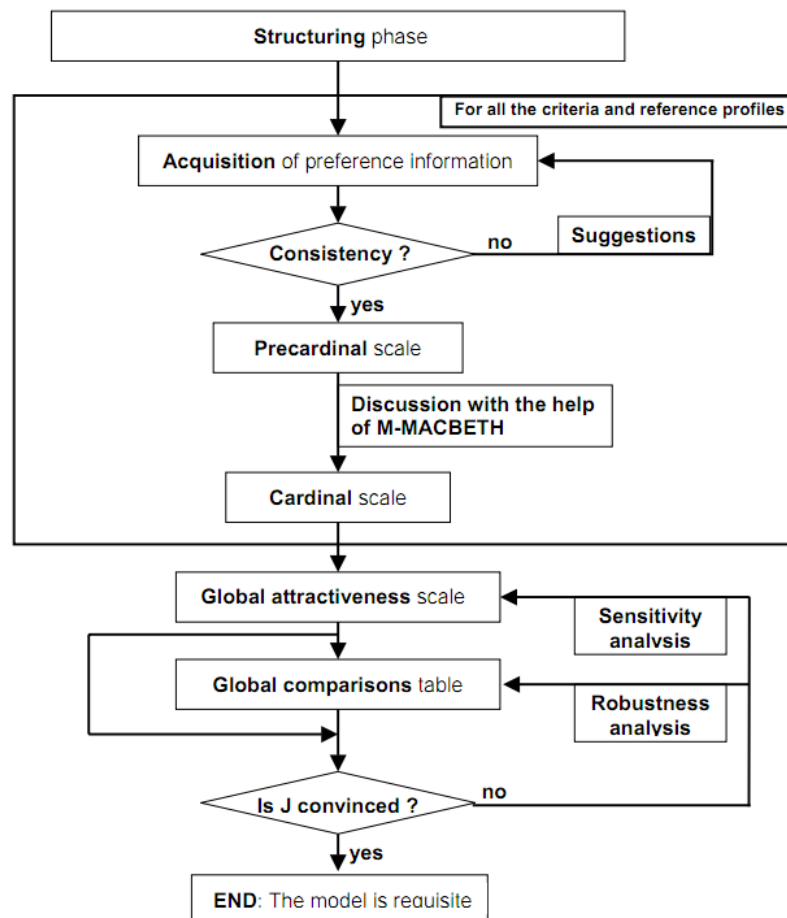


Figura 6 - Resumo do processo de decisão MACBETH. Extraído de MACBETH (BANA E COSTA, DE CORTE e VASNICK, 2003)

De uma maneira geral, a programação de base do MACBETH é composta por 4 modelos de programação lineares (MC1, MC2, MC3 e MC4). O programa MC1 serve para verificar a consistência/inconsistência do julgamento do decisor, já o MC2 sugere uma escala numérica para aquele determinado julgamento. Por fim, os programas MC3 e MC4 procuram revelar as fontes da inconsistência do julgamento, conforme explicado em maiores detalhes a seguir.

MC1- Verificação da consistência

Esta verificação é realizada verificando duas regras principais:

- (1) Sejam a e b pertencentes a A tal que a é preferível à b , então $v(a) > v(b)$ se e somente se a for mais atrativo que b ;
- (2) Sejam k e k' quaisquer, pertencentes a $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ e k diferente de k' , e sejam a, b, c e d quaisquer, pertencentes a A com (a, b) pertencentes à C_k e (c, d) pertencentes à $C_{k'}$, então, $k > k'$ se e somente se $v(a) - v(b) > v(c) - v(d)$

Caso o julgamento do decisor não obedeça a estas duas regras, então o julgamento é considerado inconsistente.

MC2 – Sugestão de escala numérica

O programa MC2, busca atribuir números reais $v(a)$, a pertencente a A , tal que estes números possam ser plotados de maneira gráfica, através de um eixo orientado, de modo a proporcionar ao decisor a possibilidade de avaliação de se a diferença entre as distâncias no eixo refletem ou não a diferença de atratividade entre os elementos.

Caso a diferença de atratividade for diferente do que está sugerido no gráfico, o decisor é convidado pelo software a modificar determinados números de forma a deixar a escala condizente com o perfil do decisor. Uma vez que a escala numérica é aceita pelo decisor, pode-se seguir para as próximas etapas do processo.

MC3 e MC4 – Identificação das causas da inconsistência

Caso o julgamento proposto pelo decisor seja inconsistente (o que será indicado pelo programa MC1), o decisor é convidado a reavaliar o seu julgamento. No entanto, os programas MC3 e MC4 buscam auxiliar o decisor no momento da modificação de seu julgamento. Quando há diversas alternativas e diversos critérios, as inconsistências podem se tornar mais complexas de se resolver.

Desta forma, MC3 e MC4 são importantes bases para discussão de onde o decisor poderá realizar uma alteração e aonde faz mais sentido ele fazer esta alteração.

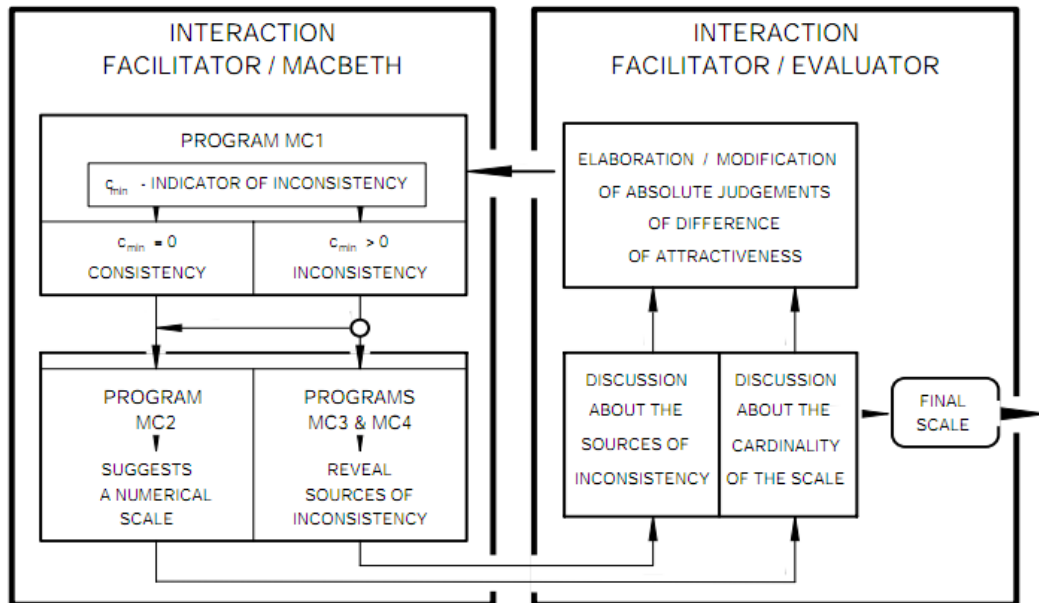


Figura 7 - Dinâmica do modelo MACBETH. Extraído de MACBETH (BANA E COSTA, DE CORTE e VASNICK, 2003)

4.2. ABRANGÊNCIA DO MODELO PROPOSTO

O modelo proposto está restrito à utilização de maneira prática por analistas e investidores no momento em que precisam decidir qual o melhor investimento dentro de um determinado grupo de ações semelhantes.

Ressalta-se que o modelo multi-critério da decisão através da utilização do software MACBETH pode ser aplicado para comparar ações entre setores diferentes e também pode ser utilizado para avaliar qual seria a escolha para diferentes perfis de investimento e investidores.

Os critérios e perfil de investimento aqui utilizados referem-se ao ponto de vista de qual a melhor ação do setor de concessão rodoviária no Brasil a ser indicada pelo analista para os investidores fazerem seus investimentos. Por termos de confidencialidade, usar-se-á sempre os termos, Companhia A, Companhia B e Companhia C para designar estas empresas.

O modelo multi-critério não busca de maneira alguma substituir modelos de otimização de portfólios uma vez que o seu resultado não traz uma carteira ponderada de investimentos a ser realizado e sim apenas qual a melhor ação dentro de um conjunto de ações dado determinado critério. Ressalta-se o retorno considerado neste modelo leva em consideração estimativas de

analistas enquanto os riscos englobados por este modelo estão refletidos em diversas variáveis como endividamento, volatilidade, liquidez, e etc.

Por outro lado, um modelo multi-critério que se utiliza do software MACBETH possibilita a inclusão de variáveis qualitativas na análise, o que raramente é levado em consideração nos modelos quantitativos tradicionais. Assim, de uma maneira geral, este modelo proposto busca somar-se a outros modelos já existentes no momento de auxiliar a definição do investimento a ser realizado.

4.3. OS CRITÉRIOS

Uma das grandes vantagens de utilizar o método MACBETH, está na possibilidade de consideração de variáveis qualitativas somadas às variáveis quantitativas. Além disso, permite-se a utilização de diferentes escalas de maneira muito simples no momento de realizar a normalização.

Os critérios propostos para aplicação

Os critérios aqui utilizados são critérios amplamente aplicados na prática por analistas do mercado financeiro, conforme citado em “*Equity valuation using multiples: an empirical investigation*” de Andreas Schreiner (SCHREINER, 2007). Alguns dos critérios foram selecionados de acordo com o setor de estudo em específico. A seguir descreve-se os critérios, o que eles buscam refletir e como a escala será programada dadas as condições de abrangência do modelo.

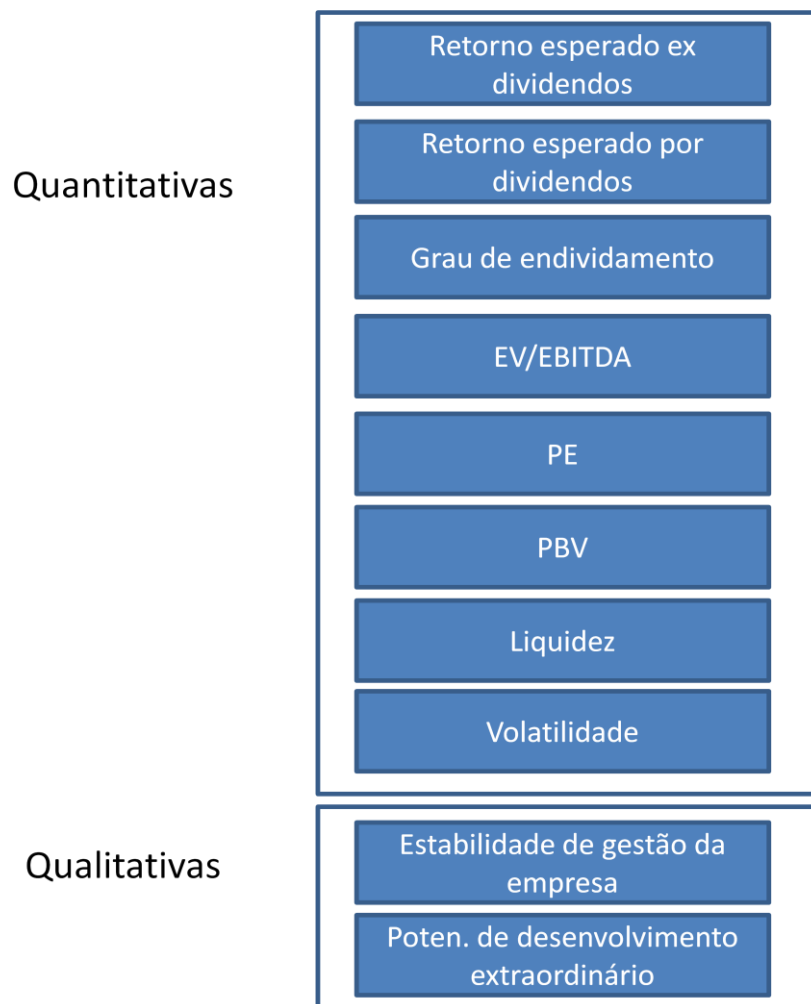


Figura 8- Figura resumo dos critérios a serem utilizados

Estabilidade de gestão da empresa: variável qualitativa

A estabilidade da gestão de uma empresa é um item muito levado em conta pelos investidores no momento de escolher uma ação. Um conselho independente bem definido somado a um *board* de diretores com experiência e que trabalham com seriedade e racionalidade tendem a agregar maior valor às empresas e, portanto estas empresas tendem a possuir um maior valor de mercado.

Neste item avalia-se a questão de transparência da empresa para com os analistas e investidores, o nível de profundidade com o qual as empresas trazem as informações e se esta empresa geralmente cumpre com o que foi dito ao mercado.

Empresas com alto *turnover* de funcionários geralmente tendem a ser menos eficientes na medida em que treinam pessoas erradas e perde-se este valor de treinamento. Se o *turnover* se

der dentro do *board* de diretores da empresa, mudanças ainda mais profundas como as mudanças estratégicas, por exemplo, podem acarretar em custos de dimensões ainda maiores.

