

## 1. INTRODUÇÃO

Os modelos de decisão para análise econômico-financeira na construção civil propostos por muitos especialistas na matéria, para serem considerados como modelos normativos, assumem condições de certeza em suas formulações. Entretanto, sabemos que estes tipos de modelagens, na grande maioria das ocasiões, não condizem com os aspectos reais, que são de incerteza relativa. Isto é, não podemos afirmar com certeza absoluta que as variáveis de cenário comportar-se-ão da forma com que inicialmente foram propostas na modelagem. Há, no entanto, sugestões para superar tais dificuldades. Através do aprimoramento das previsões é possível "quantificar" certos acontecimentos, estimando em bases probabilísticas o perfil comportamental das variáveis do cenário, superando assim, teoricamente, um dos problemas criados pela incerteza.

No entanto, quando consideramos a incerteza na análise formal do processo de decisão aplicado ao planejamento econômico-financeiro na construção civil, de imediato, surgem duas questões fundamentais :

A primeira diz respeito a atribuições das probabilidades às variáveis de cenário. Sabemos que, normalmente, as probabilidades são atribuídas de forma

objetiva. Ou seja, a partir de dados históricos comprovados estatisticamente, podemos traçar um perfil probabilístico do comportamento das diversas variáveis de cenário. Entretanto, peritos estatísticos, probabilistas e analistas de decisão, diferem entre si, a respeito dos fundamentos filosóficos das análises de decisões. Neste sentido, é que adotaremos que o chamam de "ponto de vista dos bayesianos". Em linhas gerais, os "bayesianos" ou "subjetivistas", desejam introduzir julgamentos e sensações intuitivas, diretamente na análise formal do problema de decisão. Os não-bayesianos, ou objetivistas, acham que estes aspectos subjetivos devem ser deixados fora da análise formal, e, que se forem usados, sejam apenas para ligar ao mundo real, os resultados objetivos que são obtidos pelo uso de um modelo formal. Esta descrição é, digamos, uma simplificação grosseira, mas que serve para fazer-nos cientes da importância fundamental dos problemas filosóficos da análise de decisão, a medida que eles aparecerem. É claro que não estamos invulneráveis a críticas por parte de outros grupos de linha de pensamento, mesmo porque, muitos decisores no setor da construção civil não possuem uma sensibilidade tão apurada a ponto de, intuitivamente, responder e arbitrar sobre as probabilidades das diversas possibilidades de acontecimentos das variáveis de cenário. Sabendo disto, é que nos valem de algumas restrições para a aplicabilidade de tal conceituação na análise formal de decisões nas incertezas ligadas ao planejamento econômico-financeiro na construção civil.

A segunda questão fundamental criada pela introdução da incerteza no processo de análise de decisão é de que, mesmo admitindo ser possível e viável introduzir as probabilidades subjetivas na análise formal do modelo de decisão, deparar-nos-emos com as diferentes atitudes dos decisores frente à situações de risco ou incerteza. Isto quer dizer que, independentemente da subjetividade nas atribuições das probabilidades às variáveis de cenário, dois decisores poderiam chegar a conclusões diferentes acerca de uma mesma decisão. Isto deve-se essencialmente ao fato de que, decisores distintos possuem comportamentos também diferenciados quando estão diante de um processo que envolva riscos ou incertezas. Alguns possuem um comportamento mais arriscado, decidindo por caminhos no processo mesmo que, com pequena chance, tenham a possibilidade de obter um maior retorno. Outros não; com um comportamento de aversão ao risco, decidem por investir em empreendimentos que possuem menores chances de um retorno mais elevado, mas em compensação, possuem grandes chances de um retorno considerado como razoável. Estes tipos de situações nos levam a mostrar que os decisores possuem comportamentos diferenciados em relação ao risco de um investimento (1). Tal fato, mostra-se mais sensível ainda na construção civil, pois este setor carrega determinadas particularidades que

---

(1) Nesta Dissertação, toda vez que referimo-nos a investimentos ou investidores estamos referindo-nos a empreendimentos ou empreendedores da construção civil.

acabam agravando ainda mais o processo decisório. Neste sentido é que nos valeremos da utilização dos conceitos abordados pela Teoria da Decisão para examinar as incertezas envolvidas, avaliar as decisões, seus respectivos riscos, na intenção de mostrar para um determinado decisor, qual alternativa que lhe seria mais atraente, observando seus parâmetros de preferência e utilidades.

É interessante lembrar que esta Dissertação não apresenta uma teoria descritiva do comportamento real. Também não apresenta uma teoria positiva do comportamento de um ser fictício e superinteligente; em nenhum momento desta análise nos referimos a um comportamento de um **"homem idealizado, racional e econômico"**, um homem que age sempre de forma perfeitamente consistente, como se, de alguma forma, tivesse embutido em sua natureza um conjunto coerente de padrões de avaliações que cobrissem todas e quaisquer eventualidades. Ao invés disso, esta abordagem prescreve como um indivíduo, em face a um problema de decisão sob incerteza, deveria selecionar um curso de ação de acordo com suas opiniões e preferências pessoais mais básicas, devendo conscientemente policiar a consistência de seus dados subjetivos e calcular suas implicações para a ação.

A metodologia utilizada requer que as preferências pelas consequências sejam codificadas numericamente em termos de um índice de utilidade e que os julgamentos sobre as incertezas o sejam em termos de probabilidades. Abordaremos, então, algumas considerações sobre os conceitos

inter-relacionados de utilidade e probabilidade subjetiva, demonstrando que esses conceitos são equivalentes lógicos de algumas hipóteses fundamentadas acerca do comportamento humano através da utilização de alguns dos fundamentos axiomáticos desenvolvidos por estudiosos do tema.

A ênfase deste trabalho será dada à situação real, que é praticamente de incerteza relativa. Será limitado as empresas com fins lucrativos, em economia de livre mercado, ainda que, sujeito a alguns controles governamentais, reconhecendo-se, porém, que o problema existe igualmente para indivíduos, instituições de fins não lucrativos e em economias diferentes da mencionada.

Admitiremos a clássica distinção entre risco e incerteza. Risco, refere-se a uma situação na qual os possíveis resultados da decisão não são únicos, isto é, não existe um único conjunto de resultados mas diversos conjuntos dos mesmos, porém, as dimensões e probabilidades desses conjuntos são conhecidos antecipadamente. Incerteza refere-se a situação em que os possíveis resultados futuros também não são únicos, porém suas dimensões e/ou probabilidades não podem ser especificados objetivamente por antecipação. O termo probabilidade neste contexto significa a possibilidade de que um particular resultado aconteça.

As empresas normalmente operam num mundo de incertezas e a decisão do investimento seria impossível sem uma abordagem do problema que permite sair de uma situação de incerteza para uma situação de risco, projetando-se uma

distribuição de seus possíveis resultados (previsões) e atribuindo a cada um deles probabilidades quer sejam admitidas objetiva ou subjetivamente.

Este procedimento forma um quadro básico das soluções das situações reais com que se defrontam indivíduos que tomam decisões sobre investimento.

Nossa intenção não é a universalidade das possibilidades, nem tão pouco atender as angústias de cada leitor para com relação ao assunto, mas sim, construir um roteiro de procedimentos que no final se completam num modelo de análise de decisões intercedendo de maneira tal que o leitor possa, por fim, ter mais alguns elementos de aporte para a tomada de decisão na incerteza aplicada ao planejamento econômico-financeiro na construção civil.

## 2. SELEÇÃO DE EMPREENDIMENTOS EM SITUAÇÃO DE INCERTEZA

Até agora, os cálculos para o estudo de viabilidade econômico-financeira de empreendimentos na construção civil foram considerados sempre como se os fluxos de caixa estivessem perfeitamente definidos e de ocorrência certa, tomando por base algumas premissas fundamentais. Alguns especialistas utilizam o processo de simulação para prever os diversos possíveis resultados. Por mais certas que sejam as premissas utilizadas e as simulações feitas, elas não livram o analista de um elemento fundamental na tomada de decisão, porém, esquecido ou posto de lado por conveniência - **a incerteza** .

## 2.1 O QUE É INCERTEZA

*Luce e Raiffa* <sup>(2)</sup> distinguem que são, basicamente, três os componentes principais para conceituação da incerteza :

a.) A incerteza ligada a imprevisibilidade dos parâmetros econômicos relevantes a curto e longo prazo. Trata-se aqui da incerteza quanto ao sucesso do lançamento de novos empreendimentos, ao comportamento dos preços, as possíveis mudanças no comportamento dos padrões de consumo, ao comportamento da concorrência, enfim, tudo o que compõe o risco intrínseco ligado ao ramo da atividade - ao que diversos autores chamam de "**Business Risk**". A essas incertezas devem ser acrescentadas, àquelas, resultantes das variações dos juros e das disponibilidades do mercado financeiro - que chamamos de "**Financial Risk**".

A multiplicidade de possibilidades de evolução desses fatores dificulta o estabelecimento dos fluxos de caixa, sobre tudo quando o horizonte de tempo considerado é muito grande - o que acontece com frequência na construção civil - quando empresários assumem compromissos com empreendimentos que duram vários anos de execução.

---

<sup>(2)</sup> Luce .R.D. & Raiffa, H. **Games and Decisions**. John Wiley & Sons, Inc, Cap. 2 , 1958



**b.)** A incerteza ligada aos eventos políticos nacionais e internacionais. Neste quadro incluem-se as possíveis mudanças de governos, distúrbios, greves e "revoluções" que possam afetar direta ou indiretamente os resultados de um empreendimento. Num mundo como hoje, ninguém está ao abrigo das consequências destes acontecimentos.

**c.)** A incerteza ligada a percepção, pelo tomador de decisão, do ambiente, das suas condições e restrições. Isto, traz à tona a subjetividade inerente a cada tomada de decisão, já que, em posse das mesmas informações, dois decisores podem chegar a conclusões diferentes <sup>(3)</sup>. Alguns especialistas do ramo ainda tratam a incerteza como sendo a ausência de informações, e que, uma vez tendo-as acabam-se todas as incertezas, e então, estaremos diante de um processo de certeza absoluta.

---

<sup>(3)</sup> Assunto que será tratado mais adiante, quando discutirmos a Função Utilidade do Decisor.

## 2.2 ABORDAGEM TEORICA DA INCERTEZA

Se a definição prática do que vem a ser incerteza é algo relativamente complexo, o contexto da **Teoria da Decisão** permite-nos distinguir entre três situações possíveis para a tomada de decisões.

- **SITUAÇÃO DE CERTEZA**
- **SITUAÇÃO DE RISCO**
- **SITUAÇÃO DE INCERTEZA**

### 2.2.1 SITUAÇÕES DE CERTEZA

Diz-se estar em **Situação de Certeza** quando qualquer decisão tomada gera sempre o mesmo resultado. Neste caso, o resultado real corresponde sempre ao resultado esperado e pode ligar-se, de maneira inequívoca, uma "boa" decisão a um "bom" resultado. Ou seja, estamos no **Estado de Domínio da Certeza**.

### 2.2.2 SITUAÇÕES DE RISCO

Diz-se que a decisão é tomada em condições de risco quando, cada ação pode implicar numa série de resultados possíveis, cada qual podendo ocorrer com uma probabilidade conhecida. Seria possível, então, de alguma forma avaliar o risco, assunto que discutiremos nos capítulos seguintes quando abordaremos as probabilidades dos resultados.

### 2.2.3 SITUAÇÕES DE INCERTEZA

Finalmente, o decisor pode encontrar-se em **Situação de Incerteza**, quando uma ação pode gerar vários resultados possíveis, mas cujas probabilidades são desconhecidas ou não podem ser determinadas a partir do estudo das frequências passadas. Assim, não se pode determinar a probabilidade de ocorrência de uma greve. Durante muitos anos, boa parte dos estatísticos, chamados objetivistas sustentaram, e ainda sustentam, que não faz sentido em falar de um evento como uma greve. Para isto eles baseiam-se na própria definição objetiva de uma probabilidade, ou seja, o limite ao infinito da frequência da ocorrência de um determinado evento.

Esta posição é contestada pelos chamados estatísticos subjetivistas ou "**bayesianos**", que consideram ter muito sentido falar em probabilidade de um evento que acontecerá somente uma vez. Esta "Escola" sustenta que é possível atribuir probabilidades a tais eventos, com base no mínimo de informação e na percepção do decisor. Por tal razão, essas probabilidades são chamadas de subjetivas. **Savage** <sup>(4)</sup> mostrou axiomáticamente que as probabilidades subjetivas podem ser tratadas de forma matemática, da mesma maneira que as probabilidades objetivas, e que não há razões para discriminação entre estes dois tipos de probabilidades.

A partir do momento em que admite-se poder atribuir probabilidades até para os eventos de uma ocorrência só, a diferença entre **risco e incerteza** desaparece, e pode-se, então, falar indistintamente em risco ou incerteza. Esta é a posição que adotaremos nesta Dissertação, e, mostraremos oportunamente como calcular estas probabilidades subjetivas.

Apresentaremos, também, mas de forma sintética, cinco dos principais axiomas desenvolvidos por **Savage** <sup>(5)</sup> e mostrado por **Von Neuman e Morgenstern** <sup>(6)</sup> quando discutirmos a Teoria da Utilidade.

---

<sup>(4)</sup> **Savage, L. J. The Foundations of statistics. New York, John Wiley and Sons, 1954.**

<sup>(5)</sup> **Savage, L. J, op.cit. [29]**

<sup>(6)</sup> **Von Neuman e Morgenstern, O . The Theory of games and economic Behavior . Princeton University Press . N.J. 1947.**

### 2.3 REPRESENTAÇÃO MATRICIAL DOS RESULTADOS

Um problema de decisão sob *risco ou incerteza* sempre pode ser representado por uma matriz, a qual chamaremos de **MATRIZ DE RESULTADO**, onde as linhas representarão os possíveis **Eventos**  $[CN_i]$  (distúrbios nas condições iniciais do cenário idealizado), e as colunas representarão as **Alternativas de Ação**  $[E_i]$  (os empreendimentos de análise). Vejamos como ficaria este tipo de representação na **Fig.: 2.3.1** :

	[E1]	.....	[Ej]	.....	[En]
[CN <sub>1</sub> ]	R <sub>11</sub>	.....	R <sub>1j</sub>	.....	R <sub>1n</sub>
:	:		:		:
:	:		:		:
:	:		:		:
:	:		:		:
[CN <sub>i</sub> ]	R <sub>i1</sub>	.....	R <sub>ij</sub>	.....	:
:	:		:		:
:	:		:		:
[CN <sub>m</sub> ]	R <sub>m1</sub>	.....	R <sub>mj</sub>	.....	R <sub>mn</sub>

**Fig.: 2.3.1** *Matriz de Resultado*

O resultado da escolha de uma **Alternativas de Ação**  $[E_i]$  e da ocorrência de um evento  $[CN_j]$  é representado por  $[R_{ij}]$ . Tal representação matricial exige, como não poderia deixar de ser, que sejam calculados todos os resultados  $[R_{ij}]$  relativos a cada um dos **Eventos** e **Alternativas de Ação** respectivas.

Neste caso as **Alternativas de Ação** [ $E_i$ ] podem ser uma relação de empreendimentos possíveis e de interesse de uma determinada empresa da construção civil, e, os **Eventos** [ $CN_j$ ] podem, por exemplo, representar vários comportamentos da economia ou distúrbios em relação ao cenário proposto.

Com relação as **Alternativas de Ação** "escolhidas", há que se esclarecer dois fatores : As **Alternativas de Ação** devem ser mutuamente exclusivas e exaustivas.

1.) É imprescindível que os empreendimentos de análise (as alternativas de ação) sejam **mutuamente exclusivos**. Caso não houver a exclusão mútua, teríamos que considerar a hipótese de que os empreendimentos poderiam ser feitos em conjunto. Dependendo da quantidade de empreendimentos em análise, a Matriz de Resultado teria tamanha combinação que seria impossível resgatar a possibilidade mais atraente e realmente executável para o decisor.

2.) Para que se assegure a **exaustão**, os empreendimentos escolhidos devem, em princípio, compor uma lista exaustiva de empreendimentos possíveis. Como isto na prática seria uma tarefa quase impossível, consideram-se apenas os empreendimentos relevantes e que realmente expressem a intenção de empreender do decisor.

**Roy** <sup>(7)</sup> observa que esta é uma situação pode ser um tanto quanto incômoda e inadequada por duas razões básicas :

**a.)** A fronteira entre o admissível e o não-admissível é, muitas vezes, imprecisa, nebulosa e mal delimitada;

**b.1)** O conjunto de empreendimentos possíveis e viáveis de interesse do decisor não pode ser encarado como estático. Novos empreendimentos que não podiam ser previstos dado o estado atual do conhecimento, de informações ou da tecnologia disponível, podem, eventualmente, surgir.

**b.2)** Além disto, novos empreendimentos podem ser sugeridos por outras pessoas envolvidas no processo decisório. Além do mais, ninguém pode assegurar que todas as alternativas de empreendimentos estejam naquele momento plenamente representadas e satisfeitas.

Contudo, na prática, o tempo disponível para o estudo nem sempre possibilita uma análise demorada para garantir a exaustão <sup>(8)</sup>.

---

<sup>(7)</sup> Roy, B. "Partial Preference Analysis and Decisions Aid: The Fuzzy outranking relation concept" in *Conflicting Objectives in Decision II* A.S.A. Wiley, 1977,p,40-71.

<sup>(8)</sup> Utilizaremos no decorrer desta dissertação um ESTUDO DE CASO que contemplará a aplicabilidade dos diversos conceitos aqui abordados.

Para exemplificar a construção de uma **Matriz de Resultado** imaginaremos três empreendimentos imobiliários. Admitamos que seja feita uma análise de viabilidade econômico-financeira para cada um deles. A empresa idealizadora deverá escolher apenas um, dentre os três empreendimentos apresentados, para efetivamente empreender.

Admitamos também que o empreendedor (decisor) utilize esta análise de viabilidade para posicionar-se diante da escolha de um dos empreendimentos propostos. Além do aporte de recursos necessários e das outras tantas variáveis para o desenvolvimento de cada um dos empreendimentos <sup>(9)</sup>, o decisor balizará suas atitudes, principalmente, diante da taxa retorno [Trr] <sup>(10)</sup> apresentada por cada um dos empreendimentos quando analisados isoladamente.

---

<sup>(9)</sup> As outras variáveis aqui referidas e que, de certa forma interfeririam direta ou indiretamente na análise da decisão seriam, por exemplo, as variáveis de aspectos técnicos, mercadológicos ou institucionais. No entanto, restringiremos ao estudo das variáveis econômico-financeiras, e mais especificamente, apenas ao estudo relativo a taxa de retorno [Trr] apresentada pelas operações de cada fluxo de investimento-retorno em particular. Entretanto, evidenciamos que os mesmos procedimentos poderiam ser aplicados a estas demais variáveis do processo decisório que aqui não são consideradas.

<sup>(10)</sup> Taxa de Retorno calculada com o conceito restrito conforme Rocha Lima Júnior, João, O Conceito de Taxa de Retorno na Análise de Empreendimentos - Uma abordagem Crítica, Nov. 1989 EPUSP.



Os três empreendimentos hipotéticos aqui citados serão denominados, respectivamente, por **[E1]**, **[E2]** e **[E3]**. Para que possamos desenvolver uma Matriz de Resultados, precisamos estabelecer uma alteração no cenário inicialmente proposto. Admitamos, por exemplo, dois estados do orçamento básicos, calculando para cada um deles, a taxa de retorno **[Trr]** através da análise da viabilidade econômico-financeira e de um modelo competente para tanto <sup>(11)</sup>.

Seja **[CN0]** o estado de cenário onde o orçamento básico não se altera, **[\_]=0%**; e **[CN1]**, o estado de cenário onde há uma variação positiva de apenas **[+\_]=5%** sobre o orçamento básico. Vejamos, então, na **Fig.: 2.3.2** como ficaria a **Matriz de Resultado** hipotética, sendo que, os resultados estarão expressos na forma da taxa de retorno **[Trr]** encontrada em cada um dos empreendimentos após feita a análise de viabilidade econômico-financeira.

---

<sup>(11)</sup> Neste instante, devemos admitir que o modelo de análise de viabilidade econômico-financeira é competente o suficiente para dele extraírmos conclusões acerca da taxa de retorno **[Trr]** apresentada pelo fluxo de cada empreendimento em particular. No Estudo de Caso debateremos com mais detalhes a respeito do modelo que será utilizado para fazer análise de viabilidade econômico-financeira.

	[E1]	[E2]	[E3]
[CN0]	67%	72%	50%
[CN1]	49%	36%	46%
[_ Trr]	37%	100%	09%

*Fig.: 2.3.2 Matriz de Resultado das Taxas de Retorno dos três Empreendimentos hipotéticos.*

$[E_i]$  = Empreendimentos em análise

$[CN_j]$  = Estados de Variações do Cenário Proposto

$[R_{ij}]$  = Taxa de Retorno ano Efetiva

Vejamos a análise dos resultados apresentados na figura acima. Nas condições normais do cenário idealizado  $[CNO]$  (sem alterações), o empreendimento  $[E2]$  é o que apresenta a maior taxa de retorno  $[Trr]=72\%$  ano efetivo, sendo, neste caso, o empreendimento escolhido.

Mas, notemos que nas condições do cenário  $[CN1]$  o empreendimento  $[E1]$  é o que apresenta a melhor taxa. Ainda nas condições do cenário  $[CN1]$ , quando variamos o orçamento básico de  $[+_]=5\%$ , conforme demonstra o resultado da análise econômico-financeira, verificamos que há uma queda na taxa de retorno do empreendimento  $[E1]$  de  $[_ TrrE1]=37\%$ . Para o empreendimento  $[E2]$  esta queda foi de  $[_ TrrE2]=100\%$ , e para o empreendimento  $[E3]$ ,  $[_ TrrE3]=09\%$ . Isto significa que o empreendimento  $[E3]$ , em relação aos outros dois empreendimentos, é o menos sensível à variações em seu custo básico.

Neste exemplo, com a introdução de uma pequena modificação em relação ao cenário inicialmente proposto, certamente, muitos decisores já teriam dúvidas na escolha para saber qual seria o melhor empreendimento <sup>(12)</sup>.

Alguns optariam em empreender **[E2]** por entender que este é o empreendimento que oferece a melhor taxa de retorno, dado as condições inicialmente previstas no estado de cenário **[CN0]** onde não há variação do orçamento básico, **[\_]=0%**. Outros decisores não; com uma certa dose de pessimismo, optariam em empreender **[E1]**, pois entendem que existe grande possibilidade de que o orçamento básico sofra a variação prevista no estado de cenário **[CN1]**, onde **[+\_]=5%**, e nestas circunstâncias, o empreendimento **[E1]** é o que apresenta a maior taxa de retorno. Porém, outros decisores ainda optariam por empreender **[E3]**, alegando que, dado a ocorrência de qualquer um dos estados de cenário propostos **[CN0]** ou **[CN1]**, o empreendimento **[E3]** apresenta uma taxa de retorno considerada razoável quando da ocorrência de **[CN0]**, sendo a taxa que menos varia quando ocorre **[CN1]**, ou seja, a decisão de empreender **[E3]** é escolhida por decisores que possuem aversão ao risco.

---

<sup>(12)</sup> É válido lembrar que, nesta Dissertação, o decisor balizará suas atitudes apenas diante da taxa de retorno **[Trr]** apresentada pelos fluxos de cada um dos empreendimentos quando analisados isoladamente, ignorando por completo outras variáveis que possam interferir na decisão.

Seria ingênuo demais admitir que deste pequeno exemplo estaríamos fazendo uma análise completa sobre investimento na incerteza. Não temos a pretensão de mostrar aqui neste capítulo, e muito menos neste exemplo, como decidir diante da incerteza. Mas, apenas esboçar como se contrói uma matriz de resultado a partir de determinadas incertezas na ocorrência do cenário inicialmente admitido, onde o decisor deverá posicionar-se diante da condição de risco-retorno apresentada por cada empreendimento em particular e decidir na escolha de apenas um deles para empreender.

Para dar maior ênfase a incerteza relativa desta decisão, façamos outra alteração no cenário proposto. Admitamos, por exemplo, um cenário **[CN2]** como sendo uma frustração de **25%** nas vendas previstas e admitidas em **[CNO]**. Vejamos na análise de viabilidade econômico-financeira, qual a taxa de retorno **[Trr]** apresentada pelos três empreendimentos citados no exemplo anterior, conforme mostra a **Fig.: 2.3.3** :

	[E1]	[E2]	[E3]
[CN0]	67%	72%	50%
[CN2]	40%	50%	46%
-----			
[_ Trr]	68%	44%	09%

**Fig.: 2.3.3 Matriz de Resultado das Taxas de Retorno dos Empreendimentos hipoteticamente considerados.**

onde,

$[E_i]$  = Empreendimentos em análise

$[CN_j]$  = Estados de Variações do Cenário Proposto

$[R_{ij}]$  = Taxa de Retorno ano Efetiva

Analisando a **Fig.: 2.3.3** verificamos algumas mudanças no comportamento das taxas retorno dos empreendimentos citados. Podemos notar que o empreendimento **[E2]** novamente apresenta a maior **[Trr]** e, portanto, para muitos decisores, seria o empreendimento escolhido para empreender. Mas, da mesma forma, o comportamento das taxas de retorno difere de empreendimento para empreendimento. Isto quer dizer que alguns decisores ainda ficariam indecisos na escolha, pois novamente o empreendimento **[E3]** não apresenta a maior taxa, mas, em compensação, apresenta a menor queda da **[Trr]** representada por **[\_ TrrE3]=9%**. Ou seja, novamente estamos na situação onde prevalecerá, no processo decisório, a atitude que o decisor terá diante do risco.

*Caso você fosse o protagonista desta decisão, e precisasse, neste instante, fazer a escolha, qual seria o empreendimento que você optaria para empreender ?*

Certamente a resposta depende de cada um. Uns optariam em empreender **[E1]** por entender que, se houver qualquer mudança de cenário, acontecerá com maior chances no desvio do orçamento. Outros não; acreditam que há maiores chances de ocorrer uma frustração nas vendas, e portanto, escolheriam o **[E2]** para empreender, pois diante desta situação, **[E2]** é o empreendimento que se torna mais atrativo apresentando a maior taxa de retorno **[Trr]**. Outros ainda escolheriam **[E3]**, por entender que **[E3]** é o empreendimento menos sensível a mudanças na sua taxa de retorno **[Trr]**, e portanto, representam a melhor opção.

*Mas, a grande maioria dos decisores nesta situação, perguntariam : Quais são as chances reais de cada estado do cenário ocorrer ? Em outras palavras : Quais são as probabilidades de cada cenário acontecer ? E podem ainda continuar a indagação especulando se há outros cenários de análise que aqui não foram levados em consideração e que poderiam da mesma forma ocorrer. Isto é, a exclusão mútua e a exaustão das possibilidades estão plenamente satisfeitas ?*

Ou seja, voltamos as duas questões fundamentais criadas pela introdução da incerteza na análise formal do processo de decisão, conforme evidenciado anteriormente, que são as probabilidades de ocorrência dos eventos e as atitudes dos decisores frente a estas condições incertas de seus resultados.

Poderíamos, utilizando um processo simulatório, ainda especular sobre diversas variações dos cenários aqui propostos, utilizando para tanto, modelos computadorizados, abrangentes e competentes, obtendo, desta forma, uma quantidade maior de informações do processo decisório. No entanto, não é nossa intenção neste momento tratar destas outras possíveis variações. Cabe-nos, apenas, nesta fase equacionar e montar a Matriz de Resultados proveniente destas variações para posteriormente encaminhar o decisor a utilizar melhor suas preferências para decidir em situações de risco ou incerteza.

O que nos propomos é de que, com posse dos dados provenientes das especulações e variações feitas a partir dos cenários propostos e expostas agora na Matriz de Resultado, possamos orientar o decisor a escolher a melhor alternativa de investimento, utilizando de alguma forma <sup>(13)</sup>, suas preferências particulares em relação as condições de risco-retorno apresentadas.

---

<sup>(13)</sup> Assunto que será visto logo a seguir no item 3.



A representação matricial é o fim do processo de avaliação. Em situação de certeza não há matriz; basta escolher dentre os empreendimentos, o que obtiver o melhor resultado. Em caso de incerteza nos resultados, a escolha se complica e o resultado não é tão óbvio assim. Deste modo, a relação inequívoca que existia entre uma "boa" decisão e um "bom" resultado desaparece em situação de risco ou incerteza.

O quantitativo "boa" para caracterizar a decisão só pode ser dado a "posteriori", quando o evento ocorrer. Como ninguém é clarividente, trata-se de tomar a decisão mais razoável diante do incerto, ou seja, aquela que acarreta a melhor esperança de um bom resultado. Mas, nada garante que esteja certa, simplesmente mostra que o decisor tomou a decisão de modo mais racional.

Para discutirmos melhor este assunto e encontrarmos um meio razoável de orientar o decisor sobre o uso de suas preferências em relação ao risco quando estiver frente a situações de incerteza, utilizaremos os conceitos abordados pela Teoria da Decisão descritos a seguir.

### 3. A TEORIA DA DECISÃO

Quando temos condições de certeza, procuramos os investimentos com os retornos mais altos. Quando as condições são de incerteza, porém, as escolhas dependerão, como já dito anteriormente, das probabilidades de cada evento ocorrer e das preferências do decisor em relação ao risco-retorno obtido. Ou seja, para a tomada de decisões nestas condições, serão analisadas as possibilidades de cada evento em particular ocorrer e suas respectivas condições de risco, quando da ocorrência. Feitas estas correlações, o decisor "avaliará" o efeito risco-retorno através do que chamamos de "preferências em relação ao risco".

Estas preferências são avaliadas pela "utilidade" que o decisor afere a uma determinada condição de risco. Neste sentido, cada condição de risco-retorno em particular, oferecerá uma "quantidade de utilidade" ao decisor. Esta "medida" varia de decisor para decisor. O comportamento dos decisores neste processo pode ser classificado em três tipos básicos, dependendo das suas "atitudes frente ao risco" <sup>(14)</sup>. Antes, porém, de tratar acerca da Teoria da Utilidade, precisamos discutir a respeito da Fase Probabilística, uma vez que, as decisões também dependerão das probabilidades de ocorrência de cada evento.

---

<sup>(14)</sup> Assunto que será discutido no item 3.3.3 da Teoria da Utilidade.

### 3.1 FASE PROBABILÍSTICA

De toda a análise da incerteza, temos um ponto em que centramos nossa preocupação. É a fase do processo, considerada como sendo uma das mais importantes : **A Fase Probabilística** .

Nesta fase, a cada evento incerto das variáveis de cenário [*EVINC (j)*], será associada uma probabilidade [*PROB (j)*]. Eventualmente, se as variáveis não tiverem um comportamento discreto, passamos a utilizar o conceito de variáveis contínuas <sup>(15)</sup>.

Estas probabilidades podem ter várias origens, como por exemplo, a partir de experiências do passado ou mesmo da tabulação dos resultados já verificados <sup>(16)</sup>.

Neste caso, fala-se em probabilidades objetivas. Nos casos onde as probabilidades representem codificações, informações ou opiniões, estas probabilidades são chamadas de "subjetivas". Subjetiva não quer dizer que o valor é considerado ao livre arbítrio, mas, simplesmente que duas pessoas podem chegar a valores diferentes para a mesma situação.

---

<sup>(15)</sup> No Estudo de Caso abordaremos com maiores detalhes as condições estatísticas das variáveis de cenário estudadas.

<sup>(16)</sup> Estes tipos de variáveis normalmente são "contínuas", mas para efeitos de simplificações podem analisar-se como variáveis "discretas".

