
AVALIAÇÃO DA ESCOLHA DE UM FORNECEDOR SOB CONDIÇÃO DE RISCOS A PARTIR DO MÉTODO DE ÁRVORE DE DECISÃO

ARTIGO – MÉTODOS QUANTITATIVOS

Wesley Vieira da Silva

Professor no Programa de Pós-Graduação em Administração (PPAD) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)

E-mail: wesley.vieira@pucpr.br

Recebido em: 11/10/2007

Aprovado em: 12/08/2008

Jansen Maia Del Corso

Professor no Programa de Pós-Graduação em Administração (PPAD) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)

E-mail: del.corso@pucpr.br

Hanna Tatarchenko Welgacz

Doutoranda em Administração no Programa de Pós-Graduação em Administração (PPAD) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)

E-mail: hannatw@terra.com.br

Julinês Bega Peixe

Mestre em Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Administração (PPAD) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)

E-mail: julibega@hotmail.br

RESUMO

Este estudo utilizou o conceito da Teoria de Decisão para investigar a possibilidade de uso das técnicas de tomada de decisão nas empresas. Teve por objetivo mostrar uma aplicação da Árvore de Decisão – uma ferramenta de tomada de decisão – para determinar a melhor escolha entre três fornecedores de aço para importação em condições de risco. A complexidade dos processos organizacionais e a exigência de decisões rápidas e assertivas demandam o uso de ferramentas de tomada de decisão que possam aumentar a qualidade e velocidade do processo decisório. O desafio é aproximar os dados descritivos a uma análise quantitativa e evitar um julgamento intuitivo na tomada de decisão. O trabalho desenvolveu-se dentro do escopo da pesquisa quantitativa e aplicada, com a técnica de estudo de caso. Para a obtenção de dados primários, foram efetuadas entrevistas semi-estruturadas e pesquisa documental. O processo decisório com auxílio do método da Árvore de Decisão resultou em uma decisão acertada, pois considerou todos os procedimentos indicados por esta métrica. Foram estimadas e atribuídas as probabilidades de ocorrência de cenários de risco e calculado seu Valor Monetário Esperado (VME). Como resultado, obteve-se a decisão de optar por aquele que apresentou o maior VME, o fornecedor ucraniano, que, mesmo não oferecendo o melhor preço, proporcionou a maior probabilidade de sucesso do negócio.

Palavras-chave: Processo Decisório, Risco, Árvore de Decisão.

COMPARISON OF SUPPLIER PROPOSALS WITH THE DECISION TREE METHOD

ABSTRACT

The decision theory was investigated for use in a company with the application of the Decision Tree Method to compare and decide upon three proposals for supply of imported steel. The complexity of

company procedures and need for a rapid and assertive decision pointed to a decision making approach to improve the quality and timing of this process. The sequence supported by the Decision Tree led to a decision coherent with all the procedures involved in the Method. Estimated risk scenarios and Expected Monetary Values were compared. The Ukrainian proposal won although the price was not the lowest but it had instead the best probability of business success as well as the highest Expected Monetary Value.

Key words: *Decision Making, Risk, Decision Tree.*

1. INTRODUÇÃO

O ambiente atual dentro e fora das organizações é dinâmico e cheio de incertezas. Os gerentes estão sobrecarregados em razão da complexidade dos processos organizacionais. As exigências diárias de decisões rápidas e assertivas demandam o uso de ferramentas de tomada de decisão que possam aumentar a qualidade e velocidade do processo decisório.

Num exemplo real de uma empresa importadora brasileira foi possível detectar uma situação em que se ajustou o uso de um desses métodos – Árvore de Decisão –, o que permitiu, além de agilizar a decisão, fazê-la ainda mais precisa e passível de reagir a novas entradas de dados, apresentando um novo valor final para auxiliar a decisão.

O processo de tomada de decisão dentro das organizações modernas demanda um profissional que conheça o ambiente em que a empresa está inserida e também esteja ciente das suas constantes e freqüentes mudanças. Por decisão, entende-se a escolha que alguém realiza entre, no mínimo, duas alternativas possíveis, utilizando o meio que julga ser o melhor disponível para atingir um determinado objetivo (CORRAR; THEÓFILO, 2004).

Em meio a constante cobrança pela eficiência, um profissional deve dispor de conhecimentos técnicos do assunto sobre o qual vai opinar e também ser ágil no levantamento de todas as alternativas possíveis. Para atender a esta necessidade, o uso dos métodos quantitativos evoluiu para o conceito da Teoria da Decisão, a qual fornece diversas ferramentas e técnicas que contribuem para uma maior eficácia gerencial. Os métodos quantitativos modernos propiciam uma abordagem lógica de situações de incerteza, ambiente atual das organizações.

