

— GUILHERME CALÔBA —

GERENCIAMENTO DE
RISCO EM
PROJETOS

FERRAMENTAS, TÉCNICAS
E EXEMPLOS PARA
GESTÃO INTEGRADA



ALTA BOOKS
EDITORA

Rio de Janeiro, 2018

Sumário

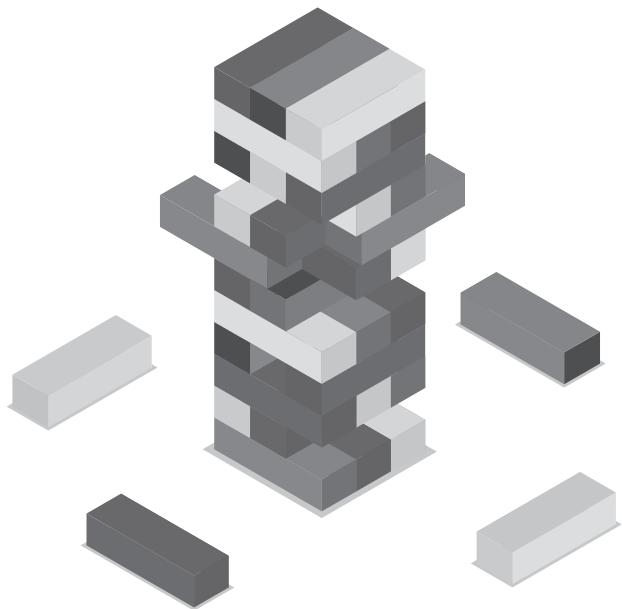
Apresentação	xiii
Seção 1 — Introdução e definições	1
Riscos e incertezas	3
O que é Risco, afinal?	4
Risco é questão de preferência	8
Riscos em projetos	22
Sobre o conteúdo deste livro	24
Referências	25
Seção 2 — O que você precisa saber para fazer uma (boa) análise de riscos	27
Gestão de riscos	29
Gestão integrada de riscos em projetos em uma empresa	30
Gestão de riscos conforme as normas ISO e ABNT pertinentes	30
Princípios da gestão de riscos	31
Estrutura de gestão de risco	33
Processo de gestão de risco	34
Padrão de práticas de risco do PMI	39
Planejamento do gerenciamento de riscos	41
Identificação de riscos	42
Análise qualitativa de riscos	44
Análise quantitativa de riscos	45
Planejamento das respostas aos riscos	46
Monitoramento e controle de riscos	47
Este capítulo em um coffee break	48
Referências	49

Estatística descritiva	51
Sobre funções de probabilidade.....	52
A respeito de valores centrais	56
Frequência relativa, absoluta e histograma	57
Medidas de dispersão: Desvio-padrão, variância e percentis notáveis	59
Medidas de forma da distribuição: Assimetria e curtose.....	62
Representação de uma distribuição através do boxplot.....	64
Este capítulo em um coffee break	66
Distribuições de probabilidade “notáveis”	69
Distribuições contínuas	69
Distribuição Normal	69
Distribuição Lognormal	70
Distribuição Uniforme	71
Distribuição Triangular	72
Distribuição Pert.....	73
Distribuição Beta	74
Distribuições discretas	75
Distribuição de Bernoulli	75
Distribuição Binomial.....	76
Distribuição Geométrica	77
Distribuição Binomial Negativa	78
Distribuição Hipergeométrica	78
Distribuição Poisson.....	80
Este capítulo em um coffee break	81
Referências	81
Seção 3 — Configurando e executando uma análise quantitativa de risco	83
Uma visão geral: Metodologia básica	85
Objetivo da análise de risco.....	85
Proposição de uma metodologia para análise de risco.....	86
Gerenciamento de projetos em fase: Estímulo e consequências para o risco	92
Estudo conceitual: Desenvolvendo a oportunidade de negócio	94
Estudo de pré-viabilidade: Seleção de alternativas	94
Estudo de viabilidade: Detalhando a alternativa	95
Execução do projeto	96

O que (geralmente) interessa: Risco de prazo e custo.....	96
Este capítulo em um coffee break	97
Referências	99
Ajustando o cronograma	101
Cuidados na construção do cronograma.....	101
Elaborando o cronograma para a análise de risco	106
Este capítulo em um coffee break	109
Referências	110
Ajustando dados de entrada.....	111
Sobre testes de aderência.....	112
Testes estatísticos: Ilustração	115
Teste de qui-quadrado	116
Teste de Kolmogorov-Smirnov	122
Ajuste muito bom para ser verdade?	126
Ponto-final no ajuste de distribuições	128
Pergunte a quem entende: A opinião especializada.....	130
Começando o jogo: O que queremos saber?	131
Qualificando o topo e a base	132
Definindo o formato da distribuição	132
Atribuindo fatores qualitativos	133
Fechando o ciclo	134
Opinião e probabilidade: Uma questão condicional	136
Questões comportamentais: Tversky e Kahneman e viés de percepção	138
Heurística de disponibilidade	140
Heurística de ajuste e ancoragem.....	141
Mais alguns pitacos de Kahneman.....	143
Este capítulo em um coffee break	144
Referências	145
Preparando o modelo para a simulação.....	147
Partindo da análise qualitativa	147
Modelagem de riscos	148
Saídas da simulação.....	152
Este capítulo em um coffee break	153
Referências	155

Como funciona a simulação: Apenas o básico	157
Sistemática da simulação	157
Iterações: Quantas e por quê?	161
Brevíssima história da simulação de Monte Carlo	164
Este capítulo em um coffee break	166
Referências	167
Seção 4 — Avaliação dos resultados	169
Analisando resultados: Valores notáveis e dispersão	171
Este capítulo em um coffee break	179
Analisando a sensibilidade: Identificando fatores relevantes	181
Índice crítico	182
Correlação	183
Desvio-padrão.....	190
Indicador de sensibilidade de cronograma: SSI	191
Este capítulo em um coffee break	192
Referências	194
Desenvolvendo cenários de resposta	195
Introduzindo eventos de risco: Projeto-teste	196
Desenvolvendo respostas aos riscos: Projeto-teste.....	204
Este capítulo em um coffee break	215
Seção 5 — Revisando e fechando o ciclo	
— Exemplos e estudos de caso	217
Estudo de caso	219
De casa para o trabalho	219
Projeto industrial	233
Referências	261
Revisão: Este livro em uma (longa) refeição	263
Índice	269

Seção 1 — Introdução e definições



Nesta seção, falaremos sobre definições e conceitos introdutórios. Como mencionaremos diversas vezes ao longo deste texto, a metodologia de Análise de Risco não se torna complexa pelo seu próprio proceder; é a dimensão humana, que está envolvida em todos os processos, o principal elemento da Análise. Afinal de contas, a Análise de Risco tem o propósito de facilitar a tomada de decisões; uma função claramente humana. Discutiremos primordialmente estas questões.