Empresas que estão no mercado há mais tempo e já possuem um histórico reconhecidamente bom entre os analistas e investidores tendem a possuir um maior valor quando comparadas a outras empresas, isso pode ser refletido através do risco específico de cada empresa. Empresas mais jovens, com menor exposição ao mercado até então tendem a receber um desconto de risco por parte dos investidores, uma vez que esta ainda tem que provar qual será sua política a ser estabelecida.

Este item, por ser um item que dificilmente pode ser expresso em números, será utilizado como variável qualitativa. O modelo utilizará para ponderar esta variável três níveis distintos significando:

- Nível 1: Empresa mais estável que o mercado: gestão da empresa melhor que o mercado, relação da empresa com o mercado é mais transparente que em outros casos possibilitando a realização de análises mais profundas da empresa. Geralmente são empresas mais maduras que possuem uma diretoria com bastante experiência no mercado/setor.
- Nível 2: Empresa tão estável quanto o restante do mercado: empresa traz informações de maneira constante de acordo com o prometido ao mercado, publica informações suficientes para realizar uma análise relevante da empresa;
- Nível 3: Empresa menos estável que o restante do mercado: empresa não cumpre com o que promete aos investidores, busca omitir informações aos investidores e muda de estratégia no curto prazo;

Retorno Esperado: variáveis quantitativas

O retorno esperado de uma ação em um período de tempo de um ano, por exemplo, pode ser descrito como a soma dos dividendos pagos aos acionistas neste ano somado com a variação do preço no período:

$$R(t) = d_t + \frac{P_t}{P_0}$$

Aonde, dt é o % de dividendos pagos no período de t , P_t é o preço ao final do período t e P_0 é o preço do ativo no início do período.

Como o retorno esperado é dividido em duas partes, o modelo proposto também analisará estas duas partes como variáveis distintas, no entanto, ambas são quantitativas. O retorno esperado pode ser obtido através de *Valuation* como modelos de fluxo de caixa descontado (DCF). Ao se projetar qual será o valor de determinada empresa para o período de 1 ano, é possível estimar o preço e o potencial de retorno de determinada ação.

Na realidade, o que está sendo precificado é o quanto a empresa vale que o mercado não está pagando, ou seja, busca-se através deste indicador encontrar ações que estejam subvalorizadas em relação a seus valores reais.

Os dividendos nada mais são do que a distribuição dos lucros da empresa de determinado período a seus acionistas. Caso uma empresa não queira reinvestir este dinheiro em novas oportunidades ela pode “devolver” o dinheiro aos donos (acionistas) através do pagamento de dividendo.

Para analisar a variável dividendos, o modelo se utilizará do índice “*dividend yield*”, que pode ser calculado como o valor de dividendos pagos pela empresa dividido pelo valor total de mercado da empresa.

Empresas com altos dividendos tendem a ser mais seguras e estáveis que empresas com dividendos mais baixos uma vez que já está dando retorno para o acionista no curto prazo e não necessita esperar uma reação de valorização por parte do mercado.

O modelo utilizará variáveis quantitativas tanto para avaliar o retorno por dividendos, quanto o retorno pela apreciação do valor da ação no mercado. O critério para dividendos utilizará as seguintes estratificações:

- Nível 1: *Dividend yield* acima de 8% ao ano
- Nível 2: *Dividend yield* entre 4% - 8% ao ano
- Nível 3: *Dividend yield* entre 2% - 4% ao ano
- Nível 4: *Dividend yield* entre 0% - 2% ao ano.

Já para o retorno da ação do mercado (descontado o pagamento de dividendos), será utilizada a seguinte escala:

- Nível 1: Valorização potencial acima de 20% em um ano
- Nível 2: Valorização potencial até 15% - 20% em um ano
- Nível 3: Valorização potencial entre 10% - 15% em um ano
- Nível 4: Valorização potencial até 10% em um ano

Potencial de desenvolvimento extraordinário: variável qualitativa

Para calcular o retorno potencial de uma ação de acordo com o citado no critério anterior, analistas e investidores utilizam modelos de previsão de receitas, custos para então descontar fluxo o fluxo de caixa gerado por esta empresa. No entanto, estes modelos refletem apenas o que a empresa já é e não consegue refletir a eventual entrada da empresa em novos negócios.

No caso de concessões rodoviárias, por exemplo, existe a possibilidade de as concessionárias ganharem novas concessões, o que contribuirá para uma maior geração de caixa para a empresa e conseqüentemente aumentará o seu valor de mercado.

No entanto, apesar de não ser refletido nos modelos quantitativos do *valuation*, o critério de novos projetos, eventual entrada em novos negócios, mudanças estratégias e etc. são friamente analisados pelos investidores na hora de realizar o seu investimento, assim, faz-se necessário considerar este fator na escolha de alternativa.

O modelo aqui proposto utilizará variáveis qualitativas para avaliar estas possibilidades de geração de fluxo de caixa extraordinário ao modelo quantitativo já considerado. Para realizar a ponderação das empresas segundo este critério deve-se levar em consideração a capacidade de levantamento de novo capital, a existência de novos projetos, perspectivas de endividamento de longo prazo e perspectivas estratégicas da empresa. Este critério permitirá a distinção das empresas em três níveis:

- Nível 1: Muitos projetos para investir, empresa possui capital necessário para realizar este investimento e estes projetos se enquadram à estratégia de longo prazo da empresa;
- Nível 2: 1) Existem projetos que se enquadram na estratégia da empresa, no entanto, a empresa pode não ter os recursos necessários para desenvolver tais projetos.
2) Empresa possui dinheiro para investir mas não há projetos bons para serem desenvolvidos

- Nível 3: Não existem projetos ou a empresa não possui possibilidade de levantar dinheiro para investir nos projetos existentes. De uma maneira geral, a empresa não possui no curto prazo a possibilidade de agregar maior valor ao investidor.

Grau de endividamento: variável quantitativa

O grau de endividamento é outro fator de extrema importância no momento de realizar investimentos. De uma maneira geral, todas as empresas possuem algum tipo de endividamento, no entanto, este endividamento pode ser saudável para empresa como um todo ou não.

O endividamento é saudável na medida em que alavanca os retornos da empresa sem a necessidade que os donos coloquem mais capital no negócio. No entanto, quanto mais uma empresa se endivida, mais caro ficam os custos de novos financiamentos, e a partir de certo ponto, novas dívidas podem ser prejudiciais às empresas.

Os bancos que realizam os empréstimos, por outro lado, geralmente precisam de certas garantias para realizar os empréstimos de modo a ter certeza de que receberá os fundos emprestados de volta. Uma destas garantias utilizadas pelos bancos é que a dívida líquida não ultrapasse “n” vezes o limite do EBITDA (lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização). O EBITDA mede a geração de caixa operacional da empresa, desta maneira, o índice dívida líquida/EBITDA, reflete o número de anos que a empresa deveria trabalhar para conseguir quitar toda a sua dívida.

$$I = \frac{\text{dívida líquida}}{\text{EBITDA}}$$

O modelo em destaque avalia a empresa em relação ao índice I, acima destacado, empresas com baixo índice I, possuem maior possibilidade de se endividar e possuem uma situação financeira mais tranquila em eventos como crises em que se necessita de mais caixa. Empresas com alto índice de financiamento, além de não poderem se endividar mais, devido às restrições nos contratos com os bancos, acabam se comprometendo a pagar maiores juros, o que pode comprometer o lucro dos períodos futuros. Desta forma, o modelo fará uso da seguinte escala quantitativa de 3 níveis:

- Nível 1: Índice I, menor ou igual a 1.5, ou seja, dívida líquida menor ou igual a 1.5* EBITDA do ano corrente da empresa. Isso significa que a empresa tem um baixo

endividamento, uma alta capacidade de captação e alta capacidade para investir em novos projetos;

- Nível 2: Índice I, entre 1.5 – 3, ou seja, a empresa possui certo grau de endividamento, o que ainda é aceitável e ainda possui margem para fazer novas captações caso necessário
- Nível 3: Índice I, maior ou igual a 3, ou seja, a empresa já está bastante endividada, em uma situação ideal ela não poderia mais fazer novas dívidas. Empresas com este índice de endividamento podem estar passando por dificuldades operacionais.

Trading Multiples: variáveis quantitativas

Além de modelos de *Valuation*, os analistas e investidores adotam a análise de alguns múltiplos, ou seja, alguns índices que comparam as empresas em relação aos seus “*peers*”, ou seja, em relação a empresas semelhantes dentro de uma mesma região e no mundo. Esta abordagem de procurar determinar o valor das empresas através de seus múltiplos é conhecida como avaliação relativa.

Cada empresa e cada setor pode possuir múltiplos específicos para facilitar a análise. Muitas vezes, os múltiplos são ajustados para poder retratar de forma igualmente comparativa todas as empresas. Mais especificamente para o setor de transportes, pode-se utilizar os seguintes índices de mercado: EV/EBITDA, PE e PBV, como será melhor explicado a seguir. Segundo Damodaran em seu livro *Avaliação de Investimentos* (DAMODARAN, 2010), a escolha destes índices e suas definições seguem como abaixo:

EV/EBITDA

Os múltiplos relacionados com o EBITDA de uma empresa são bons uma vez que menos empresas possuem EBITDA negativo do que lucro líquido negativo aumentando assim, o espaço amostral para comparação deste indicador. Além disso, este indicador possibilita neutralizar o impacto de amortizações aceleradas em diferentes empresas além de neutralizar o impacto da alavancagem das empresas.

O EV (*Enterprise Value*), ou seja, o valor da empresa, pode ser calculado simplesmente como sendo o valor de mercado adicionado do valor da dívida líquida desta empresa. Este valor reflete na verdade o preço que um eventual comprador está pagando pela empresa, uma vez

que ele paga o preço de quanto a empresa vale mais a dívida que ele teria que pagar caso tivesse que liquidar esta empresa.

Desta forma, ao dividir o EV/EBITDA, o analista e o investidor tem uma noção de quantas vezes o mercado está pagando a geração de caixa operacional de determinada empresa. Em geral, quanto melhor a empresa maior será este índice. Portanto, uma boa empresa, que apresenta este múltiplo baixo pode representar uma boa oportunidade de investimento.

No entanto, em tempos de crise, uma vez que o resultado operacional das empresas cairá, é de se esperar que o valor da empresa (EV) caia de modo a manter o índice EV/EBITDA em linha com o seu valor histórico. Para analisar este múltiplo, deve-se comparar com os *peers* e o modelo irá analisar isso quantitativamente.

$$M1 = \frac{EV}{EBITDA}$$

- Nível 1: Índice M1 15% ou mais menor do que a média dos índices das empresas *peers*.
- Nível 2: diferença entre índice M1 entre as empresa está 15% menor até 15% maior do que a média dos índices das empresas *peers*.
- Nível 3: Índice M1 é 15% superior a média dos índices das outras empresas *peers*.

PE (Price earnings)

O índice PE, ou seja, preço/Lucro é um dos índices mais utilizados no mercado financeiro para avaliar investimentos, uma vez que seu uso é muito simples e prático. No entanto, a interpretação deste índice nem sempre possui uma resposta imediata.

Analistas e investidores podem discutir para qual período analisar o PE, qual o número de ações, se se deve ajustar ou não os lucros, etc. Além disso, este índice não consegue capturar de forma eficiente o crescimento futuro das empresas.

O índice Preço/lucro é calculado através da divisão do preço de uma determinada ação, pelo lucro desta ação em um período. O modelo aqui proposto fará utilização do lucro da empresa esperado para o próximo ano, ou seja, 2012.

$$M2 = \frac{\text{Preço de mercado por ação}}{\text{Lucro por ação}}$$

Há diversos métodos para se utilizar o índice PE para comparar empresas. O método por este modelo adotado buscará comparar o PE individual de cada empresa com a média ponderada pelo valor de mercado de cada empresa. Vale ressaltar que as empresas, de uma maneira geral, operam num mesmo mercado e possuem atividades operacionais muito semelhantes, o que facilita a comparação. Este indicador, assim como o indicador EV/EBITDA será dividido em 3 níveis:

- Nível 1: Índice M2 20% ou mais menor do que a média dos índices das empresas *peers*.
- Nível 2: diferença entre índice M2 entre as empresa está 20% menor até 20% maior do que a média dos índices das empresas *peers*.
- Nível 3: Índice M2 é 20% superior a média dos índices das outras empresas *peers*.

Observe que os intervalos de diferença são mais conservadores para este índice, uma vez que a variação dos lucros é maior do que a variação dos resultados operacionais de uma empresa.

PBV (Price to book value)

O índice PBV, ou seja, preço por valor patrimonial pode ser considerado um índice muito mais racional, uma vez que relaciona o valor de mercado do ativo (preço da ação) com o patrimônio líquido por ação da empresa, que nada mais é que a diferença entre o ativo contábil e o passivo contábil da empresa.

Este índice, no entanto pode ser mais dificilmente comparável uma vez que se utiliza do valor de patrimônio líquido contábil que depende de regras contábeis de cada país para cada setor, por exemplo.

Pode-se dizer que empresas com PBV menor do que 1 possuem grandes chances de estarem subvalorizada uma vez que seu valor de mercado é menor do que o valor contábil de seus ativos, no caso de uma eventual liquidação dos ativos.

