3
Revisão da Literatura

3.1.
Métodos Tradicionais para Tomada de Decisão de Investimentos

Um conceito importante para a realização de estudos de avaliação de investimento, e amplamente aceito pelas grandes empresas (Copeland & Antikarov, 2001), é o do Valor Presente Líquido (VPL).

Primeiramente, para que seja possível comparar investimentos ou mesmo avaliar um investimento para um determinado negócio ou empresa é necessário trazer todos os valores para uma mesma data, sendo que trazer para a data atual é a maneira mais confortável de fazer essa avaliação. Contudo, para realizar esse cálculo é importante que se utilize uma taxa de juros. Pode-se chamar essa taxa de taxa mínima de atratividade (TMA), ou custo de oportunidade/capital, quando se analisa uma empresa que por avaliações do seu negócio estabeleceu que essa taxa significa a taxa mínima para aceitar novos projetos, por exemplo.

O cálculo do VPL de um investimento é simples. Se o custo do investimento e suas respectivas datas de ocorrência são conhecidos, ou seja, se a curva de desembolso de um investimento é conhecida e a sua taxa de juros, também, é possível calcular o fluxo de caixa esperado para o projeto e, consequentemente, seu valor presente líquido. E como resultado, não devem ser desconsiderados os projetos que mostrem o VPL positivo.

Como citado anteriormente, a melhor maneira de se avaliar os investimentos é trazendo o seu valor futuro para presente, ou seja, descontando o fluxo de caixa futuro a uma taxa que pode ser denominada de desconto. Essa taxa, também dita mínima para se aceitar um novo investimento, é o retorno exigido sobre os investimentos, é o custo médio ponderado de capital (Weighted Average Cost Of Capital – WACC) que é calculado pela média ponderada dos custos de capital próprio e de terceiros após o desconto dos impostos. Copeland & Antikarov (2001) diz ser, o WACC, adequado ao desconto do fluxo de caixa da empresa ou projeto, devido aos fluxos de caixa estarem disponíveis para fazer

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

pagamentos a ambas as fontes de capital – próprio e terceiros. O fluxo de caixa livre da empresa descontado pelo WACC traz uma vantagem que é de separar as decisões de investimento da empresa das decisões financeiras.

Portanto, denomina-se Fluxo de Caixa Descontado (FCD) a determinação de um fluxo de caixa na data de hoje, a partir do cálculo do valor presente de um fluxo de caixa futuro a uma taxa de desconto (Ross et al., 2000).

Toda essa metodologia financeira é importante e maciçamente utilizada, mas segundo Copeland & Antikarov (2001), por não haver consideração de uma variação do risco no projeto, a taxa de desconto adotada é considerada constante tornando os fluxos para o cálculo do VPL e do seu FCD também constantes. Esse é um dos motivos que gera críticas ao critério tradicional do VPL para avaliação de projetos, justamente por não trabalhar com as incertezas.

3.2. Métodos Alternativos para Tomada de Decisão de Investimentos

Uma das grandes dificuldades para o tomador de decisão é refletir todos os seus objetivos em termos financeiros. Por esse motivo, um único critério, como o financeiro, não deve ser recomendado para a tomada de decisão, pois na prática, verificam-se problemas complexos caracterizados por diversos critérios, a maioria deles implícitos, e às vezes conflituosos, influenciando as alternativas. E como enfatizado por Keeney & Raiffa (1996), as decisões são, na maioria das vezes, caracterizadas por múltiplos objetivos.

A grande questão é buscar técnicas que auxiliem a tomada de decisão, desenvolvendo métodos e ferramentas (Keeney & Raiffa, 1993), uma vez que essas incertezas tornam as decisões cada vez mais difíceis.

Uma das técnicas possíveis para tomada de decisões é a análise por árvore de decisão que, segundo Trigeorgis (1996), é um método que auxilia na estruturação de problemas de decisão, visto que mapeia possíveis alternativas de ocorrência de ações gerenciais em eventos futuros de um determinado investimento de maneira hierárquica.