Este estudo objetivou determinar a melhor escolha entre três fornecedores de aço para importação, pautando-se na técnica de Árvore de Decisão. A determinação do fornecedor era muito importante porque existiam diversas variáveis que, caso não fossem cumpridas, comprometeriam a imagem da empresa distribuidora perante o mercado. As variáveis avaliadas foram os custos, o prazo de entrega, a qualidade do produto para aceitação do mercado importador, e outras que são determinantes na escolha do fornecedor. A árvore

de decisão é um método dinâmico, de fácil utilização, e pode ser aproveitado para futuras consultas, criando-se assim um banco de dados das decisões. O desafio é aproximar os dados descritivos a uma análise quantitativa e evitar um julgamento intuitivo na tomada de decisão.

Primeiramente, faz-se uma revisão teórico-empírica pertinente ao assunto de tomada de decisão em condições de risco e estabelecem-se conceitos necessários para o entendimento do problema. Em seguida, são expostas a metodologia e a ferramenta utilizadas no trabalho. Na seqüência, é apresentada a análise do problema, que se insere em dois níveis, os quais podem ser chamados de etapas da tomada de decisão. Por fim, são expostas as conclusões do estudo, seguidas de suas contribuições gerenciais e de suas limitações.

No decorrer do estudo, faz-se um levantamento das variáveis que classificam um fornecedor para a sua escolha. Também são descritos os cenários e as suas probabilidades de ocorrência, desenvolvendo-se, com isso, as alternativas de decisão para atingir a meta proposta.

2. REVISÃO TEÓRICO-EMPÍRICA

Uma decisão precisa ser tomada quando se está diante de um problema que possui mais de uma alternativa para sua solução (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2002). A Teoria da Decisão parte do pressuposto de que os indivíduos são capazes de expressar suas preferências básicas e são racionais quando enfrentam situações de decisão simples. Com base nessa proposição, a metodologia desenvolvida pela teoria da decisão permite a resolução de problemas de decisão mais complexos.

Os problemas complexos da tomada de decisão são comuns em uma infinidade de áreas, tanto públicas quanto privadas. Desde tempos remotos o homem tenta resolvê-los, apoiando-se em abstrações, heurísticas e raciocínios dedutivos, a fim de validar e guiar suas escolhas. Para resolver tais problemas, até a primeira metade do século XX utilizava-se basicamente a esperança matemática na tomada de decisão em condições aleatórias; porém, em muitas situações, observava-se que o risco associado a tal procedimento era inaceitável.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, e em virtude da experiência obtida com problemas

logístico-militares, um grande número de organizações de pesquisa dedicou-se à análise e à preparação de decisões, usando a então recente Pesquisa Operacional. A partir disso, surgiu a necessidade imediata de otimizar custos, gastos e lucros. Desenvolveram-se, assim, diversos métodos estritamente matemáticos, a fim de encontrar a solução ótima para um problema. Esses métodos fazem parte da otimização clássica e muitos deles ainda são utilizados em uma série de aplicações, tais como alocação de cargas, estabelecimento do caminho mínimo, otimização de inventários, entre outros (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004).

Na década de 70 surgiram os primeiros métodos de apoio ao enfrentamento de situações específicas, nas quais um tomador de decisão, atuando com racionalidade, deveria resolver um problema em que vários eram os objetivos a serem alcançados de forma simultânea. Daí surgiu a Árvore de Decisão, um dos mais importantes métodos de análise de decisão, pautado em conceitos como o de risco e retorno.

Para Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999), deve-se considerar situação de risco toda situação para a qual uma distribuição de probabilidade, seja qual for sua natureza, possa ser associada aos resultados, e uma situação de incerteza como aquela para a qual nenhum tipo de distribuição de probabilidade possa ser associado aos resultados. Assim, percebe-se que a distinção entre risco e incerteza é que o risco envolve situações em que as probabilidades de ocorrência de um determinado evento são conhecidas, enquanto na situação de incerteza essas probabilidades não são conhecidas. O termo risco, na visão de Pindyck e Rubinfeld (1994), deveria ser aplicado a situações em que todos os possíveis resultados possam ser relacionados e sua possibilidade de ocorrência seja conhecida.

Todavia, é possível converter uma situação de incerteza em uma situação de risco, ou seja, aquela em que se conhece a probabilidade de sua ocorrência. O conhecimento de probabilidades é possível a partir das análises e julgamentos de um especialista. Dessa maneira, uma situação de incerteza torna-se uma situação de risco. É por isso que muitos autores consideram como sinônimos os termos risco e incerteza.

Ainda de acordo com Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999), essa ambigüidade desaparece se for ampliado o critério que distingue dois níveis de

incerteza: um mais elevado, correspondendo a um futuro incerto não passível de associação a uma distribuição de probabilidades (futuro indeterminado), e outro menor, correspondendo a um futuro incerto, porém passível de atribuição de uma distribuição de probabilidade (futuro determinado probabilisticamente).