Este índice pode ser simplesmente calculado como o preço de mercado por ação dividido pelo valor contábil do patrimônio líquido por ação. O modelo proposto analisará este múltiplo de maneira um pouco diferente dos múltiplos anteriores. Este múltiplo comparará o valor do

PBV com o PBV do ano anterior, que deve se manter constante no tempo. Caso uma ação esteja sendo negociada com um múltiplo abaixo do múltiplo histórico, há uma oportunidade para aumentar o preço de forma a re-estabelecer este múltiplo. Vale ressaltar que a utilização deste índice apresenta melhores resultados em situações em que a empresa está estável e em fase de crescimento orgânico.

$$M3 = \frac{\text{Preço de mercado por ação}}{\text{Valor contábil do Patrimônio Líquido por ação}}$$

- Nível 1: Índice M3 de 2012, 20% ou mais abaixo do índice M3 de 2011
- Nível 2: Índice M3 de 2012 está 20% ou menos abaixo do índice M3 de 2011
- Nível 3: Índice M3 2012 está acima do índice M3 de 2011

Empresas com múltiplos (citados acima) mais altos do que a média podem ser consideradas mais caras, ou seja, podem não estar subvalorizadas. Já empresas com múltiplos menores do que a média devem estar potencialmente subvalorizadas e podem representar uma boa oportunidade para comprar.

No entanto, deve-se entender que os múltiplos de algumas empresas podem ser maiores do que os múltiplos de outras empresas devido a fatores específicos de cada uma delas. Nem sempre a análise por múltiplos consegue capturar com exatidão o crescimento potencial das empresas nos anos consecutivos aos anos de análise. Geralmente, analisam-se os múltiplos do ano atual e do ano seguinte.

Além disso, nem sempre uma empresa possui “peers” comparáveis dentro do mesmo setor e do mesmo país por exemplo. Em geral, busca-se comparar com empresas o mais semelhante possível. Dentro do setor de concessões rodoviárias, no qual este modelo busca ser utilizado, há diversos “peers” comparáveis dentro e fora do Brasil.

Trading Data: variáveis quantitativas

Além dos fatores até então citados, o mercado ainda busca olhar alguns detalhes relativos à negociação das ações na bolsa, afinal de contas, antes de comprar ou vender algum ativo, o investidor deve saber com qual facilidade ele conseguiria se desfazer deste ativo (liquidez) e também qual é a variação do preço deste ativo durante o tempo (variação do preço). Estes itens podem se utilizar de abordagens quantitativas.

Liquidez

A liquidez de uma ação é outro indicador de extrema importância para uma ação principalmente em momentos de crise aonde o investidor se sente mais confiante ao possuir ações de alta liquidez através das quais ele consegue vender e reaver seu dinheiro com facilidade.

A liquidez de uma ação está relacionada com o volume de ações negociadas na bolsa em um determinado período. Ações bastante negociadas, ou seja, bastante líquidas, geralmente são mais valorizadas do que ações menos negociadas (menos líquidas). A liquidez é uma característica de tão extrema importância que muitas vezes as empresas contratam bancos para formar o mercado através do aumento do volume de negociações de sua empresa.

O índice que este modelo utilizará para medir a liquidez de uma ação é o ADTV, *average daily trading volume*, ou seja, o volume médio negociado de uma ação. Ações com alto ADTV são bastante negociadas e devem receber um prêmio por isso, ações com baixo ADTV são mais difíceis de serem negociadas e tendem a receber um desconto por isso. De acordo com dados relativos ao setor de concessões rodoviárias, adotou-se a seguinte escala quantitativa de três níveis:

- Nível 1: ADTV maior que R\$ 20 milhões
- Nível 2: ADTV maior que R\$ 10 milhões e menor do que R\$ 20 milhões
- Nível 3: ADTV menor que R\$ 10 milhões

Variação do Preço

A variação do preço das ações é um tópico de complexo entendimento e muitas pessoas consideram a variação do preço como uma espécie de risco inerente à ação. De uma maneira geral, no caso aqui estudado, pode-se definir a variação do preço como sendo uma medida de dispersão dos retornos das ações durante o tempo, ou seja, quanto maior a variação do preço de uma ação em um dado período maior a dispersão dos retornos no tempo.

Ações com maior variação de preço podem ser consideradas mais instáveis do que ações com menor variação, uma vez que o investidor está mais sujeito a pequenas variações do mercado, ou seja, a oscilação do preço desta ação é mais alto.

Existem diversas maneiras para medir a variação do preço de uma determinada ação, dentre elas, pode-se utilizar a variância dos retornos médios em um dado período selecionado. Este modelo utilizará a variância dos retornos médios diários de cada ação nos último ano como medida de variação de preços e comparará a variação das três ações em análise. Este modelo proposto não busca comparar a variação destas três ações com o restante do mercado, uma vez que o modelo serve para comparar ações semelhantes e de setores semelhantes. Este modelo irá classificar as três empresas em três níveis sendo que a empresa que possui a menor variância estará no nível 1 e a empresa com maior variância estará no terceiro nível. Neste momento, não se faz necessário levar em consideração a intensidade desta variância.

- Nível 1: menor variância entre as 3 empresas comparadas
- Nível 2: variância intermediária entre as 3 empresas comparadas
- Nível 3: maior variância entre as 3 empresas comparadas

Tabela 5 - Tabela resumo critérios e níveis

Critério	Nível	Explicação
Retorno esperado ex - dividendos	I	Valorização potencial acima de 20% a.a.
	II	Valorização potencial de 15% a 20% a.a.
	III	Valorização potencial de 10% a 15% a.a.
	IV	Valorização potencial de até 10% a.a.
Retorno esperado por dividendos	I	<i>Dividend yield</i> > 8% a.a.
	II	<i>Dividend yield</i> entre 4% e 8% a.a.
	III	<i>Dividend yield</i> entre 2% e 4% a.a.
	IV	<i>Dividend yield</i> entre 0% e 2% a.a.
Grau de endividamento	I	I menor ou igual 1.5
	II	I entre 1.5 e 3
	III	I maior ou igual a 3
EV/EBITDA	I	M1 15% ou mais menor que a média dos outros <i>peers</i>
	II	M1 está 15% menor até 15 % maior que a média dos outros <i>peers</i>
	III	M1 15% superior que a média dos outros <i>peers</i>
PE	I	M2 20% ou mais menor que a média dos outros <i>peers</i>
	II	M2 20% menor até 20 % maior que média de outros <i>peers</i>
	III	M2 20% superior que a média dos outros <i>peers</i>
PBV	I	M3 de 2012, 20% ou mais abaixo do índice M3 de 2011
	II	M3 de 2012, 20% ou menos abaixo do índice M3 de 2011
	III	M3 2012 está acima do índice M3 de 2011
Liquidez	I	ADTV maior que R\$ 20 milhões
	II	ADTV entre R\$ 10 milhões e R\$ 20 milhões
	III	ADTV menor que R\$ 10 milhões
Variação do preço	I	menor variância entre as 3 empresas comparadas
	II	variância intermediária entre as 3 empresas comparadas
	III	maior variância entre as 3 empresas comparadas
Estabilidade de gestão da empresa	I	Empresa mais estável que o mercado
	II	Empresa tão estável quanto o mercado
	III	Empresa menos estável que o mercado
Potencial de desenvolvimento extraordinário	I	Alta probabilidade de investimentos adicionais
	II	Média probabilidade de investimentos adicionais
	III	Baixa probabilidade de investimentos adicionais

4.4. AS ENTRADAS DO MODELO

Uma vez seleccionados os critérios e montado o modelo no software MACBETH, o analista e investidor deverá fornecer as entradas ao modelo para que este possa ser rodado. As entradas do modelo podem ser divididas basicamente em duas partes:

1. Entradas factuais: dizem respeito à ponderação de cada uma das alternativas em relação aos critérios adotados, as variáveis qualitativas apesar de não requerirem entradas numéricas também podem ser consideradas factuais, uma vez que retratam a realidade de uma empresa. Para isso, deve-se, antes, estabelecer uma escala para cada um dos critérios. Vide Tabelas 6 e 7.
2. Entradas de preferências: dizem respeito a quais são as preferências deste investidor no relativo a qual critério é mais importante para tal investidor e qual é menos importante. Vide Tabela 8.

Tabela 6 – Entradas relativas à escala de cada um dos critérios

The screenshot shows a window titled 'Estabilidade da empresa'. It contains a 3x3 comparison matrix with levels 'niv1', 'niv2', and 'niv3'. The diagonal cells are 'nula'. The other cells contain '?'. To the right of the matrix is a vertical scale with seven levels: 'extrema', 'mt. forte', 'forte', 'moderada', 'fraca', 'mt. fraca', and 'nula'. Below the matrix, the text 'Julgamentos consistentes' is displayed in green. At the bottom, there is a toolbar with various icons including a calculator, a refresh button, a lightbulb, a plus sign, a grid, a bar chart, a line graph, a pie chart, a person icon, and a color palette.

Tabela 7 - Entradas relativas a cada alternativa em relação à cada critério

Opções	Est	Div yield	Ret ex-div	Pot des	Endiv	EV-EBTD	PE	PBV	Liq	Vol
Cia A	niv1	?	?	?	?	?	?	?	?	niv1
Cia B	niv1	?	?	?	?	?	?	?	?	niv1
Cia C	niv1	?	?	?	?	?	?	?	?	niv1

Tabela 8 – Escala de ponderação de preferências

	[Div yield]	[Ret ex-div]	[Est]	[Pot des]	[PE]	[PBV]	[Liq]	[Vol]	[EV-EBTD]	[Endiv]	[tudo inf.]	
[Div yield]	nula	?	?	?	?	?	?	?	?	?	positiva	extrema
[Ret ex-div]	?	nula	?	?	?	?	?	?	?	?	positiva	mt. forte
[Est]	?	?	nula	?	?	?	?	?	?	?	positiva	forte
[Pot des]	?	?	?	nula	?	?	?	?	?	?	positiva	moderada
[PE]	?	?	?	?	nula	?	?	?	?	?	positiva	fraca
[PBV]	?	?	?	?	?	nula	?	?	?	?	positiva	mt. fraca
[Liq]	?	?	?	?	?	?	nula	?	?	?	positiva	nula
[Vol]	?	?	?	?	?	?	?	nula	?	?	positiva	
[EV-EBTD]	?	?	?	?	?	?	?	?	nula	?	positiva	
[Endiv]	?	?	?	?	?	?	?	?	?	nula	positiva	
[tudo inf.]											nula	

Julgamentos consistentes

4.5. AS SAÍDAS DO MODELO

Uma vez consideradas todas as alternativas, critérios, julgamentos e ponderações, pode-se obter agora o resultado desta análise. O modelo fornecerá um *ranqueamento* das alternativas, dizendo qual é a melhor alternativa de acordo com as preferências do investidor e qual é a pior alternativa de acordo com a preferência do decisor.

Além disso, outra grande vantagem do MACBETH é que ele possibilita a realização de análises de sensibilidade de uma maneira muito prática e visual. Desta forma, é possível observar o que fez o diferencial para determinada ação ser considerada uma melhor alternativa do que a outra e também é possível fazer uma análise de cenários do tipo “o que aconteceria com a minha decisão se tal fator fosse diferente?”

O MACBETH gera relatórios automáticos que possibilita a análise de cada um dos critérios e cada uma das alternativas de maneira bastante minuciosa o que contribui para a manutenção padronizada de dados históricos dos modelos.

Como o mercado de ações é um mercado extremamente dinâmico, a decisão do analista e do investidor podem variar de acordo com o tempo e circunstâncias, desta forma, pode-se estabelecer um método iterativo para este modelo, aonde o investidor coloca periodicamente as entradas no modelo e verifica se a sua decisão ficou a mesma.

Vale destacar que apenas algumas variáveis de entrada mudariam. As entradas de preferência do investidor tendem a continuar as mesmas ao longo do tempo, uma vez que refletem um perfil de aversão ao risco. Já entradas factuais como retorno esperado possui uma maior variação, uma vez que está relacionado com o preço da ação, o que pode variar diariamente e tende a possuir um grande impacto na decisão do investidor.

5. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

5.1. APLICAÇÃO

A aplicação do modelo proposto será exemplificada através da comparação de três empresas de capital aberto setor de concessões rodoviárias brasileiro. De modo a manter maior confidencialidade das estimativas e dados das empresas, denominam-se estas empresas como Companhia 1, Companhia 2 e Companhia 3.

Conforme explicado nos itens anteriores, é necessário criar um modelo com as três alternativas citadas e também com todos os critérios envolvidos. Uma vez instalado o programa, deve-se gerar um novo modelo e montar uma árvore com os critérios. Note na figura 10 que os critérios em vermelho são os critérios de fato, enquanto os critérios em preto somente dão suporte a árvore.