Enquanto o tradicional método do VPL auxilia somente na decisão inicial de aceitar ou rejeitar o projeto, sem considerar as possíveis decisões subsequentes, a árvore de decisão se aprofunda e força a realização de uma análise das interdependências de ações, relacionando a decisão inicial com as sequenciais, e de possíveis implicações no projeto (Trigeorgis, 1996).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

A estrutura de decisão consiste em visualizar alternativas dependentes de eventos futuros e incertos, eventos probabilísticos baseados em informações passadas, ou eventos baseados em informações futuras, e escolher a melhor dentre elas a partir da avaliação das incertezas e da probabilidade de acontecimento tal que maximize o resultado.

Uma alternativa para também auxiliar na tomada de decisão é o conceito de Análise Multicritério que pode ser considerado relevante para muitos tipos de análise, dentre eles a priorização de investimentos.

A maioria das aplicações desses métodos foi desenvolvida de forma a facilitar as escolhas de pessoas que tomam decisões como representantes de outras (Dyer, 2005), seja de um governo, de uma empresa ou um pequeno grupo, e buscam classificar alternativas a partir de julgamento de valores (Gomes et al., 2009) de forma a compreender preferências e auxiliar na tomada de decisão.

No entanto, por ser um conceito que tem como base a comparação de alternativas fundamentadas em diversos critérios, essa análise geralmente implica em *trade-offs*, pois dificilmente se encontrará um conjunto de critérios que gerem sempre ganhos e todos os critérios em questão. Afinal, grandes decisões estratégicas envolvem objetivos conflitantes (Keeney & Raiffa, 1993).

O objetivo principal desses métodos é auxiliar na tomada de decisão, em geral envolvendo problemas complexos, resultando em seleção, classificação, ordenação ou descrição detalhada das alternativas disponíveis (Gomes, 2007). Além disso, os métodos podem ser empregados de forma conjugada, ou seja, para um mesmo objetivo pode haver a utilização de um método para uma primeira etapa e continuar com outro método para alcançar o resultado, desde que haja consistência entre os métodos escolhidos para essa combinação.

Dentre os métodos mais estudados, podem ser citados:

- Custo-Benefício: uma das técnicas mais conhecidas em todo mundo para tomada de decisão, avaliando custos e benefícios das alternativas sempre ponderando com questões monetárias (problema: não incorpora questões ambientais – tentativas de incorporar foram realizadas sem resultado).
- AHP (Analytic Hierarchy Process): esse método da escola americana, de grande aplicação mundial, foi proposto por Saaty em 1981 e tem como principal objetivo transformar questões subjetivas relevantes para uma decisão, organizando-as hierarquicamente e aplicando pesos para que

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

seja possível compará-las e classificá-las. As comparações se dão par a par, avaliando a importância de um critério em relação ao outro.

- AHP Multiplicativo: método proposto por Lootsma (1993) como uma variação do AHP, motivado por estudos e críticas ainda existentes (Belton & Gear, 1983; Barzilai, 2011; Bana e Costa & Vansnick, 2008) ao modelo clássico de Saaty, principalmente sobre inversão de ordem. Esse método tem as mesmas características do tradicional, porém com alteração principal na escala que é logarítimica.
- MAUT (Multiatribute Utility Theory): um dos métodos da escola americana, de grande utilização mundial, proposto por Keeney & Raiffa em 1976, baseado na Teoria da Utilidade de Fishburn proposto em 1970 cujo objetivo se volta para a construção de uma função matemática para auxiliar a resolução dos problemas de decisão, medindo a utilidade de cada alternativa baseada em multiatributos. Assim, como o método AHP, o MAUT busca uma operação de síntese na decisão.
- SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique): método simples que classifica as alternativas com base na média ponderada dos valores associados a cada alternativa. Realizado em duas etapas, a primeira de ordenação e a segunda de avaliação das importâncias dos critérios.
- ELECTRE (Elimination et Choix Traduisant La Réalité) (I, IS, II, III, IV, TRI): são métodos da escola européia, proposto por Roy em 1968, considerados como um dos grupos de métodos de superação. Define limites de concordância e discordância a fim de desconsiderar alternativas não comparáveis, construindo uma classificação parcial com as alternativas mais promissoras.
- PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) (I, II, III, IV, V, VI): desenvolvido por Brans em 1982, é um método também da escola européia que permite a incomparabilidade de alternativas e se baseia no estabelecimento de pesos. As suas variações alternam-se entre classificação parcial, intervalos e completa.