Riscos e incertezas

Muito se fala sobre Risco. Uma busca no Google sobre a palavra retorna mais de 80 milhões de entradas. Esse risco pode ter diferentes conotações.

A palavra menos popular para risco denomina-se incerteza (apenas 5 milhões de hits no Google). São palavras irmãs, muito misturadas e usadas abundantemente na literatura.

A nossa abordagem neste texto, uma de várias possíveis para o tema, é considerar incerteza como a presença de variabilidade em um resultado. Ou seja, o tempo que você leva para chegar ao trabalho possui incerteza, uma vez que fatores como o tempo em sinais de trânsito, possibilidade de acidentes e condições viárias não são constantes; a quantidade de água que você consome diariamente também é, visto que, mesmo que você consuma dez copos de água por dia, estes copos certamente terão volumes distintos; assim como o número de passos que leva para dar a volta no quarteirão. A incerteza está em tudo.

Certamente o resultado da venda de uma filial da empresa, um novo projeto de investimento ou o próprio resultado do balanço anual estão sujeitos a incertezas. Elas podem ter menor ou maior importância, e isso nos dirá se vale a pena modelá-las.

A qualificação e a quantificação de uma incerteza nos levam a outra variável: o risco. Risco é o nome que damos à variabilidade do resultado, ou o tamanho da incerteza, seu impacto.

Dando aspectos mais formais a esse tratamento, podemos obter algumas definições. A ISO 31000, de 2009 (ISO, 2009) considera a seguinte definição: “Organizações de todos os tipos e tamanhos enfrentam influências e fatores internos e externos

que tornam incerto se e quando elas atingirão seus objetivos. O efeito que a incerteza tem nos objetivos de uma organização denomina-se ‘Risco.’”

A mesma norma informa que incerteza “é o estado, mesmo que parcial, da deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, seu conhecimento, sua consequência ou sua probabilidade”.

Este livro discutirá a qualificação e a quantificação de incertezas em projetos, se atendo ao tema de análise de risco e penetrando com maior profundidade nos aspectos quantitativos, que são menos mencionados em livros de Análise de Risco em Projetos. Podemos dizer que a análise de risco financeira está mais desenvolvida neste sentido, mas podemos trazer conceitos e modelagens do mundo das finanças para o mundo dos projetos, uma vez que a própria modelagem de modelos financeiros vem, em muitos casos, da observação de fenômenos naturais da ciência.

O que é Risco, afinal?

O The Risk Management Guide¹ (“O Guia de Gerenciamento de Risco”, em tradução livre) apresenta algumas definições interessantes para risco:

- Risco é mais comumente dito como algo que deva ser evitado.
- É a incerteza de resultado, seja uma oportunidade positiva ou uma ameaça negativa, em função de ações ou eventos.
- Risco é a chance, pequena ou grande, que um dano ou resultado adverso ocorra em função de determinado perigo.
- É a combinação de probabilidade e impacto, incluindo a importância percebida.
- Um Risco é um evento que ainda não ocorreu, mas se o fizer poderá afetar adversamente o resultado, a entrega, o orçamento ou o cronograma do projeto.

Os dicionários nos fornecerão informações similares. O Michaelis da Língua Portuguesa, por exemplo:

- *ital rischio*: Possibilidade de perigo, incerto, mas previsível, que ameaça de dano a pessoa ou a coisa.
- *R. bancário, Com*: O que decorre do negócio entre banqueiros ou entre o banco e os correntistas. *R. profissional, Dir*: Perigo inerente ao exercício de certas profissões, o qual é compensado pela taxa adicional de periculosidade.
- A risco de, com risco de: Em perigo de. A todo o risco: exposto a todos os perigos.
- *Correr risco*: Estar exposto a.

¹ <http://www.ruleworks.co.uk/riskguide> (conteúdo em inglês)

Já o Houaiss nos dirá que Risco é a:

- Probabilidade de perigo, ger. com ameaça física para o homem e/ou para o meio ambiente. Ex.: <r. de vida> <r. de infecção> <r. de contaminação>.
- Derivação: Por extensão de sentido. Probabilidade de insucesso, de malogro de determinada coisa, em função de acontecimento eventual, incerto, cuja ocorrência não depende exclusivamente da vontade dos interessados. Ex.: o projeto está em r. de perder seu patrocínio.
- Rubrica: Termo jurídico. Em contratos de seguro, incidente que acarreta indenização. Ex.: <r. de roubo> <r. de incêndio>.
- Rubrica: Termo jurídico. Responsabilidade ou encargo acerca da perda ou do dano por situação de risco.

Quando há risco e incerteza, é possível compreender os seus efeitos e **desenvolver respostas** para **aproveitar** as oportunidades e **reduzir** o efeito das ameaças.

Este tipo de questão em geral nos remete a um **problema de decisão**, de escolha.

Os elementos de um problema de decisão serão:

- Valores e objetivos: Existe alguma escala através da qual possamos medir o benefício ou o malefício das consequências da escolha, conectado aos objetivos que traçamos.
- Decisões a serem tomadas: Poderão ser escolhas de como desenvolver o projeto, que tipo de mitigação deverá ser desenvolvido etc.
- Eventos incertos: A ocorrência de um risco poderá, por exemplo, ser um evento incerto.
- Consequências relacionadas às decisões e aos riscos.

Kutsch e Hall (2010) trazem uma luz ao tema de análise de risco e incerteza para projetos, ilustrando uma estrutura de avaliação da ignorância, cunhada por Smithson (1989).

Conceituar a ignorância é importante, uma vez que faz parte de uma coleção de palavras que podem ser usadas com muitos significados. A definição de Smithson (1989) especifica que “A é ignorante do ponto de vista de B se A não concorda ou não conhece ideias ou conceitos que B considera válidos ou potencialmente válidos”.

A ignorância sobre um resultado pode ser resultante de erro ou irrelevância. Aqui, irrelevância é definida como a qualidade de atribuir, por arrogância ou qualquer outro julgamento, pouca importância à incerteza acerca de determinado fator. A irrelevância é a ignorância deliberada, enquanto o erro sempre ocorrerá por imprecisão de medições ou pela natureza da situação.