Figura 9 - Instalação e versão do programa instalado

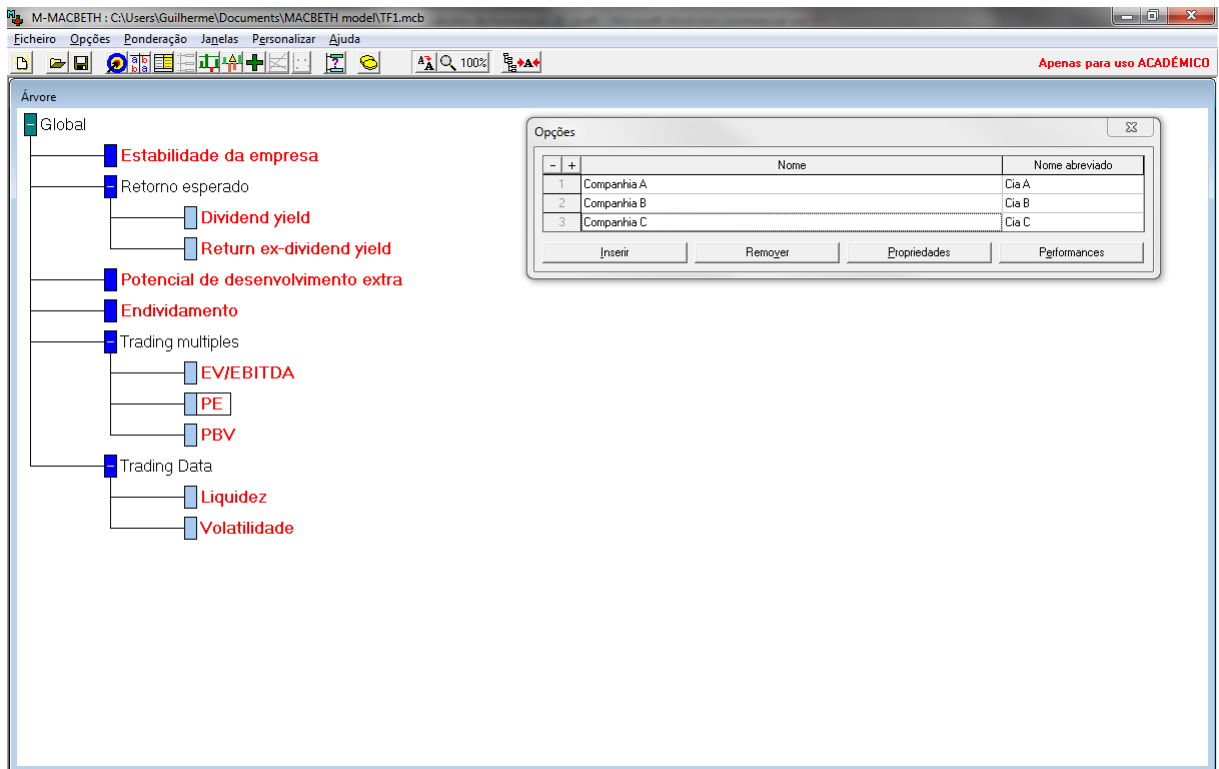
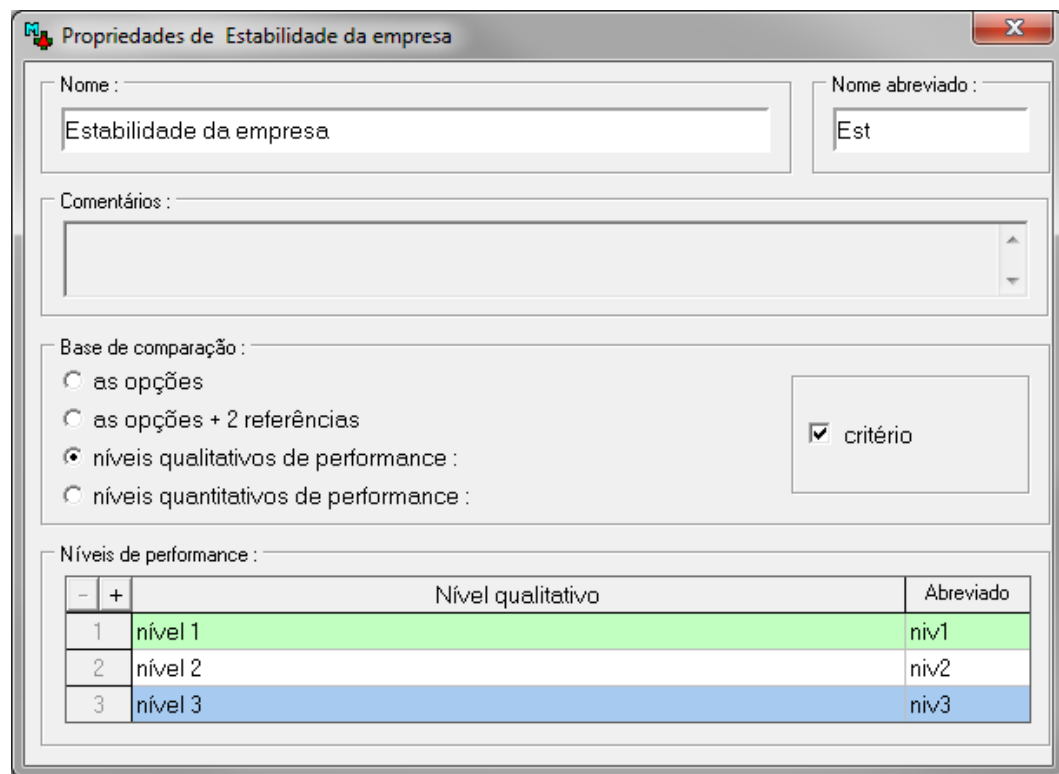


Figura 10 - Árvore de critérios gerada e alternativas escolhidas

Antes de criar os critérios são criados os nós. Os nós são posteriormente transformados em critérios e neste instante, pode-se optar por qual o tipo de escala que o decisor buscará usar no seu modelo. Aqui se adota o que foi explicado no item 4.3, relativo aos critérios.



Nome : Estabilidade da empresa

Nome abreviado : Est

Comentários :

Base de comparação :

☐ as opções
☐ as opções + 2 referências
☒ níveis qualitativos de performance :
☐ níveis quantitativos de performance :

☒ critério

Níveis de performance :

-	+	Nível qualitativo	Abreviado
1		nível 1	niv1
2		nível 2	niv2
3		nível 3	niv3

Figura 11 - Estabelecimento de um nó critério e da escala a ser utilizada

Inseridos os critérios, conforme o item 4.3 deste relatório, é necessário que o decisor (investidor/analista), insira as suas preferências no modelo de modo a estabelecer quais os critérios são mais importantes para aquele determinado decisor. Isso o decisor realizará preenchendo a tabela de ponderação conforme a tabela 9. Vale ressaltar que esta ponderação afeta severamente os resultados finais do julgamento e a decisão em destaque é somente um exemplo dado com as preferências do autor.

Neste momento de o decisor inserir suas preferências, o software MACBETH mostra o seu grande diferencial ao perceber rapidamente julgamentos contraditórios e ao sugerir ao decisor eventuais modificações a serem realizadas. Isso facilita muito para que a tabela de julgamentos seja preenchida de forma coerente.

Tabela 9 - Tabela de ponderação de critérios preenchida de acordo com o perfil do autor

Ponderação (Global)												Escala actual	extrema
[EV-EBTD]	[Div yield]	[PE]	[Ret ex-div]	[Est]	[Pot des]	[PBV]	[Liq]	[Vol]	[Endiv]	[tudo inf.]		25.89	mt. forte
[EV-EBTD]	nula	forte	mod-fort	mod-fort	mod-fort	mod-fort	mod-fort	fort-mfort	fort-mfort	fort-mfort	positiva	15.83	forte
[Div yield]		nula	frac-mod	frac-mod	frac-mod	frac-mod	frac-mod	mod-fort	frac-fort	mod-fort	positiva	14.39	moderada
[PE]			nula	moderada	mod-fort	frac-mod	frac-mod	forte	forte	mod-fort	positiva	12.23	frac
[Ret ex-div]				nula	mod-fort	mod-fort	mod-fort	mod-mfort	forte	mod-fort	positiva	10.07	mt. frac
[Est]					nula	mod-fort	mod-fort	mod-fort	moderada	moderada	positiva	7.91	nula
[Pot des]						nula	frac	frac-fort	frac-fort	moderada	positiva	6.48	
[PBV]							nula	moderada	mod-fort	moderada	positiva	4.32	
[Liq]								nula	mod-fort	frac-mod	positiva	2.16	
[Vol]									nula	frac	positiva	0.72	
[Endiv]										nula	positiva	0.00	
[tudo inf.]											nula		

Julgamentos consistentes

De acordo com a tabela 9, de acordo com as preferências do autor, o critério EV/EBITDA junto com *Dividend yield* são os mais relevantes, enquanto o critério endividamento e variação de preço (vol) são os menos importantes, de acordo com as suas características. Este perfil não é um perfil que deva ser muito alternado com o tempo, uma vez que está ligado com a personalidade e características intrínsecas do investidor. Este resultado também pode ser observado na forma de histograma, como na figura 12.

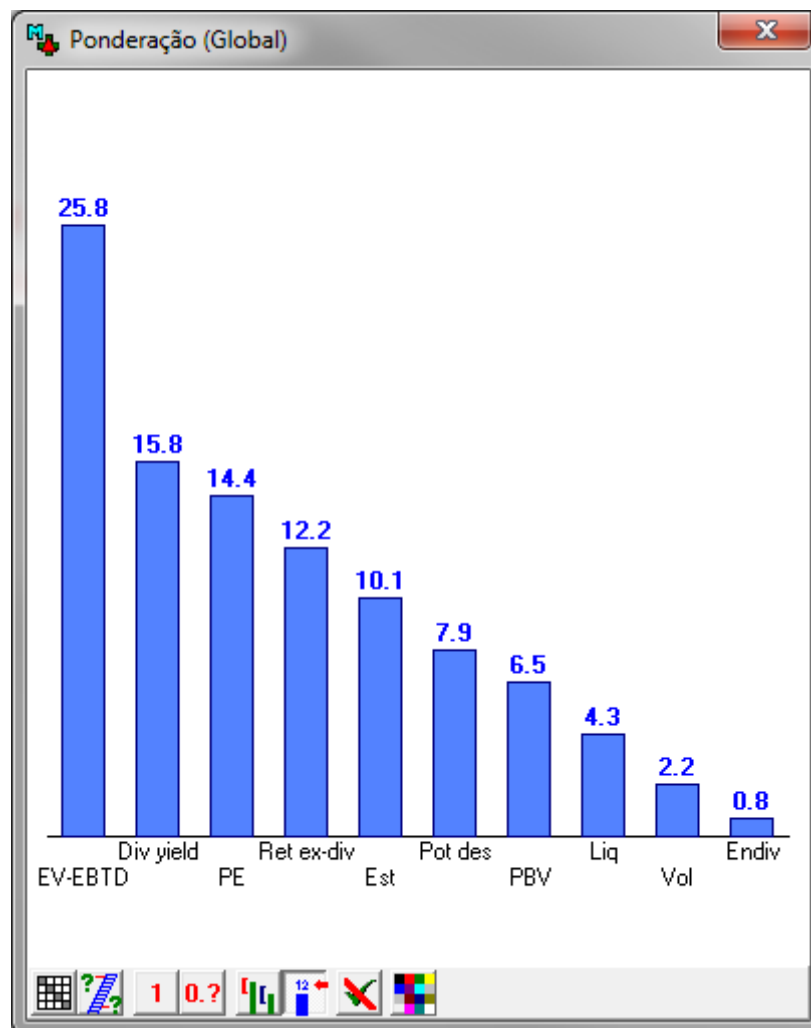


Figura 12 - Histograma da ponderação do julgamento

Realizadas as entradas do perfil, o próximo passo é estabelecer as preferências e gerar as preferências dentro de cada um dos critérios, propondo escalas para todos os critérios escolhidos de forma individual. As escalas de cada um dos critérios também devem ser consistentes, no entanto, estas escalas podem variar um pouco mais do que a escala de julgamento anterior. Note que é necessário que a escala seja proposta para dar continuidade na tomada de decisão.

Tabela 10 - Exemplo de proposição de escala para um dos critérios

Estabilidade da empresa

	niv1	niv2	niv3	Escala actual
niv1	nula	forte	extrema	100.00
niv2		nula	mt. forte	55.56
niv3			nula	0.00

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

Como resultado do estabelecimento das escalas para todos os critérios propostos obtém-se uma tabela de referência de ponderações que de uma maneira geral busca mostrar quais entradas são mais relevantes para cada um dos critérios, conforme descrito na tabela 11.

Tabela 11 - Tabela de referência de ponderação gerada após o estabelecimento de escalas

Referências de ponderação

Referências globais	Est	Div yield	Ret ex-div	Pot des	Endiv	EV-EBTD	PE	PBV	Liq	Vol
[EV-EBTD]	niv1	8	5	0	1.5	0.85	0.8	0.8	20	niv1
[Div yield]	niv2	4	10	1	3	1.15	1.2	1	10	niv2
[PE]	niv3	2	15	2	10000	10000	100000	100000	0	niv3
[Ret ex-div]		0	20	3						
[Est]										
[Pot des]										
[PBV]										
[Liq]										
[Vol]										
[Endiv]										
[tudo inf.]										