Os métodos proporcionam respostas satisfatórias baseadas em diversos aspectos e não devem ser considerados como uma única verdade (Roy, 2005), devem ser vistos como chaves para as respostas buscadas pelo decisor. Afinal, os métodos são ferramentas de apoio à decisão, e não de decisão, isto é, servem para tornar as preferências dos envolvidos mais compreensíveis e claras.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

3.2.1.
Processo de Tomada de Decisão

O processo de tomada de decisão proporciona identificação e escolha da alternativa (Fülöp, 2005) alinhada aos objetivos e valores de uma empresa ou das preferências do tomador de decisão. Assim, complementa Gomes (2007), a decisão de uma pessoa não está necessariamente ligada a sua inteligência, ela depende, também, da relação entre cultura organizacional e estilo psicológico do decisor.

As decisões podem ser tomadas de maneira individual ou em grupo, sendo esta última resultante de uma combinação de decisões individuais, podendo acarretar em negociações extensas até gerar a solução final.

Na realidade a decisão é uma das tarefas mais arriscadas que as pessoas podem ter, pois uma decisão ruim pode destruir qualquer negócio. E por mais que as decisões devam considerar diversos aspectos, a mente humana é o principal sabotador (Hammond et al., 2006) dessas decisões. As pessoas estão sujeitas a armadilhas da mente e os decisores que estão atentos a elas costumam falhar menos. E para isso é importante buscar enxergar por diferentes perspectivas, criar cenários, elaborar a própria opinião antes de qualquer outra, evitar preconceitos, dentre outras questões.

De acordo com Baker et al (2001 apud FÜLÖP, 2005), o primeiro passo para que o processo ocorra de forma a reduzir desacordos de definição do problema, dos critérios e dos objetivos é identificando os tomadores de decisão.

A partir daí passos básicos, porém necessários, devem ser seguidos para que o processo permita a tomada de uma boa decisão:

- Esclarecimento do problema de forma a haver a identificação das causas raiz, definindo de maneira clara o problema e acordado por todos os envolvidos na tomada de decisão;
- Determinação dos objetivos relacionados aos critérios;
- Estabelecimento das alternativas, considerando diversos pontos de vista e suas consequências;
- Definição dos critérios, ou atributos (julgado por muitos como critérios mensuráveis). Assim, para que as alternativas sejam selecionadas é necessário que sejam bem definidos os critérios justamente para auxiliar na escolha ou ordenação das alternativas de acordo com os objetivos.

Muitas são as ferramentas de auxílio à tomada de decisão e, por isso, após a realização das etapas básicas é necessário que se selecione o método

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

que melhor colabore na solução do problema. E na sequência da seleção e aplicação é necessário que haja validação dos resultados de forma a mostrar a consistência do método aplicado.

3.2.2.
O Método de Análise Hierárquica – AHP

O método AHP originou-se de estudos desenvolvidos por Thomas L. Saaty e busca auxiliar o tomador de decisão a solucionar os problemas e a entender a complexidade dos componentes envolvidos e correlacionados, como pessoas, recursos e objetivos (Saaty, 1991). Para o autor, essa compreensão é um bom caminho para espelhar a realidade na solução dos problemas, ao procurar considerar e medir diversos fatores, sejam eles tangíveis ou intangíveis, mensuráveis quantitativa ou qualitativamente.

Para Saaty (1991) os limites psicológicos parecem estar em acordo com as condições matemáticas dos resultados. Assim, segundo o autor:

> A teoria reflete o que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana. Ao defrontar-se com um grande número de elementos, controláveis ou não, que abrangem uma situação complexa, ela os agrega a grupos, segundo propriedades comuns.

AHP é baseado em três princípios: decomposição, comparação e síntese (Vargas, 1997). A maneira proposta pelo método para consideração de diversos critérios é a partir da comparação paritária, ou seja, a comparação entre cada dupla de critérios, permitindo julgar fatores naturalmente não quantificados, assim como a maneira como se relacionam entre si, resultando em uma ordenação dos critérios julgados.