Isso é devido, essencialmente, ao fato de que indivíduos distintos geralmente possuem informações distintas. Essas informações podem provir de dados estatísticos, das experiências já adquiridas, da opinião de alguns especialistas ou da combinação dos três. O importante é que, as probabilidades subjetivas possam ser tratadas da mesma maneira que as probabilidades objetivas como demonstrou **Savage** <sup>(17)</sup>. O primeiro a mostrar que as probabilidades subjetivas faziam sentido foi, no século XVIII, o pastor inglês Bayes, cujas teorias fundamentam hoje em dia, boa parte da análise de risco.

Ressaltamos, no entanto, que em muitos casos pode haver uma certa "dificuldade em quantificar" estes números em função de que as variáveis comportamentais específicas da construção civil não possuem um comportamento tão regrado e tabulado como as variáveis de outros setores da economia <sup>(18)</sup>. Na prática existem poucas observações estatísticas do relacionamento entre os valores das variáveis planejadas contra os valores efetivamente ocorridos, e, as que existem, dificilmente poderiam ser utilizadas para prever acontecimentos futuros, tendo em vista os momentos diferenciados que se vive.

---

<sup>(17)</sup> **Savage, L. J, op.cit. [29]**

<sup>(18)</sup> Daí justamente a aplicabilidade do que está se escrevendo nesta Dissertação, mostrando também que é possível introduzir probabilidades subjetivas na análise formal do problema.

Menos ainda, são as que se tornam públicas, e, estas por sua vez, restringem-se a um caráter ilustrativo ou acadêmico, sendo poucas as que contribuem para servir de apoio para outras decisões do gênero.

Mesmo diante destas dificuldades iniciais, precisamos quantificá-las, ainda que subjetivamente como demonstrou **Savage**. Sem querer entrar na polêmica, a conceituação das probabilidades subjetivas leva em consideração, um procedimento que será abordado mais adiante, quando discutirmos o Equivalente Certo das alternativas.

Mas, em termos gerais o princípio básico diz que ***"a probabilidade subjetiva de um determinado evento incerto é a probabilidade que faz com que se fique indiferente entre apostar ou não de que tal evento realmente acontecerá."***

Ainda diz que, para os eventos onde as "quantidades incertas" já ocorreram pelo menos alguma vez, pode-se utilizar o princípio básico das probabilidades condicionadas (<sup>19</sup>), onde :

---

(<sup>19</sup>) Nesta Dissertação não aprofundaremos o estudo sobre o Teorema de Bayes, nem, tão pouco, as implicações das probabilidades condicionadas fazerem parte do processo formal da análise de decisão. Ressaltamos, no entanto, a importância da abordagem de tal assunto, e, só não o estudamos com maior profundidade, pois entendemos que mereceria uma reflexão e discussão tão grande que poderia comprometer a qualidade e o objetivo deste trabalho.

$$P(A / B) = \frac{P(A,B)}{P(B)}$$

(3.1.1)

sendo,

$P(A/B)$  = Probabilidade de [A] ocorrer  
 dado que o evento [B] ocorreu.

$P(B)$  = Probabilidade de [B] ocorrer

$P(A,B)$  = Probabilidade de [A e B] ocorrer

Para o exemplo considerado nas **Fig.: 2.3.2** e **Fig.: 2.3.3** atribuiremos, objetiva ou subjetivamente, probabilidades aos diversos estados de cenários propostos [CN0], [CN1] e [CN2], conforme mostra a **Fig.: 3.1.2** :

Estado do Cenário	Probabilidade de Ocorrência <sup>(20)</sup>
[CN0]	40%
[CN1]	30%
[CN2]	30%
	100%

**Fig.: 3.1.2** Probabilidades atribuídas aos diversos estados de cenários propostos.

<sup>(20)</sup> Probabilidade atribuída objetiva ou subjetivamente.

É preciso notar que, caso as probabilidades sejam diferentes das citadas, muito provavelmente, também serão diferentes as atitudes dos decisores frente a nova composição, a não ser que, esta nova distribuição não gere nenhuma desproporcionalidade <sup>(21)</sup> no resultado obtido. Neste sentido, o primeiro parágrafo deste item passa a ter relevada importância. Veremos também no transcorrer do **ESTUDO DE CASO** que as probabilidades, quer sejam admitidas objetiva ou subjetivamente, passam a ser consideradas como "probabilidades a priori". Se estas "priori's" não representarem de alguma forma a veracidade dos fatos, o modelo proposto gerará respostas com tamanha desproporção, que todo o processo de análise passa a ser inválido.

---

<sup>(21)</sup> A desproporcionalidade a que nos referimos diz respeito aos Valores Esperados das Alternativas, conforme evidencia o item 3.2 mais adiante.

### 3.2 O VALOR ESPERADO DOS EVENTOS INCERTOS

O Valor Esperado de um Evento Incerto  $[VE E_i]$  avalia a tendência da distribuição probabilística deste evento, isto é, localiza o ponto mais provável da possibilidade de resultado para a incerteza abordada.

Se definirmos " $X$ " como sendo o conjunto de resultados possíveis e discretos de um determinado Evento Incerto, com probabilidades " $P$ " de acontecimento para cada um deles, então, o Valor Esperado deste Evento Incerto é escrito como sendo :

$$[VE E_i] = \sum x_i \cdot P( X=x_i )$$

(3.2.1)

onde,  $P( X=x_i )$  são as probabilidades relativas a cada resultado discreto dos valores de  $x_i$  do Evento Incerto.

Voltemos, agora, ao exemplo citado anteriormente. Admitida como correta as probabilidades da **Fig.: 3.1.2**, passemos a verificar qual seria o empreendimento que gera o maior valor esperado, dada a incerteza no cenário idealizado.

Para o empreendimento  $[E1]$ , o valor esperado da taxa de retorno  $[Trr]$  seria:



$$[VE \ Trr[E1]] = (0.4 \times 0.67) + (0.3 \times 0.49) + (0.3 \times 0.40) =$$

$$[VE \ Trr[E1]] = 54\%$$

(3.2.2)

Para o empreendimento **[E2]**, o valor esperado da taxa de retorno **[Trr]** seria:

$$[VE \ Trr[E2]] = (0.4 \times 0.72) + (0.3 \times 0.36) + (0.3 \times 0.50) =$$

$$[VE \ Trr[E2]] = 55\%$$

(3.2.3)

E para o empreendimento **[E3]**, o valor esperado da taxa de retorno **[Trr]** seria:

$$[VE \ Trr[E3]] = (0.4 \times 0.50) + (0.3 \times 0.46) + (0.3 \times 0.46) =$$

$$[VE \ Trr[E3]] = 48\%$$

(3.2.4)

Neste caso, o empreendimento **[E2]** seria o escolhido, porque possui a maior valor esperado para a taxa de retorno **[VE Trr[E2]] = 55%** ano efetivo. Mas, notemos que o valor esperado para taxa de retorno do empreendimento **[E1]** **[VE Trr[E1]] = 54%** ano efetivo, está muito próximo do valor encontrado por **[VE Trr[E2]]**, o que poderia gerar nova dúvida na escolha. Isto sem entrar no mérito da qualidade acerca das atribuições das probabilidades feitas na **Fig.: 3.1.2**.

Neste sentido, o valor esperado das alternativas não mostra ser um procedimento eficiente para escolhas de alternativas na incerteza, pois como abordamos deste o

início, tal procedimento matemático apenas avalia a média ponderada das taxa de retorno consideradas, sem, no entanto, avaliar a atitude do decisor frente ao risco. Assim sendo, abordaremos a seguir a Teoria da Utilidade, contemplando desta forma, as preferências de cada decisor em relação ao risco.

### 3.3 A TEORIA DA UTILIDADE

Os termos "Utilidade" ou "Preferência" são frequentemente utilizados para definir a postura do decisor na escolha. Refere-se basicamente à relação entre alternativas, onde o decisor prefere uma sobre a outra. Será escolhido, então, a alternativa ou o empreendimento que lhe oferecer a maior "Utilidade Esperada".

Para conhecer a "utilidade" de um decisor, precisamos submetê-lo a uma série de situações, donde as respostas extraídas servirão para "desenharmos" sua escala de utilidade relativa. Assim, associamos a cada resultado um índice, que acaba sendo uma "medida relativa da utilidade" para este indivíduo. A função que exprime a correspondência entre a utilidade e os valores monetários (ou **[Trr]**) propostos é o que chamamos de **Função Utilidade do Decisor**.

A curva relativa a esta função de um decisor racional <sup>(22)</sup> é crescente e apresenta uma convexidade em toda sua extensão, exprimindo assim, a aversão de um decisor racional em relação ao risco. A cada sucessivo acréscimo de valor monetário ele atribui um acréscimo de utilidade decrescente, isto é, sua utilidade marginal é decrescente. É interessante observar que, quando abordamos sobre o comportamento de um determinado decisor racional e

---

<sup>(22)</sup> Neste caso em particular, um investidor da construção civil.

hipotético, estamos referindo-nos a comportamentos de investidores na construção civil. Evidentemente, que investidores de outros ramos de atividade também possuem o mesmo tipo de comportamento, de aversão ao risco.

Para visualizarmos melhor este comportamento, suponhamos a seguinte situação. Um investidor racional associa uma utilidade  $[U(RE [E1])]$  de um empreendimento  $[E1]$  para o seu respectivo retorno esperado. Se este empreendimento  $[E1]$  possui 50% de probabilidade de diminuir o retorno esperado  $[RE [E1]]$  de um determinado valor " $x$ ", e 50% de probabilidade de aumentar o retorno esperado  $[RE [E1]]$  do mesmo valor " $x$ ", a perda de utilidade proveniente de um resultado ruim é maior que o ganho de utilidade proveniente de um resultado favorável.

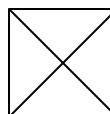
Ou seja :

$$50\% \cdot (U[RE [E1]] - x) + 50\% \cdot (U[RE [E1] + x]) \mu U[RE [E1]]$$

(3.3.1)

Assim, o investidor optará por qualquer outro empreendimento  $[E2]$  que possua com um retorno garantido  $U[RE [E2]] = U[RE [E1]]$ . Isto é, apostar em  $([RE E1]+x)$  ou  $([RE E1]-x)$  com igual probabilidade contra um empreendimento que oferece garantido  $U[RE [E2]]=U[RE [E1]]$ , o decisor prefere não assumir o risco, deixando eventualmente de obter o retorno maior  $([RE E1]+x)$ .

Este tipo de comportamento está ilustrado no gráfico da **Fig.: 3.3.2** abaixo :



**Fig.: 3.3.2 Curva da Função Utilidade de um Investidor Racional**

Podemos ver que, a utilidade marginal decrescente implica num comportamento de aversão ao risco, já que um retorno arriscado terá uma utilidade esperada menor que um retorno certo com o mesmo resultado esperado.

Entretanto, se a probabilidade de ganho, para o "investidor arriscado" fosse suficientemente grande, o investidor encontraria compensação suficiente para ser indiferente entre os dois empreendimentos, ou até mesmo para assumir o risco.

Um investidor maximiza, então, sua utilidade esperada selecionando o empreendimento que lhe oferecer o mínimo risco e o máximo de retorno em cada "carteira" de empreendimentos.

Estas conclusões foram obtidas por **Von Neuman and Morgenstern** <sup>(23)</sup> através do desenvolvimento de axiomas do comportamento humano, admitindo-se como premissa básica que o decisor é um **indivíduo racional**. Apenas para fins

---

(<sup>23</sup>) Von Neuman and Morgenstern, O . The Theory of games and economic Behavior . Princeton University Press . N.J. 1947.

ilustrativos descreveremos cinco dos principais axiomas desta teoria.

### 3.3.1 AXIOMAS DA TEORIA DA UTILIDADE

#### 3.3.1.1 Axioma 1 - Comparabilidade

Para um conjunto  $S$  de possibilidades de um Evento Incerto, um indivíduo pode preferir  $x$  sobre  $y$  ( $x > y$ ), ou  $y$  sobre  $x$  ( $y > x$ ), ou então ser indiferente entre  $x$  e  $y$  ( $x \sim y$ ).

### 3.3.1.2 Axioma 2 - Transitividade

Se um indivíduo prefere  $x$  sobre  $y$  e  $y$  sobre  $z$ , então prefere  $x$  sobre  $z$ . ( **Se  $x > y$  e  $y > z$  então  $x > z$**  ).  
 Se um indivíduo é indiferente entre  $x$  e  $y$  e indiferente entre  $y$  e  $z$ , então é indiferente entre  $x$  e  $z$ . ( **Se  $x \sim y$  e  $y \sim z$  então  $x \sim z$**  ).

### 3.3.1.3 Axioma 3 - Independência

Suponha que se tenha um Evento Incerto com probabilidade  $\hat{A}$  para a alternativa  $x$  e  $(1 - \hat{A})$  a probabilidade para a alternativa  $z$ . Escrevemos então  $G(x, z, \hat{A})$ . A independência diz que se um indivíduo é indiferente entre  $x$  e  $y$ , então será indiferente entre a alternativa  $x$  e  $z$  com probabilidade de ocorrência de  $x$  igual a  $\hat{A}$  e entre  $y$  e  $z$  com probabilidade de ocorrência de  $y$  igual a  $\hat{A}$ . ( **Se  $x \sim y$  então  $G(x, z, \hat{A}) \sim G(y, z, \hat{A})$**  ).

#### 3.3.1.4 Axioma 4 - Mensurabilidade

Se o resultado  $y$  é menor que o resultado  $x$  e é preferido sobre o resultado  $z$ , então existe uma única probabilidade  $\hat{A}$  tal que um indivíduo se torne indiferente entre  $y$  e os resultados de  $x$  e  $z$  com probabilidade  $\hat{A}$ .

( Se  $x > y \geq z$  ou  $x \geq y > z$ , então só existe um único  $\hat{A}$  que satisfaça  $y \sim G(x, z, \hat{A})$  ).

#### 3.3.1.5 Axioma 5 - Classificação

Se as alternativas  $y$  e  $u$  estão entre  $x$  e  $z$  e que um indivíduo fique indiferente entre  $x$  e  $y$  com probabilidade  $\hat{A}_1$ , e que fique indiferente entre  $x$  e  $z$  com probabilidade  $\hat{A}_2$ , então  $y$  é preferido sobre  $u$ . ( Se  $x \geq y \geq z$  e  $x \geq u \geq z$  e se  $y \sim G(x, z, \hat{A}_1)$  e  $u \sim G(x, z, \hat{A}_2)$  seguindo que  $\hat{A}_1 > \hat{A}_2$  então  $y > u$  e se  $\hat{A}_1 = \hat{A}_2$ , então  $y = u$ .)



Contudo, estaríamos enganados se pensássemos que as pessoas se comportam de maneira a maximizar o valor esperado do resultado <sup>(24)</sup>. A prova disto foi dada séculos atrás, pelo matemático Bernoulli, através do chamado Paradoxo de São Petersburgo. Bernoulli tomou com exemplo um jogo de cara e coroa, repetido  $n$  vezes. Se cara aparecer na primeira vez o jogador ganha **Cr\$ 2,00**. Se cara aparece somente na segunda vez, o jogador ganha **Cr\$ 2<sup>2</sup> = 4,00** e assim por diante. Se cara aparecer somente na  $n$ ésima vez ele ganhará **Cr\$ 2<sup>n</sup>**. A probabilidade do jogador tirar cara na  $n$ ésima vez é de  $(1/2)^n$ . Quanto o jogador deveria estar disposto a pagar para participar do jogo? Naturalmente podemos pensar que o preço justo para entrar no jogo é a média dos valores ponderados pelas probabilidades de ocorrência. Este valor **[PJSTO]** é igual a :

$$[PJSTO] = \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \dots + \frac{1}{2^n} = 1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{2^{n-1}}$$

Esta série tende ao infinito quando  $n \Rightarrow \infty$ . Ora, se as pessoas se comportassem em função do valor esperado do jogo, isso significaria que elas estariam dispostas a pagar qualquer quantia para participar do jogo. Isso evidentemente não é o caso, o que demonstra que as pessoas não se comportam de maneira a maximizar o valor monetário esperado.

<sup>(24)</sup> Valor Esperado como sendo a medida da tendência da distribuição probabilística do evento, como definimos no item 3.2.

Bernoulli mostrou que, o que importa é o valor intrínseco do dinheiro para as pessoas. Esse valor dependerá das quantias em jogo, das probabilidades de ganho e perda, e da própria riqueza da pessoa.

Em outras palavras. As pessoas baseiam suas escolhas em função da utilidade que o dinheiro tem para elas. É razoável pensar que essa utilidade está ligada ao dinheiro em uma função crescente, mas à taxas decrescentes. Bernoulli e outros propuseram várias formas de estabelecer funções de utilidade, mas foi somente em 1947 que **Von Neuman e Morgenstern** <sup>(25)</sup> estabeleceram os fundamentos axiomáticos, dos quais abordamos cinco dos principais, necessários à construção e uso das funções utilidade. Desta forma é que acabou-se conceituando o princípio básico para construção da função utilidade do decisor, utilizando para tanto, uma espécie de número guia que rege a Função Utilidade do decisor, chamado **Equivalente Certo**.

---

<sup>(25)</sup> Von Neuman e Morgenstern, op.cit. [34].

### 3.3.2 O EQUIVALENTE CERTO

**Equivalente Certo [EC]** é um número definido como sendo o **valor certo** (garantido), em termos da unidade de avaliação, que o decisor está disposto a aceitar exatamente no lugar da incerteza representada pelo evento incerto. O **[EC]** faz com que o decisor fique indiferente entre o evento incerto e a certeza de um resultado.

Vários métodos foram desenvolvidos para estabelecer curvas de utilidade <sup>(26)</sup>. Limitaremos-nos a apresentar o mais utilizado, derivado diretamente dos axiomas de **Von Neuman e Morgenstern** <sup>(27)</sup> e apresentados por **Swalm** <sup>(28)</sup> e **Hammond** <sup>(29)</sup>.

Este método consiste, basicamente, num sistema de entrevistas com o tomador de decisão, e, com base em suas respostas, é extrapolada sua curva de utilidade.

No eixo das abscissas são geralmente representados os valores monetários de interesse: por exemplo, Valor

---

<sup>(26)</sup> Ver por exemplo Fishburn, P.C., *Methods of estimating Additive Utilities*, *Management Science* 13 e Churchman, C.W. and Ackoff, R.L., *An Approximate Measure of Value*, *Operations Research* 2 (1954)

<sup>(27)</sup> Von Neuman e Morgenstern, op.cit. [34].

<sup>(28)</sup> Swalm, C. - *Utility insights into risk taking*, *Harvard Business Review*, Nov-Dec 1966.

<sup>(29)</sup> Hammond, III, J.S. *Better Decisions with Preference Theory*, *Harvard Business Review*, Nov-Dez 1967.

Presente dos Empreendimentos, Taxas de Retorno, Lucros, etc. No eixo das ordenadas são representadas as Utilidades com dois pontos extremos escolhidos arbitrariamente. O ponto de utilidade *0 (zero)* é associado ao pior, e o ponto de utilidade *1 (um)* é associado ao melhor resultado possível.

Para ilustrarmos melhor este princípio, tomamos o mesmo exemplo já citado anteriormente. Imaginemos a possibilidade de empreender o empreendimento *[E2]*. O resultado da análise de viabilidade econômico-financeira têm-nos mostrado as seguintes taxas de retorno *[Trr]*, dado os três possíveis estados de alterações no cenário, conforme evidencia a *Fig.: 3.3.2.1* abaixo :

Estado do Cenário	Probabilidade de Ocorrência <sup>(30)</sup>	[Trr] ano efetivo
[CN0]	40%	72%
[CN1]	30%	36%
[CN2]	30%	50%
	100%	

*Fig.: 3.3.2.1 Taxa de Retorno de [E2] e respectivas probabilidades de ocorrência dos diversos estados de cenários propostos.*

Imaginemos agora, um outro empreendimento *[Ek]* qualquer, que apresente uma taxa de retorno *[Tr<sub>k</sub>]* com 100% (cem por cento) de certeza da sua ocorrência, ou seja, certeza absoluta de que o empreendimento *[Ek]* gera uma taxa igual a *[Tr<sub>k</sub>]*.

---

<sup>(30)</sup> Probabilidade atribuída objetiva ou subjetivamente, de conformidade com a Fig.: 3.1.2.

Para determinarmos o  $[EC]$  em termos da taxa de retorno do empreendimento  $[E2]$  incerto de seu resultado, devemos proceder da seguinte maneira :

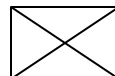
1º) Selecionar os extremos, máximo e mínimo, dos resultados das taxas de retorno de  $[E2]$ , sendo atribuídas respectivamente as utilidades de 1 (*um*) e 0 (*zero*) :

$$[Tr_{m\acute{a}x}] = 72\% \implies U(72\%) = 1$$

$$[Tr_{m\acute{m}m}] = 36\% \implies U(36\%) = 0$$

Sendo que, " $p$ " e " $(1-p)$ " são as respectivas probabilidades de acontecimento de cada uma das  $[Tr_r]$  em particular  $\underline{\underline{^{31}}}$ .

2º) Escolha um valor para  $[Tr_k]$  entre  $[Tr_{m\acute{a}x}]$  e  $[Tr_{m\acute{m}m}]$ . Agora, considere a decisão entre o empreendimento  $[E2]$  e o empreendimento  $[Ek]$  e faça a escolha  $\underline{\underline{^{32}}}$ . Vejamos na **Fig.: 3.3.2.2**, como ficaria representado esquematicamente tal procedimento :



**Fig.: 3.3.2.2** Representação esquemática do Equivalente Certo para o empreendimento  $[E2]$  entre as taxas de

---

<sup>31</sup>) O que normalmente se faz é fixar " $p$ " em 50% para tornar mais fácil a sistematização do processo.

<sup>32</sup>) Devemos sempre ter em mente que o valor de  $[Tr_k]$  é absolutamente certo de sua ocorrência.

retorno  $[Tr_{m\acute{a}x}] = 72\%$  e  $[Tr_{m\acute{i}m}] = 36\%$  ano efetivo.

3º) Caso voc\^e escolheu o empreendimento  $[E2]$  aumente o valor de  $[Tr_k]$  e repita o processo. Caso escolheu o empreendimento  $[Ek]$  diminua o valor de  $[Tr_k]$ .

4º) Varie  $[Tr_k]$  at\^e que voc\^e fique indiferente entre os empreendimentos  $[E2]$  e  $[Ek]$ . Este \^e o valor do seu equivalente certo  $[EC]$  para este empreendimento  $[E2]$  incerto.

5º) Para sabermos qual ser\^a a utilidade do  $[EC]$  obtido, deveremos proceder da forma abaixo exposta :

$$U([EC]) = p \cdot U([Tr_{m\acute{a}x}]) + (1-p) \cdot U([Tr_{m\acute{i}m}])$$

(3.3.2.3)

6º) Repita este procedimento para v\^arias outras taxas de retorno entre  $[Tr_{m\acute{a}x}]$  e  $[Tr_{m\acute{i}m}]$  do empreendimento  $[E2]$ . O que teremos ser\^a um gr\^afico que chamaremos de **Fun\c{c}\~ao Utilidade do Decisor** deste evento incerto, onde associamos a cada resultado incerto de  $[E2]$  um valor para  $[EC]$ , obtendo em consequ\^encia <sup>(33)</sup>, sua respectiva utilidade  $U([EC])$  para o empreendimento  $[Ek]$ .

---

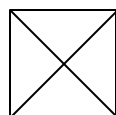
<sup>(33)</sup> Conforme equa\c{c}\~ao (3.3.2.3)

Admitamos que o decisor hipotético tenha respondido os seguintes [EC]'s para as diversas incerteza apresentadas, como mostra a *Fig.: 3.3.2.4* abaixo :

Taxas de Retorno [Trr]		[EC] atribuído		Utilidade
envolvidas no questionamento		pelo decisor		relativas
-----Ú-----		-----À-----		aos [EC]'s
[Trr]	o	[Trr]	o	( <sup>34</sup> )
	o		o	( <sup>35</sup> )
	o		o	1.00
72%	o	41%	o	0.75
72%	o	36%	o	0.50
41%	o	36%	o	0.25
	o		o	0.00

*Fig.: 3.3.2.4 Equivalente Certo [EC] e respectivas Utilidades de um decisor hipotético em função das incerteza apresentadas.*

Mostramos na *Fig.: 3.3.2.5* abaixo, como ficaria a Função Utilidade, dado os [EC]'s deste decisor hipotético para as incertezas apresentadas anteriormente na *Fig.: 3.3.2.4*.



*Fig.: 3.3.2.5 Função Utilidade de um Decisor hipotético para o empreendimento [E2].*

<sup>34</sup> [EC] induzido pelo decisor hipotético de forma a contemplar os procedimentos anteriormente esclarecidos e ilustrado pela *Fig.: 3.3.2.2* .

<sup>35</sup> Utilidade calculada da forma que apresenta a equação (3.3.2.3), sabendo que, para sistematização do processo, utilizou-se sempre como probabilidade de "p" e "(1-p)" 50% (cinquenta por cento).

Portanto, o equivalente certo  $[EC]$  é um número <sup>(36)</sup> com o qual você decide pela troca. Se você é o decisor, e aceitar trocar a incerteza apresentada nos resultados de  $[E2]$  pelo  $[EC]$ , você tomou a decisão. Este valor não é uma estimativa que você poderia pensar em fazer a troca; é o valor que você efetivamente faz a troca.

Outra maneira ainda, embora mais complexa na sua operacionalização, para obter a mesma curva seria deixarmos fixos os valores de  $[Tr\ máx]$  e  $[Tr\ mín]$  variando os valores das probabilidades de " $p$ " e " $(1-p)$ " para os diversos equivalentes certos  $[EC]'s$  propostos, certificando-nos dos valores encontrados anteriormente, quando deixamos fixas as probabilidades <sup>(37)</sup>. A curva desta forma obtida deverá ser, teoricamente, a mesma que encontramos na **Fig.: 3.3.2.5**, demonstrando desta forma, a racionalidade do decisor.

Evidentemente que seria uma tarefa bastante fatigante se, para todas as incertezas existentes no processo de decisão, precisássemos fazer este tipo de teste. Felizmente isto não se torna necessário. A partir do momento que admitimos que o decisor é racional, e, por conseguinte,

---

<sup>(36)</sup> Neste caso uma taxa de retorno  $[Trr]$  apresentada como resultado da análise de viabilidade.

<sup>(37)</sup> Fixadas no valor de 50% por razões já comentadas anteriormente.



a validade dos axiomas de *Von Neuman e Morgenstern* <sup>(38)</sup>, a atitude do decisor terá sempre o mesmo coeficiente de aversão ao risco <sup>(39)</sup>, o que nos torna possível determinar curvas de utilidade sem fazer referência explícita a todas as incertezas representadas por cada um dos empreendimentos citados. Então, teremos aqui uma função que rege a medida de Utilidade do Decisor frente a situações de incertezas. Esta função varia de indivíduo para indivíduo e quase sempre depende dos valores monetários ou das *[Trr]* envolvidas no processo. De posse da Função de Utilidade do decisor para empreendimento *[E2]*, que é uma função de valores relativos, podemos extrair informações acerca da utilidade de cada uma das taxas de retorno apresentadas pelos diversos estados de cenário propostos para os demais empreendimentos. Ou seja, admitida como verdadeiramente representativa do comportamento do decisor, a função utilidade do decisor para o empreendimento *[E2]* torna-se uma função de valores relativos, e, portanto, dela podemos extrair valores correspondente às utilidades das diversas taxas de retorno *[Trr]*, mesmo que estas não representem taxas do empreendimento *[E2]*. Avalia-se, então, não mais o valor intrínseco da *[Trr]*, mas, sim, o valor da utilidade que esta taxa representa para o decisor. Calcula-se a utilidade

---

<sup>(38)</sup> Von Neuman e Morgenstern, op.cit. [34].

<sup>(39)</sup> Assunto abordado no item 3.3.4

esperada de cada empreendimento e, por fim, decide-se pelo empreendimento que apresentar a maior utilidade esperada.

Vejamos nas **Fig.: 3.3.2.6**, **Fig.: 3.3.2.7** e **Fig.: 3.3.2.8** como ficaria a representação da utilidade de cada empreendimento, utilizando o exemplo já proposto anteriormente, considerando como sendo a função utilidade do decisor hipotético, a curva da **Fig.: 3.3.2.5** :

Utilidade do Decisor Hipotético para o empreendimento [E1]			
[Trr] Ano Efetiva	Utilidade Esperada (*)	Probabilidade Ocorrência	Utilidade Ponderada
40%	0.39	30%	0.117
49%	0.72	30%	0.216
67%	0.99	40%	0.396
TOTAL [UT PD [E1]]			0.729

*Fig.: 3.3.2.6 Utilidade Esperada do Decisor para o [E1]*

Utilidade do Decisor Hipotético para o empreendimento [E2]			
[Trr] Ano Efetiva	Utilidade Esperada (*)	Probabilidade Ocorrência	Utilidade Ponderada
36%	0.00	30%	0.000
50%	0.76	30%	0.228
72%	1.00	40%	0.400
TOTAL [UT PD [E2]]			0.628

*Fig.: 3.3.2.7 Utilidade Esperada do Decisor para o [E2]*

Utilidade do Decisor Hipotético para o empreendimento [E3]			
[Trr] Ano Efetiva	Utilidade Esperada (* <sup>40</sup> )	Probabilidade Ocorrência	Utilidade Ponderada
46%	0.66	30%	0.198
46%	0.66	30%	0.198
50%	0.76	40%	0.304
TOTAL [UT PD [E3]]			0.700

*Fig.: 3.3.2.8 Utilidade Esperada do Decisor para o [E3]*

Verificamos que o empreendimento [E1] possui a maior utilidade esperada, e, portanto, é considerado o empreendimento, dentre os três, que mais satisfaz o decisor

(\*)<sup>40</sup> Considera-se como sendo a Função Utilidade do Decisor hipotético a curva da Fig.: 3.3.2.5.

diante das condições e do contexto das incertezas apresentadas.

Notemos que o empreendimento **[E3]** possui sua utilidade muito próxima ao **[E1]**, e que o empreendimento **[E2]**, que seria "o empreendimento selecionado" pelo método do valor esperado conforme *item 3.2*, aparece aqui como sendo "o pior" empreendimento dentre os três. Portanto, quando introduzimos a atitude do decisor frente ao risco na análise formal do processo decisório, resgatamos a melhor alternativa para cada decisor em particular. Porém, salientamos que, outros decisores poderiam ter atitudes frente ao risco diferentes da citada, e, em consequência, teríamos talvez um outro empreendimento como sendo a representatividade da melhor alternativa.

Neste sentido, com a utilização da função utilidade do decisor, estamos interferindo de maneira positiva no processo decisório, uma vez que o desejo e os anseios básicos do tomador de decisão são levados em consideração na análise formal do processo decisório.

### 3.3.3 ATITUDES DO DECISOR FRENTE AO RISCO

Podemos classificar as atitudes de um decisor frente ao risco de três formas básicas : Propensão ao Risco, Neutralidade em relação ao risco e Aversão ao Risco. Para classificarmos, utilizamos o valor esperado e o equivalente certo das alternativas, de forma que :

a.) O decisor é dito Averso ao Risco, se :

$$[EC] < [VE_{Alt}]$$

(3.3.3.1)

b.) O decisor é dito Neutro ao Risco, se :

$$[EC] = [VE_{Alt}]$$

(3.3.3.2)

c.) O decisor é dito Propenso ao Risco, se :

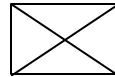
$$[EC] > [VE_{Alt}]$$

(3.3.3.3)

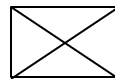
sendo,

$[EC]$  = Equivalente Certo do decisor  
 $[VE_{Alt}]$  = Valor Esperado da Alternativa

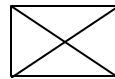
Essas três atitudes podem ser representadas por **curvas côncavas** (aversão ao risco), **convexas** (propensão ao risco) ou **retas** (indiferença), como mostram as **Fig.: 3.3.3.4**, **Fig.: 3.3.3.5** e **Fig.: 3.3.3.6** respectivamente.