Existem três diferentes modalidades identificadas por Smithson (1989) para a irrelevância. Outra forma de nomear essa categoria é pensar em questões que são evitadas e não são discutidas. São elas:

- Fora de tópico: Intuições dos profissionais de referência (experts) que não podem ser confrontados em termos de relevância cognitiva. Em outras palavras, são aqueles elementos que “não se discutem” porque existe uma referência prévia, em geral representada pela forte opinião de um especialista, que veda essa consideração. Como citado por Margolis (2003): “Os experts em geral aprendem a se concentrar no que é crítico na sua experiência do tópico em questão e ignoram todo o restante.”
- Tabus: Questões com as quais as pessoas não se envolvem, questionam, investigam ou conhecem. São restrições morais ou de precaução com o que se considera não apropriado lidar. A exposição de um risco é válida para o processo de análise e planejamento de resposta, mas pode criar ansiedade entre as partes interessadas. É uma irrelevância reforçada socialmente.
- Indecisividade (Undecidability): Questões que não podem ser consideradas verdadeiras ou falsas porque são classificadas como insolúveis, ou as soluções não são demonstráveis. Ocorre quando diferentes partes interessadas do projeto julgam um aspecto sob luzes diametralmente opostas. Por mais que tentem demonstrar seus pontos de vista, é impossível chegar a um consenso. Desta forma, opta-se por não considerar esses fatores.

Cabe comentar que a irrelevância é válida. O conjunto cognitivo de fatores que impactam um projeto deve ser restringido ou podemos, no limite, considerar as implicações de “preços de brinquedos na política de defesa do país” (Smithson, 2011). Este exemplo fantástico lida com a questão do “fora de tópico”. Neste caso, é corretíssimo excluir este tema da análise. A capacidade de síntese é essencial em todos os trabalhos.

Como nos salvar, então, da irrelevância? Uma boa ideia é tentar confrontar opiniões de especialistas e usar técnicas de *blind review* de tomada de decisão, como a técnica Delphi; em que os responsáveis por opinar sobre as questões não estão identificados, e a hierarquia, tanto formal quanto relacional (caso dos experts), é eliminada. São processos mais complexos e longos, mas podem ser essenciais para que a análise de risco não fique limitada sempre aos mesmos fatores.

Olhando o outro ramo da árvore da ignorância de Smithson, encontramos o chamado erro ou ignorância passiva. Neste caso, estamos ignorando sem nos percebermos de nossa ignorância.

O erro é categorizado em Distorção ou Incompletude. A Distorção na percepção é, por sua vez, causada pela confusão (avaliação incorreta ou incoerente substituição de uma opção por outra) ou imprecisão (uso de viés ou distorção na análise). Um exemplo de confusão é considerar que um produto de qualquer linha da empresa é ótimo uma vez que um produto específico é líder de mercado. A imprecisão já envolve questões como considerar que uma empresa tem padrões excelentes de SMS porque seu país sede é referência neste tema. Já a incompletude divide-se em incerteza e ausência de informação, que se define por si só. Enquanto a incerteza se divide em três elementos.

O primeiro, a qualidade de ser vago, tem duas subcategorias: *fuzziness* (que é a qualidade de ser indistinto) e a não especificidade (que consiste na falha em compreender em suficiente detalhe para permitir a identificação). Para exemplificar, considere a altura de uma pessoa. Quando ela deixa de ser alta e passa a ser baixa? Quando um equipamento pode ser considerado robusto? Este tipo de incerteza é um atributo *fuzzy*. Por outro lado, dizer que um local fica próximo — a cinco minutos — pode ser insuficiente, uma vez que não sabemos se a distância será percorrida a pé ou por meio de alguma condução.

O termo ambiguidade se refere à possibilidade de atribuir a uma mesma palavra diferentes atributos. Quando considera-se, por exemplo, que o equipamento é “bom”, o pessoal de avaliação de compras pode achar que é barato ou fácil de contratar; a equipe de vendas, que é de alto volume de vendas; e o pessoal de projeto, que é fácil de concluir em tempo e custo. Ou seja, falta consenso sobre o significado da palavra. Repare que esse conceito é distinto da não especificidade, embora ambos possam ser evitados a partir de uma descrição mais completa dos conceitos.

O trabalho de Kutsch e Hall (2010) tem o foco no outro ramo da árvore, denominado de irrelevância, que é mais complexo e não depende apenas de obter mais informações ou mais tempo de investigação para se avaliar, mas se trata da ignorância por escolha. Há inúmeros trabalhos e modelos sobre comunicação e seus problemas, e este é apenas um que introduz o tópico e sua relevância.

A partir da modelagem e análise de risco, é possível montar um mapa de consequências, priorizar os riscos e tratá-los de uma forma sistematizada, como será visto na sequência.

Risco é questão de preferência

A noção de risco que queremos desenvolver pode ser definida claramente a partir de um exemplo básico.

Suponha que tenhamos uma situação em que lhe são dadas duas opções:

1. Receber \$1.000,00.
2. Jogar uma moeda e, com 50% de chance, receber \$2.000,00 e, com 50% de chance, nada receber.

Verifica-se que, na primeira opção, há a ausência total de incerteza, apenas um resultado certo, definido, em termos do ganho de \$1.000,00. No segundo caso, entretanto, existe risco. Tanto pode-se ganhar quanto perder. Se tomarmos a média dos resultados, no entanto, ponderando as probabilidades pelos ganhos, teremos:

$$\text{Valor Médio} = 50\% \cdot \$2.000 + 50\% \cdot \$0 = \$1.000 + 0 = \$1.000,00$$

Este valor médio costuma-se chamar Valor Monetário Esperado (VME).

As duas opções têm o mesmo valor médio. Como se pode seguir daí? O que devemos escolher?

Naturalmente, como a primeira opção não possui risco, o investidor racional tenderá a escolhê-la. Entretanto, um investidor arrojado poderá assumir a opção arriscada. Entra em jogo a ideia de tolerância ao risco, um conceito essencial para determinar o apetite dos investidores a negócios com maior ou menor risco.

A tendência natural é que o investidor seja avesso ao risco. Essa posição, explicada à exaustão por Raiffa (1968) e tantos outros, significa que esse investidor enxerga, na segunda opção, um Valor Equivalente inferior aos \$1.000,00. Vamos a um primeiro ponto sobre a validade de uso do valor médio esperado:

O Paradoxo de Ellsberg: Conhecimento e incerteza

Suponha que exista uma urna contendo 90 (noventa) bolas. É sabido que 30 (trinta) destas bolas são da cor cinza. As outras 60 (sessenta) podem ser pretas ou brancas. As 60 bolas são de uma única cor, ou pretas ou brancas. Cabe ao decisor escolher entre as seguintes opções e retirar uma bola do conjunto:

- A — Se a bola for cinza, receber \$100,00.
- B — Se a bola for preta, receber \$100,00.