O método tem como base a construção de uma hierarquia que, por sua vez, tenta refletir situações da realidade (Saaty, 1991). Assim, a hierarquia apresenta a decomposição dos diversos fatores. No topo se posiciona o objetivo e em cada um dos níveis vão se decompondo critérios, subcritérios, alternativas, em diferentes níveis a medida que forem necessários. As probabilidades se apresentam a partir das importâncias dadas às alternativas e assim a hierarquia é construída, buscando solucionar o problema de forma a alcançar o objetivo.

A aplicação da metodologia AHP propõe inicialmente, assim como o processo para tomada de decisão, abordado na seção anterior, a identificação do problema e de seus objetivos, alternativas propostas, identificação dos critérios e seleção dos decisores envolvidos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

A partir do desenvolvimento de todo o cenário, os membros decisores devem, por questionamentos diretos, realizar ponderações entre cada par de elementos a ser exposto e preenchido em uma matriz quadrática como o exemplo da figura 8.

	A	B	C	D
A	1	a_{12}	a_{13}	a_{14}
B	$1/a_{12}$	1	a_{23}	a_{24}
C	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	a_{34}
D	$1/a_{14}$	$1/a_{24}$	$1/a_{34}$	1

Figura 8 – Matriz de Comparação Paritária
Fonte: Saaty, 1991.

As comparações devem acontecer, por convenção, da coluna da esquerda em relação à linha superior. E os pesos a serem utilizados na comparação seguem a escala de 1-9 proposta por Saaty (1991).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

Tabela 1 – Escala de Comparações AHP

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i	Uma designação razoável.
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, para completar a matriz.

Fonte: Saaty, 1991.

A escala tenta ser a mais objetiva e útil possível, visto que a mente humana não precisaria fazer distinções de mais de cinco atributos e de seus adjacentes como igual, fraco, forte, muito forte e absoluto.

A partir da atribuição de pesos aos elementos propostos calcula-se o vetor prioridade ou autovetor que será, justamente, o resultado ordenado desses elementos. O cálculo desse autovetor pode ser obtido de diversas maneiras propostas no método AHP Clássico desenvolvido por Saaty, entre elas as operações aditiva e multiplicativa que serão abordadas neste trabalho.

Pelo método aditivo clássico, o autovetor é obtido a partir da média das linhas da matriz de pesos atribuída pelos decisores, porém normalizada, como exemplificado na figura 9. Já o método de cálculo multiplicativo tem seu autovetor resultante da multiplicação dos n elementos de cada linha da matriz, retirando-se a sua raiz n-ésima e posteriormente normalizando-os, conforme explicitado na figura 10.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

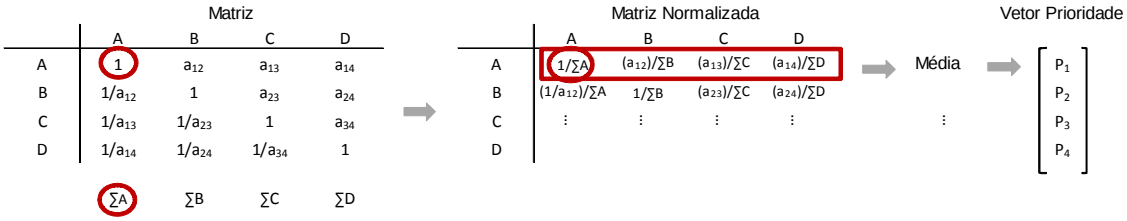

Figura 9 – Cálculo do Vetor Prioridade – Método Aditivo AHP Clássico
Fonte: Saaty, 1991.