**Fig.: 3.3.3.4 Curva de Comportamento de Aversão ao Risco**



**Fig.: 3.3.3.5 Curva de Comportamento de Propensão ao Risco**



**Fig.: 3.3.3.6 Curva de Comportamento de Neutralidade em Relação ao Risco**

A diferença, quando existe, entre o valor esperado e o equivalente certo é o que chamamos de "**Prêmio ao Risco**". No caso de aversão ao risco, este prêmio é o valor que o decisor está disposto a não ganhar para não correr o risco.

É claro que estas curvas são individuais e variam de decisor para decisor. Também a aversão ao risco ou o gosto pelo risco não são constantes. Geralmente a aversão ao risco diminui à medida que aumenta a riqueza do decisor, ou melhor, a aversão aumenta, mas a taxas decrescentes. Além

disto, um decisor pode apresentar "gosto" pelo risco ou aversão pelo risco em patamares diferentes.

### 3.3.4 COEFICIENTE DE AVERSÃO AO RISCO

Vimos que, a não ser que a riqueza torne-se indispensável a partir de certo ponto, a utilidade deve ser uma função crescente com os ganhos. Ou seja, se  $x_1 > x_2$ , então  $U(x_1) > U(x_2)$  <sup>(41)</sup>. Isto quer dizer matematicamente que a derivada da função de utilidade em relação a  $x$  é positiva, seja qual for  $x$  :

$$\frac{dU(x)}{dx} > 0, \text{ para qualquer } x$$

(3.3.4.1)

Para saber qual é a forma da curva, isto é, se a utilidade marginal é crescente, decrescente ou constante, é preciso calcular a derivada segunda de  $U(x)$  em relação a  $x$ .

Assim, se :

$$\frac{d^2 U(x)}{dx^2} < 0, \quad \text{a utilidade marginal é decrescente}$$

(3.3.4.2)

---

<sup>(41)</sup> "x1" e "x2" podem ser taxas de retorno [Trr] de dois empreendimentos quaisquer e U(x1) e U(x2) suas respectivas utilidades conforme item 3.3.



$$\frac{d U''(\mathbf{x})}{d\mathbf{x}} > 0 , \quad \text{a utilidade marginal é crescente}$$

(3.3.4.3)

$$\frac{d U''(\mathbf{x})}{d\mathbf{x}} = 0 , \quad \text{a utilidade marginal é constante}$$

(3.3.4.4)

Contudo, isso não indica nada quanto a atitude do decisor em relação ao risco. Para descrever melhor esta atitude, utiliza-se do coeficiente de aversão ao risco dado por :

$$r(\mathbf{x}) = - \frac{U''(\mathbf{x})}{U'(\mathbf{x})}$$

(3.3.4.5)

Onde  $U''(\mathbf{x})$  e  $U'(\mathbf{x})$  são, respectivamente, as derivadas segunda e primeira em relação a  $\mathbf{x}$  .

O uso da função de aversão ao risco  $r(\mathbf{x})$  é interessante porque sua aplicação é simples, e, em particular, pode-se mostrar que duas funções são estrategicamente equivalentes se elas possuírem o mesmo coeficiente de aversão ao risco.

\* Se  $r(x) > 0$  , para qualquer  $x$  ,  $U(x)$  é côncava e o decisor é averso ao risco.

\* Se  $r(x) = 0$  , para qualquer  $x$  ,  $U(x)$  é uma reta e o decisor é indiferente ao risco.

\* Se  $r(x) < 0$  , para qualquer  $x$  ,  $U(x)$  é convexa e o decisor é propenso ao risco.

### 3.3.5 UMA CRITICA DO AUTOR A TEORIA DA UTILIDADE

Parece ser relativamente simples a utilização desta teoria no processo decisório. A curva da função utilidade de um decisor passa a ser previamente conhecida quando fazemos corresponder valores a uma escala de utilidade. Uma curva que, além de possuir seu coeficiente de aversão ao risco de maneira constante, com sua definição, passamos a representar de forma "definitiva" <sup>(42)</sup> o comportamento do decisor em relação ao risco, podendo ser utilizada para, dela, extrapolar qualquer valor de uma situação que envolva incertezas <sup>(43)</sup>. Mas, na prática, seu uso não é tão simples assim. Primeiramente, porque o conceito de utilidade não é entendido com grande facilidade, e segundo porque o decisor é forçado a explicitar suas atitudes em relação ao risco de uma maneira que, provavelmente, nunca fez antes.

Essas dificuldades em entender o conceito de utilidade também são origens de uma polêmica entre especialistas a respeito do enfoque que deve ser dado ao uso das Curvas de Utilidades. Enquanto alguns teóricos sustentam

---

<sup>(42)</sup> A menos que o decisor mude de patamar de riqueza conforme item 3.3.1.

<sup>(43)</sup> Também de conformidade com a abordagem do item 3.3.1, pois são índices relativos.

que as curvas podem e devem ser utilizadas em trabalhos e análise reais, outros consideram que as curvas de utilidade servem apenas para descrever o comportamento das pessoas, mas nunca podem ser utilizadas como normas no desenvolvimento deste tipo de trabalho (<sup>44</sup>).

Além do mais, o fato de cada indivíduo possuir sua própria curva de utilidade, parece paralizar um pouco a sua utilização como ferramenta de trabalho, já que há uma certa reticência em admitir que as decisões são tomadas de maneira subjetiva - o que na verdade é, e será sempre o caso.

Sem querer entrar na polêmica, o que não faz parte de nosso objetivo, cabe-nos apenas observar que, o fato de explicitar a subjetividade é infinitamente mais desejável que tomar decisões baseadas em "regras" pseudo-rationais. Além do que, algumas aplicações concretas têm demonstrado todo o potencial do método, ver **Keeney e Raiffa** (<sup>45</sup>), reforçando aqui nosso ponto de vista "**bayesiano**".

---

(<sup>44</sup>) Ver os comentários de Swalm, op.cit. [31] a respeito deste debate.

(<sup>45</sup>) Ver os exemplos dados por Keeney e Raiffa, *Decisions with Multiple Attribute Objectives, Preferences and Value Trade-Off*, New York, John and Wiley and Sons, 1976.

#### 4. CRITÉRIOS MATEMÁTICOS DE DECISÃO NA INCERTEZA

Neste capítulo abordaremos seis dos principais Critérios Matemáticos de Decisão para escolha de empreendimentos que podem ser utilizados quando não se deseja lançar mão das probabilidades subjetivas e/ou dos conceitos da Teoria da Utilidade descritos em capítulos anteriores. Correspondem a uma abordagem tradicional da análise de decisão na incerteza.

Mostraremos aqui, aos decisores que entendam que a subjetividade seja um fator desconsiderável na decisão, como tomar decisões na incerteza tendo em mãos métodos capazes de ajudar na escolha de alternativas, utilizando para tanto, as racionalizações propostas por alguns autores especializados no assunto.

Ao contrário do que discutimos anteriormente, mostraremos critérios desenvolvidos sob um raciocínio lógico e matemático de análise de decisão na incerteza. É claro que, sob o ponto de vista dos "bayesianos", este tipo de postura não é encarada como sendo a mais correta. Notaremos no decorrer da explanação dos mesmos que, as decisões induzidas por estes critérios não levam em consideração a atitude do decisor em relação ao risco, o que certamente ocasionará uma diferenciação nas decisões encontradas via procedimento e uso da função utilidade do decisor.

É evidente que não queremos, a partir do uso destes critérios de decisão, que se faça a transformação destes procedimentos de análise num sistema determinístico para estabelecer equações sobre o comportamento da atitude de fazer, mesmo porque, cada indivíduo encarregado de tomar decisões deve balizar suas posturas segundo critérios particulares de aversão ou propensão ao risco de conformidade com sua função utilidade, como já discutido anteriormente.

De todo não são ruins estes métodos, pois para uma análise preliminar é bastante interessante conhecer a situação matemática lógica do processo decisório, para eliminação de empreendimentos que fujam ao balizamento das taxas de custos de oportunidade [*cop*] e de atratividade [*tat*] induzidas pelo decisor.

#### 4.1 O CRITÉRIO DE LAPLACE

Ainda chamado de *Critério da Razão Insuficiente*, afirma que, se um decisor é completamente ignorante sobre qual dos eventos (cenários) que pode acontecer, deve então, considerá-los igualmente prováveis. Na verdade, esta análise é reduzida a um problema sob risco com probabilidades iguais. Voltemos ao nosso exemplo inicial com a apresentação dos três cenários propostos na *Fig.: 4.1.1* abaixo :

	[E1]	[E2]	[E3]
[CN0]	67%	72%	50%
[CN1]	49%	36%	46%
[CN2]	40%	50%	46%

*Fig.: 4.1.1 Matriz de Resultado das Taxas de Retorno dos três Empreendimentos hipotéticos para os cenários propostos.*

Pelo o *Critério de Laplace*, como não sabemos as probabilidades de ocorrência dos possíveis cenários [CN0], [CN1] e [CN2] devemos admití-los como igualmente prováveis de suas ocorrência. Então :

$$p[\text{CN0}] = p[\text{CN1}] = p[\text{CN2}] = 1/3$$

(4.1.2)

Para escolher o empreendimento que tenha a possibilidade de atingir a maior taxa de retorno **[Trr]**, calcula-se o valor esperado das taxas de retorno dos empreendimentos apresentados **[VE TrrE1]**, (média dos valores ponderados pelas respectivas probabilidades de ocorrência) de conformidade com o que discutimos no *item 3.2*. Teremos então :

<b>[VE TrrE1]</b> = 1/3 x ( 67% + 49% + 40% ) = 52.0%
<b>[VE TrrE2]</b> = 1/3 x ( 72% + 36% + 50% ) = 52.7%
<b>[VE TrrE3]</b> = 1/3 x ( 50% + 46% + 46% ) = 47.3%

(4.1.3)

Portanto, o empreendimento que gera o maior valor esperado da taxa de retorno **[Trr]**, por este critério, é o empreendimento **[E2]** com **[VE TrrE2] = 52.7%** ano efetivo. Reparem, isto não quer dizer que a escolha do empreendimento **[E2]** é a escolha certa. Por exemplo, se ocorrer o cenário **[CN1]**, então, evidentemente, o empreendimento **[E1]** seria o melhor, pois sua taxa de retorno neste caso é de **[Trr]=49%** ano efetivo, sendo a maior taxa de retorno entre os três. Mas, isso só pode-se saber depois. Assim, no estado de informação atual, a melhor escolha é, sob o ponto de vista deste critério, o empreendimento **[E2]**, pois garante a maior rentabilidade média.



#### 4.2 CRITÉRIO DE WALD (MAXIMIN)

Por este critério, a cada empreendimento é atribuído um nível de segurança, definido como sendo o seu pior resultado possível. Em termos de uma equação matemática, este nível é denotado por :

$$\boxed{\text{Mín } [Trr \ E_i]}$$

(4.2.1)

A partir disto, escolhe-se dentre os empreendimentos, aquele que garante o melhor entre os piores resultados em termos da taxa de retorno  $[Trr]$  apresentada, que matematicamente é definido por :

$$\boxed{\text{Máx Mín } [Trr \ E_i]}$$

(4.2.2)

Voltemos ao exemplo anterior e procuremos o pior resultado de cada empreendimento em termos da taxa de retorno  $[\text{Mín } [Trr \ E_i]]$  considerando os cenários propostos. Teremos então :

$$[\text{Mín Trr } [E1]] = 40\%$$

(4.2.3)

$$[\text{Mín Trr } [E2]] = 36\%$$

(4.2.4)

$$[\text{Mín Trr } [E3]] = 46\%$$

(4.2.5)

Portanto, segundo este critério, escolher-se-á o empreendimento **[E3]**, pois **[E3]** apresenta o melhor entre os piores resultados das taxas de retorno **[Trr]**.

$$[\text{Máx Mín Trr } [E3]] = 46\%$$

(4.2.6)

Este critério é, evidentemente, bastante conservador já que se procura minimizar a perda máxima potencial. Assim, reflete muito o comportamento de aversão ao risco que caracteriza a maioria dos empreendedores.

Contudo, em sua concepção há um grande defeito. Pode levar os decisores a perder boas oportunidades de lucro, já que concentra-se exclusivamente sobre os riscos de perda, como fica evidenciado no caso acima, no qual o empreendimento **[E3]** seria escolhido segundo este critério, deixando, no entanto, os empreendimentos **[E1]** e **[E2]** virtualmente de lado, sem mesmo analisar as reais possibilidades dos cenários **[CN0]** ou **[CN1]** acontecer. Se observarmos melhor, poderemos perceber que, para os três cenários propostos pela Matriz de Resultado, em nenhum momento o empreendimento **[E3]** é o que apresenta a maior taxa

de retorno **[Trr]**. No caso de acontecer o cenário **[CN1]** é o empreendimento **[E1]**, e nos casos em que ocorrer os cenários **[CNO]** ou **[CN2]** é o empreendimento **[E2]** que apresenta a maior taxa de retorno **[Trr]**. Neste caso, embora os decisores estejam em geral aversos ao risco, que por este critério levaria a escolher o empreendimento **[E3]**, a grande maioria dos decisores escolheriam entre os empreendimentos **[E1]** e **[E2]**, por apresentarem desempenhos melhores.

O que acontece é que, tanto o empreendimento **[E1]** quanto o empreendimento **[E2]** possuem uma taxa de retorno relativamente alta quando comparados com o empreendimento **[E3]**. No entanto, o empreendimento **[E3]** possui uma variação muito pequena nas suas taxas quando ocorre qualquer um dos cenários propostos, sendo assim o "preferido" por este critério, que é absolutamente passimista em sua formulação.

Na verdade, o Critério de Wald acaba sendo um critério demasiadamente pessimista, que em termos gerais levaria, se não a um imobilismo, pelo menos a uma série de sub-otimização dentro da empresa, além de perder grandes oportunidades de obter um resultado melhor.

### 4.3 CRITÉRIO DO MAXIMAX

Este critério supõe um comportamento exatamente oposto ao anterior. O **Maximax** procura para cada empreendimento, qual é o maior ganho potencial, ou seja :

$$\boxed{\text{Máx } [Trr \text{ } [E_i]]}$$

(4.3.1)

E escolhe aquele que produz o máximo ganho em termos da **[Trr]**, matematicamente expresso por :

$$\boxed{\text{Máx Máx } [Trr \text{ } [E_i]]}$$

(4.3.2)

Em nosso exemplo, temos as seguintes taxas de retorno **[Trr]** a considerar :

$$\boxed{[Máx \text{ } Trr \text{ } [E_1]] = 67\%}$$

(4.3.3)

$$\boxed{[Máx \text{ } Trr \text{ } [E_2]] = 72\%}$$

(4.3.4)

$$\boxed{[Máx \text{ } Trr \text{ } [E_3]] = 50\%}$$

(4.3.5)

Então, o empreendimento **[E2]** apresenta o melhor entre os melhores resultados, e seria o empreendimento escolhido por este critério.

$$\boxed{[\text{Máx Trr } [E2]] = 72\%}$$

(4.3.6)

Isso significa dizer que o empreendimento **[E2]** possui a maior entre as maiores taxas de retorno dos empreendimentos aqui considerados. Contudo, tal critério tem o defeito de ser demasiadamente otimista já que não leva em consideração as possibilidades de perda.

Este tipo de comportamento é na verdade de uma pessoa com temperamento de jogador, mas não de uma pessoa normal que sempre possui um certo grau de pessimismo. Para uma empresa, então, onde deve-se ter uma conduta de cautela nas decisões, este critério não convém.

#### 4.4 CRITÉRIO DE HURWICZ

Este critério surge da observação de que, os dois critérios anteriormente apresentados são muito radicais em suas implicações. Um por ser demasiadamente pessimista, outro por ser demasiadamente otimista. A idéia, portanto, é utilizar uma combinação do pior e do melhor resultado de cada empreendimento  $[E_i]$ , mesmo porque, as pessoas, normalmente, tendem a concentrar suas visualizações nas consequências extremas, ignorando as consequências medianas.

**Hurwicz** <sup>(46)</sup> propõe então, a utilização de um fator alfa  $[\hat{A}]$ , chamado de **Índice de Pessimismo Relativo**, tal que :

$$0 < [\hat{A}] < 1$$

(4.4.1)

Para cada empreendimento  $[E_i]$  procura-se seu melhor resultado  $[M_i]$  e seu pior resultado  $[N_i]$  expostos na Matriz. Podemos então associar a cada  $[E_i]$  um valor  $H([E_i])$  tal que :

$$H([E_i]) = [\hat{A}] \cdot [N_i] + (1 - [\hat{A}]) \cdot [M_i]$$

(4.4.2)

---

<sup>(46)</sup> Leonid Hurwicz : Optimality Criteria for Decision Making Under Ignorance, mimeógrafa citado em Luce e Raiffa, op.cit. [20].

Isto significa que teremos uma equação de matemática que indica o índice de pessimismo relativo que o decisor deveria ter com relação ao acontecimento de cada um dos cenários idealizados.

O critério é, portanto, escolher aquele empreendimento  $[E_i]$  que maximiza a função  $H([E_i])$ . Verifiquemos em nosso exemplo como ficariam as funções  $H([E_i])$  segundo a matriz de resultados original da **Fig.: 4.1.1** :

onde,

$H([E1]) = 40\% [\hat{A}] + 67\%(1 - [\hat{A}]) = 67\% - 27\% [\hat{A}]$
$H([E2]) = 36\% [\hat{A}] + 72\%(1 - [\hat{A}]) = 72\% - 36\% [\hat{A}]$
$H([E3]) = 46\% [\hat{A}] + 50\%(1 - [\hat{A}]) = 50\% - 4\% [\hat{A}]$

(4.4.3)

Se  $[\hat{A}] = 1$ , estamos em situação de pessimismo completo e caímos então no **Critério do Maximin**, levando a escolher  $[E3]$ , conforme evidenciamos nas equações abaixo :

$H([E1]) = 67\% - 27\% \cdot 1 = 40\%$
$H([E2]) = 72\% - 36\% \cdot 1 = 36\%$
$H([E3]) = 50\% - 4\% \cdot 1 = 46\%$

(4.4.4)

Onde,

$Máx H([E3]) = 46\%$
----------------------

(4.4.5)

Portanto, caso  $[\hat{A}] = 1$  o empreendimento  $[E3]$  é o que maximiza a função  $H([E_i])$ .

Entretanto, se  $[\hat{A}] = 0$ , estamos em situação de otimismo completo e caímos então no **Critério do Maximax**. Utilizando raciocínio idêntico ao exemplo anterior, tal procedimento levaria-nos a escolher o empreendimento **[E2]**. Vejamos como ficam as equações :

$H([E1]) = 67\% - 27\% \cdot 0 = 67\%$
$H([E2]) = 72\% - 36\% \cdot 0 = 72\%$
$H([E3]) = 50\% - 4\% \cdot 0 = 50\%$

(4.4.6)

Onde,

<b>Máx <math>H([E2]) = 72\%</math> ano Efetivo</b>
--

(4.4.7)

Agora, caso  $0 < [\hat{A}] < 1$ , teremos intervalos onde o coeficiente de pessimismo levará a escolher um ou outro empreendimento. Vejamos então :

$H([E1]) = 67\% - 27\% \cdot [\hat{A}]$
$H([E2]) = 72\% - 36\% \cdot [\hat{A}]$
$H([E3]) = 50\% - 4\% \cdot [\hat{A}]$

(4.4.8)

Através destas equações podemos verificar que, o empreendimento **[E2]** seria o empreendimento escolhido até que o coeficiente  $[\hat{A}]$  alcance o valor de  $[\hat{A}] = 0,5555$ , onde  $H([E2])$  se iguala a  $H([E1])$ , e, quando o coeficiente  $[\hat{A}]$  alcançar o valor de  $[\hat{A}] = 0,7391$  o empreendimento **[E3]** é o



que maximiza a função  $H([E_i])$ . Portanto, teremos os seguintes intervalos de escolha :

Caso,

$0 < [\hat{A}] \leq 0,5555$  , escolheremos o  $[E2]$  ;

Se,

$0,5555 < [\hat{A}] \leq 0.7391$  , escolheremos o  $[E1]$ ;

E caso,

$0,7391 < [\hat{A}] \leq 1$  , escolheremos o  $[E3]$ .

Quando o coeficiente de pessimismo relativo  $[\hat{A}]$  é um número positivo e próximo de  $0$  (**zero**) ou de  $1$  (**um**), a decisão fica relativamente fácil por este critério, pois entende-se que quando  $[\hat{A}] \sim 0$ , os "piores cenários" são praticamente certos de sua ocorrência, e quando  $[\hat{A}] \sim 1$  os "melhores cenários" são os que tendem a acontecer. Evidenciamos, porém, o fato de que neste exemplo o coeficiente de pessimismo relativo  $[\hat{A}]$  é um valor com tendência a ser mediano, tornando assim a decisão por este critério dificultada. Para que possamos decidir quando  $[\hat{A}]$  assumir um valor mediano, necessitamos saber, antecipadamente, se o decisor possui seu coeficiente de pessimismo relativo semelhante ao  $[\hat{A}]$  calculado acima. Neste caso, a questão principal ficaria sendo como determinar o coeficiente de pessimismo  $[\hat{A}]$  ?

- Em primeiro lugar,  $[\hat{A}]$  é um valor que varia de indivíduo para indivíduo. Portanto, para determinar  $[\hat{A}]$ , trata-se de determinar as preferências pessoais de cada

decisor em relação ao risco. Isto pode ser feito de maneira simples, via procedimento semelhante ao da determinação das funções utilidades. Seria necessário utilizar um processo de entrevistas para conhecer qual o coeficiente de aversão ao risco do decisor. Basicamente, voltariamos a questão da preferência ou não pelo risco, assunto que já discutimos no *item 3.3*.

Também aqui cabe ressaltar o fato de que, o valor total do investimento feito teria uma certa relação com a riqueza total do indivíduo. Isto é, quanto maior a riqueza do tomador de decisões, menor será sua sensibilidade para decidir sobre investimentos de pequeno porte. Evidentemente, o nível de  $[\hat{A}]$  varia conforme as quantias monetárias envolvidas quando comparada com a riqueza de cada indivíduo. Se para um decisor, o volume de investimento for considerado "irrisório", o índice de pessimismo relativo  $[\hat{A}]$  será bastante distorcido e com tendência a ser pequeno, já que sua perda seria marginal. Se, por outro lado, o investimento exigido for expressivo em relação a sua riqueza, o valor de  $[\hat{A}]$  será bem maior, e o decisor só aceitará investir se a probabilidade da taxa de retorno mínima balizada por  $[cop]$  e  $[tat]$  ser alcançada for, relativamente, significativa. É lógico que de imediato se identifique a relação existente entre a riqueza do indivíduo e o tamanho do investimento proposto. No entanto, para efeitos deste critério, apenas nos preocuparemos estritamente com os números apresentados anteriormente, admitindo que se possa "desconsiderar" estes

outros fatores que também influenciam de certa forma na função utilidade do decisor.

Nem todos os investidores possuem um tipo de comportamento cartesiano como o apresentado por este critério. Também, como desde o início deste trabalho, deixamos claro que não é nossa pretensão desenvolver aqui equações matemáticas que simulem o comportamento humano. Apenas estamos apresentando critérios matemáticos racionais para tomadas de decisão elaborados por estudiosos do tema, e que para nós, que temos o ponto de vista de um "**bayesiano**", sua validade é restrita e de pouca utilidade. Entendemos que, se não tivermos presente a função utilidade de cada decisor, muitos outros componentes importantes e inerentes à decisão serão deixados de lado, o que pode, sem dúvida, nos levar a conclusões equivocadas.

#### 4.5 CRITÉRIO DE SAVAGE (PERDA DE OPORTUNIDADE)

Ainda chamado de "*Minimax Regret*" <sup>(47)</sup>, este critério é um aperfeiçoamento do Critério do Maximin. O objetivo é exatamente contornar as dificuldades apresentadas pelo Critério de Wald, de sempre escolher a alternativa de menor perda, deixando as vezes, a oportunidade de realizar ganhos elevados virtualmente de lado. A idéia consiste em criar uma tabela de custos ou Perdas de Oportunidade [*PO*] e tentar avaliar qual o "*regret*" ou o desapontamento que o decisor ressentirá, ao escolher o empreendimento, teoricamente, "errado". Em outras palavras, o raciocínio é feito no sentido contrário, detrás para frente. Identifiquemos novamente a matriz de resultado na *Fig.: 4.5.1* :

	[E1]	.....	[Ej]	....	[En]
[CN <sub>1</sub> ]	R <sub>11</sub>	.....	R <sub>1j</sub>	.....	R <sub>1n</sub>
:	:		:		:
:	:		:		:
:	:		:		:
:	:		:		:
[CN <sub>i</sub> ]	R <sub>i1</sub>	.....	R <sub>ij</sub>	.....	:
:	:		:		:
:	:		:		:
[CN <sub>m</sub> ]	R <sub>m1</sub>	.....	R <sub>mj</sub>	.....	R <sub>mn</sub>

*Fig.: 4.5.1 Matriz de Resultado*

<sup>(47)</sup> Ver Savage, L. J. - "The theory of Statistical Decision", Journal of the American Statistical Association, 46 (1951): p 55-57.

Suponhamos que o evento  $[CN_i]$  ocorra. Então o decisor deveria ter escolhido o empreendimento  $[E_j]$ , que tivesse o máximo resultado  $[R_{ij}]$ . Caso escolhesse qualquer outro empreendimento  $[E_r]$ , o decisor deixaria de ganhar a diferença entre taxas, matematicamente expressa por :

$$\left[ \frac{(1+R_{ij})}{(1+R_{rj})} \right] - 1$$

(4.5.2)

Esta diferença <sup>(48)</sup> é o desapontamento, ou seja, a perda de oportunidade em termos da taxa de retorno  $[Trr]$  que o decisor ressentirá ao escolher o empreendimento "errado". O objetivo, portanto, é minimizar o desapontamento. Voltemos ao nosso exemplo e vejamos como ficaria a matriz de desapontamento, caso o melhor resultado da matriz, em termos da taxa de retorno  $[Trr]$  venha acontecer, conforme mostra a **Fig.: 4.5.3** abaixo :

	[E1]	[E2]	[E3]
[CN0]	2.9%	0.0%	14.7%
[CN1]	15.4%	26.5%	17.8%
[CN2]	22.9%	14.7%	17.8%

**Fig.: 4.5.3 Matriz Perdas de Oportunidade ou Desapontamento  $[PO_{Trr}]$  das Taxas de Retorno dos três empreendimentos hipotéticos para os cenários propostos, caso a melhor taxa  $[Trr]$  aconteça.**

<sup>(48)</sup>  $[R_{ij}]$  neste caso, representam as taxas de retorno  $[Trr]$ , e por se tratar de taxas, é que a diferença é calculada da forma apresentada pela equação (4.5.2).

Explicitando; caso o cenário **[CNO]** aconteça e o decisor tiver escolhido o empreendimento **[E2]**, então ele terá o máximo ganho possível, e, nestas circunstâncias, sua perda de oportunidade será nula. No entanto, caso o decisor tiver escolhido empreender **[E1]** e o cenário **[CNO]** acontecer, o decisor ressentirá uma perda na sua taxa de retorno de **[PO Trr]=2.9%**. Isto é, por ter escolhido o empreendimento "errado" o decisor terá uma perda de oportunidade em sua taxa de retorno **[Trr]** de **[PO Trr]=2.9%**. Se tivesse escolhido o empreendimento **[E3]**, esta perda de oportunidade seria de **[PO Trr]=14.7%**. Ora, então, para cada empreendimento teremos uma perda de oportunidade máxima, denotada por **[Máx [PO E<sub>I</sub>]]**:

Para o empreendimento **[E1]** : **[Máx [PO E<sub>1</sub>]] = 22.9%**

Para o empreendimento **[E2]** : **[Máx [PO E<sub>2</sub>]] = 26.5%**

Para o empreendimento **[E3]** : **[Máx [PO E<sub>3</sub>]] = 17.8%**

Como procura-se minimizar o desapontamento, escolhe-se aquele empreendimento que corresponde a :

$$\boxed{[Mím Máx [PO E_I]]}$$

(4.5.4)

Em nosso exemplo é o empreendimento **[E3]**, com :

$$\boxed{[Mím Máx [PO E_3]] = 17.8\%}$$

(4.5.5)

É interessante reparar que, o empreendimento escolhido [E3], seria também o mesmo escolhido pelo **Critério de Wald**. Este critério é bastante pessimista por natureza, e, de modo geral, produzirá o mesmo resultado salvo em circunstâncias onde há uma possibilidade de um resultado excepcionalmente favorável, justificando assim o risco de fazer tal empreendimento.

Este critério minimiza a perda máxima. Embora haja algumas restrições a este critério quando, casos particulares que levem a manifestar certas incoerências <sup>(49)</sup>, não há dúvidas de que se trata de um critério que corresponde bem ao comportamento empresarial, além do que, ser o único que permite otimizar o "**hedging**" (processo utilizado em empresas para proteger-se contra grandes variações de preços - assunto que será abordado logo a seguir).

---

<sup>(49)</sup> Conforme Luce e Raiffa, op.cit. [20], sobre o efeito da introdução de alternativas irrelevantes que possam modificar a decisão, quando não deveria ser o caso.

#### 4.6 ESTRATEGIAS MISTAS

A idéia básica deste critério é de que, ao não se saber qual dos eventos (cenários) realizar-se-á, é melhor escolher aleatoriamente entre os empreendimentos possíveis. Contudo, essa escolha aleatória não se baseia em qualquer distribuição probabilística. Trata-se de escolher dentre as estratégias, segundo uma distribuição que permite ao decisor estar indiferente em relação ao resultado, seja qual for o empreendimento escolhido. É bom lembrar que, aqui se supõe não haver informações de espécie alguma sobre qual dos eventos poderá acontecer. Para que a decisão seja baseada neste critério, é preciso calcular as probabilidades de acontecimento de cada um dos cenários inicialmente propostos. Vejamos como ficaria :

Imaginemos que o cenário  $[CN0]$  irá acontecer com probabilidade  $[p0]$ ; o cenário  $[CN1]$  com probabilidade  $[p1]$ ; e o cenário  $[CN2]$  com probabilidade  $[p2]= 1 - [p0] - [p1]$ .