Uma vez estabelecidas as escalas de cada um dos critérios e a escala de preferência entre os critérios (entrada preferencial), pode-se agora realizar as entradas factuais, ou seja, as entradas que teoricamente dependem somente da performance de cada uma das empresas. Estas entradas são feitas ponderando cada empresa em relação a cada um dos critérios escolhidos.

No caso deste exemplo, o autor optou por utilizar dados relativos as três companhias em estudo referentes ao dia 03 de Outubro de 2011, para alguns dos dados, utilizou-se de estimativas de analistas do mercado financeiro como parâmetro. No entanto, vale ressaltar que quando um investidor ou analista for utilizar este modelo ele poderá fazer uso de suas próprias estimativas. Os resultados destas entradas podem ser observados na tabela de performances da tabela 12.

Tabela 12 - Tabela de performance das alternativas segundo os critérios

Tabela de performances										
Opções	Est	Div yield	Ret ex-div	Pot des	Endiv	EV-EBTD	PE	PBV	Liq	Vol
Cia A	niv1	5.9	18.9	1	1.97	1.09	1.12	1.04	42	niv2
Cia B	niv3	2.5	25.8	2	2.4	0.66	0.51	0.79	5.7	niv3
Cia C	niv2	1.7	11.9	1	0.9	0.94	0.92	0.84	19.1	niv1

Vale ressaltar neste ponto que as entradas desta tabela são as que mais irão variar com o tempo, uma vez que as estimativas e cotações do mercado podem variar diariamente. Assim, caso o decisor opte por utilizar um modelo iterativo para verificar a validade de suas escolhas no decorrer do tempo, ele pode, periodicamente, inserir novos dados (mais atuais) nesta tabela de *performance* e verificar se o resultado de sua decisão ainda é o mesmo. Os valores inseridos nos campos EV/EBITDA, PE e PBV foram adaptados para obterem o comportamento citado na sessão de explicação de critérios.

Como resultado deste perfil de investimento e dos dados inseridos relativos às alternativas, obteve-se o seguinte resultado. Demonstrado na tabela de pontuação (tabela 13).

Tabela 13 - Tabela de pontuação

Tabela de pontuações											
Opções	Global	Est	Div yield	Ret ex-div	Pot des	Endiv	EV-EBTD	PE	PBV	Liq	Vol
Cia A	76.64	100.00	80.91	93.40	88.89	86.08	50.00	54.29	40.00	237.50	50.00
Cia B	91.25	0.00	36.36	134.80	55.56	73.34	139.58	141.43	103.00	21.38	0.00
Cia C	68.33	55.56	23.18	51.40	88.89	117.78	81.25	82.86	88.00	94.38	100.00
[tudo sup.]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
[tudo inf.]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesos :		0.1007	0.1583	0.1223	0.0791	0.0072	0.2589	0.1439	0.0648	0.0432	0.0216

5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Uma vez obtidos os resultados, é possível analisar quais foram os fatores que influenciaram mais para o estabelecimento daquela sequência de alternativas. O resultado além de poder ser observado através da tabela de pontuação da tabela 13 é possível de ser analisado no termômetro de desempenho, conforme demonstrado na figura 13. O termômetro serve como artifício visual para analisar as distâncias entre as alternativas.

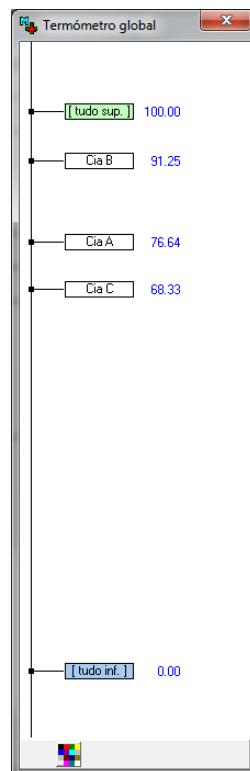


Figura 13 - Termômetro global de pontuações

É possível ainda analisar o desempenho gráfico de cada uma das empresas, note que na figura 14, está representado o perfil ponderado de cada companhia. A soma das ponderações dá a qualificação final de cada empresa, em outras palavras, a empresa que tiver a maior soma das áreas das barras é a empresa que tem melhor performance de acordo com as preferências do autor.

Através desta figura, conclui-se que a Companhia B é a melhor opção de investimento, a companhia A é a segunda melhor alternativa e a Companhia C é a terceira melhor alternativa. A companhia B se destaca nos critérios EV/EBITDA, PE e Retorno sem considerar os dividendos, ou seja, há vários indícios conjuntos de que esta empresa está subvalorizada, isto

é, que ao longo do tempo, o seu preço deverá subir. Vale ressaltar, que há fatores que influenciam estas cada uma destas variáveis individualmente, não impactando nos demais critérios simultaneamente.

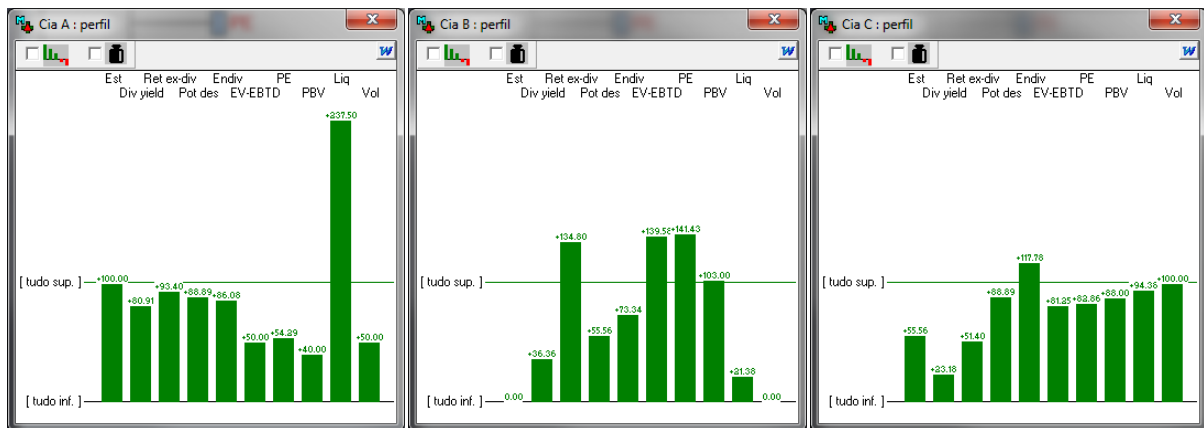


Figura 14 - Perfis de investimento das três empresas comparadas

Além disso, é possível analisar a diferença entre as alternativas para visualizar em quais critérios uma alternativa foi melhor do que a outra, estas ferramentas não são indispensáveis para a análise, mas por serem muito visuais facilitam a compreensão gerando ganhos de tempo na análise do resultado da decisão.

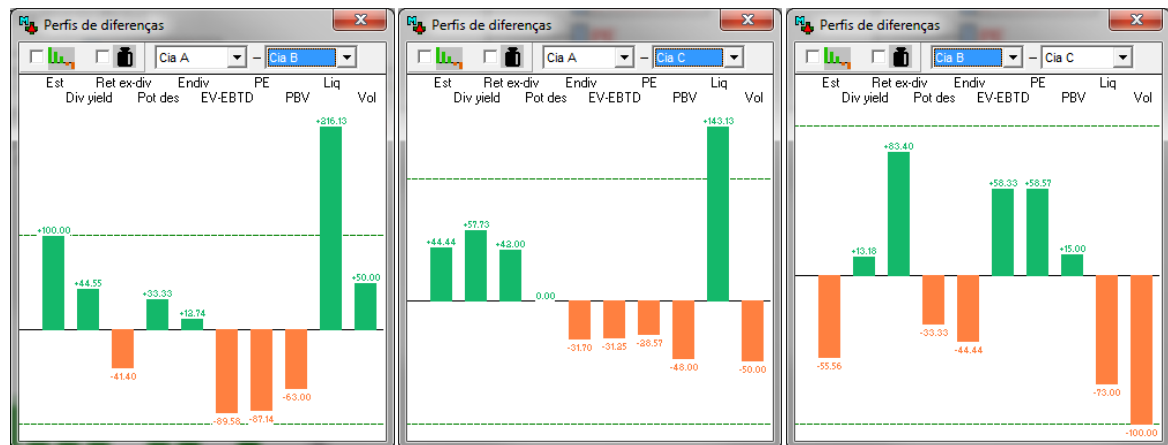


Figura 15 - Perfis de diferenças entre as alternativas

Dos gráficos da figura 15 é possível concluir que a Companhia A perde para a Companhia B nos quesitos EV/EBITDA, PE, PBV e Retorno antes dos dividendos. Isso nos leva a concluir que caso haja uma revisão das estimativas de resultados e preço alvo, por algum motivo, a companhia A se tornaria uma melhor alternativa em relação à B. Isso indica que a alternativa

B é a alternativa selecionada, por fatores estritamente relacionados a uma subvalorização de seu preço de mercado.

Já a Companhia C ganha da Companhia B nos fatores estabilidade, potencial de desenvolvimento, endividamento, liquidez e volume, isso indica que a companhia C possui um maior potencial para se tornar uma empresa com maior valor do que a companhia B, no entanto, dado o perfil do decisor (autor), este potencial não é valorizado, uma vez que há muita indefinição até a empresa conseguir demonstrar este valor adicional.

Por fim, ao comparar as companhias A e C, a companhia A é mais estável, paga mais dividendos, possui um maior retorno descontando os dividendos e, além disso, possui uma liquidez maior. No entanto, a Companhia C está mais subvalorizada que a companhia A. Apesar disso, caso houvesse uma repentina valorização da companhia B, a companhia A seria a escolhida pelo decisor devido à sua estabilidade e um reconhecimento desta estabilidade por parte do mercado.

Por fim, é possível analisar as diferenças entre cada uma das alternativas de acordo com determinados critérios através de gráficos XY. Pode-se plotar diversos gráficos de acordo com as dúvidas e preferências do decisor. Nas figuras de 16 a 19 seguem alguns exemplos de análises comparativas das alternativas segundo determinados critérios.

Escolheu-se a comparação de Todos os critérios vs. Todos os critérios, do critério EV/EBITDA vs. Todos os critérios, uma vez que é o critério mais importante para o decisor. Além disso, analisou-se o conjunto de critérios *Trading multiples* (EV/EBITDA, PE e PBV) vs. *Trading data* (liquidez e variação de preço), além de analisar a liquidez vs. Variação de preço, uma vez que estes critérios não são critérios tipicamente levados em conta na análise dos investimentos mas são levados em conta na decisão de investimento.

Note que as retas em vermelho quando existirem representam a fronteira ótima, ou seja, a fronteira de máxima eficiência aonde os dois fatores em análise são otimizados.

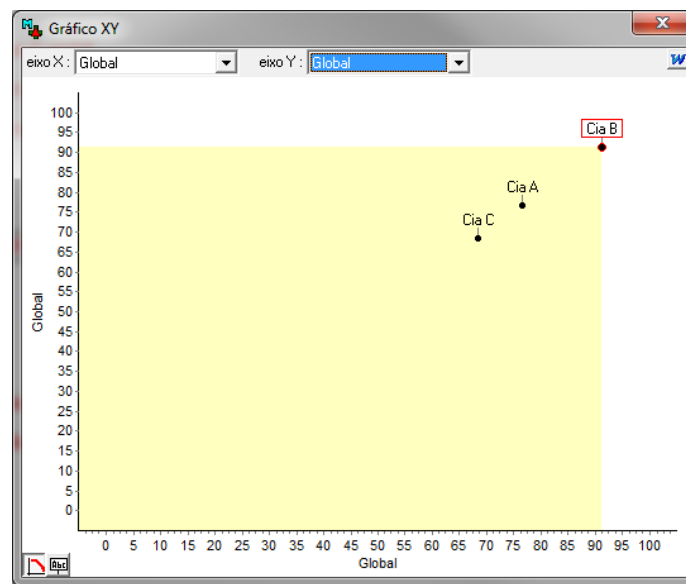


Figura 16 - Comparação alternativas vs. critério Global - global

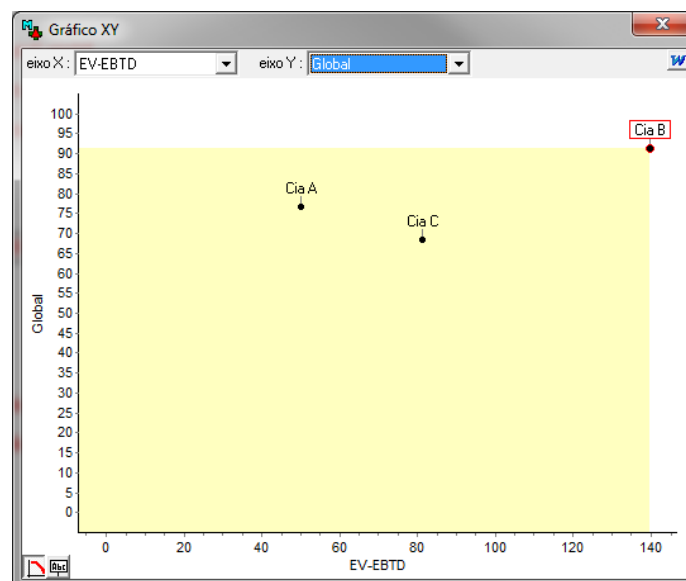


Figura 17 - Comparação alternativas vs. critério EV/EBITDA - global

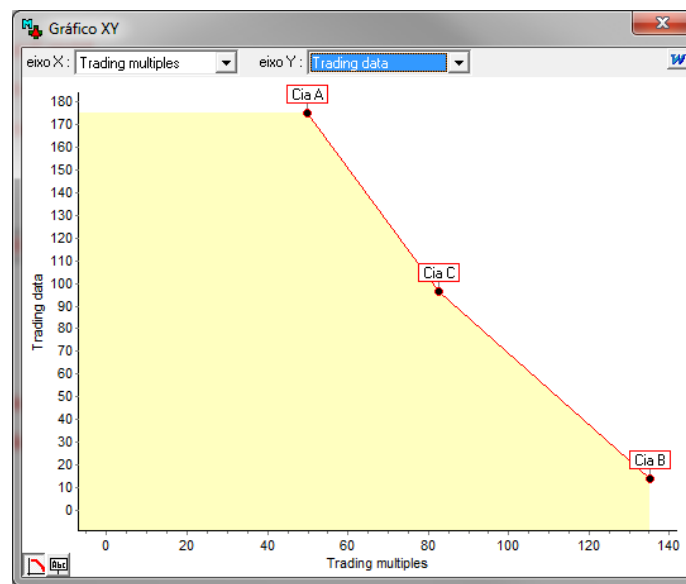


Figura 18 - Comparação alternativas vs. critério *Trading multiples* – *Trading data*