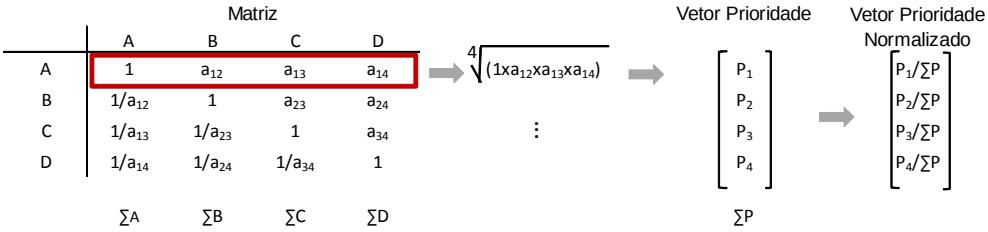

Figura 10 – Cálculo do Vetor Prioridade – Método Multiplicativo AHP Clássico
Fonte: Saaty, 1991.

Existem alguns procedimentos de normalização, mostrados na tabela 2, que são aplicados nos diversos métodos multicritério existentes. Essa variedade de procedimentos é uma das razões para críticas aos métodos uma vez que existem divergências de autores sobre o procedimento mais correto. No entanto, é importante ressaltar que o procedimento de normalização aplicado para qualquer um dos cálculos do método clássico de Saaty é o mesmo $a_{ij}/\sum a_{ij}$.

Tabela 2 – Principais Procedimentos de Normalização adaptado

	Procedimento 1	Procedimento 2	Procedimento 3	Procedimento 4
Fórmula	$v_i = a_i/\max a_i$	$v_i = (a_i - \min a_i)/(\max a_i - \min a_i)$	$v_i = a_i/\sum a_i$	$v_i = a_i/(\sum a_i^2)^{1/2}$
Vetor Normalizado	$0 < v_i \leq 1$	$0 \leq v_i \leq 1$	$0 < v_i < 1$	$0 < v_i < 1$
Proporcionalidade Conservada	Sim	Não	Sim	Sim
Interpretação	% do maxímo a_i	% do intervalo $(\max a_i - \min a_i)$	% do total $\sum a_i$	i-ésimo componente do vetor unidade

Fonte: Pomerol & Barba-Romero, 2000.

Em seguida é importante avaliar a consistência dos resultados, pois muitas medidas, mesmo aferidas a partir de instrumentos, podem apresentar erros, e consequentemente resultarem em avaliações inconsistentes. Nesse caso, o método de comparação paritária, cujo objetivo envolve também a medição de questões subjetivas, auxilia na melhora de consistência. Mas

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

justamente por ter envolvimento dessa subjetividade na lógica do preenchimento da matriz, torna-se importante confirmar a consistência do resultado.

Segundo Saaty (1991), pode-se verificar a consistência a partir do cálculo do índice de consistência (I.C.) [(λmáx - n)/n-1].

Onde λmáx é o autovalor resultado da equação exemplificada na figura 11. Em que a partir da multiplicação da matriz, pelo vetor (coluna), prioridade, ou prioridade normalizado no caso do método multiplicativo, resulta em um novo vetor que deve ser divido pelo autovetor prioridade, na qual o resultado de λmáx será a média destes quocientes.