Se a preocupação do decisor é ter garantido um ganho mínimo esperado, ele pode realizar isto selecionando as probabilidades  $[p0]$  ,  $[p1]$  e  $[p2]$ , de maneira tal que se fique indiferente entre os três resultados possíveis. Isto é, qualquer que seja o cenário a se realizar, o ganho esperado será o mesmo, ou seja, seus valores esperados serão iguais. Então :



$$[VE [E1]] = [VE [E2]] = [VE [E3]]$$

(4.6.1)

Vejamos como seriam os valores esperados de cada um dos empreendimentos aqui analisados, conforme equações abaixo expostas :

$$[VE [E1]] = 67\%[p0] + 49\%[p1] + 40\%[1-[p0]-[p1]]$$

$$[VE [E1]] = 27\%[p0] + 9\%[p1] + 40\%$$

(4.6.2)

Da mesma forma para os demais empreendimentos podemos escrever :

$$[VE [E2]] = 72\%[p0] + 36\%[p1] + 50\%[1-[p0]-[p1]]$$

$$[VE [E2]] = 22\%[p0] - 14\%[p1] + 50\%$$

(4.6.3)

E,

$$[VE [E3]] = 50\%[p0] + 46\%[p1] + 46\%[1-[p0]-[p1]]$$

$$[VE [E3]] = 4\%[p0] + 46\%$$

(4.6.4)

Fazendo a igualdade proposta em (4.6.1) e resolvendo o sistema de equações teremos :

$$[VE [E1]] = 27\%[p0] + 9\%[p1] + 40\%$$

$$[VE [E2]] = 22\%[p0] - 14\%[p1] + 50\%$$

$$[VE [E3]] = 4\%[p0] + 46\%$$

(4.6.5)

Onde,

$[p0]$	$=$	$9.92\%$
$[p1]$	$=$	$41.32\%$
$[p2]$	$=$	$48.76\%$

(4.6.6)

Os valores esperados das taxas de retorno dos três empreendimentos são iguais a  $[VE [E_i]] = 46.40\%$ , independentemente do cenário que realizar-se-á. Isto significa que um decisor racional ficaria indiferente entre os três empreendimentos se, por exemplo, as probabilidades de ocorrer  $[CN0]$  for igual a  $[p0] = 9.92\%$ , de  $[CN1]$  for igual a  $[p1] = 41.32\%$  e de  $[CN2]$  for igual a  $[p2] = 48.76\%$ .

É claro que estas equações matemáticas e suas probabilidades não codificam as diversas situações do comportamento humano, mas servem, isto sim, para compará-las com as opiniões dos decisores em relação as probabilidades subjetivas admitidas para cada cenário.

Precisamos ter estas posições bastante claras. Não estamos determinando codificações de comportamento que os decisores devam ter. Mas, sim, métodos matemáticos que, na eventualidade do decisor estar sem parâmetros suficientes, os resultados obtidos através destes critérios possam ajudar de alguma forma a atitude de decidir.

De modo semelhante, ao que tratamos neste exemplo acima, podemos aplicar este método a uma matriz de perda de oportunidade. Evidentemente, este exemplo é uma simplificação. Quando o número de equações (cenários) não são iguais ao número de incógnitas (empreendimentos), o estudo se complica. Contudo, o princípio geral fica válido. **Von Neuman e Morgenstern** <sup>(50)</sup> estudaram de maneira extensa o caso, na demonstração do Teorema de Minimax.

De qualquer maneira fica claro que, as Estratégias Mistas são instrumentos válidos em situação de incerteza completa (nenhuma informação), mesmo quando a decisão será tomada uma única vez. Contudo, é bom lembrar que isso não quer dizer necessariamente que o empreendimento escolhido por este procedimento será o melhor, mas simplesmente que, frente a ausência completa de informação, a sua escolha foi o resultado de um processo que visa obter o maior ganho esperado.

Uma aplicação real deste princípio pode ser observado no chamado "**hedging**", onde seria pouco provável que um negociante coloque todos os seus rendimentos em uma mesma aplicação. Neste sentido, a utilização das Estratégias Mistas forneceria as proporções ideais  $[p_0], [p_1] \dots [p_n]$ ,

---

<sup>(50)</sup> Von Neuman e Morgenstern, op.cit. [34].

com que o decisor deveria investir "nesta ou naquela aplicação".

## 5. UM ESTUDO DE CASO

Faremos neste capítulo, com auxílio de um **ESTUDO DE CASO**, uso de toda a conceituação exposta e debatida em capítulos anteriores acerca da Teoria da Decisão, a fim de mostrar sua efetiva aplicabilidade nos conceitos inter-relacionados com o planejamento econômico-financeiro da construção civil.

Este **ESTUDO DE CASO** consistirá na análise do processo decisório de uma situação empresarial compreendida na decisão de investimentos em empreendimentos na construção civil, e mais especificamente no setor de edifícios de escritórios. Dos três empreendimentos hipoteticamente criados e aqui expostos, o decisor deverá escolher apenas um dentre "eles" para empreender, sendo que, para posicionar-se diante da escolha, balizará suas atitudes principalmente em função da taxa de retorno <sup>(51)</sup> apresentada por cada um dos empreendimentos, quando analisados isoladamente.

É claro que sabemos da existência de outros parâmetros de análise que também deveriam ser considerados na decisão. No entanto, restringir-nos-emos aos aspectos econômico-financeiros deste **ESTUDO DE CASO**, imaginando que o decisor utilizará como "agente balizador" para decidir, o

---

<sup>(51)</sup> Novamente reforçamos a idéia que esta taxa de retorno será calculada com o conceito restrito conforme Rocha Lima op.cit. [27].

resultado fornecido pela análise de viabilidade econômico-financeira, isto é, a taxa de retorno com que cada fluxo em particular opera em função do cenário inicialmente idealizado <sup>(52)</sup>.

Só após termos calculado os fluxos de caixa relativos aos investimentos exigidos e os retornos viáveis é que avaliaremos a taxa de retorno **[Trr]** da operação de cada empreendimento em particular. A partir deste momento é que nos valeremos dos conceitos abordados pela Teoria da Decisão aplicando-os no contexto deste **ESTUDO DE CASO**. Mostraremos, então, os diversos os caminhos de escolha e seus respectivos riscos, a fim de que o decisor possa explicitar sua preferência em relação ao risco, fazendo uso da conceituação aqui exposta para "melhor decidir" quando a incerteza se fizer presente.

Vale lembrar que não se pretende dar ênfase a análise de sensibilidade que pode ser abordada a partir da análise de viabilidade econômico-financeira, nem, tão pouco, abordar de maneira exaustiva o modelo utilizado, mas, sim, mostrar que, diante de uma situação de incerteza sobre a escolha do empreendimento a executar, cada qual com sua respectiva taxa de retorno e perfil de risco, o decisor,

---

<sup>(52)</sup> Exatamente como procedemos para as exemplificações feitas no início deste trabalho.

para tomar a decisão, deverá levar em conta também suas atitudes e preferências frente ao risco.

Com relação ao estudo da análise de viabilidade econômico-financeira elaborado para avaliar o comportamento dos empreendimentos neste **ESTUDO DE CASO** destacamos que utilizamos um modelo computadorizado. Este modelo possui abertura suficiente para que se possa "especular" sobre os comportamentos das variáveis de cenário se assim o desejarmos. No entanto, utilizaremos tal abertura para aplicarmos os conceitos da Teoria da Decisão na análise formal do problema.

Os três empreendimentos deste **ESTUDO DE CASO** serão chamados, respectivamente de **[EMPRESA E1]**, **[EMPRESA E2]** e **[EMPRESA E3]**. Possuem características mercadológicas parecidas e a construção de um deles faz parte integrante das diretrizes e metas da empresa empreendedora. Ainda com relação ao comportamento mercadológico dos empreendimentos em questão, devemos destacar que :

**Primeiro :** Imaginar que o mercado em que se insere o contexto deste **ESTUDO DE CASO** seja "perfeito". Isto é, a relação "oferta/demanda" está em perfeita harmonia, não havendo nenhuma anomalia mercadológica capaz de inverter esta situação.

**Segundo :** A efetiva **[venda]** das unidades fica tão somente vinculada aos investimentos feitos em propaganda e marketing **[PP&M]** e aos esforços que serão desenvolvidos por

parte da equipe de vendas da empresa, interferindo assim, de maneira positiva no mercado.

Já com relação aos empreendimentos hipotéticos **[EMPRESA E1]**, **[EMPRESA E2]** e **[EMPRESA E3]** escolhidos, há que se esclarecer também dois fatores:

**Primeiro** : Para efeito da análise do processo decisório serão considerados somente estes três empreendimentos, imaginando que dentre uma lista de empreendimentos hipoteticamente relacionados, são estes os que atendem de forma mais abrangente os requisitos pré-estabelecidos pela empreendedora <sup>(53)</sup>. Este tipo de consideração é necessária e imprescindível neste momento, porque assegura que as possibilidades de escolha por parte do decisor restringir-se-ão ao número de empreendimentos aqui relacionados.

**Segundo** : Os empreendimentos devem ser mutuamente exclusivos. A **exclusão mútua** também é uma necessidade imposta pela modelagem do problema

---

<sup>(53)</sup> Normalmente o que se faz neste caso para obter tal "lista", é verificar aqueles empreendimentos que realmente possuam aceitação e rentabilidade no mercado que interferirão, isto é, que possuam viabilidade mercadológica e econômico-financeira, admitindo como agentes balizadores as taxas de custo de oportunidade [cop] e de atratividade [tat] que são induzidas pelo decisor.



decisório. Ou seja, dos empreendimentos relacionados, o decisor deverá escolher apenas um para empreender. A escolha de qualquer empreendimento elimina, de imediato, a possibilidade de execução dos demais.

Caso não se fizesse estas duas observações, teríamos que considerar a possibilidade de que os empreendimentos poderiam ser feitos em conjunto, ou que o melhor empreendimento poderia estar fora desta relação tríplice. Isto nos traria condições de cenários que aqui não serão analisadas. Dependendo das quantidades de empreendimentos em questão, este **ESTUDO DE CASO** teria tamanha combinação, que seria impossível resgatar a possibilidade mais atraente e realmente executável para o decisor, além do que, estaríamos entrando em contradição com uma hipótese que a Teoria da Decisão utiliza como premissa básica - a independência entre os fatores de decisão. Diante destas considerações são que tais restrições passam a ser obrigatórias, conforme abordamos no *item 2.3*.

Novamente são válidas as observações feitas por **Roy** <sup>(54)</sup> sobre as duas questões básicas reveladas por esta situação, ou seja, a imprecisão da fronteira entre o

---

(<sup>54</sup>) **Roy, B. "Partial Preference Analysis and Decisions Aid: The Fuzzy outranking relation concept" in Conflicting Objectives in Decision II A.S.A. Wiley, 1977,p.40-71.**

admissível e o não-admissível, e a indicação de novos empreendimentos ainda no processo decisório, já que não se pode imaginar que a "lista" de empreendimentos a serem analisados permanece de forma estática.

De qualquer forma, para que possamos desenvolver este **ESTUDO DE CASO** devemos admitir garantidas estas duas premissas fundamentais, uma vez que, sem as mesmas, comprometeríamos a qualidade do nosso trabalho.

Ainda é preciso fazer uma nota quanto a nível de informações que utilizaremos. Neste **ESTUDO DE CASO** trabalharemos com um nível de informações bastante resumido, refletindo assim num modelo para análise de viabilidade não muito detalhado. Nossa intenção não é desenvolver modelos demasiadamente detalhados, simulando talvez, operações do processo decisório que, para o nível estratégico de decisão que pretendemos alcançar, seja muitas vezes desnecessário.

É importante ressaltar estes aspectos, porque a partir do momento em que se manipula um modelo para análise de viabilidade econômico-financeira, passamos a ter a sensação de termos compilado todas as informações necessárias para o aporte de decisões, o que muitas vezes nos leva a uma análise menos crítica do modelo utilizado.

Lembramos também que, para o nível estratégico <sup>(55)</sup> de decisão que estamos envolvidos, um grau de detalhamento muito minucioso das variáveis comportamentais dos empreendimentos estudados, não tornaria o modelo mais competente, mas apenas criaria uma falsa sensação de estarmos decidindo melhor. Para as decisões estratégicas, a significância destes detalhamentos é muito pequena quando comparada à qualidade dos resultados oferecidos por tal esforço.

Incertezas sempre estarão presentes nas decisões, independente do detalhamento do modelo utilizado. Neste sentido, introduziremos as incertezas diretamente na análise formal do problema de decisão, utilizando para tanto, um modelo que nos dê segurança de fazer as simulações das variáveis incertas, avaliando as condições de risco com que cada decisor, supostamente, decidirá.

---

<sup>(55)</sup> O nível estratégico a que nos referimos é o nível de maior abrangência possível dentro da organização, onde se darão as decisões que envolvam as diretrizes e a política da organização como um todo.

## 5.1 OS EMPREENDIMENTOS

Na sequência detalharemos mais sobre as condições de cada empreendimento, tanto relativo as suas áreas como também relativo as suas tipologias em particular. Suas características próprias serão respeitadas e analisadas dentro do contexto inicialmente idealizado através da simulação das variáveis de cenário num modelo de análise econômico-financeira computadorizado.

Conforme já abordado anteriormente, neste **ESTUDO DE CASO** refletiremos as incertezas ocasionadas por um processo decisório, no qual, o empreendedor hipotético deve analisar e decidir em empreender apenas um, dos três empreendimentos apresentados. Tal condição é parte integrante das diretrizes fornecida pelo planejamento estratégico desta organização hipotética.

## 5.2 AS AREAS E TIPIFICAÇÃO DOS TERRENOS E DAS CONSTRUÇÕES

Em quadros ilustrativos, identificaremos as áreas dos terrenos [ATER] em que cada empreendimento será concebido, bem como seus índices de aproveitamento [IA] <sup>(56)</sup> e taxas de ocupação de solo [TO] <sup>(57)</sup>, verificando também a área máxima de construção permitida [AMAX] para cada um deles. Nos quadros seguintes desenvolveremos as áreas relativas a cada empreendimento juntamente com a quantidade de unidades idealizadas que cada um deles possuirá. Vejamos então, o quadro de áreas dos terrenos e seus respectivos índices de ocupação, conforme ilustrado na *Fig.: 5.2.1* :

QUADROS DE AREAS E INDICES DOS TERRENOS				
		[EMPRESA E1]	[EMPRESA E2]	[EMPRESA E3]
[ATER]	(m <sup>2</sup> )	1.850	1.900	2.100
[TO]	%	80%	70%	65%
[IA]	-	4.5	5	5
[AMAX]	(m <sup>2</sup> )	6.660	6.650	6.825

*Fig.: 5.2.1 Quadro de Areas e índices de permissão para construção*

Em seguida, apresentaremos as tipologias das edificações idealizadas para este *ESTUDO DE CASO*, discriminando suas áreas reais [AREAL] e equivalente de

<sup>56</sup> ) Índice de Aproveitamento [IA] como sendo  $[IA] = [AMAX]/[ATER]$ , que identifica a área máxima permitida para construção naquele terreno.

<sup>57</sup> ) Taxa de Ocupação [TO] como sendo o percentual máximo da área do terreno a ser edificado.

construção [AEQUI], o número de pavimentos e as quantidades de unidades de cada um dos empreendimentos aqui propostos. Acompanhem nas *Fig.: 5.2.2, Fig.:5.2.3 e Fig.:5.2.4* estas tipificações :

QUADROS DE AREAS - EMPREENDIMENTO [EMPRES E1]		
Nº de Unidades = 33	° [EMPRES E1]	
Nº de Pavimentos = 11	° -----	
	° [AREAL]	° [AEQUI]
	° (m <sup>2</sup> )	° (m <sup>2</sup> )
Sub-Solo	° 370	° 220
Térreo	° 370	° 370
Pavimento Tipo	° 500	° 500
Atico	° 250	° 125
Lazer	° 150	° 75
Totais	° 6.640	° 6.290
Cada Unidade	° 201.21	° 190.61

*Fig.: 5.2.2 Quadro de Areas do [EMPRES E1]*

QUADROS DE AREAS DO EMPREENDIMENTO [EMPRES E2]		
Nº de Unidades = 36	° [EMPRES E2]	
Nº de Pavimentos = 12	° -----	
	° [AREAL]	° [AEQUI]
	° (m <sup>2</sup> )	° (m <sup>2</sup> )
Sub-Solo	° 350	° 210
Térreo	° 300	° 300
Pavimento Tipo	° 450	° 450
Atico	° 300	° 150
Lazer	° ***	° ***
Totais	° 6.350	° 6.060
Cada Unidade	° 176.39	° 168.33

*Fig.: 5.2.3 Quadro de Areas do [EMPRES E2]*

QUADROS DE AREAS DO EMPREENDIMENTO [EMPRES E3]		
Nº de Unidades = 36	° [EMPRES E3]	
Nº de Pavimentos = 12	° -----	
	° [AREAL]	° [AEQUI]
	° (m <sup>2</sup> )	° (m <sup>2</sup> )

Sub-Solo	◦	500	◦	300
Térreo	◦	200	◦	200
Pavimento Tipo	◦	450	◦	450
Atico	◦	300	◦	150
Lazer	◦	250	◦	125
Totais	◦	6.650	◦	6.175
Cada Unidade	◦	184.72	◦	171.53

*Fig.: 5.2.4 Quadro de Areas do [EMPRESA E3]*

### 5.3 ORÇAMENTOS E CUSTEIO

Os *[custos]* <sup>(58)</sup>, elementos bases para a orçamentação, levam em conta as características regionais onde cada empreendimento estará inserido. Levam em conta ainda, custos derivados da estrutura organizacional da empresa no momento, dispêndios com propaganda e marketing, comercialização e custeio da margem de contribuição para administração. Os valores monetários nas tabelas e figuras que existirem estarão expressos na forma de **Cr\$ do mês de agosto de 1992**. Para simplificarmos a terminologia, consideraremos este mês como sendo o mês de análise *[m0]*, e portanto, sempre que usarmos da referência à valores monetários, os mesmos estarão expressos em cruzeiros do mês de análise **Cr\$ [m0]**. Vejamos, então, nas **Fig.: 5.3.1**, **Fig.: 5.3.2** e **Fig.: 5.3.3**, respectivamente, o custeio para construção de **[EMPRESA E1]**, **[EMPRESA E2]** e **[EMPRESA E3]** :

---

<sup>(58)</sup> *[custos]* é a primeira variável do cenário a ser analisada sob o ponto de vista da conceituação exposta pela Teoria da Decisão.



CUSTEIO PARA CONSTRUÇÃO DO [EMPRESA E1]		
Terreno	300	[TER]
Despesas Legais	5%*[TER]	[DLG]
Custeio direto de Construção	850	[CON]
Margem Contr. Administração	12%*[CON]	[CGA]
Honorários ou Taxas Pagas		
Prop. & Marketing	3%*[PREÇO]	[PP&M]
Comercialização	5%*[PREÇO]	[COM]

*Fig.: 5.3.1 Custeio de [EMPRESA E1]*  
*Valores em Cr\$ mil [m0]/m"*

CUSTEIO PARA CONSTRUÇÃO DO [EMPRESA E2]		
Terreno	290	[TER]
Despesas Legais	5%*[TER]	[DLG]
Custeio direto de Construção	830	[CON]
Margem Contr. Administração	12%*[CON]	[CGA]
Honorários ou Taxas Pagas		
Prop. & Marketing	3%*[PREÇO]	[PP&M]
Comercialização	5%*[PREÇO]	[COM]

*Fig.: 5.3.2 Custeio de [EMPRESA E2]*  
*Valores em Cr\$ mil [m0]/m"*

CUSTEIO PARA CONSTRUÇÃO DO [EMPRESA E3]		
Terreno	310	[TER]
Despesas Legais	5%*[TER]	[DLG]
Custeio direto de Construção	835	[CON]
Margem Contr. Administração	12%*[CON]	[CGA]
Honorários ou Taxas Pagas		
Prop. & Marketing	3%*[PREÇO]	[PP&M]
Comercialização	5%*[PREÇO]	[COM]

*Fig.: 5.3.3 Custeio de [EMPRESA E3]*  
*Valores em Cr\$ mil [m0]/m"*

## 5.4 PRAZOS E PROGRAMA DE DESEMBOLSO

### 5.4.1 PRAZOS

O prazo de execução das obras, válido para os três empreendimentos, é de 30 meses.

### 5.4.2 PROGRAMA DE DESEMBOLSO

Para a produção, o fluxo de desembolso, válido também para os três empreendimentos em questão, está expostos da forma abaixo na *Fig.: 5.4.2.1*, em patamares :

patamares	% custo <sup>(59)</sup> direto	meses compreendidos
pré-operacional	5%	[01-04]
I	15%	[05-10]
II	20%	[11-15]
III	25%	[16-20]
IV	35%	[21-30]
	100%	

<sup>(59)</sup> O percentual de custeio direto correspondente a cada mês será o percentual do patamar dividido igualmente pelos números de meses que o respectivo patamar compreende.

**Fig.: 5.4.2.1 Programa de Desembolso válido para os três Empreendimentos.**

O Terreno **[TER]** será pago no mês 1;

As Despesas de propaganda e marketing **[PP&M]** serão efetivadas a partir **do mês 07** seguindo até o **mês 29** em patamares proporcionais ao fluxo de vendas inicialmente proposto. A Margem de Contribuição para Custeio da Administração **[CGA]**, será proporcional ao desenvolvimento da obra. As Despesas de Comercialização **[COM]** serão proporcionais ao desenvolvimento das vendas efetivadas.

## 5.5 EXPECTATIVA PARA AS VENDAS

Sobre a expectativa das **[vendas]** <sup>(60)</sup> das unidades de cada empreendimento deve-se fazer algumas observações, devido a sua relevada importância no contexto :

**Primeiro** : Como já dito anteriormente, imaginaremos que para este **ESTUDO DE CASO** o comportamento mercadológico seja praticamente "perfeito", identificado por uma harmônica relação entre a oferta e a demanda dos produtos aqui estudados. Esta hipótese simplifica muitas das nossas preocupações em modelar variáveis sobre as quais não possuímos o menor controle. Isto significa que o produto que estamos lançando no mercado possui características de **preço/prazo/qualidade** tão competentes quanto as dos produtos já existentes no mercado e/ou aqueles que, da mesma forma, estão em lançamento.

Digamos que, para o mesmo "público alvo", os empreendimentos **[EMPRESA E1]**, **[EMPRESA E2]** e **[EMPRESA E3]** possuem iguais condições de competição que seus concorrentes, e portanto, terá maior velocidade de vendas **[VELOCIDADE]** aquele que for mais agressivo por ocasião das suas promoções ou que possuir a melhor equipe de vendas.

---

<sup>(60)</sup> **[vendas]** é a segunda variável do cenário a ser analisada sob o ponto de vista da conceituação exposta pela Teoria da Decisão.

É evidente que colapsos nesta estrutura de mercado poderão acontecer. E são exatamente nestes casos que valeremo-nos do uso das probabilidades de ocorrências das diversas circunstâncias mercadológicas, como mostra mais adiante o *item 5.10*, fazendo assim a utilização da conceituação exposta pela Teoria da Decisão. Ou seja, atribuir, mesmo que subjetivamente, probabilidades de ocorrência aos fatos, será muito melhor do que confiar cegamente que as ocorrências idealizadas pelo cenário inicialmente proposto acontecerão sem qualquer desvio. Não pretendemos, no entanto, imaginar que possamos suprimir todas incertezas do mercado, nem, tão pouco, é este o nosso objetivo. Mas, ao invés disto, identificaremos apenas as diversas probabilidades para o volume de **[vendas]** que foi inicialmente previsto.

Como os empreendimentos deste estudo possuem as mesmas "chances" de vender no mercado que os demais empreendimentos, podemos balizar seus preços através do nível médio de preços que o mercado têm praticado para estas tipologias, o que mostramos abaixo na **Fig.: 5.5.1** :

PREÇO PARA VENDA A NÍVEL DE MERCADO DOS EMPREENDIMENTOS DO ESTUDO DE CASO			
	[EMPRESA E1]	[EMPRESA E2]	[EMPRESA E3]
[PREÇO]	1.640	1.650	1.720

**Fig.: 5.5.1 Expectativa para o Preço de Venda**  
Valores em Cr\$ mil [m0]/m"

Já na **Fig.: 5.5.2**, mostraremos como estarão sendo praticadas as condições de pagamento das unidades. Estas condições também são praticadas pelo mercado no momento de análise, e portanto, pode-se dizer que refletem a capacidade de suporte de pagamento do "público alvo" em questão.

CONDIÇÕES DE PAGAMENTO	
20%	Entrada
80%	"n" Parcelas Mensais até o mês 30 <sup>(61)</sup>
100%	Quitação Total do Imóvel no mês 30

**Fig.: 5.5.2 Condições de Pagamento praticada pelo mercado.**

Portanto, tendo em vista as condições de pagamento que descrevemos acima, a análise das tipologias dos empreendimentos ofertados, as condições existentes no mercado atual e da regressão do comportamento das vendas no passado <sup>(62)</sup>, podemos delinear um quadro para a velocidade de vendas [VELOV] das unidades dos empreendimentos deste **ESTUDO DE CASO**, conforme exposto abaixo na **Fig.: 5.5.3** :

---

<sup>(61)</sup> As Parcelas "n" serão calculadas dividindo o Saldo Devedor igualmente pelos números de meses que ainda restam, sendo que o mês 30 é o último mês para pagamentos tanto das parcelas como de eventuais resíduos deste mesmo Saldo Devedor.

<sup>(62)</sup> Regressão admitida também de forma hipotética.

[VELOV] ESPERADA DO [EMPRES E1] <sup>(63)</sup>			
	Meses	Unidades	
70%	[08-19]	23	normal mercado
30%	[ 30 ]	10	estoque <sup>(64)</sup>

*Fig.: 5.5.3 Expectativa para a Velocidade de Vendas do Empreendimento [EMPRES E1] e dos demais.*

---

<sup>(63)</sup> Para o [EMPRES E2] e [EMPRES E3] serão admitidas como estoques no [mês30], 13 unidades, sendo que, nos [meses 08-19] as quantidades de venda normal de mercado serão exatamente iguais a do [EMPRES E1].

<sup>(64)</sup> Nesta fase, para efeitos da análise de viabilidade econômico-financeira, o estoque será mantido sem deságio. Somente quando da introdução da fase probabilística no item 5.10 é que o estoque que não for vendido no último mês, [mês30], sofrerá um deságio em seu valor inicialmente tabelado, de 25% (vinte e cinco por cento).

## 5.6 A ECONOMIA

Estarão aqui representadas as expectativas de comportamento da economia como um todo expressa pelo índice geral de preços e pela inflação setorial da construção civil, respectivamente, definidas pelos índices **[igp]** e **[iscc]**.

Não se tem a pretensão de trabalhar aqui com os dois índices no modelo, um para balizar os custos e outro para refletir os preços, mas, sim, analisaremos e vincularemos o modelo à moeda estável ao nível do **[igp]**, fazendo uma relação entre a inflação setorial **[iscc]** e a inflação da economia o **[igp]** a partir do descolamento **[delta]** <sup>(65)</sup> que o **[iscc]** tem sobre o **[igp]**.

Este modelo estará estruturado de forma que os valores serão expressos em cruzeiros do mês de análise **Cr\$ [m0]**. Suas projeções levam em conta o poder de compra ao longo do tempo, identificando de alguma forma as variações que ocorrerem para acima ou para baixo do nível do **[igp]**, tanto em relação aos **[custos]**, quanto em relação ao **[preço]**.

---

<sup>(65)</sup> **[delta]** é a terceira e última variável do cenário a ser analisada sob o ponto de vista da conceituação exposta pela Teoria da Decisão.



Além de destacar a expectativa de evolução para o comportamento do *[iscc]* e do *[igp]*, também na *Fig.: 5.6.1* estarão representadas as taxas de Custo de Oportunidade *[cop]* e Taxa de Atratividade *[tat]*, que serão definidas, neste momento, igualmente para os três empreendimentos.

CENÁRIO ESPERADO PARA O ANDAMENTO DA ECONOMIA		
		Taxa Ano
inflação setorial esperada	<i>[iscc]</i>	720.0%
inflação geral esperada	<i>[igp]</i>	630.0%
diferencial <i>[iscc]/[igp]</i>	<i>[delta]</i>	12.3%
Custo de Oportunidade <u>(*)</u>	<i>[cop]</i>	24.0%
Taxa de Atratividade <u>(*<sup>66</sup>)</u>	<i>[tat]</i>	60.0%

*Fig.: 5.6.1 Cenário Econômico*

---

(\*) Taxas de rentabilidade induzidas pelo decisor hipotético, expressas acima do *[igp]*.

## 5.7 O FINANCIAMENTO PARA PRODUÇÃO

No mercado financeiro existe a possibilidade de captação de empréstimo (financiamento) para a construção dos empreendimentos, sendo que os juros **[jur]** serão cobrados mês a mês sobre o Saldo Devedor. O principal **[prin]** será pago no mês seguinte ao término das obras.

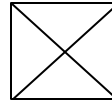
O Financiamento **[FIN]** será contratado após o período pré-operacional, portanto, no **mês 05**; o valor de encaixe será apenas relativo aos valores das parcelas já executadas de cada empreendimento. As taxas cobradas pelo mercado estão demonstradas na **Fig.: 5.7.1** abaixo.

FINANCIAMENTO PARA PRODUÇÃO	[FIN]= [CON] + [ADM]	Taxa Ano
Taxa de Abertura de Crédito	[tac]	3.0%
Juro anual cobrado sobre o Saldo Devedor e pago mensalmente	[jur]	12.0%
Principal <b>[prin]</b> pago no mês 31		

**Fig.: 5.7.1 Financiamento para produção**

## 5.8 FUNCIONAMENTO DO MODELO

O modelo trabalha a partir do fluxo de caixa esperado, com se as variáveis se comportassem da maneira anteriormente exposta pelo cenário. Ou seja, a partir do cenário idealizado é que o modelo manipulará as informações, a fim de que se possa extrair o desempenho gerado pela operação. A **Fig.: 5.8.1** ilustra os movimentos relativos ao funcionamento do modelo.



**Fig.: 5.8.1** *Funcionamento do Modelo Utilizado para avaliar o desempenho da operação.*

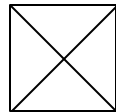
É importante ressaltar que o movimento do fluxo de caixa dos empreendimentos com que o modelo simulará estão vinculados aos recursos empregados no próprio sistema de cada empreendimento, de tal sorte que possamos comparar os investimentos exigidos das operações com os retornos viáveis provenientes das vendas, e só então, avaliar o desempenho de cada operação utilizando para tanto, o conceito de taxa de retorno restrita, conforme conceituação abordada em **Rocha Lima** <sup>(67)</sup>.

Ainda segundo **Rocha Lima** <sup>(68)</sup>, os modelos de análise são estruturados com o objetivo de simular o giro de recursos nos empreendimentos, para então concluir sobre os investimentos exigidos na manutenção do mesmo giro e dos retornos viáveis oferecidos quando o sistema empreendimento gera recursos livres não mais necessários para dar suporte ao custeio da produção. A **Fig.: 5.8.2** ilustra os movimentos dos recursos dentro do sistema empreendimento.

---

<sup>(67)</sup> Rocha Lima Júnior, João , O Conceito de Taxa de Retorno na Análise de Empreendimentos - Uma abordagem Crítica, Nov. 1989, EPUSP.

<sup>(68)</sup> Rocha Lima Jr., João., op.cit. [27].



**Fig.: 5.8.2 Movimentos dos Recursos do Sistema Empreendimento.**

Nesta conceituação, o fluxo de investimentos é avaliado através do modelo que simula o fluxo dos recursos no sistema empreendimento a partir dos orçamentos (custeio), da expectativa de faturamento (preço), e da expectativa de ingresso de recursos de terceiros (financiamentos), avaliando a necessidade de recursos dos investimentos, "zerando" o caixa dos empreendimentos, quando assim o modelo detectar possíveis déficits.

## 5.9 FLUXO DE CAIXA DA OPERAÇÃO

### 5.9.1 FLUXO DE CAIXA RESULTANTE DO CUSTEIO NECESSARIO PARA PRODUÇÃO

Este fluxo é resultante do somatório de todas as saídas previstas conforme o estabelecido pelo patamar e programa de desembolso. Somam-se todas as saídas acumuladas no mês, tais como, compra de terreno, despesas pré-operacionais, de construção e de administração obtendo-se assim o nível de investimentos necessários e exigidos mês a mês. Deste procedimento resultará um fluxo de caixa que será o nível máximo de investimentos <sup>(69)</sup> que o empreendedor deverá dispor, pois nesta fase não se conta com o auxílio de recursos de terceiros (financiamento) para produção, muito menos com encaixe por ocasião de alguma venda efetivada. Vejamos a **Fig.: 5.9.1.1** <sup>(70)</sup> :

---

<sup>(69)</sup> Admitindo-se neste instante que a obra será feita apenas com recursos próprios do empreendedor.