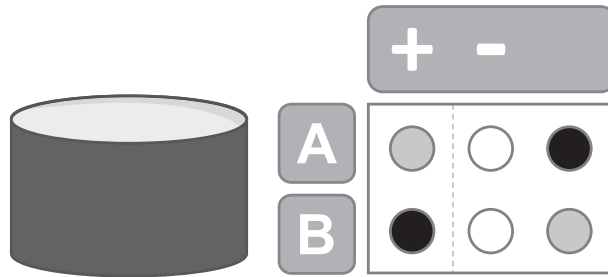


Figura 1.1: Paradoxo de Ellsberg (primeira decisão)

Este problema foi proposto inicialmente por Ellsberg (1962) e confronta o risco conhecido (1/3 das bolas SÃO cinza) com o risco desconhecido (2/3 das bolas podem ser pretas ou não). São fontes distintas de incerteza, o que pode levar a uma escolha que não apele para o lado racional.

Podemos calcular os valores esperados, ponderando probabilidades por resultados para cada uma das opções, da seguinte forma:

$$VE(A) = P(\text{Cin}) \times 100 + P(\text{Pr}) \times 0 + P(\text{Br}) \times 0 = 1/3 \times 100 = 33,33$$

$$VE(B) = P(\text{Ci}) \times 0 + P(\text{Pr}) \times 100 + P(\text{Br}) \times 0 = P(\text{Pr}) \times 100$$

Como a probabilidade de sucesso em A é completamente conhecida, a maior parte dos entrevistados escolhe essa opção; muito embora não haja como dizer que a opção B é probabilisticamente inferior.

Ellsberg (1962) propõe ainda outro problema, considerando a mesma urna. Uma bola será retirada na mesma condição inicial e o decisor deve escolher entre:

C — Se a bola for cinza ou branca, receber \$100,00.

D — Se a bola for preta ou branca, receber \$100,00.

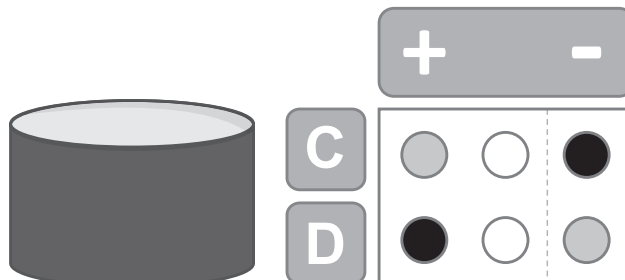


Figura 1.2: Paradoxo de Ellsberg (segunda decisão)

Note na figura que a única diferença entre a opção A e a opção C foi que a bola branca passou a ser parte do lado positivo da aposta. Na opção D, o mesmo ocorreu. Naturalmente, se acreditamos que $P(Ci) > P(Pr)$ e escolhemos a opção A, é apenas natural acharmos que $P(Ci) + P(Br)$ seja maior que $P(Pr) + P(Br)$ e escolhermos a opção C.

Novamente o problema brinca com a percepção de risco e incerteza e conjectura sobre a certeza e a incerteza. Podemos equacionar a questão como fizemos anteriormente:

$$VE(C) = P(Ci) \times 100 + P(Br) \times 100 + P(Pr) \times 0 = 1/3 \times 100 + P(Br) \times 100$$

$$VE(D) = P(Ci) \times 0 + P(Br) \times 100 + P(Pr) \times 100 = P(Br) \times 100 + P(Pr) \times 100 = 0,66 \times 100 = 66,66$$

Note que, agora, a opção D permite sabermos exatamente a probabilidade de sucesso, enquanto a opção C ainda depende de avaliarmos se as bolas dentro da urna são pretas ou brancas.

Embora os problemas apresentem aparentemente a mesma probabilidade para as soluções A e B e também para C e D, a tendência geral das pessoas é escolher as opções A e D, por serem, na interpretação, menos incertas.

Desta forma, o normal seria supor que o valor esperado da opção A é, de alguma forma, superior ao da opção B. Assim, esperaríamos que $VE(A) > VE(B)$. Recuperando o que desenvolvemos anteriormente vem:

$$VE(A) = 33,33 > VE(B) = P(Pr) \times 100.$$

Ou seja, $0,33 > P(Pr)$ ou $P(Pr) < 33\%$. Se a probabilidade de se tirar uma bola preta for menor que 33%, o valor esperado de A é maior que o de B.

Vejamos o segundo caso. Se escolhemos D em detrimento a C, o valor esperado de D deverá ser maior que o de C. Assim:

$$VE(D) = P(Br) \times 100 + P(Pr) \times 100 > VE(C) = 1/3 \times 100 + P(Br) \times 100$$

Cancelando o termo $P(Br) \times 100$ dos dois lados, ficamos com $1/3 \times 100 < P(Pr) \times 100$, então, $1/3 < P(Pr)$ ou $P(Pr) > 33\%$.

Ou seja, a escolha de A e D simultaneamente, por mais lógica que pareça ser, não seguiu a ideia fundamental da maximização do valor esperado, uma vez que o fator desconhecido, a probabilidade das bolas serem pretas ou brancas, favorece uma ou outra opção, paradoxalmente. Não há paradoxo nenhum na interpretação da questão, basta inserir o medo ou a atração pelo desconhecido; fatores da natureza humana.

Similarmente, sabemos que quanto melhores as condições de uma empresa, menor será a taxa de juros cobrada pelo banco para conceder-lhe um empréstimo. Aqui somos novamente visitados pelo conceito de risco, uma vez que quanto maior for a incerteza — neste caso a possibilidade de que o empréstimo não seja pago —, maior será a taxa cobrada.

Este tipo de raciocínio funciona para o investidor, também. Quanto maior o risco de um determinado investimento, medido em geral como a variabilidade da taxa de retorno do capital investido, maior será a taxa de retorno exigida para que ele entre no investimento.

Os modelos de precificação de ativos e de avaliação de empresas repousam grande parte de sua análise na avaliação de riscos, tanto nas operações internas da empresa como na comparação com o mercado, em modelos de precificação de capital, como o CAPM. Para maiores informações sobre modelos de precificação de ativos e avaliação de empresas, consulte Gitman (2010), Markowitz (1952) e Calôba, Motta et al. (2008).

Vamos desenvolver um exemplo simples sobre valor esperado e valor equivalente para o tomador de decisão.

Suponha que você está envolvido em um negócio que, como muita coisa na vida, prevê uma possibilidade de ganho (75%) e outra de perda (25%). Vamos aos valores para esta opção, que chamaremos de A, na Figura 1.3.