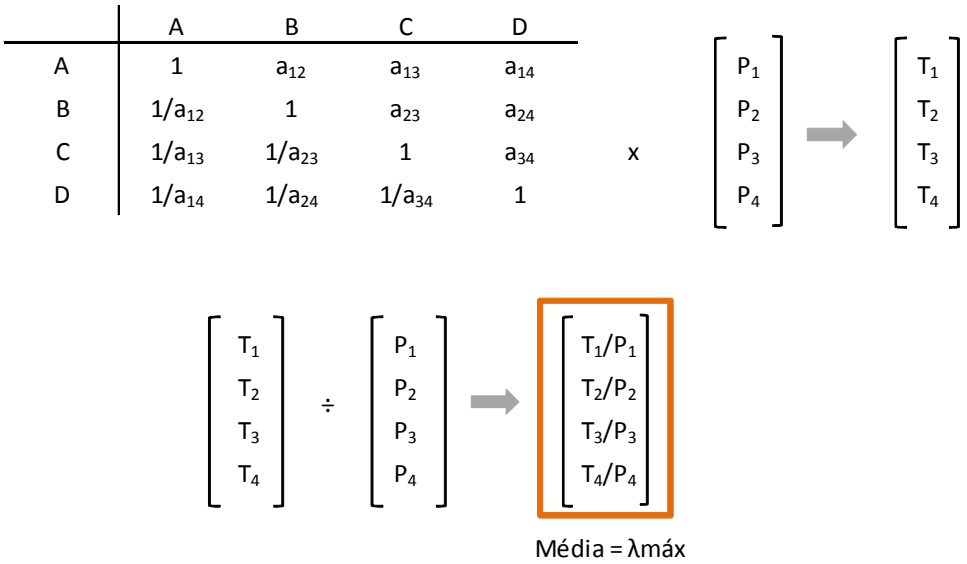

Figura 11 – Cálculo do Autovalor
Fonte: Saaty, 1991.

Os índices calculados I.C. apresentam um correspondente determinado a partir a do Índice Randômico (I.R.). Segundo Saaty (1991), o I.R. adotado para esse método é baseado no estudo do laboratório de Oak Ridge que determinou um I.R. médio para matrizes de ordem 1 – 15, cujo resultado pode ser observado na tabela 3. Esse I.R. é utilizado para gerar a Razão de Consistência (R.C.) obtida pela razão entre I.C. e I.R.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

Tabela 3 – Índice Randômico – Oak Ridge

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

11	12	13	14	15
1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty, 1991.

A consistência será mais forte quando mais próximo de zero a razão resultar, podendo ser considerada aceitável quando R.C. apresentar-se entre 0 e 0,10. À medida que a razão se afasta de 0,10, a consistência tende a tornar-se cada vez mais fraca podendo implicar em um resultado menos aceitável.

Realizada a verificação da consistência e tendo o peso e ordenação dos elementos, restará seguir, conforme exemplificado na figura 12, o mesmo procedimento para gerar o peso devido a cada uma das alternativas, par a par, em relação a cada um dos elementos e posteriormente relacionar a resultante das alternativas com os pesos dos elementos em busca do resultado final, a classificação das alternativas.