<sup>(70)</sup> Para não escrevermos todos os fluxos de caixa três vezes, pois são três os empreendimentos em estudo, faremos uma abordagem mais detalhada para o empreendimento [EMPRE E1], valendo as mesmas considerações para os outros dois, dos quais apresentaremos apenas seus resultados.

*Fig.: 5.9.1.1 Fluxo de Caixa das Saídas Previstas  
para o Empreendimento [EMPRE E1].  
contando apenas com ingresso de recursos  
próprios do empreendedor  
Valores em Cr\$ milhões [m0]*

### 5.9.2 UTILIZANDO RECURSOS DE TERCEIROS

Neste caso, diferentemente da condição anterior, trabalha-se com os recursos de um financiamento que pretende-se captar, verificando-se ao final, o novo fluxo de investimentos necessários mês a mês, tendo em vista agora a postura gerencial de captação de recursos de terceiros para financiamento da produção.

Sabe-se, no entanto, que a liberação do Financiamento **[FIN]**, será efetuada em parcelas mensais com encaixe a partir do **mês 05**, sendo que a parcela liberada será sempre encaixada no mês seguinte das tarefas de produção já executadas. Sabe-se também que o valor do terreno **[TER]** não é financiável.

A taxa de abertura de crédito **[tac]** será cobrada já na primeira parcela de liberação do financiamento **[FIN]**. Os juros **[jur]** serão cobrados sobre o Saldo Devedor e pagos no mês seguinte da produção a menos da última parcela de **[jur]**, que será cobrada com desconto antecipado por ocasião de sua liberação <sup>(71)</sup>. O principal **[prin]** do financiamento **[FIN]** deverá ser pago após o último mês de produção em parcela única.

---

<sup>(71)</sup> Característica específica deste ESTUDO DE CASO, com a finalidade de manter os encargos a serem pagos dentro dos 30 meses de produção.



A partir destas considerações, obtém-se um segundo fluxo de caixa, dando origem ao novo fluxo de investimentos para o aporte de recursos necessários à produção.

Verifiquemos, então, como ficaria o fluxo de caixa a partir da contratação de **[FIN]**, analisando o novo aporte de recursos para os investimentos exigidos, que mostramos agora na **Fig.: 5.9.2.1** :

*Fig.: 5.9.2.1 Fluxo de Caixa levando em conta a  
contratação do financiamento [FIN]  
com seus devidos encargos  
Valores em Cr\$ milhões [m0]*

### 5.9.3 CONSIDERANDO O FLUXO DAS VENDAS

Numa terceira etapa, verificaremos qual seria este mesmo aporte de recursos, dado que serão consideradas agora a comercialização das unidades de cada empreendimento nas datas e nas velocidades indicadas por **[VELOV]**.

Lembramos ainda que, nesta fase, o estoque no **[mês30]** não sofrerá nenhum deságio <sup>(72)</sup>. O eventual o estoque residual, para efeitos da análise de viabilidade econômico-financeira, sofrerá um deságio em seu valor inicialmente tabelado de **25% (vinte e cinco por cento)** somente quando introduzirmos a fase probabilística no *item 5.10*, sendo considerado, para o mesmo efeito, como **"venda a vista no mês 30"**.

As despesas de comercialização **[COM]** serão proporcionais as vendas efetivadas e serão encaixadas no próprio mês. Vejamos como ficaria o fluxo de caixa na **Fig.: 5.9.3.1** <sup>(73)</sup> relativo ao encaixe ocorrido pela efetivação das vendas planejadas.

---

<sup>(72)</sup> Entendemos que se considerássemos um deságio no estoque nesta fase, estaríamos, antecipadamente, interferindo na análise que o decisor fará com base nas informações probabilísticas e nas suas preferências em relação ao risco, pois o deságio no valor do estoque residual se tornaria numa condição imposta pela modelagem como sendo uma forma prévia de avaliar as condições de risco dos empreendimentos.

<sup>(73)</sup> Vale lembrar que estamos apenas mostrando os resultados do Fluxo de Caixa para o Empreendimento **[EMPRESA E1]**, valendo as mesmas considerações para **[EMPRESA E2]** e para **[EMPRESA E3]**.



*Fig.: 5.9.3.1 Fluxo de Caixa considerando a efetivação das vendas planejadas do Empreendimento [EMPRESA E1]  
Valores em Cr\$ milhões [m0]*

Após todas estas considerações podemos montar o fluxo de caixa total das operações de cada um dos empreendimentos. Isto é, a partir da consideração da compra do **[TER]**, de todos os custeios para a produção **[CON]**, do encaixe de **[FIN]**, das despesas proveniente do mesmo com **[jur]**, **[tac]** e **[prin]**, dos investimentos feitos em **[PP&M]**, das despesas de **[COM]**, bem como do ingresso de recursos via efetivação das **[vendas]**, temos a possibilidade de obter o nível de investimentos exigidos e os retornos viáveis de cada operação, podendo assim avaliar o seu desempenho através da taxa de retorno <sup>(74)</sup> apresentada pelos mesmos, conforme mostra a **Fig.: 5.9.3.2.**

---

<sup>(74)</sup> Taxa de Retorno calculada com o conceito restrito.

*Fig.: 5.9.3.2 Fluxo de Caixa Total do Empreendimento  
[EMPRE E1] para avaliar o desempenho da  
operação através do nível de investimentos  
exigidos e dos retornos viáveis  
Valores em Cr\$ milhões [m0]*

Com a definição destes fluxos, podemos então avaliar a capacidade de retorno que cada empreendimento oferece, utilizando para tanto, como já foi abordado, o conceito de taxa de retorno restrita.

É importante ressaltar que nesta fase da Dissertação não temos a pretensão de fazer uma análise de riscos sobre os empreendimentos em questão no que tange as condições limites de cenário, isto é, não pretendemos manipular o modelo nas suas condições limites para que delas possamos tirar conclusões acerca da variação comportamental de cada um dos empreendimentos.

Ao invés deste tipo de enfoque em termos da análise de risco, daremos ênfase ao enfoque abordado e estudado nesta Dissertação. A partir do estudo de análise de viabilidade econômico-financeira analisaremos as diversas possibilidades de mudanças do cenário proposto, induzindo probabilidades para os acontecimentos destas mudanças. Criaremos, então, uma matriz de probabilidades de ocorrência (apenas para as três variáveis de cenário aqui consideradas) e compilaremos estes dados no modelo simulador. Somente a partir deste instante e de posse dos resultados probabilísticos é que faremos uso da análise de risco como descrevemos anteriormente.



Desta forma, estaremos tratando a análise econômico-financeira sob aspectos incertos <sup>(75)</sup>, utilizando como suporte para sua conceituação, a Teoria da Decisão.

Apresentaremos na sequência um quadro mostrando a Taxa de Retorno *[Trr]* <sup>(76)</sup> para o *[EMPRESA E1]* nas condições idealizadas pelo cenário inicial. Repetiremos este mesmo cálculo para *[EMPRESA E2]* e *[EMPRESA E3]*, sem, no entanto, apresentar seus respectivos fluxos de caixa, entendendo desnecessário nesta fase tal exposição. Vejamos, então, a **Fig.: 5.9.3.3** :

QUADROS DAS TAXAS DE RETORNO <i>[Trr]</i> <sup>(77)</sup>			
	<i>[EMPRESA E1]</i>	<i>[EMPRESA E2]</i>	<i>[EMPRESA E3]</i>
<i>[Trr]</i> Ano Efetivo	110%	102%	123%

**Fig.: 5.9.3.3** *Quadro das Taxas de Retorno dos três Empreendimentos do ESTUDO DE CASO, dado o cenário inicialmente proposto.*

<sup>(75)</sup> Ver a fase probabilística no item 5.10.

<sup>(76)</sup> Os cálculos referentes as taxas de retorno considerados daqui para frente terão seus arredondamentos sem nenhuma casa decimal, tendo em vista que, o uso de casas decimais, neste caso em particular, expressaria uma falsa sensação de qualidade na informação gerada.

<sup>(77)</sup> Taxa de Retorno calculada com o conceito restrito.

Destacamos ainda que, neste estudo não se tem a pretensão de mostrar uma nova descoberta ou maneira de avaliar o desempenho ou o risco da operação. Nem mesmo imaginar que estamos mostrando algo de novo para análise de risco em empreendimentos <sup>(78)</sup>, mas, sim, abordar os conceitos mais antigos da Teoria da Decisão e aplicá-los no contexto do planejamento econômico-financeiro na construção civil através deste **ESTUDO DE CASO**, a fim de que, as posturas do decisor frente ao risco também sejam levadas em consideração na análise formal do processo de decisório.

Como também não temos a intenção de buscar a universalidade das possibilidades neste **ESTUDO DE CASO**, faremos uso dos conceitos estudados pela Teoria da Decisão apenas para três das variáveis de cenário, sabendo antecipadamente da possibilidade de fazer as mesmas considerações para as demais variáveis que aqui não serão analisadas. Portanto, centraremos nossa preocupação somente nestas três variáveis, entendidas aqui como sendo as componentes mais importantes do cenário idealizado e proposto. Esta abordagem estará descrita nas considerações seguintes, onde introduziremos a fase probabilística na modelagem formal da análise.

---

<sup>(78)</sup> Mesmo porque os conceitos abordados nesta Dissertação com relação a Teoria da Decisão já existem a mais de 40 anos.

## 5.10 A FASE PROBABILÍSTICA

Sabemos que as taxas de retorno apresentadas na **Fig.: 5.9.3.3** representam os desempenhos gerados pelas operações dos três empreendimentos hipotéticos caso o cenário inicialmente proposto venha a se realizar. No entanto, não temos certeza de sua realização. Admitiremos, então, probabilidades de ocorrência para os diversos valores que as variáveis de cenário possam assumir. Como já evidenciamos anteriormente no *item 3.1*, a decisão na escolha, por um ou por outro empreendimento, está fortemente ligado às probabilidades de acontecimentos das variáveis de cenário. Assim, esta fase é de relevada importância para a obtenção de êxito no processo decisório.

Ainda de conformidade com o escrito no *item 3.1* estas probabilidades podem ter várias origens, como por exemplo, a partir de experiências do passado ou mesmo da tabulação dos resultados já verificados <sup>(79)</sup>. Fala-se, neste caso, em probabilidades objetivas. Nos casos em que as probabilidades representam as codificações das informações ou das opiniões, elas podem ser chamadas de subjetivas, conforme definições também abordadas no *item 3.1*.

---

<sup>(79)</sup> Valem as mesmas considerações a respeito das variáveis possuírem características de variáveis contínuas ou discretas.

O importante é que, as probabilidades subjetivas serão tratadas da mesma maneira que as probabilidades objetivas, como demonstrou **Savage** <sup>(80)</sup>.

Neste **ESTUDO DE CASO** restringir-nos-emos ao estudo de apenas três das variáveis de cenário, sendo que, duas delas, são pertinentes a economia setorial, e uma, a comparação entre a economia setorial da construção civil e a economia de modo em geral.

Inferindo estatisticamente nas atribuições das probabilidades para o empreendimento **[EMPREE E1]** mostramos, na **Fig.: 5.10.1** abaixo, faixas para os valores que a variável **[custos]** poderia assumir no contexto deste estudo :

PROBABILIDADES PARA OS CUSTOS DO [EMPREE E1]			
de Cr\$ mil/m <sup>2</sup>	até Cr\$ mil/m <sup>2</sup>	Probab. Ocorrência	Probab. Acumulada
700	800	2.5%	2.5%
800	830	2.5%	5.0%
830	860	90.0%	95.0%
860	950	2.5%	97.5%
950	1000	2.5%	100.0%

**Fig.: 5.10.1 Distribuição Probabilística de Ocorrência dos Custos/m<sup>2</sup> para o [EMPREE E1] Valores em Cr\$ mil/m<sup>2</sup> [m0]**

É evidente que esta distribuição probabilística provém de inferências estatísticas, as quais, neste **CASO** em

<sup>(80)</sup> Savage, L. J, op.cit. [29].

particular, não pretendemos analisar, mesmo porque estamos trabalhando com empreendimentos hipotéticos.

Lembramos apenas, como já abordado em capítulos anteriores, que estas distribuições estatísticas podem não provir de dados históricos, mas sim de experiências empíricas dos especialistas ou dos decisores, fazendo com que as probabilidades subjetivas passem a fazer parte integrante do processo decisório, muito embora saibamos que o setor da construção civil é um dos que mais sofrem a influência de não especialista no processo decisório e portanto, carregam em sua constatação, muitas vezes, vieses ou comportamentos totalmente anômalos.

Da mesma forma que procedemos para os **[custos]**, imaginaremos distribuições probabilísticas para faixas de valores que as outras variáveis de cenário aqui estudadas possam assumir. Destacamos, então, para a variável **[delta]** <sup>(81)</sup>, na **Fig.: 5.10.2**, novamente uma inferência estatística hipotética.

PROBABILIDADES PARA O OCORRENCIA DO DESCOLAMENTO [DELTA] ENTRE O [ISCC] E O [IGP]			
de % ano	até % ano	Probab. Ocorrência	Probab. Acumulada
8.0	10.0	3%	3%

<sup>(81)</sup> Descolamento entre o [iscc] e o [igp].

10.0	12.0	10%	13%
12.0	14.0	60%	73%
14.0	16.0	15%	88%
16.0	18.0	12%	100%

**Fig.: 5.10.2 Probabilidade de Ocorrência do Descolamento [Delta]**

A terceira e última variável de cenário a ser analisada, a variável **[vendas]**, deve merecer um tratamento todo especial em nossa análise, pois é muito complexo, e talvez de difícil mensuração tabular dados de uma variável completamente discrepante e distinta das demais.

Embora as restrições do parágrafo anterior sejam válidas, sentimos que é possível pelo menos sinalizar um vetor comportamental para esta variável, verificando assim, a tendência mercadológica existente no momento.

As interferências dos compradores (usuários finais) ou investidores não especializados no setor da construção civil, como dito anteriormente, podem, sem dúvida, comprometer este vetor comportamental, seja pelo crescimento ou pela redução da velocidade das vendas **[VELOV]** apresentada como a tendência inicial.

Além disto, grande parte da influência no comportamento das vendas dá-se a aspectos conjunturais, produzindo um viés ainda maior por se tratar de empreendimentos de longa duração.

Por outro lado, para que se assegure de alguma forma que as **[vendas]** estejam nos patamares inicialmente

previstos por **[VELOV]**, podemos fazer uso de um mecanismo de ajuste - o **[preço]**. Lembra **Rocha Lima** <sup>(82)</sup> que o **[preço]** de um produto imobiliário se origina, basicamente, de três vetores:

\* Do **[preço]** desejado pelo empreendedor, como necessário para satisfazer os níveis dos resultados pretendidos;

\* Do **[preço]** praticado pela concorrência, para um produto equivalente e dirigido para o mesmo público alvo <sup>(83)</sup> ;

\* Do **[preço]** capaz de ser pago pelo mercado, resultante da somatória de sua poupança acumulada e da sua capacidade de endividamento.

Continua dizendo que, a tendência é de ajuste pelo menor dos três valores, e, a médio prazo, surge uma acomodação entre os **[preço]** praticados, a capacidade de pagamento pelo mercado e a qualidade do produto ofertado quando comparado com sua vizinhança.

---

<sup>(82)</sup> Rocha Lima Júnior, João - Avaliação do Risco nas Análise de Empreendimentos Habitacionais, Fev. 1991 EPUSP.

<sup>(83)</sup> Neste nosso CASO imaginaremos uma condição de estrutura mercadológica perfeita, para que possamos estar isentos de qualquer tipo de vício mercadológico ou algo similar.

Mesmo que o **[preço]** seja tal agente de ajuste no processo mercadológico, isto não significa que será o único vetor responsável na influência do processo das vendas - embora admitamos que seja o maior - e portanto, as incertezas relativas ao processo das **[vendas]** continuam configurando-se da mesma forma.

Esta variável comportamental difere das duas anteriormente citadas. Enquanto que as variáveis anteriores <sup>(84)</sup> possuem um comportamento característico de variável contínua, a variável **[vendas]** possui um comportamento de variável discreta.

Desta forma, podemos então atribuir probabilidades duplas aos acontecimentos. Uma para as quantidades de unidades vendidas e outra para os meses em que ocorrerão estas vendas. No entanto, usaremos uma simplificação que não invalida a postura acima descrita. Em função da regressão feita sobre o comportamento das vendas passamos a admitir apenas uma probabilidade fruto da união das duas considerações anteriores.

Sabemos ainda que a efetiva **[venda]** das unidades, depende, fundamentalmente, do momento mercadológico que se vive. Isto faz com que a medida que nos "distanciamos" do mês de análise, nossa previsões iniciais ficam cada vez mais frágeis. Mas, de qualquer forma, precisamos estimá-las, e utilizaremos as condições mercadológicas existentes "hoje"

---

<sup>(84)</sup> **[custos]** e **[delta]**.



para podermos projetá-las, até porque, esta é uma das condições necessárias para que possamos utilizar o modelo idealizado para análise de viabilidade econômico-financeira com a conceituação exposta pela Teoria da Decisão.

Neste sentido, destacaremos a seguir, três quadros relativos aos perfis probabilísticos para as **[vendas]** do **[EMPRE E1]**. Faremos com que a "distância" entre o mês de análise e o mês da efetiva venda das unidades, seja, de certa forma, avaliada. A cada mês que nos "distanciarmos" do mês de análise **[m0]**, imaginaremos que nossas previsões ficarão cada vez menos precisas e configuraremos estas imprecisões através da inferência probabilística nas vendas inicialmente previstas por **[VELOV]**.

Vejamos, então, na **Fig.: 5.10.3**, abaixo, o perfil probabilístico das vendas no mês 08 **[vendas 08]** para o **[EMPRE E1]** <sup>(85)</sup> :

PROBABILIDADES DAS VENDAS DO EMPREENHIMENTO [EMPRE E1] *** MES 08 ***			
de unidades vendidas	até unidades vendidas	Probab. Ocorrência	Probab. Acumulada
0	0	5.0%	5.0%
1	1	90.0%	95.0%
2	2	4.9%	99.9%
3	33	0.1%	100.0%

**Fig.: 5.10.3 Probabilidade do Comportamento das Vendas para o [EMPRE E1] para o MES 08**

Usaremos ainda de outra simplificação apenas para redução da quantidade de cálculos. Admitiremos que o perfil probabilístico das **[vendas]** efetivadas entre os **meses 09 e 19 [vendas 09-19]** seja exatamente o mesmo. Este tipo de simplificação é válida, uma vez que a proporção ou "probabilidade de erro" (vendas previstas e não efetivadas ou vendas efetivadas e não previstas) é constante ao longo de todos os meses, tendo em vista que as **[vendas]** planejadas neste período são exatamente as mesmas de mês para mês <sup>(86)</sup>.

---

<sup>(85)</sup> Mais adiante tal procedimento será alvo de nossas críticas.

<sup>(86)</sup> Conforme Tabela de Vendas caracterizada por [VELOV] do [EMPRE E1].

É claro que a exemplo do que dissemos em parágrafos anteriores com relação a "distância" entre o mês de planejamento e o mês da efetiva **[venda]** das unidades continua sendo válido. Mas, a simplificação aqui descrita evita cálculos estatísticos em demasia, não nos desviando do objetivo que nos propomos alcançar. Então, vejamos qual seria o perfil das probabilidades das vendas dos **meses 09 a 19** conforme o exposto abaixo no quadro da **Fig.: 5.10.4** :

PROBABILIDADES DAS VENDAS DO EMPREENHIMENTO [EMPRESA E1] *** MES 09 a MES 19 ***			
de unidades vendidas	até unidades vendidas	Probab. Ocorrência	Probab. Acumulada
0	0	2.0%	2.0%
1	1	12.0%	14.0%
2	2	85.0%	99.0%
3	33	1.0%	100.0%

**Fig.: 5.10.4 Perfil Probabilístico do  
Comportamento das Vendas para o  
[EMPRESA E1] do MES 09 AO MES 19**

Apenas faremos uma diferenciação do último mês previsto para **[vendas]**, o **mês 30**. Neste mês, além das quantidades de unidades envolvidas no processo de vendas ser maior <sup>(87)</sup>, é o mês em que temos a maior "distância" entre a análise (o mês de planejamento) e o respectivo mês de venda. Portanto, é aconselhável que se utilize um novo perfil de distribuição probabilística, fazendo com que o "tamanho" da

<sup>(87)</sup> Conforme cenário inicialmente proposto na Fig.: 5.5.3.

incerteza com relação a efetivação das vendas seja de certa forma, quantificado, diferenciado e evidenciado dos demais meses conforme mostra a **Fig.: 5.10.5** :

PROBABILIDADES DAS VENDAS DO EMPREENHIMENTO [EMPRESA E1] *** MES 30 ***			
de unidades vendidas	até unidades vendidas	Probab. Ocorrência	Probab. Acumulada
0	0	2.0%	2.0%
1	5	3.0%	5.0%
6	8	20.0%	25.0%
8	10	75.0%	100.0%

**Fig.: 5.10.5 Perfil Probabilístico do  
Comportamento das Vendas para o  
[EMPRESA E1] do MES 30**

Mostramos, então, três quadros relativos ao perfis probabilísticos das **[vendas]** do **[EMPRESA E1]**. Destacamos em patamares diferenciados os valores referentes as inferências estatísticas do primeiro mês de vendas, as inferências dos meses intermediários, e, num terceiro quadro, as inferências estatísticas das vendas das unidades do último mês previsto no fluxo de caixa **[mês30]** <sup>(88)</sup>.

Desta forma, entendemos que praticamente todos os dados e informações necessários para dar partida ao processo

---

<sup>(88)</sup> Estas ponderações e estimativas serão posteriormente alvo de uma extensa crítica.

de simulação já foram abordados. Ainda precisamos detalhar um pouco mais como será feito o processo de simulação destas variáveis de cenário, agora condicionadas à funções probabilísticas.

### 5.11 PROCESSAMENTO DO MODELO

O processamento do modelo será feito através da utilização do **Método de Simulação Total** proposto por **Hertz** <sup>(89)</sup>, combinando as estimativas de distribuição de probabilidade de cada fator que afeta a decisão de investimento (no nosso **ESTUDO DE CASO** são as variáveis de cenário), e, então, simular as possíveis variações e combinações dos valores de cada variável para determinar as faixas dos resultados das taxas de retorno [**Trr**] e suas respectivas probabilidades de ocorrência que estarão associadas a cada uma destas combinações. O resultado final será o "**Retorno Esperado**", sua dispersão e, em consequência, o "**Novo Perfil de Risco**" <sup>(90)</sup> de cada empreendimento. Pelo modelo de simulação total proposto por **Hertz**, nove são os fatores que interferem na decisão:

1. **Tamanho do Mercado**
2. **Preço de Venda do Produto**
3. **Taxa de Crescimento do Mercado**
4. **Parcela Eventual do Mercado**
5. **Investimento Total Necessário**
6. **Vida Esperada do Empreendimento**
7. **Valor Residual no Fim do Período**
8. **Custos da Operação**
9. **Custos Fixos**

---

(<sup>89</sup>) Hertz, David B. , Risk Analysis in Capital Investment, Harvard Business Review, Jan-Fev- 1964, p 95-106.

(<sup>90</sup>) "Novo Perfil de Risco" - entendido aqui da forma com que é abordado pela Teoria da Decisão.

Muitos destes fatores que interferem na decisão identificados por *Hertz*, sequer teriam sentido de serem simulados neste exemplo, dado que a formulação deste **ESTUDO DE CASO** parte de algumas considerações hipotéticas, e que aqui, não cabe discutí-las. O Tamanho do Mercado e a Parcela Eventual de Mercado (**Fatores 1 e 4**), não serão simulados, pois a formulação deste **CASO** não nos permite enxergar este tamanho, muito menos a parcela deste mercado que eventualmente teríamos. A Vida Esperada do Empreendimento, o Valor Residual no Fim do Período e os Custos Fixos (**Fatores 6 ,7 e 9**) são características pertinentes aos setores industriais, onde estes fatores realmente fazem parte da operação para analisar a viabilidade econômico-financeira de um empreendimento. Na construção civil, para efeitos deste tipo de análise, não são estes os fatores mais importantes a ponto de serem considerados na viabilidade. Agora, o Preço de Venda do Produto, a Taxa de Crescimento do mercado, o Investimento Total Necessário e o Custo da Operação (**Fatores 2, 3, 5 e 8**), estes sim, teriam sentido em serem simulados para efeitos da análise de viabilidade econômico-financeira de um empreendimento na construção civil. Entretanto, neste **ESTUDO DE CASO**, estamos simulando apenas três fatores. Os **[custos]**, **[delta]** e as **[vendas]**. De imediato detectamos que dois destes fatores, **[custos]** e **[vendas]**, referem-se basicamente as condições necessárias para avaliação econômico-financeira de um empreendimento, e o fator **[delta]** nos mostra uma característica específica do

setor da construção civil que é o descolamento existente entre o *[iscc]* e o *[igp]*.

Estas variáveis de cenário serão simuladas no modelo proposto por **Hertz** da seguinte maneira: Utiliza-se um processador randômico para gerar valores ao acaso. Busca-se na tabela de probabilidades de cada variável de cenário <sup>(91)</sup>, o valor correspondente a cada geração feita. Agora, com os novos valores atribuídos a *[custos]*, *[delta]* e *[vendas]*, processa-se a análise de viabilidade econômico-financeira deste cenário em particular, fazendo com que o modelo simule cada nova condição gerada <sup>(92)</sup>. Desta forma, obtêm-se a cada simulação feita, uma nova taxa de retorno. Repete-se este processo um certo número razoável de vezes (de 100 a 200 vezes). O que teremos será uma listagem das diversas taxas de retorno e suas respectivas frequências de ocorrência. Levanta-se, então, uma curva de distribuição probabilística dos retornos esperados, constituindo-se assim no "*Novo Perfil de Risco de Cada Empreendimento*" <sup>(93)</sup>.

---

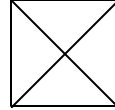
<sup>(91)</sup> Neste ESTUDO DE CASO são *[custos]*, *[vendas]* e *[delta]*.

<sup>(92)</sup> Para a otimização do processo utilizaremos de uma pequena simplificação. Fixaremos os vários valores que *[delta]* possa assumir conforme Fig.: 5.10.8 e deixaremos as outras duas variáveis livres para que possam assumir valores da geração randômica. Esta condição vem da necessidade de simular as operações para os três empreendimentos com o mesmo *[delta]*, pois esta variável reflete o descolamento entre índices econômicos não refletindo na relação entre empreendimentos.

<sup>(93)</sup> Vale a mesma observação feita anteriormente sobre o Perfil de Risco dos Empreendimentos.



Vejamos, na **Fig.: 5.11.1** abaixo, como ficaria a rotina de procedimentos para o processo de simulação total proposto por **Hertz**.



**Fig.: 5.11.1 Rotinas para utilização do Processo de Simulação Total Proposto por Hertz.**

É importante lembrar que estes "fatores", ou variáveis de cenário aqui analisados serão considerados independentes, contribuindo de igual forma no processo simulatório. Esta condição segue o mesmo raciocínio elaborado anteriormente quando discutimos a respeito da independência entre empreendimentos, portanto, valem os mesmos comentários.

## 5.12 RESULTADOS DO PROCESSAMENTO

Como já abordamos, o processamento constitui-se na simulação de vários cenários com a geração das variáveis feitas de forma randômica, observando que as frequências desta geração devem ser compatíveis com as respectivas frequências indicadas no *item 5.10* nos quadros das figuras **Fig.: 5.10.1** a **Fig.: 5.10.5**, satisfazendo, assim, a condição inicialmente adotada na inferência probabilística de cada uma delas. Este procedimento é bastante simples. Basta fazermos uma tabela de **[0.0]** a **[99]** e alocarmos na geração de números aleatórios a mesma proporcionalidade com que foram concebidas as frequências de cada variável aleatória. Exemplificando : A probabilidade de **[venda]** de nenhuma unidade do **[EMPRESA E1]** no **mês 08** <sup>(94)</sup> é de **5.0%**. Portanto, qualquer número da geração de dados aleatórios que estiver entre **[0.0]** e **[5.0]** corresponderá a este acontecimento. Este raciocínio vale para as demais variáveis de cenário. A combinação destas variáveis <sup>(95)</sup> é que nos fornecerá o cenário com o qual o modelo simulará a análise de viabilidade de econômico-financeira de cada empreendimento deste **ESTUDO DE CASO**.

---

<sup>(94)</sup> Conforme Fig.: 5.10.3

<sup>(95)</sup> Variáveis de cenário vinculadas agora a uma função randômica.

Novamente aqui destacamos que descreveremos com mais detalhes esta combinação de números e de seus respectivos resultados parciais apenas para o empreendimento **[EMPRESA E1]**, observando que, para os outros dois empreendimentos, **[EMPRESA E2]** e **[EMPRESA E3]**, o comportamento é absolutamente idêntico.

Ainda vale um lembrete. Das três variáveis de cenário aqui analisadas, duas delas têm seus comportamentos ligados diretamente as características próprias de cada empreendimento. No entanto, a variável **[delta]** deve ser simulada com o mesmo valor para os três empreendimentos a cada nova geração de números aleatórios, pois **[delta]** <sup>(96)</sup> reflete o comportamento entre economias e não do comportamento de cada empreendimento em particular.

Sendo assim, vejamos na **Fig.: 5.12.1** abaixo, qual seria o resultado do processamento para o **[EMPRESA E1]**, dado que foram feitas duzentas simulações randômicas. O que extraímos deste processamento são, como já dito anteriormente, as taxas de retorno e suas respectivas frequências de ocorrência.

---

<sup>(96)</sup> descolamento entre o **[iscc]** e o **[igp]**

RESULTADOS APRESENTADOS PELA [Trr] ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE CENÁRIOS NO PROCESSO RANDOMICO PARA [EMPRESA E1]			
[Trr] Ano Efetiva de	[Trr] Ano Efetiva até	Frequência Ocorrência	Frequência Acumulada
-20.0%	15.0%	15%	15%
16.0%	24.0%	14%	29%
25.0%	39.0%	17%	46%
40.0%	70.0%	20%	66%
71.0%	100.0%	18%	84%
101.0%	145.0%	16%	100%

*Fig.: 5.12.1 Resultados das [Trr] obtidos através da simulação das variáveis de cenários conforme proposição feita por Hertz para o [EMPRESA E1].*

Reflitamos um pouco sobre estes números.

A probabilidade da [Trr] para o [EMPRESA E1] ser maior que 15% é de 85%,  $[PROB TrrEMPRESA E1 > 15\%] = 85\%$ , sendo que boa parte destas taxas devem ficar entre as taxas de  $[Trr] = 16\%$  e  $[Trr] = 100\%$  ano efetivo.

Há pelo menos 29% de chance que a [Trr] seja menor que  $[cop] = 24\%$ ,  $[PROB TrrEMPRESA E1 < 24\%] = 29\%$  podendo ser até negativa. Esta condição de [Trr] negativa deve-se ao fato óbvio de que no processo randômico, a combinação das variáveis "ruins" foi a que prevaleceu.

O "Quadro" apresentado na figura acima, daqui para frente passa a representar o "Novo Perfil de Risco" do [EMPRESA E1]. Isto é, cada um dos empreendimentos aqui estudado passa a ter uma "nova condição de risco", com

possibilidades de oferecer diversos níveis de taxas de retorno, cada qual com sua respectiva probabilidade de ocorrência. Diante deste **novο perfil**, o decisor deverá escolher aquele empreendimento que lhe oferecer o menor risco com o maior retorno, e deverá fazê-lo, valendo-se de suas preferências e de seu comportamento frente à situações de risco.