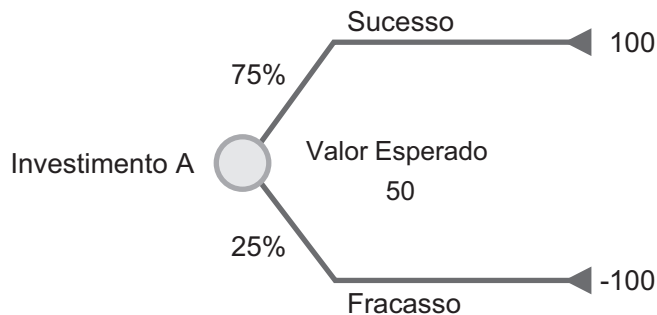


Figura 1.3: Árvore de decisão (investimento "A")

Na imagem temos uma árvore de decisão que, neste momento, está registrando apenas a incerteza do investimento “A”, através do nó de incerteza representado pelo círculo. O negócio tem a possibilidade de ganho de \$100,00 e perda de \$100,00. O valor esperado desse negócio é $75\% \times 100 + 25\% \times (-100) = 75 - 25 = 50$.

Considere a existência de uma opção ao investimento “A”, de receber um valor “certo”, sem nenhuma incerteza, e deixá-lo de lado. Em outras palavras, se alguém quiser comprar o seu investimento, por quanto você venderia esta oportunidade?

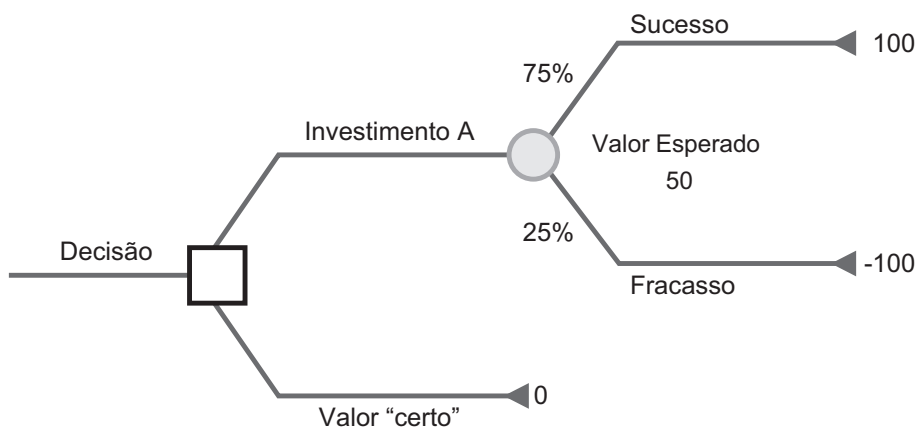


Figura 1.4: Árvore de decisão (investimento “A” com opção de saída)

Uma pessoa neutra ao risco aceitaria \$50,00 pelo negócio, uma vez que é o valor esperado. Quem seja propenso ao risco pediria mais e quem é avesso ao risco aceitaria menos que o valor esperado. Naturalmente, essa decisão depende do “apetite” ao risco de quem está com a decisão em suas mãos. Por simplicidade, e em consonância com o que o paradoxo de Ellsberg nos ensinou, vamos considerar que as pessoas e, em particular, as empresas, são avessas ao risco. Walls (2004) fez um estudo criterioso no mundo da exploração de óleo e gás e demonstrou esse ponto a partir de dados dos leilões de concessões no Golfo do México.

Suponha, neste caso, que o salário mensal do indivíduo (ou receita líquida mensal da empresa que possui esse investimento) seja de \$2.500,00, ou seja, os \$100,00 são apenas 4% do seu orçamento mensal, algo que pode ser perdido sem grandes traumas. Vamos complicar um pouco mais o jogo, com outro investimento.

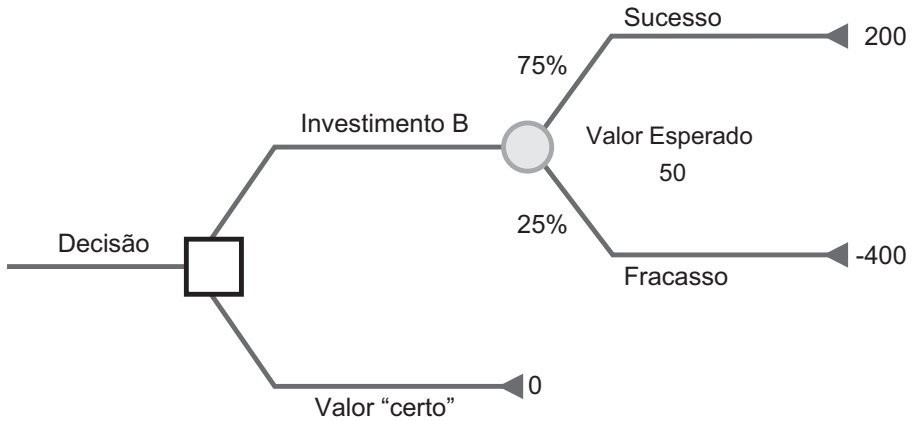


Figura 1.5: Árvore de decisão (investimento "B")

O investimento "B" considera um valor para o sucesso de \$200,00 e, para o fracasso, \$400,00. Ponderando o valor esperado, teremos $75\% \times 200 + 25\% \times (-400) = 150 - 100 = 50$. Entretanto, o valor do fracasso já representa 16% do orçamento. O investimento possui mais risco que A. Neste momento, para o investidor "avesso" ao risco, a possível perda começa a pesar mais que o ganho de \$200,00.

Considere agora o investimento "C".

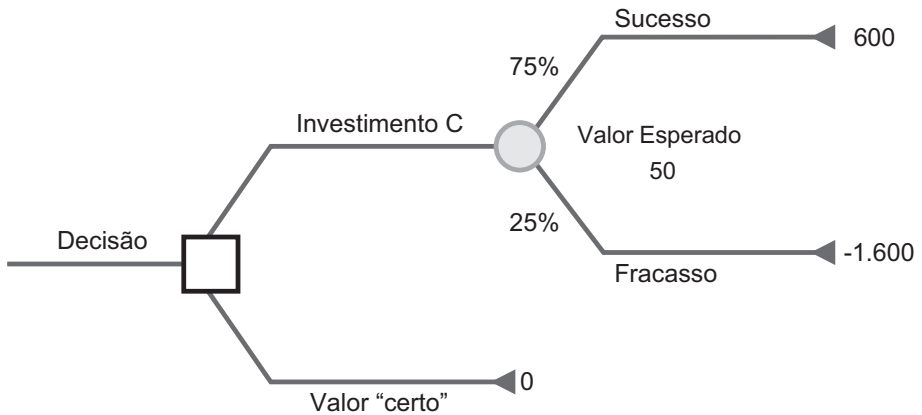


Figura 1.6: Árvore de decisão (investimento "C")

Agora o prejuízo com o fracasso chega a \$1.600, ou 75% do orçamento mensal. O investimento está se tornando bastante significativo. Talvez, o valor da perda seja tão significativo, e o negócio seja de tal forma arriscado que você até aceite entregá-lo de graça ou, para ser honesto, pagar para se livrar dele. Apesar da ideia ser a princípio estranha, pense em quantos investimentos ou negócios ruins você já viu ocorrerem em que o dono até aceitaria pagar um valor para passar adiante.