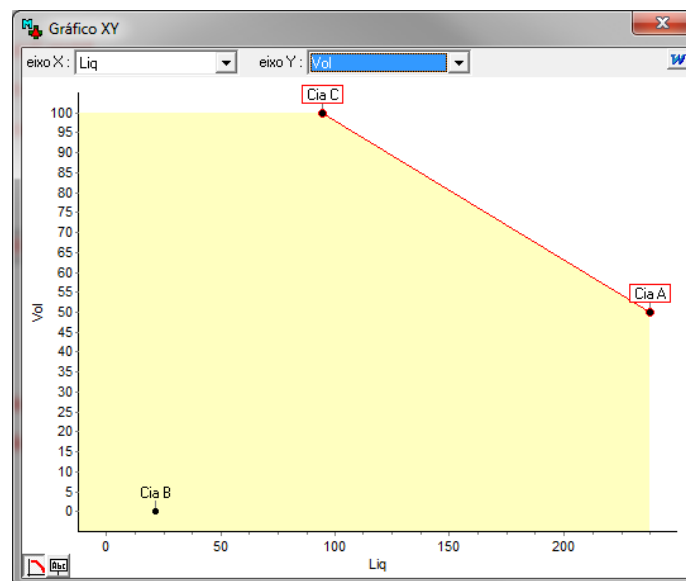


Figura 19 - Comparação alternativas vs. critério Global - global

É possível ainda realizar uma análise de custo-benefício através da atribuição de custos para cada uma das alternativas, no entanto, esta análise foge do escopo deste trabalho e até o momento as ferramentas apresentadas do MACBETH se mostram muito convenientes para a análise dos resultados.

5.3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Além das ferramentas de análise de resultado, o MACBETH possui uma extensa combinação de ferramentas que podem ser utilizadas para realizar análise de sensibilidade no processo decisório. A análise de sensibilidade é de extrema importância no momento de tomar uma decisão para conseguir ponderar variações de cenários que inevitavelmente ocorrerão. No entanto, investidores não conseguem fazer estas análises de cenários de uma maneira lógica e racional.

Através de uma análise de sensibilidade de peso, é possível investigar como a pontuação global (assim como a classificação global) variaria, dado a mudança na importância dos critérios. Esta análise é muito importante e será realizada para todos os critérios nas figuras 20 - 24. O ponto de intersecção entre as retas representa uma eventual mudança de decisão, se não há ponto de intersecção, significa que este critério não pode mudar a decisão final.

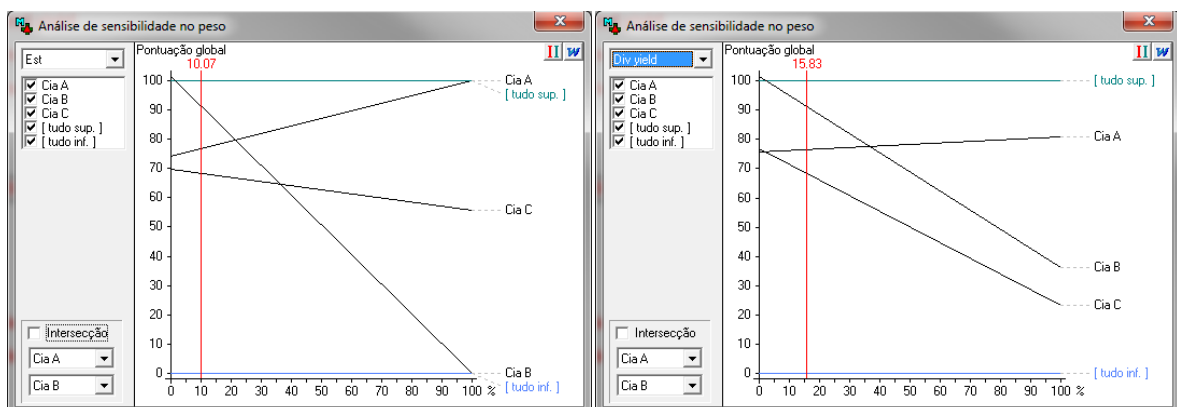


Figura 20 - Análise de sensibilidade peso estabilidade da empresa (esquerda) e pagamento de dividendos (direita)

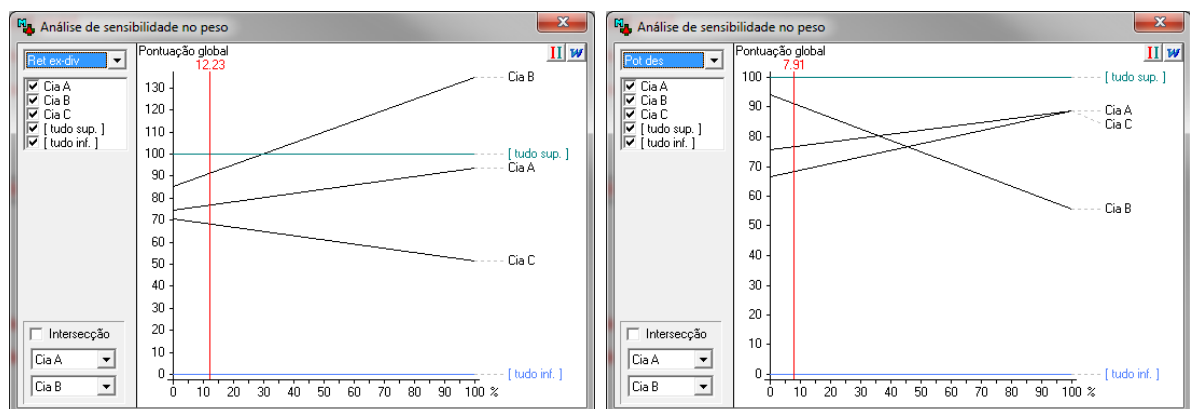


Figura 21 - Análise de sensibilidade peso retorno excluindo dividendos (esquerda) e potencial de desenvolvimento (direita)

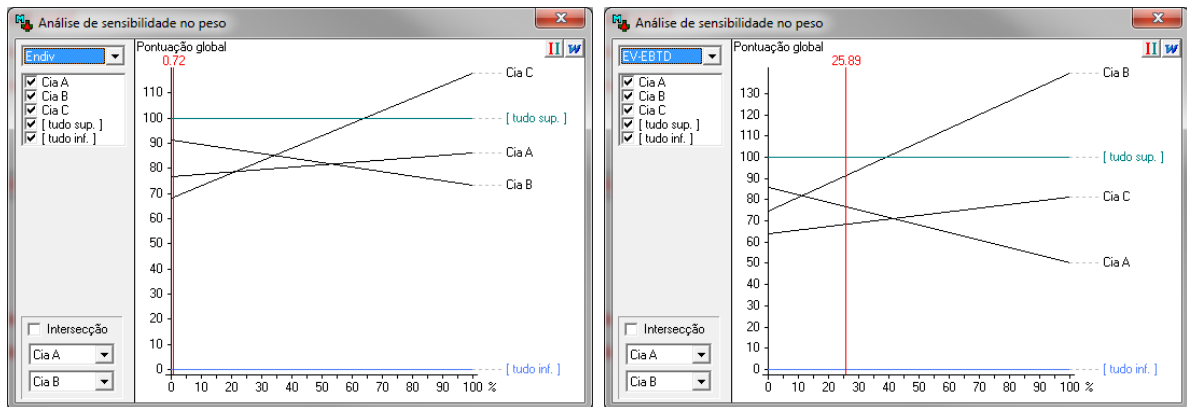


Figura 22 - Análise de sensibilidade peso endividamento (esquerda) e EV/EBITDA (direita)

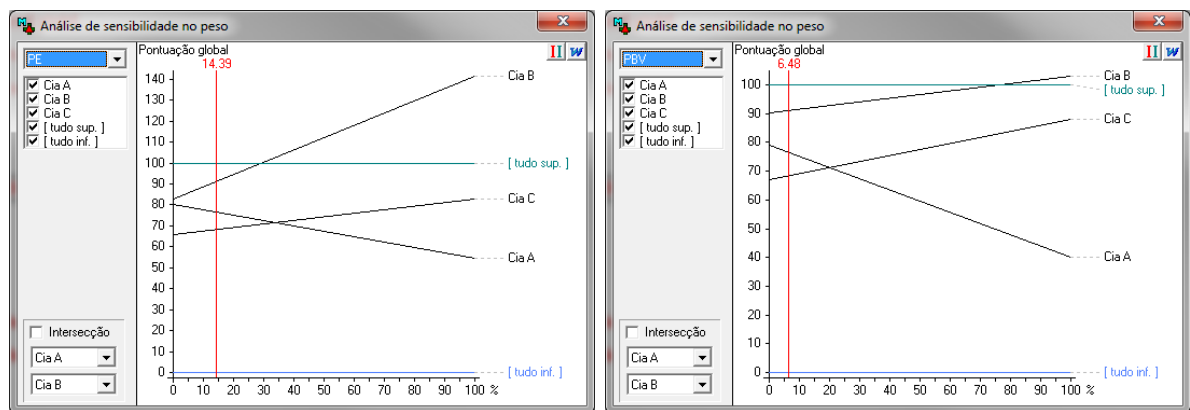


Figura 23 - Análise de sensibilidade peso PE (esquerda) e PBV (direita)

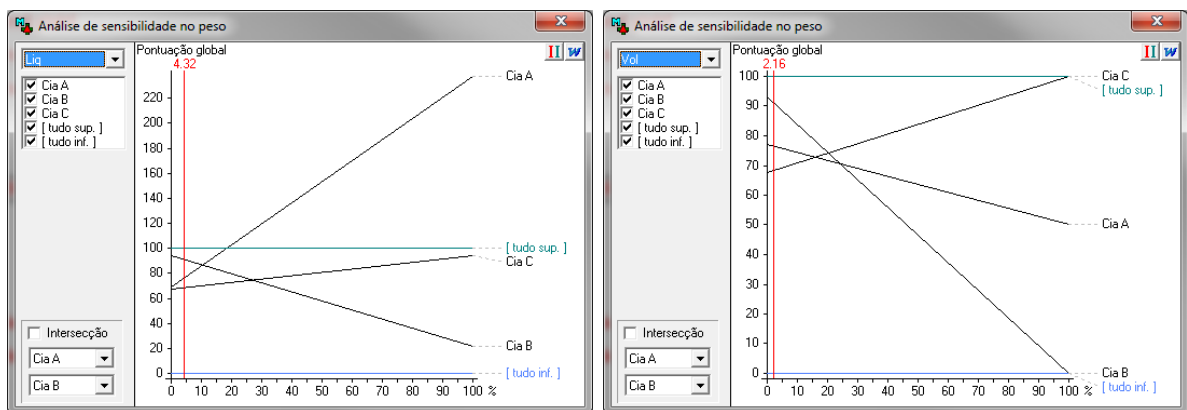


Figura 24 - Análise de sensibilidade peso liquidez (esquerda) e variação de preço (direita)

Além disso, o MACBETH possui ferramentas de interatividade dinâmica, ou seja, é possível fazer uma análise de sensibilidade variando determinados fatores e observando o impacto no termômetro global, por exemplo.

Se o investidor achar que a escala do critério pagamento de dividendo está equivocada e pretende estabelecer uma nova escala, ou analisar o impacto desta escala nesta decisão, ele pode simplesmente clicar no termômetro da escala *dividend yield* e acompanhar a modificação no termômetro global, conforme mostrado nas figuras 25 – 26.