Abordamos desde o início que a variável **[vendas]** "regeria" de certa forma o vetor comportamental das **[Trr]**, e, conseqüentemente, o perfil de risco dos empreendimentos. Já que esta variável é tão significativa assim, especulemos um pouco mais sobre seu comportamento. No *item 5.10* desta Dissertação fizemos algumas simplificações para efeitos dos cálculos. Estas simplificações resumiam-se na adoção de apenas um perfil probabilístico para as vendas entre os **[meses 09 a 19] [vendas 09-19]**. Ora, estas simplificações por si só já são, em grande parte, responsáveis pela forma com que está estruturado o perfil de risco de cada empreendimento **[EMPRE EN]**. Qualquer que seja o resultado do processo randômico, o comportamento das vendas nos **[meses 09 a 19]** será exatamente o mesmo. Quer dizer que, se houver um resultado ruim no **[mês 09]** admitido através da escolha da variável pelo processo randômico, os demais meses estarão "condenados" a receber o mesmo tipo de tratamento. Destacamos que este tipo de comportamento aqui imposto pela modelagem é absolutamente procedente em economias estáveis.

Isto é, se o comportamento das **[vendas]** não foi satisfatório em um determinado mês, com muita dificuldade o será diferente nos meses seguintes mais próximos, sendo um vetor tendencial a curto prazo. A longo prazo <sup>(97)</sup>, o comportamento pode ser alterado, como também verifica-se na geração aleatória.

Estas observações nos leva a imaginar que para manipularmos um modelo de simulação como o apresentado, nossas previsões para as variáveis de cenário, principalmente as **[vendas]**, devam assumir um grau mínimo de precisão compatível com a modelagem proposta. Como já dito anteriormente, neste **ESTUDO DE CASO** admitiremos a existência de um mercado perfeito, onde a relação oferta/demanda, pressupostamente, está em equilíbrio. A partir deste, lançaremos mão de um outro pressuposto. Imaginaremos que o setor de **[vendas]** da empresa hipotética é competente o suficiente para nos fornecer dados sobre as previsões das **[vendas]**, de modo que contemple as exigências impostas por esta modelagem <sup>(98)</sup>.

Feitas estas considerações, válidas aqui para os três empreendimentos do **ESTUDO DE CASO**, veremos nos quadros das **Fig.: 5.12.2** e **Fig.: 5.12.3** qual seria o comportamento

---

<sup>(97)</sup> Em nossa modelagem seria o [mês30].

<sup>(98)</sup> Na Conclusão deste trabalho, abordaremos alguns aspectos da adoção de índices e perfis de probabilidade completamente subjetivos utilizando tais informações como "informações a priori" do processo e analisaremos a condição de risco-retorno dos empreendimentos.

do "*Novo Perfil de Risco*" para o [EMPRESA E2] e para o [EMPRESA E3], admitindo-se que proceda-se de maneira idêntica na obtenção de tais resultados :

Então, para o [EMPRESA E2], o resultado seria :

RESULTADOS APRESENTADOS PELA [Trr] ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE CENÁRIOS NO PROCESSO RANDOMICO PARA [EMPRESA E2]			
[Trr] Ano Efetiva de	[Trr] Ano Efetiva até	Frequência Ocorrência	Frequência Acumulada
-20.0%	15.0%	7%	7%
16.0%	24.0%	10%	17%
25.0%	39.0%	25%	42%
40.0%	70.0%	24%	66%
71.0%	100.0%	24%	90%
101.0%	145.0%	10%	100%

*Fig.: 5.12.2 Resultados das [Trr] obtidos através da simulação das variáveis de cenários conforme proposição feita por Hertz para o [EMPRESA E2].*

E para [EMPRESA E3], o resultado seria :

RESULTADOS APRESENTADOS PELA [Trr] ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE CENÁRIOS NO PROCESSO RANDOMICO PARA [EMPRESA E3]			
[Trr] Ano Efetiva de	[Trr] Ano Efetiva até	Frequência Ocorrência	Frequência Acumulada
-20.0%	15.0%	11%	11%
16.0%	24.0%	15%	26%
25.0%	39.0%	20%	46%
40.0%	70.0%	20%	66%
71.0%	100.0%	22%	88%
101.0%	145.0%	12%	100%

*Fig.: 5.12.3 Resultados das [Trr] obtidos através da simulação das variáveis de cenários conforme proposição feita por Hertz para o [EMPRESA E3].*

Algumas observações com relação às tabelas apresentadas nas figuras anteriores. Se fôssemos separar as faixas de ocorrência das **[Trr]** na razão de algum critério probabilístico, certamente os intervalos não seriam os descritos acima. Para que ficasse mais fácil o entendimento, e inclusive a visualização no contexto setorial em que se insere os empreendimentos, é que adotamos os intervalos descritos. Ainda tomamos o cuidado de fazer com que estes intervalos fossem os mesmos para os três empreendimentos, tornando assim, a análise dos números mais simplificada.

Diante agora do "**Novo Perfil de Risco**" <sup>(99)</sup> de cada empreendimento, podemos processar a análise dos critérios de decisão utilizando a conceituação abordada nos capítulos anteriores sobre o uso da Teoria da Decisão como sendo ferramental útil para "ajudar" o decisor a posicionar-se diante da melhor alternativa dentre as apresentadas, fundamentando, tal procedimento na utilização de suas preferências em relação ao risco.

---

<sup>99</sup> ( ) **Novo Perfil de Risco** entendido da forma com que se insere no contexto e conceituação exposta pela Teoria da Decisão.



### 5.13 APLICABILIDADE DA TEORIA DA DECISÃO

Já verificamos que a incerteza é inerente as decisões de investimentos de uma empresa. Seria inútil e ingênuo demais se imaginássemos que pudéssemos ignorá-la na esperança, talvez, de que ela viesse a desaparecer.

Ao invés disto, projetamos uma distribuição probabilística das variáveis de cenário que mais afetariam este processo decisório, utilizando tal distribuição como "informação a priori" para simulação das variáveis de cenário na modelagem proposta por **Hertz** <sup>(100)</sup>. Após termos processado esta simulação, os resultados obtidos formarão, o "**Novo Perfil de Risco**" <sup>(101)</sup> de cada empreendimento. Todo este procedimento nós já conhecemos, como também sabemos que as probabilidades "a priori" ou foram fornecidas através de análise dos dados históricos verificados estatisticamente, ou foram indicadas pela utilização da subjetividade do próprio tomador de decisão. Com estes tipos de observações, obteremos uma grande gama de informações que, não nos indica o vetor da melhor decisão, mostra-nos apenas a tendência comportamental de cada empreendimento com relação ao risco

---

<sup>(100)</sup> Hertz, David B., op.cit. [15].

<sup>(101)</sup> Valem as considerações feitas anteriormente acerca do "**Novo Perfil de Risco**".

da operação quando submetido ao processo de incerteza citado.

Nem poderia ser diferente, pois as abordagens que fizemos nos primeiros capítulos é de que, justamente o vetor comportamental indicando a melhor decisão do processo deveria levar em conta não só este " **Novo Perfil de Risco** " como também as preferências e atitudes do decisor quando estiver frente a uma situação que envolva incertezas.

Desta forma e, sob o ponto de vista da conceituação exposta na teoria da utilidade desenvolvida e concebida por **Von Neumann e Morgenstern** <sup>(102)</sup>, é que faremos uso de tais conceitos para avaliar as condições em que o tomador de decisão se posicionará para a escolha de empreender determinado empreendimento em detrimento dos demais.

Da mesma forma que descrevemos as probabilidades (sejam elas subjetivas ou não) usadas para caracterizar o perfil de risco do empreendimento, conceituamos a função utilidade para descrever o comportamento e/ou a preferência do decisor em relação ao risco. Avaliamos este último através de um índice de satisfação relativa ou de indiferença entre as alternativas propostas.

---

<sup>(102)</sup> Von Neumann e Morgenstern, op.cit. [34]

Das conclusões deste procedimento é que verificamos a atitude do decisor em relação ao risco. Esta atitude, representada agora numericamente através do coeficiente de aversão ao risco, cuja tendência é ser constante, é, também, mostrada em forma de um gráfico que recebe o nome de **Perfil do Decisor em Relação ao Risco**. Perfil que terá as características da Função Utilidade do decisor. Caso a tendência do seu coeficiente não se comportar de maneira constante é porque, provavelmente, as quantias envolvidas neste processo decisório são absolutamente insignificante para o decisor <sup>(103)</sup> ou o processo não lhe oferece risco nenhum.

De posse agora do "**Perfil de Risco**" do tomador de decisão, podemos extrair informações deste gráfico capazes de nos orientar sobre qual seria a alternativa de investimento que estaria de acordo com as suas preferências mais básicas, identificando assim o vínculo entre o tomador de decisão e a decisão tomada.

Evidente que, se admitirmos qualquer decisor hipótetico, estaríamos vinculando este processo de tomada de decisão ao perfil de um decisor cujas preferências seriam simbolicamente apresentadas sem qualquer sentido de crítica mais profunda. Portanto, entendemos necessário até por uma questão de dar maior contexto real, que o tomador de decisão

---

<sup>(103)</sup> Ver item 3.3.2 desta Dissertação.

seja o próprio autor desta Dissertação. Arrolaremos então sobre suas características e preferências em relação ao risco, para só então identificar qual seria a escolha de alternativas que contempla os conceitos sobre a Teoria da Decisão aqui abordada.

Antes porém, de discutir sobre as conceituações das preferências do autor em relação ao risco, precisamos ainda verificar um procedimento matemático exposto no contexto da Teoria da Decisão. Procedimento este, que serve de parâmetro para identificarmos se determinado indivíduo é averso, neutro ou propenso ao risco. Tal cálculo baseia-se no Valor Esperado da Taxa de Retorno [*VE Trr EMPRE EX*] de cada alternativa (empreendimento) conforme o descrito no *item 3.2* desta Dissertação.

### 5.13.1 O USO DO VALOR ESPERADO

Conforme conceituação exposta no item 3.2, o Valor Esperado da Taxa de Retorno  $[Trr]$  de um empreendimento é denotado por  $[VE Trr EMPRE EX]$  e calculado como sendo :

$$[VE Trr EMPRE EX] = \sum x_i \cdot P(X=x_i)$$

(5.13.1.1)

onde,  $P(X=x_i)$  são as probabilidades relativas a cada resultado discreto da faixa de valores das taxas de retorno  $[Trr]$  e  $x_i$  são as taxas de retorno calculadas, como sendo o valor mediano das faixas de  $[Trr]$  encontradas <sup>(104)</sup>, avaliando, assim, a tendência da distribuição probabilística, localizando o ponto ou a  $[Trr]$  mais provável da possibilidade de resultado. Vejamos como ficariam os cálculos relativo a este procedimento conforme descrito nas **Fig. : 5.13.1.2, Fig. : 5.13.1.3 e Fig. : 5.13.1.4** abaixo :

---

<sup>(104)</sup> Tal procedimento será alvo de crítica nas Considerações Finais deste trabalho.

[Trr] média	◦ Probabilidade ◦ Ocorrência
-2.5%	◦ 15%
20.0%	◦ 14%
32.0%	◦ 17%
55.0%	◦ 20%
85.0%	◦ 18%
123.0%	◦ 16%
[VE Trr [EMPRES E1]] <sup>(*)</sup> = 54%	

*Fig. : 5.13.1.2 Valor Esperado para a Taxa de Retorno [Trr] do [EMPRES E1], admitindo como taxa mediana a [Trr] média de sua respectiva faixa.*

[Trr] média	◦ Probabilidade ◦ Ocorrência
-2.5%	◦ 15%
20.0%	◦ 14%
32.0%	◦ 17%
55.0%	◦ 20%
85.0%	◦ 18%
123.0%	◦ 16%
[VE Trr [EMPRES E2]] <sup>(*105)</sup> = 56%	

*Fig. : 5.13.1.3 Valor Esperado para a Taxa de Retorno [Trr] do [EMPRES E2], admitindo como taxa mediana a [Trr] média de sua respectiva faixa.*

---

<sup>(105)</sup> Conforme forma de cálculo exposta pela equação (5.13.1.1)

[Trr] média	o	Probabilidade o Ocorrência
-2.5%	o	15%
20.0%	o	14%
32.0%	o	17%
55.0%	o	20%
85.0%	o	18%
123.0%	o	16%
[VE Trr [EMPRES E3]] <sup>(*106)</sup> = 54%		

**Fig. : 5.13.1.4 Valor Esperado para a Taxa de Retorno [Trr] do [EMPRES E3], admitindo como taxa mediana a [Trr] média de sua respectiva faixa.**

Para melhor visualização, a **Fig.: 5.13.1.5** abaixo, dispõem de forma diferente os Valores Esperados para as taxas de retorno dos empreendimentos deste **ESTUDO DE CASO**.

QUADRO RELATIVO AOS VALORES ESPERADOS PARA AS [TRR] DOS EMPREENDIMENTOS			
	[EMPRES E1]	[EMPRES E2]	[EMPRES E3]
[VE Trr EMPRES EX]	54%	56%	54%

**Fig.: 5.13.1.5 Quadro relativo aos [VE Trr EMPRES EX].**

Analisando o quadro acima, teríamos o **[EMPRES E2]** como sendo o melhor dos três empreendimentos, pois possui o maior valor esperado da taxa de retorno **[VE Trr EMPRES E2]=56%**. Entretanto, sabemos que o cálculo do Valor Esperado da taxa de retorno de cada empreendimento é um método capaz de caracterizar distribuições multivalorizadas dos possíveis resultados futuros por um

<sup>(106)</sup> Conforme forma de cálculo exposta pela equação (5.13.1.1)

único valor ponderadamente mediano. Leva em consideração todos os possíveis resultados e suas respectivas probabilidades, ao contrário do tratamento que aborda as variáveis de cenário como absolutamente "certas" e verdadeiras de seus resultados.

Este tipo de postura já deflagra, por si só, um grande avanço. Embora saibamos disto, entendemos que ainda esta postura não contempla na totalidade os anseios e desejos inerentes ao tomador de decisão, ignorando por completo sua atitude frente ao risco. Detalharemos um pouco mais sobre este processo, valendo-nos de um pequeno exemplo acerca da diferença entre o Valor Esperado das alternativas (empreendimentos) e da Função Utilidade das mesmas para os decisores.

Apenas para refletirmos um pouco mais sobre a diferença entre decidir com base no valor esperado das alternativas ou com base em seu equivalente certo, imaginemos que para um investidor (decisor) seja oferecido duas propostas: A primeira, óbvia, a de não empreender; em consequência a certeza de não ganhar, nem perder nada. A segunda seria a de investir na construção de um empreendimento que lhe geraria uma incerteza na obtenção da taxa de retorno.



Isto é, caso o cenário venha comportar-se de forma como o idealizado na análise, a taxa de retorno será de, por exemplo, **[Trr]=145%** ano efetivo. Caso não se consolide o cenário de análise, seja por qualquer motivo <sup>(107)</sup>, teremos uma taxa de retorno de **[Trr]=24%** ano efetivo. Tanto para o primeiro quanto para o segundo cenário, as possibilidades de ocorrência em termos de chances são exatamente iguais, ou seja, de **50%**. Muitos decisores, talvez a maioria, preferiram a segunda alternativa, mesmo porque o valor esperado da taxa de retorno deste empreendimento é de **[VE Trr EMPRE EK]=85%** ano efetivo, contra zero da primeira alternativa.

Agora, troquemos os valores das **[Trr]** e vejamos o que acontece : não alteremos a primeira alternativa, isto é, seja ela a de não investir, e portanto, seu valor esperado continua sendo igual a zero. Na segunda alternativa, imaginemos a mesma taxa de retorno de **[Trr]=145%** ano efetivo na condição em que as variáveis de cenário se comportem da maneira inicialmente prevista, e, em caso contrário, a taxa de retorno seria de **[Trr]=0%** ano efetivo. Ainda muitos decisores optariam pela segunda alternativa pelo fato de obter alguma rentabilidade, o que em termos de valor esperado da taxa de retorno isto significaria **[VE Trr EMPRE EK]= 73%** ano efetivo, patamar este ainda aceito quando a mesma for balizada por **[cop]=24%** e

---

<sup>(107)</sup> Neste exemplo não investigaremos o motivo pelo qual taxa de retorno cai, mas sim sabe-se que tal fato ocorre.

$[tat]=40\%$ , sendo respectivamente as taxas de custo de oportunidade e de atratividade ano efetivo. Mas, outros não seriam tão audazes e talvez preferindo não correr risco nenhum, escolheriam a primeira alternativa, a de não investir.

Agora, tendo como subsídio o que foi descrito nos parágrafos anteriores, transportemo-nos para a seguinte situação, talvez mais complexa na sua análise e não tão simples no raciocínio da escolha. Imaginemos o mesmo empreendimento com as possibilidades de obter respectivamente  $[Trr]=145\%$  e  $[Trr]=0\%$  ano efetivo com chances de 50% para cada uma delas, e um segundo empreendimento hipotético  $[EMPRE\ EH]$  com as seguintes possibilidades na obtenção da taxa de retorno  $[Trr]$  conforme mostra **Fig.: 5.13.1.6** abaixo:

<b>[Trr] EM FUNÇÃO DO SEGUNDO EMPREENDIMENTO</b>		
<b><i>[Trr EMPRE EH]</i></b>		
<b>[Trr]</b> Ano Efetiva	<b>Probabilidade</b> de Ocorrência	<b><i>[VE Trr EMPRE EH]</i></b>
0.0%	22%	0.0%
50.0%	28%	14.0%
90.0%	25%	23.0%
145.0%	25%	36.0%
<b><i>[VE Trr EMPRE EH]</i></b>		<b>73.0%</b>

**Fig.: 5.13.1.6 Resultados das  $[Trr]$  do segundo empreendimento  $[EMPRE\ EH]$  e suas respectivas probabilidades de ocorrência.**

Podemos perceber que este segundo empreendimento, o **[EMPRESA EH]**, possui diversas taxas de retorno **[Trr]**, cada uma com sua respectiva probabilidade de ocorrência, em função das diversas situações de mudanças nos valores assumidos pelas variáveis de cenário.

Vejamos, agora, como ficaria o valor esperado da taxa de retorno deste empreendimento **[VE Trr EMPRESA EH]**, conforme procedimento já calculado e mostrado na mesma **Fig.: 5.13.1.6**. Verificamos que o valor esperado da taxa de retorno para o segundo empreendimento hipotético é de **[VE Trr EMPRESA EH]=73%**, que é igual a **[VE Trr EMPRESA EK]=73%** ano efetivo, isto é, o mesmo valor encontrado como valor esperado da taxa de retorno do primeiro empreendimento. Tal igualdade nos apontaria, teoricamente, para um processo de indiferença entre as duas alternativas. Isto é, por verificar que os empreendimentos possuem o mesmo Valor Esperado de taxa de retorno, aproximadamente igual a **[VE Trr EMPRESA EK]=73%**, a escolha teria significância absolutamente idêntica para um decisor com comportamento de neutralidade em relação ao risco. No entanto, se colocássemos vários decisores frente a estes dois empreendimentos, certamente teríamos discordâncias de opiniões. Alguns prefeririam o primeiro empreendimento, por entender que a taxa de retorno **[Trr]=145%** é mais atrativa e, neste caso, com probabilidade maior de ocorrência do que no segundo empreendimento. Outros já não, com a atitude menos arriscada, prefeririam o segundo empreendimento por entender

que há **78%** de chances de que o primeiro empreendimento tenha uma taxa de retorno acima de  $[Trr]=50\%$  ano efetivo. Em ambos os casos, o valor esperado dos empreendimentos é praticamente o mesmo, mas a atitude de cada decisor em particular frente a uma posição de risco é, notadamente, diferente.

Mostramos mais uma vez que é muito melhor explicitar a atitude do decisor frente ao risco, mesmo que expressa, inicialmente, por valores subjetivos do que confiar cegamente nos valores matemáticos dos processos de análise de decisão que não levam em conta tal conceituação.

Assim, o Valor Esperado das alternativas demonstra ser um critério bastante inseguro para seleção de investimentos sob condição de cenários incertos, porque, essencialmente, ignora a atitude do decisor frente ao risco.

Portanto, valeremo-nos de outro critério de escolha que contemple tais posturas. Arrolaremos então, como proceder para interferir na análise formal do processo de decisão, utilizando o conceito da função utilidade, contemplando assim a atitude do decisor frente ao risco.

### 5.13.2 O USO DA FUNÇÃO UTILIDADE

O uso da Função Utilidade ou da Utilidade Esperada de uma determinada alternativa refere-se basicamente a representatividade na preferência do indivíduo (decisor) pelas várias oportunidades que lhe são oferecidas.

Conforme abordamos no *item* 3.3.2 desta Dissertação, as atitudes de um decisor podem ser "traduzidas" numericamente através de uma função que chamamos de Função Utilidade do Decisor. Isto é, associamos um índice ("utility" ou valores úteis) para avaliar a utilidade ou preferência de um decisor em relação ao risco. Deixamos, então, de trabalhar com valores absolutos e passamos a trabalhar com valores relativos, identificando-os também numa escala relativa.

Neste sentido, verificamos que a Função Utilidade de um ***Decisor Racional*** apresenta uma convexidade em toda sua extensão, refletindo assim, seu comportamento de aversão ao risco.

Algumas propriedades são inerentes a este tipo de postura. Além de manter um acréscimo de utilidade decrescente, o coeficiente de aversão ao risco é constante, de decisor para decisor. Caso isto não ocorra, ou estamos

tratando de um decisor não racional ou as quantias envolvidas são insignificantes para o mesmo <sup>(108)</sup>.

Sabendo destas informações podemos utilizar um dos empreendimentos como "instrumento referencial" para plotarmos a função utilidade do decisor. Como a função utilidade é uma curva de índices relativos podemos utilizá-la para os três empreendimentos, sem qualquer alteração em sua essência.

Através do Equivalente Certo [**EC EMPRE Ex**] de cada alternativa, definiremos qual o valor que o decisor <sup>(109)</sup> está disposto a aceitar no lugar na indecisão apresentada. De posse dos vários [**EC EMPRE Ex**] podemos então plotar a Curva da Função Utilidade.

Evidentemente que devemos fazer controles de consistência após o estabelecimento da curva, propondo outras situações de incertezas e checando as respostas obtidas com os valores da curva.

Definamos, então, a escala relativa de utilidade. Por ser a maior das taxas de retorno apresentada, [**Trr**]=145% terá a maior utilidade da escala sendo igual a 1 (um). E a

---

<sup>(108)</sup> Conceituação exposta pela Teoria da Decisão com base nos fundamentos axiomáticos.

<sup>(109)</sup> Neste caso o autor da Dissertação.

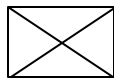
menor  $[Trr]=-20\%$  será substituída por  $[Trr]=0\%$  que terá um valor igual a 0 (zero) na escala. Esta substituição é um procedimento normal dentro deste contexto, pois sua utilidade para o decisor é exatamente a mesma, ou seja, "não ganhar nada" já por si só é considerado como utilidade 0 (zero). Vejamos, então, na **Fig.: 5.13.2.1** abaixo, como ficaria a definição desta escala relativa :

Empreendimento	Taxa de Retorno Ano	Utilidade Atribuída
[EMPRES E1]	145%	1
	0%	0

**Fig.: 5.13.2.1 Utilidade Atribuída as Taxas de Retorno Extremas, definindo a escala.**

Definida a escala, a primeira pergunta a ser feita ao decisor agora é saber qual a Taxa de Retorno  $[Trr]$  de um empreendimento hipotético  $[EMPRES EH]$  qualquer que faria com que, ele decisor, fique indiferente entre o empreendimento  $[EMPRES E1]$  e o empreendimento  $[EMPRES EH]$ , admitindo a probabilidade de 50-50 de obter  $[Trr]=145\%$  e  $[Trr]=0\%$  respectivamente como taxas de retorno do  $[EMPRES E1]$ .

Suponha que o decisor, neste caso sendo o autor desta Dissertação, tenha respondido uma taxa de  $[Trr]=50\%$ . Isto significaria que, o autor ficaria indiferente entre empreender o  $[EMPRES E1]$  e o  $[EMPRES EH]$  caso a taxa de retorno do  $[EMPRES EH]$  seja de  $[Trr]=50\%$ . Ou seja, seu Equivalente Certo  $[EC [Trr0\%/145\%]]=50\%$ . Vejamos como ficaria ilustrada tal escolha na **Fig.: 5.13.2.2** :



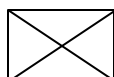
**Fig.: 5.13.2.2 Representação esquemática do Equivalente Certo do Decisor para a [EMPRESA EH] com taxas de [Trr]=0 e [Trr]=145%**

Logo, a **Utilidade** para [Trr]=50% será  $\underline{U^{(110)}}$ :

$U ( 50\% ) = 0,5xU(0\%) + 0,5xU(145\%)=$
$U ( 50\% )=0,5$

(5.13.2.3)

Procederemos da mesma forma para encontrar o valor do **Equivalente Certo [EC EMPRESA EH]** para o decisor, só que agora envolvendo as taxas de [Trr]=0% e [Trr]=50% admitindo probabilidades de 50-50 de obtê-las, conforme mostra a **Fig.: 5.13.2.4 :**



**Fig.: 5.13.2.4 Representação esquemática do Equivalente Certo do Decisor para a escolha entre [EMPRESA E1] e [EMPRESA EH] com taxas de [Trr]=0 e [Trr]=50%**

Temos como resposta ao **Equivalente Certo** nesta situação uma taxa de retorno **[EC [Trr0%/50%]]=20%**. Logo, a Utilidade para a taxa [Trr]=20% será  $\underline{U^{(111)}}$  :

---

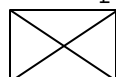
<sup>(110)</sup> Conforme procedimento mostrado na equação (3.3.2.3) na pág. 45.



$U ( 20\% ) = 0,5xU(0\%) + 0,5xU(50\%) =$
$U ( 20\% ) = 0,25$

(5.13.2.5)

Prosseguindo com a análise do perfil do decisor em relação ao risco através do **Equivalente Certo** das alternativas, envolveremos agora as taxas de  $[Trr]=50\%$  e  $[Trr]=145\%$  admitindo, da mesma forma, probabilidades de 50-50 de obtê-las. Vejamos como o decisor se comportaria frente a esta situação mostrada pela **Fig.: 5.13.2.6** :



**Fig.: 5.13.2.6 Representação esquemática do Equivalente Certo do Decisor para a escolha entre [EMPRE E1] e [EMPRE EH] com taxas de [Trr]=50 e [Trr]=145%**

Temos como resposta ao Equivalente Certo nesta situação uma taxa de retorno  $[Trr]=90\%$ , isto é,  $[EC [Trr50%/145%]]=90\%$ . Vejamos qual seria o valor útil para a taxa  $[Trr]=90\%$  <sup>(112)</sup> :

$U ( 90\% ) = 0,5xU(50\%) + 0,5xU(145\%) =$
$U ( 90\% ) = 0,75$

(5.13.2.7)

<sup>(111)</sup> Conforme procedimento mostrado na equação (3.3.2.3) na pág. 45.

<sup>(112)</sup> Conforme procedimento mostrado na equação (3.3.2.3) na pág. 45.

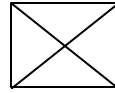
Agora, já possuímos cinco pontos para plotarmos a função utilidade do decisor, conforme mostra a **Tabela 5.13.2.8** :

*-----*		
Pontos da Função Utilidade do Decisor		
*-----*	*-----*	*-----*
Empreendi- mento	Taxa de Retorno Ano	Utilidade Esperada
[EMPRES E1]	145%	1.00
	90%	0.75
	50%	0.50
	20%	0.25
	0%	0.00
*-----*		

**Tabela 5.13.2.8** Pontos da Função Utilidade do decisor (o autor).

Evidentemente que devemos fazer controles de consistência após o estabelecimento da curva, propondo outras situações de incertezas e checando as respostas obtidas com os valores da curva.

De posse dos valores apresentados na tabela acima, podemos agora desenhar a **Curva da Função Utilidade** plotando seus valores num gráfico como mostra a **Fig.: 5.13.2.9** :



**Fig.5.13.2.9 Curva da Função Utilidade do Decisor**

Façamos agora uma reflexão sobre os números apresentados e a curva plotada. O leitor deve ter percebido que a curva da função utilidade do decisor mostra características peculiares e aparentemente contraditórias ao que descrevemos com relação a Teoria da Decisão. Primeiro porque a curva mostra dois "coeficientes de aversão ao risco". Verifiquemos então : Da faixa onde a taxa de retorno está entre  $[Trr]=0\%$  e  $[Trr]=90\%$  a função utilidade possui um coeficiente de aversão ao risco e na faixa onde a taxa de retorno está entre  $[Trr]=90\%$  e  $[Trr]=145\%$  a função utilidade toma características de propensão ao risco. A primeira vista esta função entra em contradição com o comportamento das curvas descrito pela teoria da utilidade, pois sabemos que o decisor possui seu coeficiente de aversão ao risco de maneira constante ao longo da curva.

A explicação, ao contrário do que parece, é perfeitamente lógica e aceitável. Que temos dois coeficientes é inegável, e tal procedimento está absolutamente correto. Vejamos a explicação : na faixa em que a taxa de retorno está entre  $[Trr]=0\%$  e  $[Trr]=90\%$  os testes feitos com o decisor mostram condições em que o mesmo poderia perder ou deixar de ganhar valores de taxa absolutamente inaceitáveis para o setor da construção civil.

Exemplificando : Quando se pergunta ao decisor qual a taxa de retorno de um empreendimento hipotético qualquer **[EMPRE EH]** que possuisse **100%** de certeza de tal acontecimento, "ele" aceitaria em troca por um empreendimento **[EMPRE E1]** que possui **50%** de chances de obter, tanto **[Trr]=0%** quanto **[Trr]=145%**, o decisor responde **[Trr]=50%**. Isto é, o decisor somente aceitará trocar a incerteza proposta se a taxa do **[EMPRE EH]** for de no mínimo **[Trr]=50%**. Neste questionamento o decisor é forçado a explicitar sua atitude frente a um fato onde a incerteza proposta o leva a um processo de perda caso o resultado ruim se confirme. O decisor, neste caso, está diante de uma escolha que lhe oferece risco de perda, e nesta situação, sua postura é bastante coerente com o que descrevemos na Teoria da Utilidade. Este procedimento fica válido até a taxa de **[Trr]=90%**, pois até este patamar o decisor explicita sua atitude frente a incertezas em que o processo lhe oferece risco da perda. Já na faixa entre **[Trr]=90%** e **[Trr]=145%**, a incerteza proposta assume um patamar de risco praticamente sem perdas, e que é perfeitamente aceitável, até mesmo quando a pior dos resultados ocorre. Isto é, o decisor não está frente a uma atitude em que lhe induz qualquer tipo de perda considerável, mesmo porque, se a pior das hipóteses ocorrer, ele decisor, terá um empreendimento que lhe oferece no mínimo **[Trr]=90%**. Nestas circunstâncias o decisor automaticamente passa a ter um comportamento mais

arriscado, pois o questionamento feito não oferece qualquer tipo de perda substancial, ou melhor, não lhe oferece risco algum. Neste caso, é evidente que a curva da função utilidade, no patamar entre as taxas de  $[Trr]=90\%$  e  $[Trr]=145\%$ , evidencia o comportamento de propensão ao risco do decisor. Ora, se quisermos tratar exatamente do contrário, isto é, de um decisor frente a uma condição de risco, precisamos "ignorar" esta faixa citada para efeitos dos cálculos futuros, até porque, esta faixa, com taxa entre  $[Trr]=90\%$  e  $[Trr]=145\%$ , não exprime o comportamento do decisor frente a uma situação de efetivo risco. Esta faixa não expõe o decisor a nenhum tipo de perda realmente considerável.