Você acertou se acha que vamos colocar investimentos ainda mais arriscados. Os investimentos D e E consideram valores ainda maiores de perda com valores de ganho que mantenham o projeto com o mesmo valor esperado. Resumindo todos em uma única tabela, temos:

Investimento	Sucesso		Fracasso		Valor Esperado
	Prob	Resultado	Prob	Resultado	
A	75%	\$100	25%	-\$100	\$50
B	75%	\$200	25%	-\$400	\$50
C	75%	\$600	25%	-\$1.600	\$50
D	75%	\$1.130	25%	-\$3.200	\$50
E	75%	\$1.733	25%	-\$5.000	\$50

Resumo dos investimentos

Verifique que a última opção, E, tem um risco de perda de \$5.000,00, o orçamento de dois meses e meio. Possivelmente é o potencial para quebrar uma empresa e colocar uma pessoa em uma necessidade de crédito alto.

As cinco opções possuem o mesmo valor esperado, mas são bastante diferentes. Enquanto nosso tomador de decisão, averso ao risco, provavelmente trocaria o valor do investimento A apenas por algo muito próximo do esperado, definitivamente pagaria algum valor para se livrar dos dois últimos investimentos.

Uma forma de calcular esse valor equivalente é utilizar um conceito chamado função utilidade, que atribui um valor, ou utilidade, a um possível resultado. Raiffa (1968) e outros tantos comentaram sobre a função utilidade exponencial, que é a função de um parâmetro R (chamado de tolerância ao risco) que corresponde a um valor de referência para perdas. Walls e Dyer (1996) propõem o seguinte problema para calcular a tolerância ao risco.

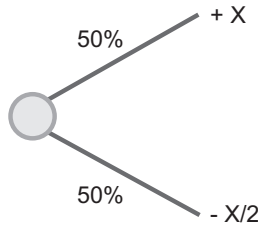


Figura 1.7: Determinando a tolerância ao risco conforme WALLS e DYER (1996)

O comportamento desta função utilidade é tal que valores negativos possuem, necessariamente, utilidade negativa e maior, em módulo, que seus equivalentes positivos. Em outras palavras, em um negócio que você pode perder x ou ganhar o mesmo x , ou seja, a utilidade, o valor do negócio será considerado negativo, já que você é, por definição, avesso ao risco. Quando os valores x em questão forem muito menores que a tolerância ao risco, o valor da aposta ficará aproximadamente igual a seu valor esperado.

Supondo que a tolerância ao risco do nosso tomador de decisão seja seu salário ou orçamento mensal (\$2.000,00), é possível estimar a função utilidade para os valores de sucesso e fracasso das diferentes opções de investimento e, também, chegar ao valor de referência para a utilidade do investimento; também conhecido como Equivalente Certo.

Vamos a uma ilustração. Considerando a tolerância ao risco, veja na Figura 1.8 o investimento A e B.

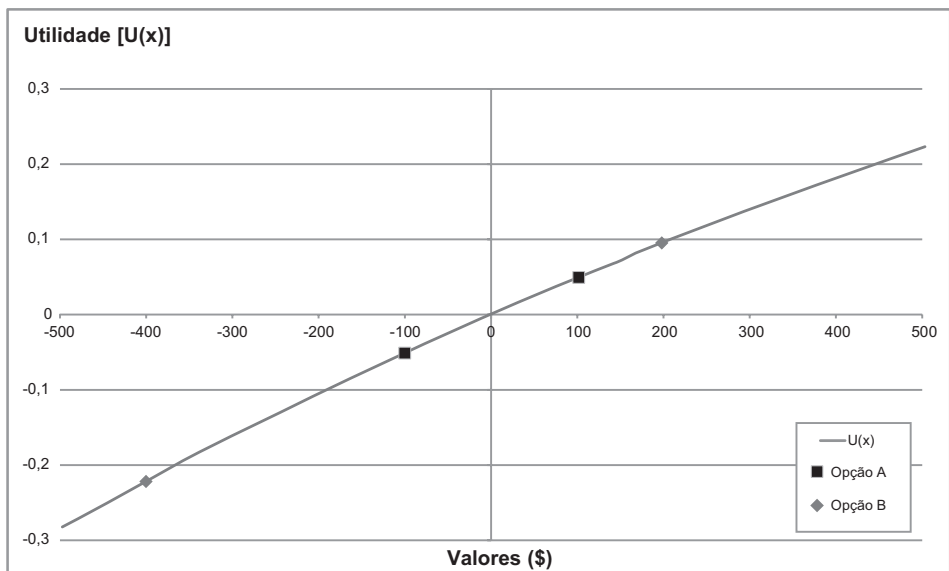


Figura 1.8: Utilidade dos investimentos A e B

Para calcular o Equivalente Certo (EqC) da opção A, ponderamos as utilidades de fracasso e sucesso pelas suas probabilidades. Sabendo que $U(\text{Sucesso em A}) = 0,0487$ e $U(\text{Fracasso em A}) = -0,0512$, temos $U(A) = U(\text{Sucesso}) \times P(\text{Sucesso}) + U(\text{Fracasso}) \times P(\text{Fracasso}) = 0,0487 \times 0,75 + (-0,0512) \times 0,25 = 0,0237$. Plotando este valor de utilidade (eixo y) de volta no eixo de valores em \$ (eixo x), temos $\text{EqC}(A) = 48,09$. Ou seja, a incerteza que existe em A gerou uma redução de incerteza no valor esperado de \$1,91. A Figura 1.9 ilustra.