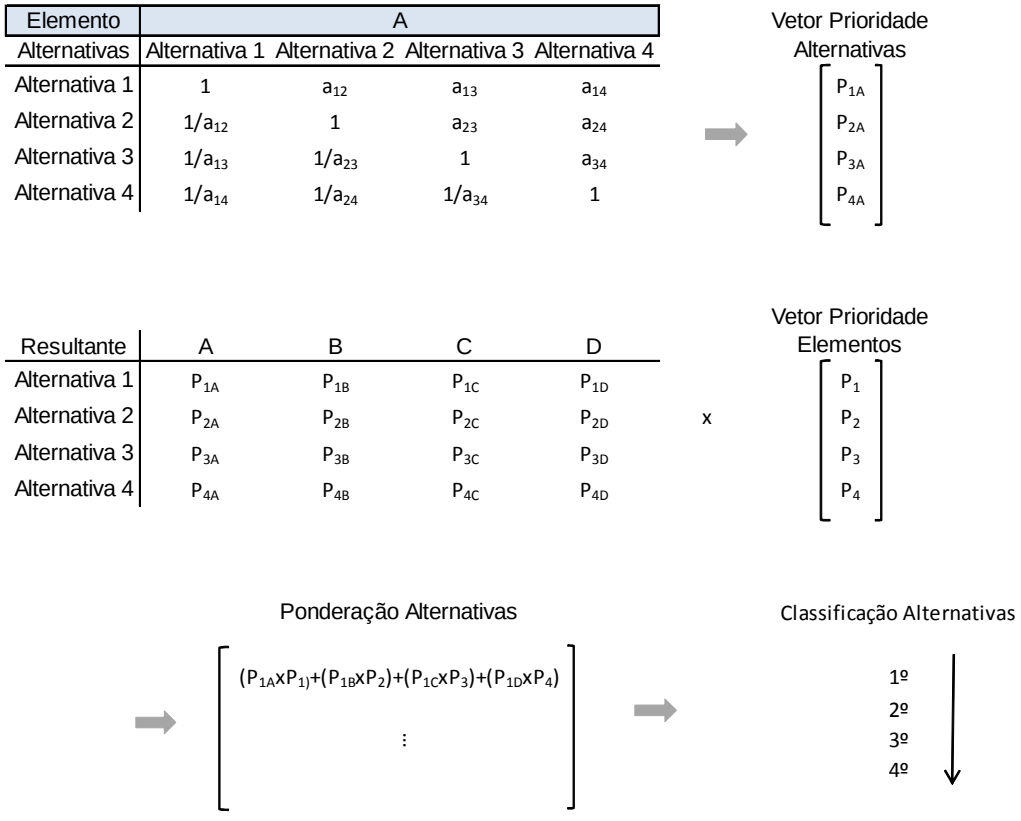

Figura 12 – Classificação das Alternativas
Fonte: Saaty, 1991.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

Dessa forma, o método AHP permite a ordenação das alternativas para auxiliar na tomada de decisão pelo alcance do objetivo proposto para solucionar o problema identificado.

3.2.3. Críticas ao Método AHP

Ao longo dos anos, muitas críticas vêm sendo feitas ao método AHP na literatura, mas também, muitas respostas têm sido produzidas por Saaty e por autores apreciadores do método.

Um dos principais questionamentos, realizado inicialmente por Belton & Gear (1983), é com relação à reversão da ordem. Em estudos os autores mostram que, ao haver inserção ou exclusão de alguma alternativa ou critério, a nova ordenação pode inverter relações de dominância anteriormente estabelecidas, ou seja, caso um elemento A esteja ordenado em posição superior a B e ao se inserir um elemento D inverta as posições A e B de modo a B aparecer em posição superior a A, esse fato acaba por ferir a preservação da ordem. Os autores identificam o problema, em razão do procedimento de normalização adotado por Saaty, como sendo inadequado e por isso propõem que a normalização seja realizada de acordo com outro procedimento, dando origem ao método AHP B-G.

Reforços e novas críticas foram acontecendo, possibilitando o surgimento de mais uma variante do método AHP, o multiplicativo, proposto por Lootsma (1993) que altera a escala comparativa, tornando-a mais ampla para julgamentos, variando de [-8;8], e se utiliza de média geométrica em vez de aritmética como o método clássico. No entanto, esse método foi contestado por Vargas (1997), baseado em comentários de Barzilai & Lootsma, argumentando que fere os princípios de decomposição e de síntese.

Em resposta às muitas críticas, Saaty & Vargas (1984), a partir de exemplos de adição de um novo critério, mostraram que a normalização usual preserva o ranking em algumas circunstâncias e não preserva em outras. Os autores comentaram que a verdade é uma construção humana que pode mudar e que por isso as alternativas também podem mudar com a aparição de novas alternativas. Contudo, a inversão não ocorre (Saaty & Sagir, 2009) quando os critérios são independentes das alternativas. Saaty & Vargas (2006) ressaltam ainda que essa alteração pode ser resultado de uma normalização indevida, e que cuidados devem ser tomados ao adicionar ou excluir qualquer critério na

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA

tomada de decisões, pois ao realizar comparações entre pares, os elementos acabam por assumir prioridades dependentes. Logo, é necessário avaliar todos os critérios possíveis de serem afetados, reforçando a idéia de que é necessário realizar uma reavaliação com a normalização apropriada para se obter as prioridades corretas e preservar a ordem.

Uma das críticas mais recentes é de Bana e Costa & Vansnick (2008) que comentam a idéia de que a aplicação do método AHP fere a condição de preservação da ordem devido, porém, ao vetor prioridade. A questão está relacionada ao fato da razão entre os elementos normalizados dos vetores não respeitar a dominância atribuída nos julgamentos. De forma explicativa, caso seja atribuído a um elemento A um peso bem superior que ao elemento B, e ao mesmo tempo seja atribuído a C um peso mediano em relação a D, isso significa que a razão A/B é superior à razão C/D. No entanto, a razão entre os mesmos elementos, a partir do vetor resultante, gera inversão. Saaty (2010) argumenta que isso pode acontecer quando os julgamentos são inconsistentes, pois todos os métodos lógicos apresentam as mesmas prioridades.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012806/CA