Assim, a curva da função utilidade do decisor sofrerá um ajuste <sup>(113)</sup> para que mantenha seu coeficiente de

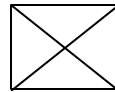
---

<sup>(113)</sup> O ajuste que a curva sofrerá tem como único objetivo manter o coeficiente de aversão ao risco de maneira constante. Nesta Dissertação, apenas estudamos situações onde o resultado ruim da incerteza apresentada leva o decisor a uma perda considerável. Isto não significa que a curva que apresentamos está errada. Pelo contrário, evidencia, e com muita propriedade, o comportamento do decisor (autor) em relação as incertezas apresentadas. De todo não estaria incorreto se utilizássemos a curva proposta na Fig.: 5.13.2.9 para dela extraíssemos dados a respeito da utilidade das taxas de retorno  $[Trr]$  conforme procedimento descrito no item 3.3.2. Mas, evidenciamos que nossa preocupação sempre foi estudar situações onde o decisor está diante de um risco efetivo, o que muitos autores

aversão ao risco de forma constante, a fim de que se possa extrapolar dados e índices capazes de "avaliar" a utilidade resultante de cada empreendimento aqui proposto.

Verifiquemos, então, como ficaria a curva da função utilidade ajustada do decisor <sup>(114)</sup> na **Fig.:**

**5.13.2.10 :**



**Fig.: 5.13.2.10 Curva da Função Utilidade do Decisor Ajustada.**

Estabelecido o ajuste da função utilidade do decisor, pode-se, então, calcular o valor da utilidade esperada para cada um dos empreendimentos aqui relacionados, multiplicando-se o valor "útil" de cada resultado específico avaliado através da taxa de retorno de cada empreendimento, pela probabilidade de ocorrência dada na geração dos números

---

caracterizariam como "situação ganha-perde". Nestas situações, onde o resultado ruim apresentado pela incerteza levaria o decisor a uma perda considerável, o coeficiente de aversão ao risco do decisor permanece de maneira constante ao longo da curva. Sobre a maneira que se procedeu para que se fizesse o ajuste proposto, devemos salientar que utilizamos a curva entre as taxas de [Trr]=0% a [Trr]=90% como suporte para dela extrapolar os demais índices. Procedimento este feito graficamente e que dentro do contexto da Teoria da Decisão é perfeitamente aceitável. Nas conclusões tal procedimento será alvo de algumas críticas.

<sup>(114)</sup> Procedimento absolutamente normal e válido sob o ponto de vista da Teoria da Decisão.

aleatórios anteriormente evidenciados. Somam-se estes resultados parciais, e, o que teremos, será a utilidade ponderada de cada empreendimento.

Com este procedimento teremos abordado a preferência do decisor em relação ao risco, deflagrando assim, não só o perfil de risco intrínseco a cada empreendimento, como também a vontade e o desejo do próprio tomador de decisão. Queremos com isto, não inventar ou descobrir um método capaz de decidir por si só. Pelo contrário, buscamos aqui traçar a decisão mais compatível com o perfil de risco do próprio decisor. Evidenciando que, em qualquer circunstância diferente da citada, quer seja com relação ao comportamento das variáveis de cenário, quer seja com relação às probabilidades de ocorrência das mesmas, o comportamento do decisor precisa ser, de certa forma, "avaliado", para que possamos orientá-lo a decidir sobre aspectos incertos levando em conta sua preferência ou não pelo risco inerente ao empreendimento ou ao processo decisório em questão.

Desta forma teremos montada uma análise dos empreendimentos deste **ESTUDO DE CASO** sob o ponto de vista da preferência do decisor em relação ao risco. Com os resultados em termos da Utilidade Esperada que cada empreendimento oferece, podemos mostrar qual seria a melhor

alternativa para empreender, levando em conta o perfil do decisor que estamos estudando.



Vejamos qual seria a Utilidade Esperada para o empreendimento **[EMPRESA E1]**, sendo que os valores "úteis" serão extraídos da Função Utilidade Ajustada do Decisor, conforme mostra a **Fig.: 5.13.2.11** abaixo :

Utilidade atribuída pelo decisor (autor) ao empreendimento <b>[EMPRESA E1]</b>			
<b>[Trr]</b> <sup>(115)</sup> Ano Efetiva	Utilidade <sup>(116)</sup> Esperada	Probabilidade Ocorrência <sup>(117)</sup>	Utilidade Ponderada
0%	0.00	15%	0.00
20%	0.25	14%	0.04
32%	0.38	17%	0.06
55%	0.56	20%	0.11
86%	0.78	18%	0.14
123%	0.94	16%	0.15
<b>[UT PD EMPRESA E1]</b>			0.50

**Fig.: 5.13.2.11 Utilidade Ponderada do [EMPRESA E1] representada pelo [UT PD]**

Ou seja, para o **[EMPRESA E1]** teríamos uma utilidade ponderada de **[UT PD EMPRESA E1] = 0.50**, um número relativo que deve ser comparado com as Utilidades Ponderadas dos demais empreendimentos.

<sup>(115)</sup> Taxa de Retorno Média como sendo o valor mediano do intervalo em que se encontra.

<sup>(116)</sup> Utilidade Esperada extraída do gráfico da Fig : 5.13.2.10 da Curva Ajustada da Função Utilidade do Decisor.

<sup>(117)</sup> Extraído do resultado do processamento randômico desenvolvido na Fig.: 5.12.1 .

Já para o **[EMPRESA E2]** a utilidade ponderada seria composta por aspectos diferenciados em função das probabilidades decorridas de cada valor de taxa em particular. Vejamos como ficaria a utilidade para o **[EMPRESA E2]** na **Fig.: 5.13.2.12** abaixo :

Utilidade atribuída pelo decisor (autor) ao empreendimento <b>[EMPRESA E2]</b>			
<b>[Trr]</b> <sup>(118)</sup> Ano Efetiva	Utilidade <sup>(119)</sup> Esperada	Probabilidade Ocorrência <sup>(120)</sup>	Utilidade Ponderada
0%	0.00	7%	0.00
20%	0.25	10%	0.03
32%	0.38	25%	0.10
55%	0.56	24%	0.13
86%	0.78	24%	0.19
123%	0.94	10%	0.09
<b>[UT PD EMPRESA E2]</b>			0.54

**Fig.: 5.13.2.12 Utilidade Ponderada do [EMPRESA E2] representada pelo [UT PD]**

A utilidade ponderada para o **[EMPRESA E2]** seria de **[UT PD EMPRESA E2] = 0.54** .

<sup>(118)</sup> Taxa de Retorno Média como sendo o valor mediano do intervalo em que se encontra.

<sup>(119)</sup> Utilidade Esperada extraída do gráfico da **Fig : 5.13.2.10** da Curva Ajustada da Função Utilidade do Decisor.

<sup>(120)</sup> Extraído do resultado do processamento randômico desenvolvido na **Fig.: 5.12.2** .

Da mesma forma calculemos tal utilidade para o [EMPRESA E3], representada agora na Fig.: 5.13.2.13 :

Utilidade atribuída pelo decisor (autor) ao empreendimento [EMPRESA E3]			
[Trr] <sup>(121)</sup> Ano Efetiva	Utilidade <sup>(122)</sup> Esperada	Probabilidade Ocorrência <sup>(123)</sup>	Utilidade Ponderada
0%	0.00	11%	0.00
20%	0.25	15%	0.04
32%	0.38	20%	0.08
55%	0.56	20%	0.11
86%	0.78	22%	0.17
123%	0.94	12%	0.11
[UT PD EMPRESA E3]			0.51

Fig.: 5.13.2.13 Utilidade Ponderada do [EMPRESA E3] representada pelo [UT PD]

Ou seja, para o [EMPRESA E3] a utilidade ponderada é de  $[UT PD EMPRESA E3] = 0.51$  .

Alguns comentários a respeito da Utilidade Ponderada [UT PD] encontrada nos cálculos anteriores: Verificamos que o [EMPRESA E2] possui a maior utilidade ponderada,  $[UT PD EMPRESA E2] = 0.54$ , e, portanto, é considerado o empreendimento, dentre os três, que mais satisfaz o decisor diante das condições e do contexto de

<sup>(121)</sup> Taxa de Retorno Média como sendo o valor mediano do intervalo em que se encontra.

<sup>(122)</sup> Utilidade Esperada extraída do gráfico da Fig : 5.13.2.10 da Curva Ajustada da Função Utilidade do Decisor.

<sup>(123)</sup> Extraído do resultado do processamento randômico desenvolvido na Fig.: 5.12.3 .

risco-retorno apresentados. Este risco a que nos referimos é denotado de dupla função. Primeiro o risco do próprio empreendimento (risco do negócio), e, em seguida, o risco do decisor em aceitar o **[EMPRE E2]** em detrimento dos demais empreendimentos.

Mais ainda, podemos sentir através da demonstração dos cálculos feitos, que a utilidade esperada depende fortemente das probabilidades parciais de cada utilidade em particular. Nem poderia ser diferente. Mas, o que não devemos esquecer é de que, estas probabilidades são funções de um processo randômico, e, por consequência, não possui o livre arbítrio do nosso julgamento.

As probabilidades de ocorrência das taxas de retorno **[Trr]** são extraídas de um processo no qual inferimos apenas nas probabilidades iniciais, ou seja, nas "probabilidades a priori", sabendo que neste caso em particular, as "probabilidades a priori" podem possuir características subjetivas e que isto não invalida o processo. No entanto, devemos fazer testes de consistências para termos uma maior fidelidade ao comportamento efetivamente realístico. Estes testes podem, por exemplo, ser fruto de especulações históricas mais detalhadas, ou de informações mais precisas sobre o comportamento da economia ou do cenário inicialmente proposto.

Mas, mesmo que tenhamos as informações mais precisas e os resultados históricos bem apurados, teremos sempre a incerteza presente sendo inerente ao processo de tomada de decisão. Então, as probabilidades podem assumir um papel fundamental dentro do processo, seja por consequência de como as conseguimos, seja da forma em que se encontram nos acontecimentos.

Destes fatos verificamos que o processo de decisão até poderá admitir probabilidades subjetivas, mas que deverão possuir segurança suficiente para fornecer um certo conforto ao tomador de decisão em assumí-las como verdadeiras.

Com os procedimentos abordados neste capítulo estamos interferindo de maneira positiva no processo decisório, uma vez que, as duas questões fundamentais criadas pela introdução da incerteza na análise estão sendo contempladas. Ou seja, atribuir probabilidades mesmo que subjetivamente às variáveis de cenário e levar em conta as atitudes dos decisores frente ao risco será muito mais produtivo do que confiar cegamente em resultados extraídos de dados ou funções puramente matemáticas quando quisermos tratar acerca da análise de decisão na incerteza aplicada ao planejamento econômico-financeiro na construção civil.

#### 5.14 USO DOS CRITÉRIOS MATEMÁTICOS PARA SELEÇÃO DE EMPREENDIMENTO NA INCERTEZA

Discute-se, nesta fase, os *Critérios Matemáticos de Decisão* para escolha de empreendimentos quando não se considera importante admitir as probabilidades subjetivas, nem, tão pouco, as atitudes dos decisores frente ao risco. A abordagem teórica deste procedimento está descrita no capítulo 4. Mostra-se aos decisores que entendam que a subjetividade é um fator desconsiderável na decisão, como tomar decisões na incerteza. Deixando mais claro : As modelagens propostas por vários autores é de que se construam modelos matemáticos capazes de simular o processo decisório sem identificar as probabilidades de alterações no cenário. Propõem-se matrizes compostas por vários tipos de comportamentos que o cenário possa, eventualmente, assumir e das respectivas taxas de retorno **[Trr]** obtidas pelos empreendimentos em questão, dada a composição comportamental de cenários que se sujere. A partir disto, analisa-se as taxas de retorno **[Trr]** dos empreendimentos sob vários aspectos matemáticos, como, por exemplo, a melhor entre as melhores taxas ou a melhor entre as piores taxas. Esta condição, de apelo estritamente matemático, não contempla as posturas do decisor frente ao risco, muito menos as probabilidades de ocorrência de que cada evento. Mas, como abordado no capítulo 4, são métodos capazes nos de ajudar,

apenas num primeiro momento, o processo de escolha de alternativas, utilizando para tanto, a racionalização proposta pelos mesmos. Para uma primeira análise, estes métodos são extremamente válidos, embora discordamos que este tipo de conduta seja a maneira mais eficiente para abordar situações de incerteza relativa, como é o nosso caso.

Para que possamos utilizar sempre a mesma metodologia, dando uma ordem mais clara com relação ao tratamento deste tipo de análise, proporemos cinco alternativas de cenários. Estas propostas de alternativas também não serão ao acaso. Verificaremos no contexto do processo randômico, quais foram as tipologias de cenários que mais frequentemente apareceram. Faremos tal composição e analisaremos o comportamento de cada um dos empreendimentos sob o ponto de vista dos vários critérios matemáticos aqui comentados. Vale lembrar ainda que, nos cenários, somente três são as variáveis analisadas e estudadas. Portanto, ainda que a análise seja feita somente em relação a estas três variáveis, deve-se ter em mente que existem outras que complementariam este cenário, e, conseqüentemente, tal análise. Admitir-se-á que as restrições na análise do cenário expostas em capítulos anteriores continuem existindo.

Certamente todas as demais variáveis de cenário não analisadas e que por ventura em outro estudo apareçam, deverão receber o mesmo tipo de tratamento a que as aqui foram submetidas.

Destacamos ainda que há de se fazer um outro comentário acerca das unidades que foram consideradas como estoques dos cinco cenários aqui propostos. Como já dito anteriormente, o valor dos estoques para efeito de análise de viabilidade econômico-financeira nesta fase serão considerados como vendas a vista no **mês 30** com um deságio em seu preço de venda de **25%** (vinte e cinco por cento). Como estamos somente detalhando os cálculos para o **[EMPRESA E1]**, salientamos que, as unidades consideradas como estoques nos cenários descritos abaixo estarão relacionadas também somente para o **[EMPRESA E1]**. Para os **[EMPRESA E2]** e **[EMPRESA E3]**, as unidades consideradas como estoques serão diferentes das citadas, observando apenas uma certa proporcionalidade entre elas.

Verifiquemos então, no processo randômico, quais são as características que tornaram-se mais frequentes na composição do cenário em função das variáveis analisadas, explicitando seus resultados através da taxa de retorno **[Trr]** apresentada pelas operações, salientando novamente que, mostraremos com mais detalhes apenas as taxas calculadas para o **[EMPRESA E1]** :



Composição do primeiro cenário **[CN1]** de análise :

**[custo/m<sup>2</sup>]** = Cr\$ 853 mil [m0]/m<sup>2</sup>

**[delta]** = 13.99% ano efetivo

**[vendas]** = [mês 08] = 01 unidade

[mês 09-19] = 02 unidades/mês

[mês 30] = 09 unidades

**[estoque mês 30]** = 01 unidade

<b>[Trr EMPRE E1] = 68.66%</b>
--------------------------------

Composição do segundo cenário **[CN2]** de análise :

**[custo/m<sup>2</sup>]** = Cr\$ 847 mil [m0]/m<sup>2</sup>

**[delta]** = 13.40% ano efetivo

**[vendas]** = [mês 08] = 01 unidade

[mês 09-19] = 02 unidades/mês

[mês 30] = 09 unidades

**[estoque mês 30]** = 01 unidade

<b>[Trr EMPRE E1] = 79.36%</b>
--------------------------------

Composição do terceiro cenário **[CN3]** de análise :

**[custo/m<sup>2</sup>]** = Cr\$ 857 mil [m0]/m<sup>2</sup>

**[delta]** = 15.93% ano efetivo

**[vendas]** = [mês 08] = 01 unidade

[mês 09-19] = 02 unidades/mês

[mês 30] = 10 unidades

**[estoque mês 30]** = 0 unidades

<b>[Trr EMPRE E1] = 73.48%</b>
--------------------------------

Composição do quarto cenário **[CN4]** de análise :

**[custo/m<sup>2</sup>]** = Cr\$ 839 mil [m0]/m<sup>2</sup>

**[delta]** = 12.67% ano efetivo

**[vendas]** = [mês 08] = 01 unidade

[mês 09-19] = 02 unidades/mês

[mês 30] = 08 unidades

**[estoque mês 30]** = 02 unidades

<b>[Trr EMPRE E1] = 66.31%</b>
--------------------------------

Composição do quinto cenário **[CN5]** de análise :

**[custo/m<sup>2</sup>]** = Cr\$ 835 mil [m0]/m<sup>2</sup>

**[delta]** = 12.20% ano efetivo

**[vendas]** = [mês 08] = 01 unidade

[mês 09-19] = 02 unidades/mês

[mês 30] = 07 unidades

**[estoque mês 30]** = 03 unidades

**[Trr EMPRE E1] = 46.95%**

A partir da simulação destes cinco cenários no modelo computadorizado, extraímos uma matriz com as taxas de retorno **[Trr]** que cada empreendimento oferece em função de seus fluxos. Vejamos como ficaria a Matriz de Resultados conforme mostra a **Fig.: 5.14.1** :

	[EMPRESA E1]	[EMPRESA E2]	[EMPRESA E3]
[CN1]	68.66%	69.60%	84.01%
[CN2]	79.36%	79.82%	92.55%
[CN3]	73.48%	71.89%	86.61%
[CN4]	66.31%	69.61%	83.69%
[CN5]	46.95%	53.35%	69.79%

***Fig.: 5.14.1 Matriz de Resultado das taxas de retorno [Trr] ano efetivo dos três empreendimentos quando submetidos a análise dos cenários aqui propostos.***

Vejamos agora, como ficaria a escolha do empreendimento a executar, se utilizássemos apenas os critérios matemáticos para nos posicionarmos diante da decisão de escolha.

### 5.14.1 PELO CRITÉRIO DE LAPLACE

A idéia deste critério, também chamado de **Critério da Razão Insuficiente**, é de que, da inexistência de informação sobre as probabilidades de ocorrências dos cenários propostos, devemos admitir que todos sejam igualmente prováveis. O procedimento é o seguinte : Imaginemos que a probabilidade de ocorrência dos cenários aqui estudados, **[CN1],[CN2],[CN3],[CN4]** e **[CN5]** sejam exatamente as mesmas, portanto, suas probabilidades serão de **[p]=1/5=20%**. O cálculo é feito pelo valor esperado de cada empreendimento <sup>(124)</sup>, e, através deste resultado, é que se processa a decisão. Os cálculos correspondentes a estes valores estão descritos abaixo :

<b>[VE EMPRE E1]</b>	<b>=1/5.( 68.66% + 79.36% + .... + 46.95%) =67%</b>
<b>[VE EMPRE E2]</b>	<b>=1/5.( 69.60% + 79.82% + .... + 53.35%) =69%</b>
<b>[VE EMPRE E3]</b>	<b>=1/5.( 84.01% + 92.55% + .... + 69.79%) =83%</b>

(5.14.1.1)

Portanto, o empreendimento que gera o maior **valor esperado** é o empreendimento **[EMPRE E3]** com **[VE EMPRE E3]=83%** ano efetivo. No entanto, isto não significa que a decisão de empreender o **[EMPRE E3]** é a melhor alternativa, apenas nos orienta sob o ponto de vista de uma taxa de retorno mediana. Neste caso, os três empreendimentos estão com seu

<sup>124</sup> ( ) Conforme conceituação exposta no item 3.2.

comportamento inteiramente dentro da expectativa da taxa de atratividade. Mas, se mantivermos a linha matemática do raciocínio cartesiano proposto por tal conceituação, escolheríamos o [**EMPRE E3**].

### 5.14.2 PELO CRITÉRIO WALD ( MAXIMIN )

Este critério seleciona o melhor resultado dentre os piores resultados de cada empreendimento em análise. Em termos de equação matemática isto é denotado por :

$$\boxed{\text{Máx Mín [Trr EMPRE EI]}}$$

(5.14.2.1)

Procuremos, por primeiro, o pior resultado de cada empreendimento em termos da Taxa de Retorno **[Trr]**, considerando os cenários anteriormente propostos. Teremos, então, as seguintes taxas de retorno :

$$\boxed{[\text{Min Trr EMPRE E1}] = 46.95\%}$$

(5.14.2.2)

$$\boxed{[\text{Min Trr EMPRE E2}] = 53.35\%}$$

(5.14.2.3)

$$\boxed{[\text{Min Trr EMPRE E3}] = 69.79\%}$$

(5.14.2.4)

Verificando o melhor entre os piores resultados dos empreendimentos, teremos :

$$[\text{Máx Mín Trr EMPRE E3}] = 69.79\%$$

(5.14.2.5)

Portanto, novamente o empreendimento **[EMPRE E3]** será "o preferido" segundo este critério. Valem aqui os mesmos comentários a respeito do conservadorismo de tal critério feito no *item 4.2* da Dissertação. Evidentemente que as oportunidades de um retorno mais elevado estarão sendo simplesmente abolidas por este método.

Por este critério a escolha seria pelo **[EMPRE E3]**, sem, no entanto, analisar as condições mais favoráveis dos demais cenários, caracterizando-se assim num comportamento de aversão ao risco, podendo, muitas vezes, levar os decisores a perder boas oportunidades de lucro já que concentra-se exclusivamente sobre os riscos de perda.



### 5.14.3 PELO CRITÉRIO DO MAXIMAX

Este critério supõe um comportamento exatamente oposto ao citado anteriormente. O Maximax procura para cada empreendimento qual é o **maior ganho potencial**, ou seja, escolhe aquele empreendimento que produz o melhor entre os melhores resultados que matematicamente é expresso por :

$$\boxed{\text{Máx Máx [Trr EMPRE EI]}}$$

(5.14.3.1)

Da matriz em análise temos os seguintes números a considerar :

$$\boxed{[\text{Máx Trr EMPRE E1}] = 79.36\%}$$

(5.14.3.2)

$$\boxed{[\text{Máx Trr EMPRE E2}] = 79.82\%}$$

(5.14.3.3)

$$\boxed{[\text{Máx Trr EMPRE E3}] = 92.55\%}$$

(5.14.3.4)

Logo, o melhor dos melhores resultados é alcançado pela taxa de retorno do **[EMPRE E3]**, como evidenciamos abaixo:

$$\boxed{[\text{Máx Máx Trr EMPRE E3}] = 92.55}$$

(5.14.3.5)

Isso significa dizer que o empreendimento **[EMPRE E3]** possui **a maior entre as maiores** taxas de retorno

dos empreendimentos aqui considerados. Contudo, o critério tem o defeito de ser demasiadamente otimista não levando em consideração as possibilidades de perda. Como abordamos no *item 4.3*, este critério na verdade simula o comportamento de um jogador e não de uma pessoa normal que possui um certo grau de pessimismo. Neste caso, deve-se ter cautela nas decisões induzidas por este critério.

## 5.14.4 PELO CRITERIO DE HURWICZ

A idéia deste critério surge da observação dos outros dois critérios anteriormente apresentados, nos quais, se tem a impressão da radicalização de suas posturas.

Utiliza-se, então, uma combinação do **pior** e do **melhor resultado**. Para tanto, **Hurwicz** <sup>(125)</sup>, propõe a utilização de um fator **alfa**  $[\hat{A}]$ , chamado de **Índice de Pessimismo Relativo**, tal que :

$$0 < [\hat{A}] < 1$$

(5.14.4.1)

Para cada **Empreendimento**  $[EMPRE E_i]$  procura-se o melhor resultado  $[M_i]$  e o pior resultado  $[N_i]$ . Podemos associar a cada  $[EMPRE E_i]$  um valor  $H([EMPRE E_i])$  tal que :

$$H([EMPRE E_i]) = \hat{A} \cdot [N_i] + (1 - \hat{A}) \cdot [M_i]$$

(5.14.4.2)

---

(<sup>125</sup>) Leonid Hurwicz : Optimality Criteria for Decision Making Under Ignorance, mimeógrafo citado em Luce e Raiffa, op.cit. [20].

Portanto, a tônica deste critério é escolher aquele empreendimento  $[EMPRES E_i]$  que maximiza a função  $H([EMPRES E_i])$ . Verifiquemos, então, como ficariam as funções  $H([EMPRES E_i])$  segundo a nossa matriz original da **Fig.: 5.14.1** :

onde,

$$H([EMPRES E1]) = 46.9\% \hat{A} + 79.4\%(1 - \hat{A}) = 79.4\% - 32.5\% \hat{A}$$

(5.14.4.3)

$$H([EMPRES E2]) = 53.4\% \hat{A} + 79.8\%(1 - \hat{A}) = 79.8\% - 26.4\% \hat{A}$$

(5.14.4.4)

$$H([EMPRES E3]) = 69.8\% \hat{A} + 92.6\%(1 - \hat{A}) = 92.6\% - 22.8\% \hat{A}$$

(5.14.4.5)

Se  $[\hat{A}] = 1$ , estamos em situação de pessimismo completo e caímos então no **Critério do Maximin**, levando a escolher  $[EMPRES E3]$ .

Se  $[\hat{A}] = 0$ , estamos em situação oposta, isto é, de otimismo completo e caímos no **Critério do Maximax**. Utilizando raciocínio idêntico ao exemplo anterior, tal condição levaria-nos também a escolher o empreendimento  $[EMPRES E3]$ .

Caso  $0 < [\hat{A}] < 1$ , teremos intervalos onde o coeficiente de pessimismo poderá levar a escolher um ou outro empreendimento. Vejamos como ficaria :

$H([EMPRE E1]) = 79.4\% - 32.5\% \cdot [\hat{A}]$
$H([EMPRE E2]) = 79.8\% - 26.4\% \cdot [\hat{A}]$
$H([EMPRE E3]) = 92.6\% - 22.8\% \cdot [\hat{A}]$

(5.14.4.6)

A alternativa de empreender **[EMPRE E3]** consolida-se como sendo a melhor alternativa para qualquer que seja o coeficiente  $[\hat{A}]$ , pois para que  $H([EMPRE E1])$  se igualar a  $H([EMPRE E3])$ , o coeficiente  $[\hat{A}]$  deveria assumir um valor negativo  $[\hat{A}] = -1.3668$ . Isto significa que, dificilmente, por este critério, o decisor escolherá outro que não o **[EMPRE E3]**.

Mas, como abordamos no item 4.4 desta Dissertação, quando o coeficiente  $[\hat{A}]$  possuir valor mediano deve-se fazer testes de consistência para sabermos se o decisor possui o mesmo coeficiente de pessimismo que o calculado. Estes testes são semelhantes ao processo de averiguação da função utilidade quando se quer determinar a atitude do decisor frente ao risco. Isto é, o decisor é submetido a um processo de entrevista no qual deverá exprimir sua aversão ou não pelo risco.

A partir deste momento, este critério perderá a característica de ser um critério matemático, passando a ter

uma identidade muito maior com os princípios fundamentais da Teoria da Decisão, ou seja, levando em consideração as atitudes do decisor frente ao risco. Além do que, por este critério teríamos que ainda levar em conta um fator pouco abordado em nossas considerações. É o valor total do investimento feito. Também, de conformidade com que abordamos no mesmo *item 4.4*, a sensibilidade do decisor é, teoricamente, inversamente proporcional a riqueza que ele possui. Isto é, quanto mais riqueza o decisor possuir menor será sua sensibilidade para decidir sobre pequenos valores monetários, quando este é comparado à condição de sua riqueza.

É claro que este tipo de consideração vale também na utilização da função utilidade do decisor e no uso dos demais critérios matemáticos de decisão. Só não abordamos este fator anteriormente, porque entendemos que as premissas básicas abordadas pela Teoria da Decisão foram plenamente contempladas por hipótese, ou seja, a racionalidade do tomador de decisão e a independência dos fatores de decisão ou das alternativas de investimentos.

Além disto, os valores monetários dos três empreendimentos analisados neste **ESTUDO DE CASO** são praticamente os mesmos, ou pelo menos, muito parecidos, o que não traria nenhuma diferenciação com relação a riqueza do tomador de decisão, pois caso o valores dos empreendimentos sejam exageradamente altos para o tomador de

decisão, serão igualmente para os três empreendimentos, sendo o contrário também verdadeiro.

Mas, como já evidenciamos, o decisor dificilmente por este critério escolherá outro que não o **[EMPRESA E3]**.

#### 5.14.5 PELO CRITÉRIO DE SAVAGE (PERDA DE OPORTUNIDADE)

Este critério contorna a dificuldade apresentada pelo *Critério de Wald* de sempre escolher a alternativa de menor perda deixando de lado, muitas vezes, a oportunidade de realizar ganhos elevados. Cria-se uma tabela de *Perdas de Oportunidade [PO]* e avalia-se qual o "*regret*" (desapontamento) ou o "risco" que o decisor corre ao escolher o empreendimento, teoricamente, "errado".

Exemplificando : Imaginemos o cenário *[CN2]* ocorra. Então o decisor deveria ter escolhido o empreendimento *[EMPRE E3]* por possuir a maior taxa de retorno *[Trr]=92.55%* deste cenário. Se escolhesse qualquer outro empreendimento *[EMPRE EH]*, deixaria de ganhar a "*diferença*" entre *[Trr<sub>12</sub>]* e *[Trr<sub>n2</sub>]*, expressa matematicamente por <sup>(126)</sup>:

$$\boxed{[ (1+Trr_{12}) / (1+ Trr_{n2}) ] - 1}$$

(5.14.5.1)

Esta "*diferença*" entre taxas é o *desapontamento*, ou seja, a perda de oportunidade que o decisor vai ressentir

---

<sup>(126)</sup> Ver notação feita a respeito na equação (4.5.2) na pág.76.



ao escolher o empreendimento "errado" tendo em vista a ocorrência de um cenários diferente do escolhido.

O objetivo deste critério é, portanto, minimizar este desapontamento. Vejamos, então, como ficaria a **Matriz de Perda de Oportunidade**, caso ocorresse o cenário que produz a maior dentre todas as taxas de retorno **[Trr]** apresentadas. Neste caso, para o cenário **[CN2]**, o empreendimento **[EMPRE E3]** é que apresenta a maior taxa e, a Matriz de Perda de Oportunidade ficaria, conforme procedimento de cálculo mostrado em (5.14.5.1), exposto agora na forma da **Fig.: 5.14.5.2** abaixo:

	[EMPRE E1]	[EMPRE E2]	[EMPRE E3]
[CN1]	14.16%	13.53%	4.64%
[CN2]	7.35%	7.08%	0.00%
[CN3]	10.99%	12.02%	3.18%
[CN4]	15.78%	15.53%	4.82%
[CN5]	31.03%	25.56%	13.40%

**Fig.: 5.14.5.2 Matriz de Resultado das Perdas de Oportunidade [PO] relativa aos três empreendimentos quando da ocorrência de [CN2]**

Logo, para cada empreendimento temos como **Perda de Oportunidade Máxima [MAX [PO]]** o seguinte :

PERDA DE OPORTUNIDADE MAXIMA CORRESPONDENTE A CADA EMPREENDIMENTO			
	[EMPRES E1]	[EMPRES E2]	[EMPRES E3]
[MAX [PO]]	31.03%	25.56%	13.40%

**Fig.: 5.14.5.3 Perda de Oportunidade Máxima de cada empreendimento dado a ocorrência de [CN2].**

Como procura-se minimizar o desapontamento, escolhe-se aquele empreendimento que corresponde ao **[MIN MAX [PO] E<sub>N</sub>]**. Em nosso caso, novamente o **[EMPRES E3]** corresponde a esta condição, tendo sua perda de oportunidade balizada em:

$$\boxed{[MIN MAX [PO] E_3 ]=13.40\%}$$

(5.14.5.4)

É interessante reparar que, a escolha feita por este critério, o **[EMPRES E3]**, será basicamente a mesma que a escolha feita pelo **Critério de Wald**, de modo que, geralmente, produzirá o mesmo resultado, salvo em circunstâncias onde há possibilidade de um resultado excepcionalmente favorável, justificando assim, o risco de fazer tal empreendimento.