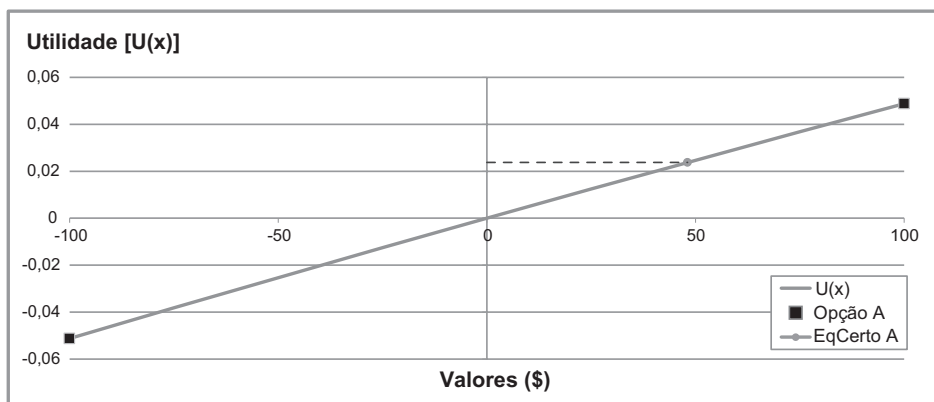


Figura 1.9: Utilidade dos investimentos A e B

Há uma proximidade muito grande entre o valor esperado (\$50) e o equivalente certo para a opção A. Repare que nestas faixas de valores (entre -100 e +100 e entre -500 e +500) a função é bastante similar a uma reta, mas o que ocorre se reduzirmos o “zoom” na escala, enxergando desde -5.000 até +5.000?

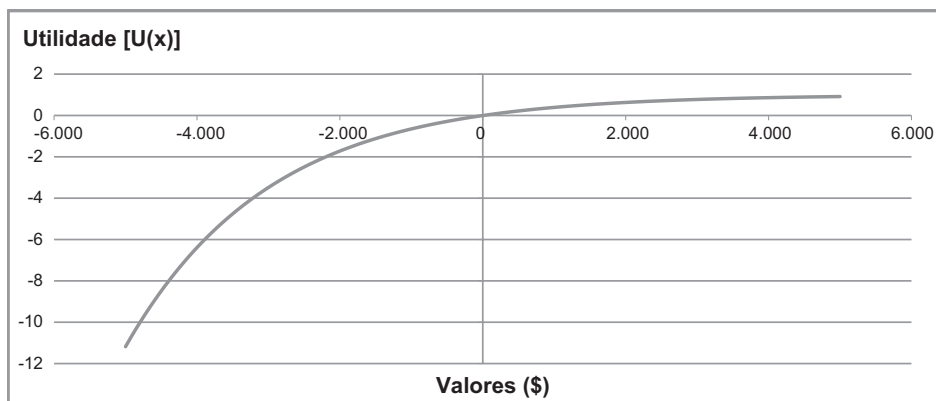


Figura 1.10: Função utilidade

Verifique que o lado negativo da curva se acentua rapidamente, enquanto o lado positivo tende a uma assíntota por volta do valor 1 de utilidade. Este comportamento mostra claramente a postura avessa ao risco. Agora, vejamos a curva de utilidade com os valores de cada opção de investimento. Os pontos positivos representam o sucesso e os pontos negativos, obviamente, representam o pior resultado.

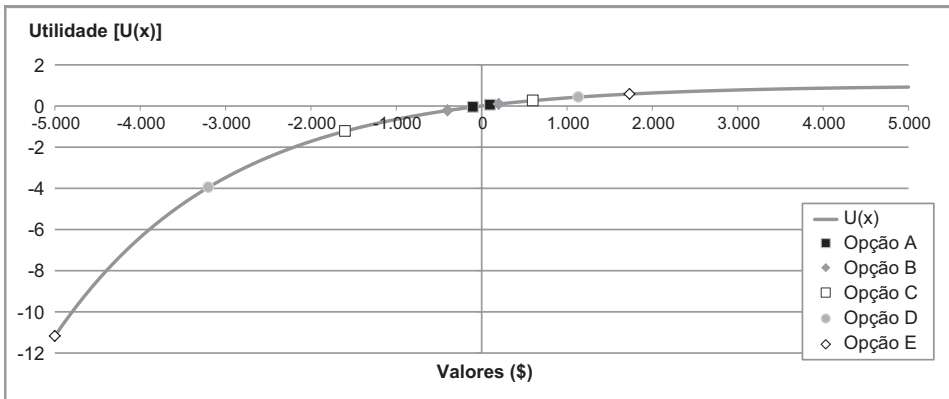


Figura 1.11: Utilidade para todas as opções

A ponderação das utilidades pelas probabilidades determina uma utilidade média, calculada na tabela a seguir.

Investimento	Sucesso		Fracasso		Utilidade da opção
	Valor	Utilidade	Valor	Utilidade	
A	\$100	0,049	-\$100	-0,051	0,024
B	\$200	0,095	-\$400	-0,221	0,016
C	\$600	0,259	-\$1.600	-1,226	-0,112
D	\$1.133	0,433	-\$3.200	-3,953	-0,664
E	\$1.73300	0,580	-\$5.000	-11,182	-2,361

Resumo dos investimentos — Utilidade

Podemos ver que nas opções C, D e E o tomador de decisão estaria disposto a pagar para se livrar da oportunidade. Porém, quanto? Fazamos o último passo calculando o equivalente certo, o quanto valem as oportunidades.

Investimento	Valor esperado	Equivalente certo	Prêmio pelo risco
A	\$50,00	\$48,09	\$1,91
B	\$50,00	\$32,30	\$17,70
C	\$50,00	-\$212,32	\$262,32
D	\$50,00	-\$1.018,23	\$1.068,23
E	\$50,00	-\$2.424,51	\$2.474,41

Resumo dos investimentos — Equivalente certo e Prêmio pelo risco

A tabela demonstra que a opção C tem valor equivalente negativo de \$212. Ou seja, o empresário estaria disposto a pagar \$212 para “se livrar” da oportunidade. A quarta coluna da tabela, o prêmio pelo risco, representa a diferença entre o valor esperado e o equivalente certo, ou seja, o quanto teríamos que receber em cima do negócio para “topar” fazê-lo.

A Figura 1.12 ilustra graficamente os valores de equivalente certo para todas as opções.

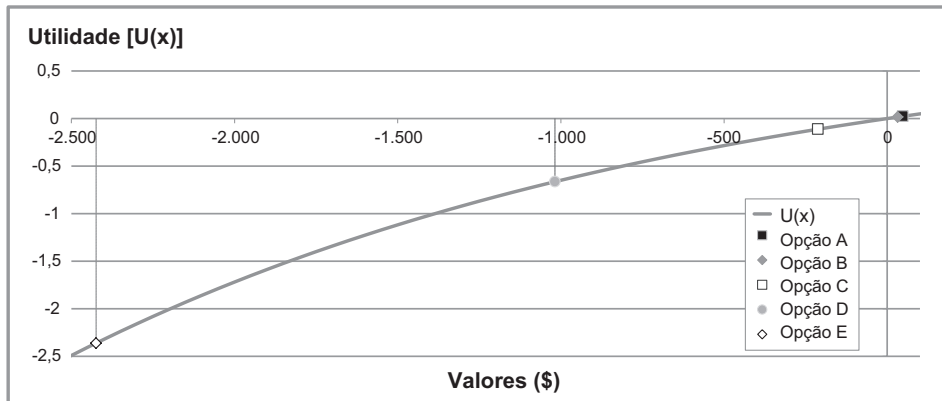


Figura 1.12: Equivalente certo e prêmios pelo risco para opções C, D e E

A possibilidade de uma perda mais expressiva nos torna mais ressaltados, resistentes e temerosos na hora de investir. Walls e Dyer (1996) fazem uma alusão ao Equivalente Certo como o valor pago por blocos exploratórios no Golfo do México, encontrando boa adequação e elaborando perfis de risco para diferentes empresas. Com certeza, o valor do negócio depende de quem está no comando.