Veja nas figuras 27 e 28 que uma variação na escala de preferências do investidor também contribui para a variação da decisão a ser tomada.

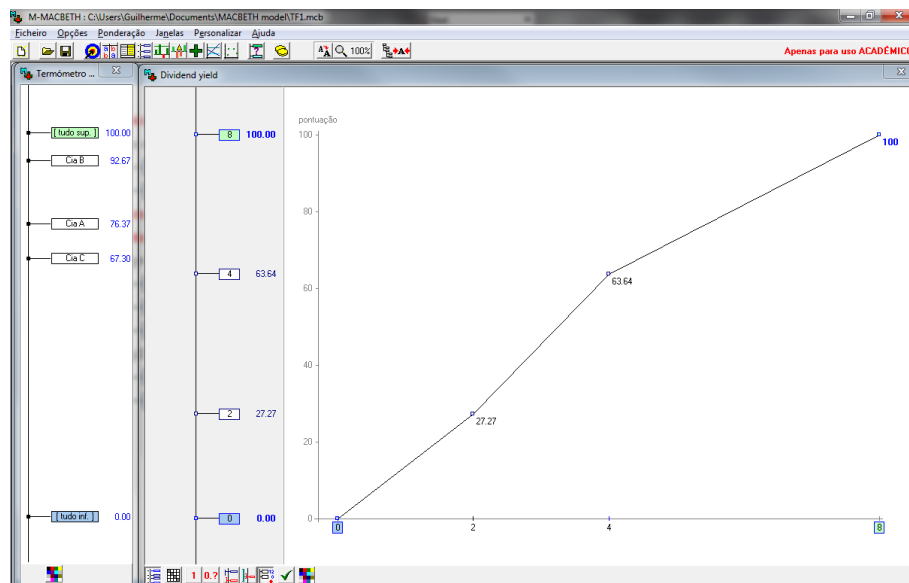


Figura 25 - Interatividade escala *dividend yield*

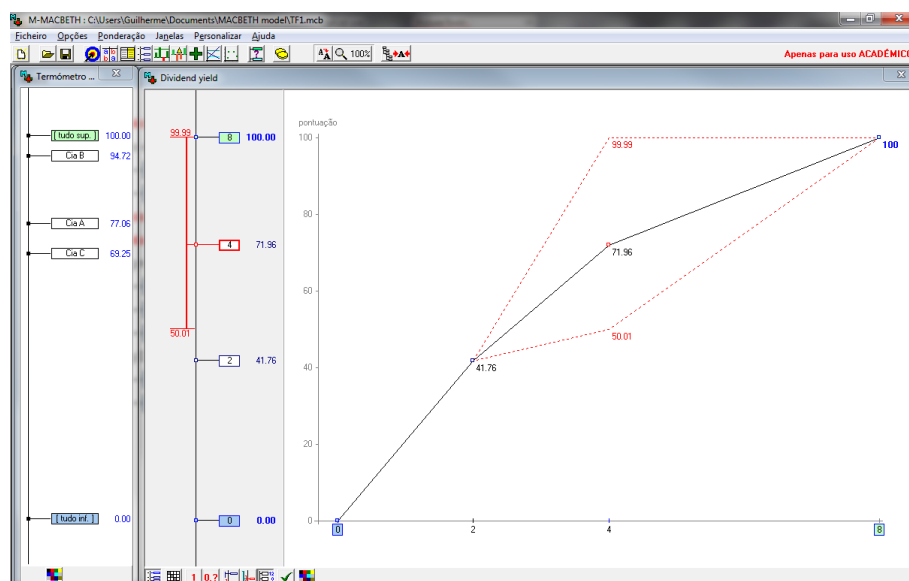
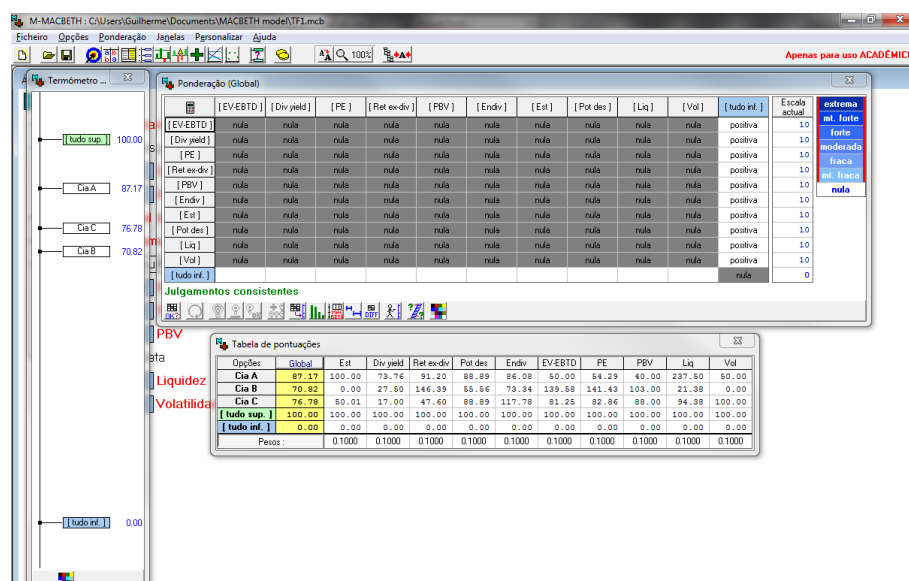


Figura 26 - Interatividade escala *dividend yield* - impacto



6. CONCLUSÕES

Este capítulo visa trazer de forma concisa as principais conclusões do trabalho, assim como eventuais pontos de melhoria a serem realizados além da proposição de trabalhos futuros a serem desenvolvidos a partir deste relatório.

6.1. SÍNTESE E PRINCIPAIS CONCLUSÕES FINAIS

A decisão de qual é o melhor investimento para um dado investidor é sempre uma difícil escolha. Em busca de ferramentas matemáticas que proporcionem maiores informações quantitativas a respeito desta decisão, os investidores e analistas conseguiram desenvolver uma série de meio que auxiliam na decisão. No entanto, há diversos fatores que não conseguem ser facilmente retratados através de análises quantitativas.

Além disso, ao se utilizar destas ferramentas quantitativas, muitas vezes, os investidores/analistas acabam analisando apenas uma variável por vez, o que acaba não retratando de forma exata, qual é a melhor alternativa de investimento quando analisados todos os critérios para ele relevantes.

É neste ponto que a aplicação de uma ferramenta de análise multi-critério da decisão vem a somar às outras ferramentas de análise qualitativa de forma a consolidar todo o conhecimento até então obtido relativo a aquela opção de investimentos. É importante ressaltar, no entanto, que o modelo proposto neste relatório não poderia retratar de forma realística qual a melhor opção de investimentos sem outras ferramentas já utilizadas pelos analistas para fornecer às entradas deste modelo.

Acredita-se que o modelo proposto possibilitou de forma aceitável ao investidor mais informações proporcionando-lhe maior segurança no momento de realizar a sua opção de investimento. Além disso, a possibilidade de realização de análise de sensibilidade junto às ferramentas de análise de resultados do software MACBETH foram fundamentais para o decisor analisar a robustez de sua decisão.

Reitera-se neste momento a importância da escolha do método MACBETH. Este método possibilitou a análise de tanto variáveis quantitativas, quanto variáveis qualitativas e deu ao decisor a possibilidade de ponderar as suas escolhas através de julgamentos semânticos, o que acaba por tirar um pouco o poder de manipulação dos dados tendenciosa por parte do decisor.

O método MACBETH ainda possibilitou uma análise da intensidade das diferenças entre as alternativas, o que acabou dando mais segurança ao decisor. Outra ferramenta que se mostrou fundamental ao longo da modelagem foi a análise de inconsistências. Estas inconsistências apareciam muito mais comumente do que se poderia imaginar e os modelos de programação linear dentro do MACBETH foram fundamentais no momento da resolução destes conflitos.

Acredita-se que o modelo proposto apesar de cumprir com seu objetivo básico de auxiliar o decisor no momento do investimento falhou em alguns pontos que podem ser melhorados no futuro, como proposto na sessão a seguir, no entanto, como um primeiro modelo base, o modelo proposto atingiu satisfatoriamente as suas metas.

6.2. PROPOSIÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Como ressaltado na sessão anterior o modelo proposto possui diversas limitações e pontos que podem ser melhorados em trabalhos futuros. Entre eles destacamos alguns dos principais pontos:

- Melhoria na escolha dos critérios: os critérios adotados no modelo proposto são critérios amplamente utilizados no mercado financeiro devido ao fato de retratarem de maneira eficiente as potenciais oportunidades de investimento, segundo analistas e investidores. No entanto, não se sabe se de fato estes seriam os melhores critérios a serem adotados pelo decisor. Em um trabalho futuro, poder-se-ia propor um novo conjunto de critérios, eventualmente propondo novos indicadores ao mercado financeiro de forma a melhor retratar os desejos dos investidores/analistas.
- Abrangência setorial do modelo: tanto o modelo proposto quanto a aplicação do exemplo focaram na escolha da melhor opção de investimentos dentro de um conjunto pequeno de ações semelhantes e pertencentes a um mesmo setor. No entanto, na prática, nem sempre as decisões serão moldadas por este cenário. Muitas vezes o decisor terá de escolher a melhor opção dentro de um conjunto grande de ações com características extremamente diferentes. Desta forma, faz-se necessário realizar uma adaptação ao modelo proposto de modo a permitir a comparabilidade nestes casos. Para atingir tal objetivo, talvez seja necessário estabelecer novos critérios que sejam parâmetros para as opções de investimentos em destaque.

- Escolha de um conjunto de ações: além de possibilitar a escolha de uma ação dentro de um conjunto grande de ações com características distintas, conforme proposto no item anterior, o modelo multi-critério da decisão também poderia auxiliar o decisor a escolher mais de uma ação dentro deste conjunto buscando, além de outros objetivos, maximizar o retorno e minimizar risco. Há diversos métodos quantitativos de otimização de portfólio que poderiam ser utilizados de forma combinada à modelos multi-critérios de modo a determinar qual é o melhor portfólio a ser escolhido por determinado investidor, levando também em consideração eventuais variáveis qualitativas.
- Análise de decisão em grupo: o modelo aqui proposto não levou em consideração em momento algum a possibilidade de decisão em grupo, o que envolve discussões, *trade-offs*, entre outras características. Em um futuro estudo, poderia se analisar o impacto de outras pessoas influenciando na opção de investimentos e como isso é ou poderia ser tratado dentro dos modelos multi-critérios da decisão.
- Novo modelo multi-critério: para realizar a decisão de qual o melhor investimento a ser realizado, optou-se pela utilização do método MACBETH. Apesar de este método ser amplamente utilizado, possuir características excelentes, muitas vezes o decisor fica restrito pelo modelo proposto pelo MACBETH. Em um trabalho futuro, poder-se-ia propor um novo modelo multi-critério da decisão que focasse de forma mais específica na escolha de investimentos. Além disso, uma vez proposto este novo modelo, o acesso ao código e aos modelos de programação poderia auxiliar o decisor no momento de ponderar como os critérios e alternativas serão considerados dentro do programa.
- Expansão do modelo para análise de investimentos em geral: o escopo deste trabalho foi utilizar o MACBETH como ferramenta de escolha de qual a melhor ação dentro de um conjunto de ações, ou em outras palavras, qual o melhor investimento dentro de um conjunto de investimentos. No entanto, este modelo poderia ser facilmente adaptado para a decisão de qual o melhor projeto perante uma quantidade determinada de projetos. Este modelo poderia ser amplamente utilizado por grandes e pequenas empresas e facilitaria muito no momento de realizar decisões estratégicas dentro das empresas.

- Melhoria nas entradas de preferências: uma grande dificuldade da maioria dos modelos de análise da decisão é a entrada das preferências do decisor e como ela é feita. O MACBETH auxilia na realização destas entradas na medida em que possibilita a entrada de preferências através de julgamentos semânticos. No entanto, estes julgamentos podem não ser muito claros para o decisor. Então, há uma oportunidade de facilitar as entradas do decisor buscando sempre a imparcialidade do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Luciana Hazin. **Modelo Multicritério de Decisão em Grupo para Seleção de Fornecedores em Gestão de Projeto**. 2006. 147p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Engenharia de Produção. 2006.

BANA E COSTA, C.A.; DE CORTE, J.M.; VASNICK. J.C. **MACBETH**. London School of Economics Operational Research Working Paper 03,56. 2003

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de Investimentos**. Qualitymark. 2010

DIAS, Luís Miguel Cândido. **A informação Imprecisa e os modelos multi-critérios de apoio à decisão. Identificação e uso de conclusões robustas**. 2000. 269p. Tese (Doutorado) – Universidade de Coimbra. Coimbra, 2000.

HAMMOND, J.S.; KEENEY, R.F.; RAIFFA. H. **Smart choices. A practical guide to making better decisions**. Harvard Business School Press. 1999

GOMES, L. F. A. M.; MOREIRA, A. M. M. **Da Informação à Tomada de Decisão: Agregando Valor Através dos Métodos Multicritério**. Revista de Ciência e Tecnologia. Recife, v.2, n.2, p.117-139. 1998.