O conceito de risco em uma das suas classificações compreende o risco sistemático ou conjuntural e o risco não sistemático ou próprio. Segundo Securato (1993), enquanto os riscos conjunturais provêm dos sistemas político, econômico e social, o risco próprio refere-se ao setor do negócio. O risco conjuntural é o “sistema” atuando sobre todas as atividades ao mesmo tempo. Já o risco próprio age no nível do “subsistema” ao qual pertence o negócio. Ainda deve ser frisado que a classificação de risco em conjuntural ou próprio depende do ponto de vista de quem incorre em risco.

Ao atribuir uma probabilidade de ocorrência a um cenário, um tomador de decisão está emitindo uma opinião própria, que é subjetiva, sobre uma determinada situação. Nesses julgamentos, como visto por Plous (*apud* TONETTO *et al.*, 2006), o decisor usa regras gerais de influência que são chamadas de heurísticas. Ao se utilizarem heurísticas, há uma melhoria em tempo, esforço e complexidade no ato de atribuir um valor à probabilidade em situações de risco e incerteza. Mas, como definem Kahneman e Tversky (1979), a heurística pode levar a erros sistemáticos. Tonetto *et al.* (2006), ao estudarem a limitação da heurística, constataram que os julgamentos humanos são menos coerentes do que os modelos matemáticos.

Tonetto *et al.* (2006) mostram que, mesmo reconhecendo-se que esse processo mental tem tendência para viés, deve-se considerar que o ambiente moderno de negócios é muito dinâmico e que seria impossível responder à demanda de decisões complexas sem a utilização de heurísticas.

Para Ehrlich (1996), no processo de modelagem da realidade o pesquisador troca a riqueza e a abrangência da realidade pelo poder de análise e pela capacidade de experimentação. Nesse caso, os elementos do modelo a ser formulado podem ser vistos como variáveis de controle ou de decisão, passíveis de manipulação para o alcance dos objetivos. O modelo ainda compreende variáveis de estado ou de natureza, sobre as quais não se tem

controle, mas que afetam as conseqüências ou resultados da decisão.

É diante de uma dessas situações de risco que se pode recorrer a uma ferramenta que permita, a partir de probabilidades conhecidas ou subjetivamente atribuídas e com o auxílio de heurísticas, visualizar e interpretar facilmente algumas opções para que seja tomada a decisão mais acertada.

2.1. Conceito da Árvore de Decisão

As árvores de decisão utilizam a estratégia dividir-e-conquistar (*divide-and-conquer*), na qual as árvores são construídas utilizando-se apenas alguns atributos. As árvores de decisão são uma das técnicas de aprendizado de máquina (*machine learning*), por meio da qual um problema complexo é decomposto em subproblemas mais simples. Recursivamente, a mesma estratégia é aplicada a cada subproblema (GAMA, 2000).

Quinlan, professor da Universidade de Sidney, é considerado o “pai das árvores de decisão”. A sua contribuição foi a elaboração de um novo algoritmo chamado ID3, desenvolvido em 1983. O ID3 e suas evoluções (ID4, ID6, C4.5, See 5) são algoritmos muito utilizados para gerar árvores de decisão. O atributo mais importante é apresentado na árvore como o primeiro nó, e os atributos menos importantes, segundo o critério utilizado, são mostrados nos nós subseqüentes. As vantagens principais das árvores de decisão são elas “tomarem decisões” levando em consideração os atributos considerados mais relevantes, segundo a métrica escolhida, e serem compreensíveis para as pessoas. Ao escolherem e apresentarem os atributos em ordem de importância, as árvores de decisão permitem aos usuários conhecer os fatores que mais influenciam os seus trabalhos.

O conceito do método da Árvore de Decisão envolve o modelo de árvore binomial, pois com esta representação pode-se descrever uma multiplicidade de alternativas numa escolha de opção otimizada. A tarefa deste método é aproximar a situação de tomada de decisão a uma expressão numérica das opções disponíveis.

Um problema representa o início de uma árvore que se compõe de ramos, nós e folhas. Para cada nó deve ser definido o próximo critério de ramificação, uma decisão ou um cenário. Os ramos representam decisões e cenários e as folhas são alternativas

finais para a escolha de uma única e melhor opção. Ao receber novos dados, a árvore modifica-se e gera uma nova decisão otimizada.