No mundo das finanças, alguns conceitos sobre risco são bem conhecidos:

- **Value-at-Risk:** A perda ou resultado negativo esperado com um determinado percentual (a probabilidade de que você perca mais de \$10 mil em uma semana com esse investimento é de 1%).
- **Risco de um portfólio:** A noção da variabilidade do resultado de uma posição composta por um conjunto de ações e títulos (o risco do portfólio é de 2% sobre a média de 16% ao ano, sendo esses 2% equivalentes ao desvio-padrão).
- **Volatilidade de um título:** Determinada como uma variação máxima ou média esperada em um determinado prazo (a ação não deverá subir ou cair mais de 8% em um mês).

Associamos risco à presença de volatilidade, incerteza em um resultado final. Nós garantimos a premissa de investir em situação de risco apenas quando o resultado esperado é superior (a uma determinada variável de risco identificada). Precificamos baseado em risco, calculamos risco de investimentos, projetos, empresas, países.

Uma questão importante a se considerar é por que fazer a análise de risco? Quais as vantagens (e desvantagens) de se avaliar o risco em um empreendimento industrial desenvolvido por uma empresa, por exemplo?

Podemos dizer que a Análise de Risco é um passo incremental na avaliação de oportunidades de investimento. Como se sabe, Gitman (2010), Motta e Calôba (2002) e muitos outros mencionam os métodos para avaliação de um determinado projeto, uma vez obtido seu fluxo de caixa a partir da redução de um prospecto a suas variáveis econômico-financeiras, como receita, custo, capital de giro etc. As ferramentas adequadas para fazer tal avaliação são o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno e seus similares.

Um primeiro passo no sentido da avaliação de riscos do projeto seria realizar uma análise de sensibilidade, também denominada *coeteris paribus* (em latim, *sendo todo o resto igual*). Nessa análise, cada variável que possa ter impacto no resultado (VPL, por exemplo) é variada individualmente, sendo registrado seu efeito no resultado. Para uma análise final, teremos uma lista de variáveis que mais impactam, individualmente, no resultado final desejado. A partir dessa lista, podemos tomar algumas decisões para conter as variações e reduzir os impactos indesejados.

Considerando uma complexidade maior, façamos uma análise de cenários. Nesse tipo de situação, são projetadas possíveis situações de futuro que implicam em determinados valores para as variáveis que importam (cenário recessivo ou favorável a exportações, por exemplo). Trata-se de uma análise mais complexa e trabalhosa, em que podem ser considerados elementos estratégicos, como uma análise de forças com-

petitivas (PORTER, 1978), da cadeia produtiva e vantagem competitiva (PORTER, 1986) ou ainda análises de Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças. As Árvores de Decisão também podem ser aplicadas neste tipo de avaliação.

Por fim, é possível desenvolver a análise ao ponto de identificar cada variável importante (detectada na análise de sensibilidade, por exemplo) e modelá-la segundo a probabilidade de ocorrência dos valores possíveis. Neste ponto, caminhamos para o desenvolvimento de uma Simulação Estocástica, e nosso objetivo é obter uma distribuição de probabilidade para um determinado resultado.

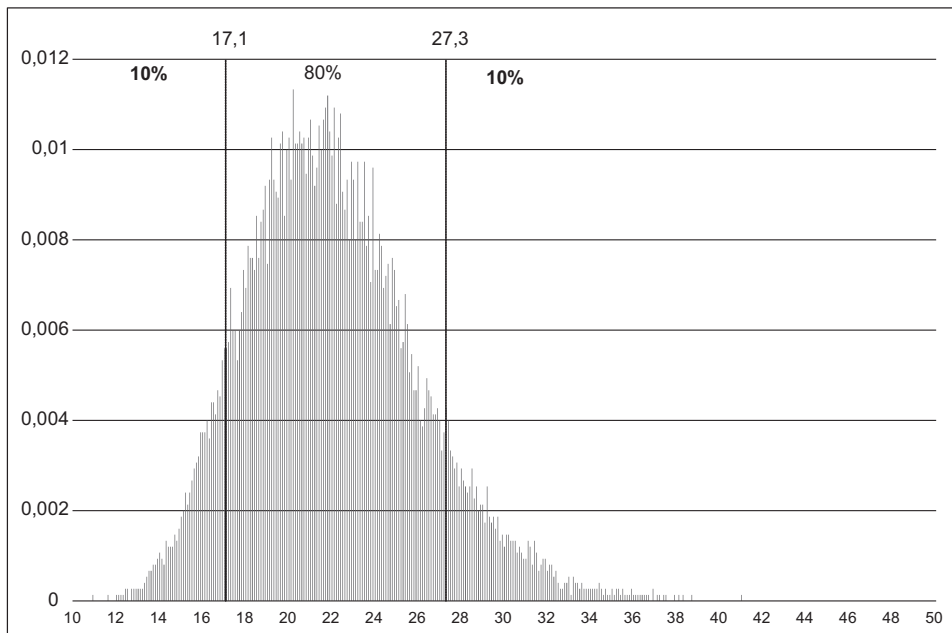


Figura 1.13: Distribuição de probabilidade (exemplo)

A Figura 1.13 apresenta uma simulação realizada para um determinado serviço a ser licitado. Possui implicações tanto para quem contrata quanto para quem está sendo contratado. Supondo que ambas as empresas possuam as ferramentas para chegar à mesma estimativa de custo do serviço, é possível afirmar que elas podem atuar de forma mais adequada. Verifica-se que o valor do serviço se situa entre US\$11 e US\$43 milhões, estando mais provavelmente entre US\$17 e US\$27 milhões.

Observando-se a barra superior na figura, verificamos que a probabilidade de obter um valor menor que 17 milhões (17,10, para ser mais preciso) é de 10%. Isto significa que, se a empresa contratada oferecer menos que este valor pelo serviço é