Embora haja algumas restrições a este critério <sup>(127)</sup>, não há dúvidas de que se trata de um critério que corresponde bem ao comportamento empresarial, isto é, utiliza-se da aversão ao risco, mas sem perder de vista as grandes oportunidades que eventualmente possam aparecer.

---

<sup>(127)</sup> Conforme Luce e Raiffa, op.cit. [20], sobre o efeito da introdução de alternativas irrelevantes que possam modificar a decisão, quando não deveria ser o caso.

#### 5.14.6 PELO CRITÉRIO DAS ESTRATÉGIAS MISTAS

A idéia básica deste critério é de que, já que não se sabe qual dos eventos vai se realizar, que se escolha em função de uma distribuição probabilística em especial. Trata-se de escolher entre as alternativas, uma distribuição que permita ao decisor estar indiferente em relação ao resultado, seja qual for o empreendimento escolhido. É bom lembrar que, aqui supõe-se não haver informações nenhuma sobre qual dos cenários poderá acontecer. Neste caso, devemos processar a matemática deste critério, cruzando, posteriormente, estas informações com as probabilidades subjetivas entendidas pelo tomador de decisão sobre a ocorrência de cada cenário em particular, conforme abordagem descrita no *item 4.6*.

Voltemos, agora, à matriz original, mostrada abaixo na **Fig.: 5.14.6.1** :

	[EMPRESA E1]	[EMPRESA E2]	[EMPRESA E3]
[CN1]	68.66%	69.60%	84.01%
[CN2]	79.36%	79.82%	92.55%
[CN3]	73.48%	71.89%	86.61%
[CN4]	66.31%	69.61%	83.69%
[CN5]	46.95%	53.35%	69.79%

**Fig.: 5.14.6.1 Matriz de Original dos Resultado das [Trr].**

Atribui-se para cada cenário em particular, uma probabilidade de acontecimento  $[P_i]$ . O raciocínio será identificar em que faixas de probabilidades de  $[P_i]$  que cada empreendimento se tornará o melhor a ser executado, balizando tal atitude pelo Valor Esperado da taxa de retorno  $[VE \text{ EMPRE } E_i]$  apresentado por cada empreendimento. Isto é, se a preocupação do decisor é garantir um ganho mínimo esperado, ele pode realizar isto selecionando as probabilidades  $[P_1]$ ,  $[P_2]$ ,  $[P_3]$ ,  $[P_4]$  e  $[P_5]$ , de maneira tal que ele fique indiferente entre os três resultados possíveis, ou seja, qualquer que seja o cenário que venha a realizar-se, o ganho esperado será o mesmo. Vejamos como apresentar-se-iam as equações nestas condições :

$$[VE \text{ EMPRE } E_1] = 68.66\% [P_1] + 79.36\% [P_2] + 73.48\% [P_3] + \\ + 66.31\% [P_4] + 46.95\% [P_5]$$

(5.14.6.2)

$$[VE \text{ EMPRE } E_2] = 69.60\% [P_1] + 79.82\% [P_2] + 71.89\% [P_3] + \\ + 69.61\% [P_4] + 53.35\% [P_5]$$

(5.14.6.3)

$$[VE \text{ EMPRE } E_3] = 84.01\% [P_1] + 92.55\% [P_2] + 86.61\% [P_3] + \\ + 83.69\% [P_4] + 69.79\% [P_5]$$

(5.14.6.4)

e

$$[P_1] + [P_2] + [P_3] + [P_4] + [P_5] = 1$$

(5.14.6.5)

É preciso, então, satisfazer a seguinte igualdade:

$$[VE E_1] = [VE E_2] = [VE E_3]$$

(5.14.6.6)

Verificamos de imediato que o sistema de equações acima é indeterminado, pois é composto por seis incógnitas (cinco probabilidades e mais o valor esperado de cada empreendimento) e apenas quatro equações. Resolvendo o sistema, verificamos que seus resultados também não satisfazem os intervalos previamente definidos. Os valores possíveis para as probabilidades  $[P_1]$ ,  $[P_2]$ ,  $[P_3]$ ,  $[P_4]$  e  $[P_5]$  dada a definição de  $[P_5]$ , por exemplo, deveriam permanecer em intervalo **positivo** e menor do que um, o que não acontece neste caso. As probabilidades possuem tal restrição como hipótese, e, portanto, deve ser respeitada e que matematicamente é expressa por :

$$0 \leq [P_1], [P_2], [P_3], [P_4], [P_5] < 1$$

(5.14.6.7)

Como os resultados obtidos do sistema de equações não se enquadram nesta restrição, o critério da **Estratégia Mista** não fornece subsídios para decisão.

Isto não significa dizer que, todos os sistemas de equações provindos das **Estratégias Mistas** deverão comportar-se de maneira semelhante. No exemplo mostrado quando debatemos este critério no *item 4.6*, as equações possuíam soluções dentro do intervalo previamente definido, mostrando, portanto, sua efetiva aplicabilidade como critério a ser utilizado em situação de incerteza completa (nenhuma informação) acerca das probabilidades de acontecimento dos cenários inicialmente idealizados. Mas, no **ESTUDO DE CASO** este critério não satisfaz, porque também não satisfaz as hipóteses inicialmente admitidas como verdadeiras.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta Dissertação teve a preocupação com a aplicabilidade dos principais conceitos abordados e discutidos pela Teoria da Decisão no planejamento econômico-financeiro na construção civil. Seu propósito foi, além de aprimorar tais conceitos, melhorar a compreensão dos fatores incertos que poderiam interferir nas decisões empresariais ligadas a construção civil. Na tentativa de tornar prático tal conceituação, foi que nos valem de um **ESTUDO DE CASO** para exemplificar cada passo, fazendo a transformação de um processo normativo em procedimentos operacionais para tomada de decisão.

Algumas importantes considerações que podem ser extraídas deste trabalho estarão apresentadas a seguir, sendo que, para debatê-las, utilizaremos como suporte os resultados obtidos através deste **ESTUDO DE CASO** em particular :



## 6.1 COM RELAÇÃO A MUTUALIDADE EXCLUSIVA E EXAUSTIVA

Há que se evidenciar a necessidade de existir a mutualidade exclusiva entre empreendimentos e fatores de decisão, bem como da necessidade de haver a exaustão dos mesmos. Tornam-se, portanto, condições imprescindíveis e obrigatórias. Caso tais premissas não sejam observadas, poderemos comprometer e inviabilizar todo nosso trabalho. Além de termos empreendimentos não representativos ou que devam ser empreendidos em conjunto para representarem uma **"boa"** alternativa de escolha, poderemos invalidar o processo por não contemplarmos os princípios fundamentais em que a Teoria da Decisão se insere. Estes comentários foram amplamente debatidos na explanação deste trabalho, mas é sempre bom lembrar que estas condições fazem parte de uma premissa que foi considerada como hipótese inicial e fundamental para o êxito nas obtenções de resultados confiáveis.

## 6.2 COM RELAÇÃO A ESCOLHA DOS EMPREENDIMENTOS

Há que se esclarecer o propósito do cuidado com que os mesmos foram idealizados. Sempre com características mercadológicas similares, de metragens construtivas próximas, de processos construtivos parecidos, enfim, com tipologias de edificações bastante aproximadas, foi que tais escolhas fundamentaram-se. Caso admitíssemos empreendimentos com características muito diferentes, o número de variáveis que influenciariam o processo de escolha de alternativa iria aumentar consideravelmente, além do que, algumas, provavelmente, seriam variáveis de comportamento não pertinentes ao cenário econômico-financeiro proposto, como restringe-se nosso **ESTUDO**. Um exemplo disto seria se idealizássemos empreendimentos com arquitetura e plasticidades totalmente diferentes, ou mesmo diferentes nas condições topográficas e geológicas dos terrenos. Com certeza teríamos suas respectivas influências no processo decisório citado. Vale lembrar que desde o início abordamos a preocupação de restringirmo-nos ao caráter econômico-financeiro do processo decisório, utilizando como agente balizador das decisões a taxa de retorno [**Trr**] apresentada por cada um dos empreendimentos quando analisados isoladamente.

### 6.3 COM RELAÇÃO A ESTRUTURA NA COMPOSIÇÃO DO FLUXO DE CAIXA

Idealizamos as despesas, receitas e prazos de conformidade com o que entendemos que seja "o mais coerente" para estes tipos de edificações, embora admitamos que possam existir maneiras diferenciadas para estruturação do mesmo. De forma alguma, qualquer outra estrutura de fluxo de caixa invalidaria a conceituação aqui exposta, e muito menos, sua aplicabilidade ao planejamento econômico-financeiro na construção civil.

### 6.4 COM RELAÇÃO A VARIÁVEL DE CENÁRIO [PREÇO]

Vale ressaltar que a variável de cenário **[preço]** sequer foi analisada nas situações expostas. Para uma variável que possui considerável importância no contexto há que se debater um **CASO** apenas para seu comportamento em particular. Mas, o **ESTUDO DE CASO** foi concebido hipoteticamente, e teria um sentido muito abstrato debatermos probabilidades deste fator tão importante no cenário sob o ponto de vista da Teoria da Decisão, mesmo porque, o **[preço]** passa a ser um dos agentes balizadores na estrutura mercadológica.

Com relação as demais variáveis de cenário aqui estudadas sob o enfoque da Teoria da Decisão, devemos mencionar que "elas" não são únicas, e podem, num outro **ESTUDO** qualquer não serem as mais importantes como aqui foram imaginadas.

### 6.5 COM RELAÇÃO AO PROCESSAMENTO RANDOMICO

Do resultado do processamento randômico das variáveis podemos sentir, como já foi mencionado anteriormente, que a variável **[vendas]** é a que mais afeta o comportamento da operação, podendo sozinha invalidar todo o processo caso não haja compatibilidade ou confiabilidade nas probabilidades de ocorrência por ela assumida. Como já abordado no *item 5.10*, grande parte da responsabilidade de tal comportamento é a adoção do mesmo perfil probabilístico para as **[vendas]** dos **meses 09 a 19**. Já explicamos também das razões deste fato, mas é interessante lembrar que a adoção de perfis diferenciados de mês a mês só traria um aumento na quantidade de cálculos estatísticos envolvidos no processo, embora reconheçamos a procedência de tal atitude. Devemos nos preocupar na verdade são com as probabilidades e com as quantidades das **[vendas]** que estão alocadas nos diversos meses de produção, pois é este o ponto crítico e de força suficiente para invalidar este **ESTUDO**. Em seguida

debateremos mais sobre a fase probabilística, contudo, devemos entender que precisamos, para obtenção de resultados satisfatórios, possuir perfis probabilísticos confiáveis e compatíveis à modelagem proposta.

#### **6.6 COM RELAÇÃO AO USO DAS TAXAS MÉDIAS ADOTADAS NOS ITENS 5.13.1 E 5.13.2**

Este procedimento de cálculo não está errado em sua concepção, mas, com certeza, poderia ser melhorado se tivéssemos condições de diminuir os intervalos das faixas a princípio admitidas ou admitir probabilidades às taxas **[Trr]** iniciais e finais de cada faixa probabilística. Em exposições anteriores mostramos que foi absolutamente intencional estudar certas faixas de ocorrência das taxas de retorno encontradas pelo processo randômico, não seguindo "a risca" o que sugere determinados critérios probabilísticos. Nossa intenção não está diretamente ligada a uma ou outra função probabilística, mas sim, na validade e/ou nas restrições a elas impostas na análise de decisão na incerteza quando aplicada ao planejamento econômico-financeiro na construção civil. Temos, no entanto, que ressaltar que adotamos uma taxa mediana porque representam com fidelidade o valor mediano das respectivas faixas em que estão, além do que, ser exatamente o valor que estamos

procurando para calcular o valor esperado **[VE Trr EMPRE EX]** das taxas de retorno de cada empreendimento.

#### 6.7 COM RELAÇÃO AO MODELO DE SIMULAÇÃO TOTAL PROPOSTO POR HERTZ

Podemos dizer que tal modelagem funciona a contento, mas, a quantidade de variáveis deste **ESTUDO DE CASO** foi relativamente pequena, e, portanto, entendemos que para se obter uma conclusão mais satisfatória poderíamos ter aumentado a quantidade de variáveis de cenário. De qualquer forma, o modelo só terá validade em seus resultados finais se o perfil probabilístico das variáveis de cenário estiver bem determinado <sup>(128)</sup>. Esta passa a ser uma condição que, até certo ponto, é imposta pelo próprio modelo, uma vez que o resultado da taxa de retorno **[Trr]** começa a distorcer-se quando detectamos grandes desvios nos perfis probabilísticos adotados.

---

<sup>(128)</sup> Abordaremos logo em seguida as conclusões a respeito das funções probabilísticas admitidas neste trabalho.

## 6.8 COM RELAÇÃO AS ROTINAS ADMINISTRATIVAS

Outro problema que deve ser enfrentado ao se colocarem em prática tais modelagens são os procedimentos da empresa para suas tomadas de decisões de investimentos. Embora não abordados neste trabalho, os aspectos administrativos ou as rotinas administrativas, assumem um papel fundamental dentro do processo. A empresa pode ter desenvolvido modelos relativamente refinados para a tomada de decisões de investimentos. Contudo, na prática, ela necessitaria também de procedimentos administrativos para colocar estes modelos em ação. Entre eles, incluem-se os processos de gerar propostas de investimentos para serem estimadas as probabilidades de cenários tão exatamente quanto possível. Além do que, tais procedimentos devem ter velocidade compatível de gerar informações ao mesmo processo, sob pena de inviabilizar por completo o procedimento de tomada de decisão. Em algumas empresas este procedimento administrativo é abusivamente rotinado, a fim de que não se percam "pelo caminho" informações importantes acerca de determinado processo comportamental.

## 7. CONCLUSÕES

Mostramos em toda a extensão deste trabalho que é muito melhor explicitar os desejos e anseios do decisor a fim de que se possa avaliar qual seria a melhor decisão quando o mesmo encontra-se frente a situações de incertezas.

Com o uso da função utilidade do decisor podemos incluir aspectos subjetivos no processo decisório. No entanto, entendemos que a primeira vista tal processo é de difícil compreensão e aplicabilidade, pois todos seus aspectos estão ligados diretamente à percepção do decisor e não ao analista do processo decisório. Entretanto, julgamos ser muito mais produtivo sinalizarmos os aspectos subjetivos do decisor na análise formal do processo do que confiar cegamente em resultados matemáticos para escolha de alternativas onde a incerteza faz-se presente. Além de estar teoricamente fundamentado no capítulo 3, o **ESTUDO DE CASO** confirma tal procedência. Vejamos : Se imaginássemos que o cenário inicialmente previsto no **ESTUDO DE CASO** estivesse no "**Estado de Domínio da Certeza**", isto é, se tivéssemos certeza absoluta que as variáveis comportar-se-ão da maneira que inicialmente previmos, sem qualquer desvio, o empreendimento **[EMPRE E3]** deveria ser o escolhido para empreender por apresentar a maior taxa de retorno



**[Trr]=123%** <sup>(129)</sup>. Também segundo todos os critérios matemático de decisão apresentados <sup>(130)</sup>, a decisão seria por empreender o **[EMPRE E3]**. No entanto, se considerarmos as preferências do decisor <sup>(131)</sup> em relação às condições risco-retorno apresentadas, perceberemos que o empreendimento escolhido seria o **[EMPRE E2]**. Isto não significa que a escolha do autor em empreender **[EMPRE E2]** é a correta. Apenas nos mostra que para as condições de risco-retorno apresentadas, o autor preferiria empreender **[EMPRE E2]** em detrimento dos demais empreendimentos. Se as condições de cenário, no que tange as probabilidades das variáveis forem diferentes, muito provavelmente, será também diferente a decisão tomada. O que não podemos negar é que utilizar as preferências do decisor em relação ao risco é muito mais produtivo do que não levá-las em consideração.

Podemos dizer também que, as probabilidades atribuídas as variáveis de cenário, mesmo que admitidas subjetivamente, possuem relevada importância no processo decisório. Evidenciam o sentimento do decisor com relação as diversas possibilidades de ocorrência das mesmas no processo. Caso o decisor não possua conhecimento suficiente

---

<sup>(129)</sup> Caso o decisor utilize como "agente balizador" para sua decisão apenas a taxa de retorno apresentada pelos empreendimentos quando analisados isoladamente.

<sup>(130)</sup> Exceção a Estratégia Mista por razões já comentadas.

<sup>(131)</sup> Neste caso o autor da Dissertação.

sobre a probabilidade de acontecimento de qualquer variável, deverá assessorar-se de um especialista, para que possa avaliar o comportamento destas variáveis com maior precisão. As probabilidades subjetivas, desde que admitidas com razoável precisão, de forma nenhuma comprometerão a qualidade da decisão como demonstrou **Savage** <sup>(132)</sup>. Pelo contrário, tornam a atitude de decidir muito mais segura, uma vez que, o sentimento do decisor está diretamente relacionado com a decisão. É verdade também que, muitos decisores da construção civil não possuem o mínimo senso, sequer para imaginar um modelo complexo para tomada de decisão econômico-financeira, quanto muito para atribuir probabilidades de acontecimentos às variáveis de cenário a que este modelo é submetido. No entanto, reforçamos a idéia de continuarmos insistindo na melhoria da qualidade da decisão por parte dos empreendedores da construção civil, principalmente no que tange às análises de decisão incertas no planejamento econômico-financeiro.

Quanto aos Critério Matemáticos temos os seguintes comentários a fazer. Entendemos que esta condição de apelo estritamente matemático não contempla as posturas do decisor frente ao risco, muito menos as probabilidades de cada evento ocorrer. Mas, são métodos capazes de ajudar, numa primeira análise, o processo de escolhas de alternativas, usando para tanto, a racionalização proposta pelos mesmos.

---

<sup>(132)</sup> **Savage, L. J, op.cit. [29].**

No entanto, discordamos que este tipo de conduta seja o processo mais eficiente para abordar situações de incerteza relativa, como é o caso.

De todos os critérios aplicados neste **ESTUDO DE CASO**, o que mais contempla a postura gerencial é o **Critério de Savage**, porque corresponde bem ao comportamento de um empresário de construção civil, utilizando-se de boas oportunidades de investimentos, sem, no entanto, correr risco excessivo. Normalmente, é o critério mais aceito entre os decisores. Todos os outros acabam sendo extremistas em suas posturas; uns por serem demasiadamente otimistas, outros por serem pessimistas demais.

O **Critério de Hurwicz** tenta suprir estas condições extremas e cria o **Índice de Pessimismo Relativo [Â]** como sendo um fator de ajuste. No entanto, este índice quando for um número mediano, leva o critério a perder de imediato seu valor porque acaba utilizando os conceitos abordados da função utilidade para certificar-se da veracidade do índice quando comparado com o número [Â] encontrado matematicamente. **As Estratégias Mistas**, por sua vez, parecem, num primeiro momento, um critério bastante útil quando não se tem informação nenhuma a respeito das probabilidades de acontecimentos das variáveis de cenário idealizadas. Mas, sua utilidade pode ser, em alguns casos, apenas momentânea pois podemos encontrar indeterminações no conjunto de respostas, como evidenciamos no **ESTUDO DE CASO**. Isto pode acontecer por vários motivos. Em nosso **ESTUDO**

basicamente foram dois : Primeiro pela quantidade de incógnitas ser maior que o número de equações que possuímos, e segundo porque, no intervalo que queremos estudar as probabilidades de acontecimentos dos cenários  $[CN1]$ ,  $[CN2]$ ,  $[CN3]$ ,  $[CN4]$  e  $[CN5]$  respectivamente representada por  $[P_1]$ ,  $[P_2]$ ,  $[P_3]$ ,  $[P_4]$  e  $[P_5]$ , não possuem valores entre **zero** e **um** e que somados dê seu valor igual a **um**. Estas probabilidades de ocorrência não podem assumir valores negativos e muito menos valores individuais maiores do que **um**. Na verdade, o que procuramos são valores medianos das probabilidades de tal forma que fiquemos indiferentes a escolha de qualquer dos empreendimentos estudados. Estes valores são balizados através do valor esperado  $[VE E_i]$  de cada um dos empreendimentos em questão, tornando-os em equações matemáticas, absolutamente iguais. Verificamos que, neste **ESTUDO DE CASO**, os números que satisfazem estas condições não estão no intervalo desejado. Portanto, este critério possui respostas razoáveis para escolha de alternativas, desde que o sistema de equações formado possua determinação de suas incógnitas dentro dos intervalos e restrições previamente definidos.

Verificamos que um dos principais problemas práticos da tomada de decisão na incerteza passa a ser o de como fazer previsões. Podemos constatar que, na construção civil este procedimento é ainda agravado por tal setor possuir grandes particularidades do resto da economia. Seus

insumos, seu tempo de produção, seus ajustes de preços, enfim, sua condição própria é que ajudam de certa forma a tornar este processo ainda mais complexo do que já é. No mundo em que vivemos, o processo de tomada de decisões significam previsões, e, previsões significam incertezas.

Os modelos desenvolvidos para a tomada de decisão dependem a cada passo de previsões, de estimativas futuras, quer seja pela probabilidade de determinado cenário acontecer, quer seja pela maneira com que o decisor se comportará frente ao risco. O problema de fazer previsões é tão complexo e impregnante que, muitas vezes, a construção de modelos para utilizá-las, em comparação, pode perder o significado. No entanto, propomos nesta Dissertação uma modelagem que funciona a contento, tendo em vista os procedimentos a que a mesma foi submetida. As previsões aqui feitas foram através de inferências estatísticas nas probabilidades dos valores que as variáveis de cenários poderiam assumir. Estas inferências foram utilizadas na modelagem como "**informações a priori**" para o processamento da Simulação Total proposta por **Hertz**. Processamento este que utilizou-se de uma geração randômica para atribuir valores ao acaso às três variáveis de cenários que aqui foram estudadas. Isto significa dizer que as previsões aqui admitidas funcionaram apenas como "**informações iniciais**" na utilização da modelagem, o que por si só, acaba tornando todo este procedimento de certa forma "mais confiável". Isto

não quer dizer que a partir do uso deste tipo de modelagem estamos livres da possibilidade de erros. Também não significa que os resultados da modelagem nos aponta para a melhor decisão. A modelagem apenas nos mostra a tendência probabilística do comportamento da taxa de retorno [**Trr**] dos empreendimentos aqui estudados. A decisão na escolha por um ou por outro empreendimento dependerá de cada decisor em particular, até porque, cada decisor possui uma atitude diferenciada frente ao risco, evidenciada aqui pela **Curva da Função Utilidade do Decisor**. Esta Curva terá características que dependerão das condições de risco-retorno apresentadas pelo "**Perfil de Risco**" de cada empreendimento <sup>(133)</sup> e da atitude do decisor frente a estas condições.

Há que se fazer ainda um comentário a respeito do ajuste da Curva da Função Utilidade feito no item 5.13.2 na **Fig.: 5.13.2.10**. O ajuste feito teve como único objetivo manter o coeficiente de aversão ao risco do decisor de maneira constante. Fundamentamos e estudamos em toda a extensão deste trabalho situações de efetivo risco. Isto é, buscamos características do decisor onde a incerteza ou o "evento incerto" traria algum tipo de perda ao decisor caso o resultado ruim se confirmasse. Evidente que uma incerteza não precisa, necessariamente, tratar de um processo de perda. Podemos ter incertezas no processo que podem levar o

---

<sup>(133)</sup> Resultado obtido da simulação feita através da modelagem proposta por Hertz.

decisor a "ganhar" ou "ganhar menos". É lógico que nestes tipos de circunstâncias o decisor não está diante de um processo de efetivo risco, pois caso o pior resultado aconteça, o decisor não perde nada, apenas ganha menos. Nestes casos as incertezas geradas não representam nenhum tipo de risco para o decisor. Como nesta Dissertação sempre estudamos a atitude do decisor frente a uma situação de efetivo risco, onde a incerteza gerada levará o decisor a um processo de perda caso o pior resultado se confirme, foi que tornou-se necessário um ajuste na Curva da Função Utilidade do Decisor. O procedimento utilizado foi gráfico. Embora saibamos de algumas restrições <sup>(134)</sup> a este tipo de método, entendemos que o mesmo proporciona resultados satisfatório e plenamente aceitáveis dentro do contexto estudado.

É importante ressaltar que nesta Dissertação fica fortemente evidenciado a preocupação do autor em procurar caminhos alternativos para a tomada de decisão na incerteza aplicada ao planejamento econômico-financeiro na construção civil. Evidenciamos também que a construção civil, por ser um setor com características muito peculiares e particulares

---

<sup>134</sup> ( ) As restrições que podem haver a este tipo de método gráfico é de não estarmos extrapolando a Curva de forma matemática, embora admitamos que existam funções que possam ser adaptadas a mesma. Esta Dissertação não teve a preocupação em encontrar curvas nem tão pouco desenvolver equações que simulem o comportamento humano. Pelo contrário, entendemos que o decisor até pode em determinada situação mudar seu coeficiente de aversão ao risco, basta para isto, que ele não esteja mais diante de um processo de efetivo risco ou que ele mude de patamar de riqueza.

do resto dos setores econômicos, a tentativa de adaptar conceitos e fundamentos teóricos já consagrados se torna uma tarefa bastante difícil e complicada. E, em alguns casos, impossível de adaptar-se a regras e comportamentos que outros setores, teoricamente, teriam maior facilidade. Com os exemplos tomados pelo **ESTUDO DE CASO**, foi que nos fundamentamos para estabelecer algumas restrições ao uso da Teoria da Decisão na sua aplicabilidade ao planejamento econômico-financeiro na construção civil.

Não podemos esquecer, no entanto, que este **ESTUDO** também sofreu restrições já na sua formulação inicial, e portanto, deve-se ter em mente que a partir deste trabalho possamos fazer outros **ESTUDOS DE CASO**, talvez mais complexos e abrangentes, com maior quantidades de variáveis de cenário para certificar-nos da veracidade das conclusões daqui extraídas. Este estudo poderá servir como um sistema embrionário para formulação de modelos mais complexos e sofisticados para análise de decisão na incerteza aplicados ao planejamento econômico-financeiro na construção civil. Com o uso da pesquisa operacional, ou com sistemas mais competentes para extrair as informações dos decisores com relação a seus perfis de risco, ou até mesmo com procedimentos de cálculos em matrizes bastante desenvolvidos, podemos verificar até que ponto as probabilidades fornecidas como "probabilidades a priori" das



variáveis de cenário podem ser encaradas como confiáveis para a manipulação de tais modelos sofisticados.

Entendemos que seria este o caminho a ser seguido para quem possui preocupações com relação ao processo de tomada de decisão na incerteza envolvendo o planejamento econômico-financeiro na construção civil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ACKOFF, R. L. & SASIENI, A. W. - ***Fundamentals of Operations Research***, N.Y., Wiley, 1968.
2. BASS, B. M. - ***Organizational Decision Making***, Richard Irwin, 1983.
3. CHURCHMAN, C. W., ACKOFF, R.L. & ARNOFF, E.I. - ***Introduction to Operations Research***, J. Wiley & Sons, 1958.
4. COHEN, K.J. & EDWIN J. ELTON - ***Inter-Temporal Portfolio Analysis Based on Simulation of Joint Returns***, Management Science, Vol.14, N°1 Sep. 1967
5. COPELAND, T. E. & WESTON, J. F. - ***Financial Theory and Corporate Policy***, Cap 4, Massachusetts, Addison Wesley, 1988.
6. DYCKMAN, T. R., SMITDT, S. & MC ADAMS A. K. - ***Manegement Decision Making under Uncertainty - An Introduction to Probability and Statistical Decision Theory***, Mc Millan, London, 1969.
7. EBERT, R. J. AND MITCHRELL, T. R. - ***Organizational Decision Processes***, New York, Crane Russak & Company, 1975.
8. ENGLISH, J.M. - ***Cost Effectiveness and Economic Evaluation of Engineering Systems***, New York, John Wiley & Sons, Inc, 1969.
9. FABRYCKY, W. J. AND THUESEN G. J. - ***Economic Decision Analysis, Englewood Cliffs***, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1974, p. 41-147 ; 359-382.
10. FISHBURN, P. C. - ***Decision and Value Theory***, N.Y., John Wiley & Sons, 1964.
11. FISHBURN, P. C. - ***Utility Theory for Decision Making***, N.Y., John Wiley & Sons, 1970.
12. FRANCIS, J. CLARK. - ***Investments : Analysis and Management***, Mc Graw Hill, Inc. 1972.

13. HAMMOND III, J. S. - *Better Decisions with preference Theory*, Harvard Business Review, Nov-Dez, 1967.
14. HARRISON, E. F. - *The Manegencial Decision Making Process*, Houghton M. C. I. Dolphin Edition, Boston

15. HERTZ, DAVID B. , ***Risk Analysis in Capital Investment***, Harvard Business Review, Jan-Fev- 1964, p. 95-106.
16. HILLER, F. S. & LIEBERMAN, G. J. - ***Introduction to Operations Research***, San Francisco, Holden Day Inc., 1967.
17. HOLLOWAY, CHARLES A. - ***Decision Making Under Uncertainty: Models and Choices***, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1979.
18. KEENEY & RAIFFA, ***Decisions with Multiple Objectives - Preference and Value Trade - Off***, N.Y., 1976.
19. LINDEY, D.V. - ***Making Decisions***, John Wiley & Sons, London, 1971.
20. LUCE R.D. & RAIFFA, H. - ***Games and Decisions***, New York, John Wiley & Sons, 1958.
21. MAGGEE, J. F. - ***Decision Tree for Decision Making***, Harvard Business Review, Jul-Aug, 1964.
22. MARKOWITZ, H.M. - ***Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investment***, N.Y., John Wiley & Sons, 1959.
23. RAIFFA, H. & SCHALAIFER, R. - ***Applied Statistical Decision Theory***, Boston, Mass., Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1961.
24. RAIFFA, H. - ***Decision Analysis, Reading, Mass.***, Addison Wesley, Massachusetts, 1968.
25. REISMAM, ARNOLD - ***Managerial and Engineering Economics***, Boston, Allyn & Bacon, Inc. 1971.
26. ROCHA LIMA JUNIOR, JOÃO, ***Avaliação do Risco nas Análises Econômicas de Empreendimentos Habitacionais***, Fev. 1991 EPUSP. p. 56/140.
27. ROCHA LIMA JUNIOR, JOÃO, ***O Conceito de Taxa de Retorno na Análise de Empreendimentos - Uma abordagem Crítica***, Nov. 1989, EPUSP.
28. ROY, B. ***"Partial Preference Analysis and Decisions Aid: The Fuzzy outranking relation concept" in Conflicting***

**Objetives in Decision**, II A.S.A. Wiley, 1977,p.40-71.

29. SAVAGE L.J. - **The Foundations of Statistics** , New York, John Wiley & Sons, 1954.
30. SCHLAIFER, R. - **Analysis of Decision under Uncertainty**, N.Y., Mc. Graw Hill Book Company, 1961.
31. SWALM, R. - **Utility Theory insights into risk Taking**, Harvard Business Review, Nov-Dez 1966.
32. TARQUIN, A.J. AND BLANK,L.T. - **Engineering Economics**, New York, McGraw Hill, 1976.
33. VAN HORNE, J. C. - **Financial Management and Policy** , 2nd Edition, 1971 Prentice-Hall Inc.
34. VON NEUMAN ,J. & MORGENSTERN O. - **The Theory of Games and Economic Behavior**, Princeton,NY, Princeton University Press,1953.