KEENEY, R. L. **Value focused thinking – A path to creative decision making**. Harvard University Press. 1992.

KEENEY, R.L.; RAIFFA, H. **Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs**. John Wiley & Sons. Nova York. 1976

MOREIRA, Rogério Amadel. **Análise Multicritério dos Projetos do Sebrae/RJ através do Electre IV**. 2007. 85p. Dissertação (Mestrado) – Faculdades Ibmec. 2007

NUNES JUNIOR. Luis Fernando. **Tomada de decisão com múltiplos critérios: Pesquisa ação sobre o método AHP em pequenas empresas**. 2006. 126p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté. Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. 2006.

POMEROL, Jean-Charles.; BARBA-ROMERO, Sergio. **Multicriterion Decision in Management: Principles and Practices**. Boston. Kluwer Academic Publishers. 2000.

RAMOS, Marcelo da Silva. **Utilização da Abordagem Multicritério para priorização do portfólio de projetos de investimento**. 2010. 150p. Dissertação (Mestrado) – Faculdades Ibmec. 2010

RESENDE, Ricardo de Castro. **Priorização de Portfólio de projetos de telecomunicações usando PROMÉTHÉE V**. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado) – Faculdades Ibmec. 2007.

SALOMON, Valério Antonio Pamplona. **Contribuições para validação de tomada de decisão com múltiplos critérios.** 2010. 68p. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Guaratingueta. 2010

SCHREINER, Andreas. **Equity Valuation Using Multiples: An Empirical Investigation.** 2007. 167p. Dissertação (Doutorado) – University of St. Gallen. Graduate School of Business Administration, Economics, Law and Social Sciences. 2007

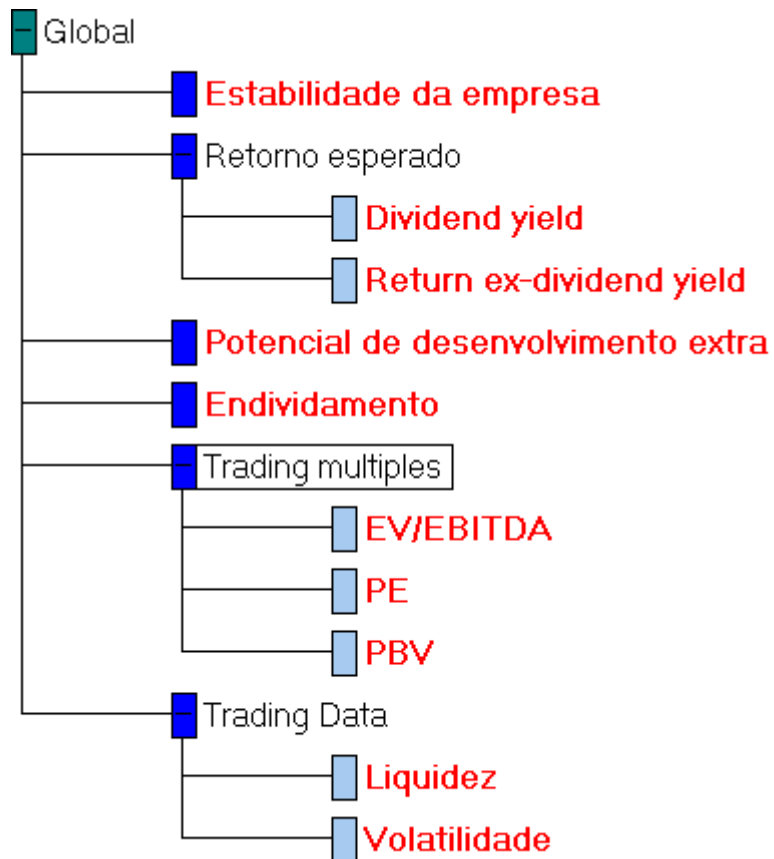
SZAJUBOK N. K.; MOTA C. M. M.; ALMEIDA A.T. **Uso do método multicritério ELECTRE TRI para classificação de estoques na construção civil.** Pesquisa Operacional. v.26, n.3, p. 625-648. 2006

WENDT, Dirk; VLEK, Charles. **Utility, probability, and Human Decision Making.** Kluwer. 1973

WISEMAN, Richard. **The luck factor - Booklet.** Give More Media Inc. 2008

ANEXOS

I – PRINCIPAIS SAÍDAS DO RELATÓRIO GERADO PELO MACBETH



Estabilidade da empresa (Est)

Base de comparação :

niv1	nível 1
niv2	nível 2
niv3	nível 3

Referências :

niv1 : nível 1

niv3 : nível 3

Julgamentos :

	niv1	niv2	niv3	Escala actual
niv1	nula	forte	extrema	100.00
niv2		nula	mt. forte	50.01
niv3			nula	0.00

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
niv1	100.00	100.00	9.00
niv2	50.01	55.56	5.00
niv3	0.00	0.00	0.00

Retorno esperado (ret)

(este nó não é um critério)

Dividend yield (Div yield)**Base de comparação :**

8

4

2

0

Referências :

8

0

Julgamentos :

	8	4	2	0	Escala actual
8	nula	forte	mt. forte	extrema	100.00
4		nula	fort-mfort	mfort-extr	50.01
2			nula	mod-mfort	20.00
0				nula	0.00

Julgamentos consistentes

Escalas :

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
8	100.00	100.00	11.00
4	50.01	63.64	7.00
2	20.00	27.27	3.00
0	0.00	0.00	0.00

Return ex-dividend yield (Ret ex-div)**Base de comparação :**

20

15

10

0

Referências :

20

0

Julgamentos :

	20	15	10	0	Escala actual
20	nula	mod-fort	forte	mfort-extr	100.00
15		nula	mod-mfort	mt. forte	60.01
10			nula	forte	40.00
0				nula	0.00

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
20	100.00	100.00	10.00
15	60.01	70.00	7.00
10	40.00	40.00	4.00
0	0.00	0.00	0.00

Potencial de desenvolvimento extra (Pot des)**Base de comparação :**

0

1

2

3

Referências :

0

3

Julgamentos :

	0	1	2	3	Escala actual
0	nula	mt. fraca	moderada	mt. forte	100.00
1		nula	moderada	forte	88.89
2			nula	forte	55.56
3				nula	0.00

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
0	100.00	100.00	9.00
1	88.89	88.89	8.00
2	55.56	55.56	5.00
3	0.00	0.00	0.00

Endividamento (Endiv)**Base de comparação :**

1.5

3

10000

Referências :

1.5

10000

Julgamentos :

	1.5	3	10000	Escala actual
1.5	nula	forte	fort-mforte	100.00
3		nula	mt. forte	55.56
10000			nula	0.00

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
1.5	100.00	100.00	9.00
3	55.56	55.56	5.00
10000	0.00	0.00	0.00

Trading multiples (Trading multiples)

(este nó não é um critério)

EV/EBITDA (EV-EBTD)**Base de comparação :**

0.85

1.15

10000

Referências :

0.85

10000

Julgamentos :

	0.85	1.15	10000	Escala actual
0.85	nula	forte	extrema	100.0
1.15		nula	frac-mod	37.5
10000			nula	0.0

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
0.85	100.0	100.00	6.00
1.15	37.5	33.33	2.00
10000	0.0	0.00	0.00

PE (PE)**Base de comparação :**

0.8

1.2

100000

Referências :

0.8

100000

Julgamentos :

	0.8	1.2	100000	Escala actual
0.8	nula	forte	extrema	100.00
1.2		nula	moderada	42.86
100000			nula	0.00

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
0.8	100.00	100.00	7.00
1.2	42.86	42.86	3.00
100000	0.00	0.00	0.00

PBV (PBV)**Base de comparação :**

0.8

1

100000

Referências :

0.8

100000

Julgamentos :

	0.8	1	100000	Escala actual
0.8	nula	mod-forte	forte	100
1		nula	frac-mod	40
100000			nula	0

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
0.8	100	100.00	5.00
1	40	40.00	2.00
100000	0	0.00	0.00

Trading Data (Trading data)

(este nó não é um critério)

Liquidez (Liq)**Base de comparação :**

20

10

0

Referências :

20

0

Julgamentos :

	20	10	0	Escala actual
20	nula	mt. forte	extrema	100.0
10		nula	moderada	37.5
0			nula	0.0

Julgamentos consistentes

Escalas :

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
20	100.0	100.00	8.00
10	37.5	37.50	3.00
0	0.0	0.00	0.00

Varição preço (Vol)**Base de comparação :**

niv1	nível 1
niv2	nível 2
niv3	nível 3

Referências :

niv1 : nível 1

niv3 : nível 3

Julgamentos :

	niv1	niv2	niv3	Escala actual
niv1	nula	moderada	extrema	100
niv2		nula	moderada	50
niv3			nula	0

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
niv1	100	100.00	6.00
niv2	50	50.00	3.00
niv3	0	0.00	0.00

Ponderação

	Est	Div yield	Ret ex-div	Pot des	Endiv	EV- EBTD	PE	PBV	Liq	Vol
referência superior	sup.	sup.	sup.	sup.	sup.	sup.	sup.	sup.	sup.	sup.
referência inferior	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.

Julgamentos :

	[EV-EBTD]	[Div yield]	[PE]	[Ret ex-div]	[Est]	[Pot des]	[PBV]	[Liq]	[Vol]	[Endiv]	[tudo inf.]
[EV-EBTD]	nula	forte	mod-fort	mod-fort	mod-fort	mod-fort	mod-fort	fort-mfort	fort-mfort	fort-mfort	positiva
[Div yield]		nula	frac-mod	frac-mod	frac-mod	frac-mod	frac-mod	mod-fort	frac-fort	mod-fort	positiva
[PE]			nula	moderada	mod-fort	frac-mod	frac-mod	forte	forte	mod-fort	positiva
[Ret ex-div]				nula	mod-fort	mod-fort	mod-fort	mod-mfort	forte	mod-fort	positiva
[Est]					nula	mod-fort	mod-fort	mod-fort	mod-fort	moderada	positiva
[Pot des]						nula	frac	frac-fort	frac-fort	moderada	positiva
[PBV]							nula	moderada	mod-fort	moderada	positiva
[Liq]								nula	mod-fort	frac-mod	positiva
[Vol]									nula	frac	positiva
[Endiv]										nula	positiva
[tudo inf.]											nula

Escala actual
25.89
15.83
14.39
12.23
10.07
7.91
6.48
4.32
2.16
0.72
0.00

Julgamentos consistentes**Escalas :**

	Escala actual	MACBETH ancorada	MACBETH de base
[EV-EBTD]	25.89	25.89	36.00
[Div yield]	15.83	15.83	22.00
[PE]	14.39	14.39	20.00
[Ret ex-div]	12.23	12.23	17.00
[Est]	10.07	10.07	14.00
[Pot des]	7.91	7.91	11.00
[PBV]	6.48	6.48	9.00
[Liq]	4.32	4.32	6.00
[Vol]	2.16	2.16	3.00
[Endiv]	0.72	0.72	1.00
[tudo inf.]	0.00	0.00	0.00

Opções :

Nome	Nome abreviado
Companhia A	Cia A
Companhia B	Cia B
Companhia C	Cia C

Tabela de performances :

	Est	Div yield	Ret ex-div	Pot des	Endiv	EV-EBTD	PE	PBV	Liq	Vol
Cia A	niv1	5.9	18.9	1	1.97	1.09	1.12	1.04	42	niv2
Cia B	niv3	2.5	25.8	2	2.4	0.66	0.51	0.79	5.7	niv3
Cia C	niv2	1.7	11.9	1	0.9	0.94	0.92	0.84	19.1	niv1

Tabela de ordenações :

Est	Div yield	Ret ex-div	Pot des	Endiv	EV-EBTD	PE	PBV	Liq	Vol
niv1	8	Cia B	0	Cia C	Cia B	Cia B	Cia B	Cia A	niv1
Cia A	Cia A	20	Cia A	1.5	0.85	0.8	0.8	20	Cia C
Cia C	Cia B	Cia A	Cia C	Cia A	Cia C	Cia C	Cia C	Cia C	Cia A
niv3	Cia C	Cia C	Cia B	Cia B	Cia A	Cia A	Cia A	Cia B	niv3
Cia B	0	0	3	10000	10000	100000	100000	0	Cia B

Tabela de pontuações :

Opções	Global	Est	Div yield	Ret ex-div	Pot des	Endiv	EV-EBTD	PE	PBV	Liq	Vol
Cia A	75.24	100.00	73.76	91.20	88.89	86.08	50.00	54.29	40.00	237.50	50.00
Cia B	91.27	0.00	27.50	146.39	55.56	73.34	139.58	141.43	103.00	21.38	0.00
Cia C	66.33	50.01	17.00	47.60	88.89	117.78	81.25	82.86	88.00	94.38	100.00
[tudo sup.]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
[tudo inf.]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesos :		0.1007	0.1583	0.1223	0.0791	0.0072	0.2589	0.1439	0.0648	0.0432	0.0216