O problema de construir uma árvore de decisão pode ser expresso recursivamente: primeiro, deve-se selecionar um atributo para criar um nó-raiz e fazer um ramo para cada possível valor. Isso divide o problema em subconjuntos, um para cada valor do atributo. Depois o processo pode ser repetido recursivamente para cada ramo. Se a qualquer instante todos os exemplos em um nó tiverem a mesma classificação, interrompe-se o desenvolvimento daquela parte da árvore. Como determinar, no entanto, qual atributo dividir? Escolhe-se o atributo que gere uma árvore menor e que tenha chances de classificar melhor, ou seja, precisa-se mensurar o grau de pureza de cada nó. Com isso, é possível escolher o atributo que produz os nós filhos mais puros (CARVALHO, 2002).

A árvore de decisão está diretamente ligada ao que se denomina de flexibilidade gerencial, pois o método de análise permite rever a estratégia inicial e alterar planos de acordo com novas condições econômicas. As flexibilidades gerenciais possibilitam tanto capitalizar futuras oportunidades favoráveis ao negócio quanto diminuir perdas, isto é, melhoram o potencial de ganhos e limitam o potencial de perdas (MINARDI, 2004). A flexibilidade gerencial consiste em um conjunto de opções reais, tais como postergar um projeto, expandir ou contrair a escala de produção ou avaliar a alteração das matérias-primas de um projeto.

Considera-se a flexibilidade gerencial como uma possibilidade, não como uma obrigação. Muitos autores acreditam que as opções reais no futuro não serão meramente uma ferramenta analítica e, em contextos mais rigorosos e intensivos, um processo organizacional. Contudo, a Árvore de Decisão é um método que permite indicar, de forma gráfica e cronológica, um caminho a ser seguido em um processo de decisão, explicitando etapas a serem cumpridas para o alcance do objetivo pretendido.

A árvore representa um processo de decisão em que os nós são os momentos no tempo em que o decisor deve efetuar uma decisão. Para Gomes *et al.* (2002), as etapas da técnica para o auxílio da tomada de decisão são definidas como: a) definição do tema; b) definição do objetivo, metas e submetas; c) construção da árvore de decisão; d) revisão da árvore de decisão; e) encerramento.

Na concepção do autor supracitado, as vantagens da utilização dessa técnica podem ser:

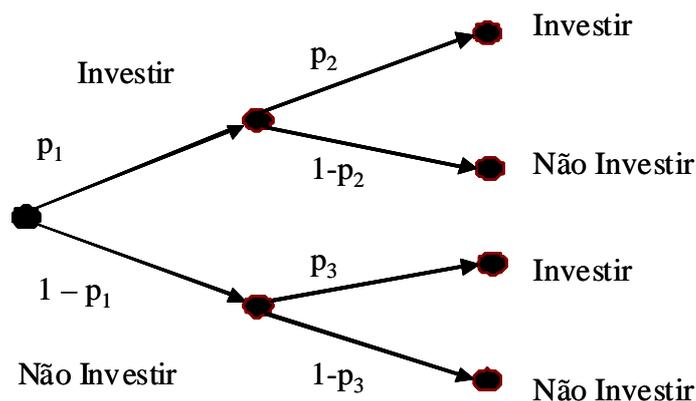
- permitir a subdivisão do objetivo em metas e submetas, indicando como alcançá-las;
- orientar o tomador de decisão à medida que este responde à pergunta: *O que é necessário fazer para alcançar a meta pretendida?*;
- permitir o exame, pelo tomador de decisão, de todas as possibilidades;
- permitir a criação de algoritmos facilmente implementados em computadores.

Uma decisão tomada com base em todos os dados e informações disponíveis e em alternativas possíveis, e que, principalmente, utilize ferramentas de métodos quantitativos apropriados, deve ser considerada uma boa decisão, mesmo que apresente

algo que um administrador não vise como meta. Por outro lado, uma decisão que não considera todos os procedimentos prescritos pela metodologia é considerada uma má decisão, mesmo que o resultado obtido seja favorável. Isso porque, como não foram exploradas todas as informações e alternativas possíveis, não se pode afirmar que o resultado favorável foi maximizado (CORRAR; THEÓPHILO, 2004).

Vale destacar que as árvores de decisão garantem maior flexibilidade que os mecanismos tradicionais, já que as decisões são definidas, tal como fora mencionado anteriormente, com um maior grau de flexibilidade. Nas árvores, uma série de eventos podem ser mapeados ao longo dos diversos ramos, envolvendo várias decisões de seqüenciamento. A Figura 1 apresenta uma árvore de decisão de forma simplificada.

Figura 1: Exemplo de uma árvore de decisão



Fonte: Dados da pesquisa.

Constata-se, com base na figura anterior, que os valores de “p” referem-se às probabilidades de ocorrência de um evento. A árvore de decisão incorpora conceitos de incerteza na análise de uma alternativa de investimento ou mesmo de financiamento, o que a torna uma técnica superior às técnicas tradicionais.

3. METODOLOGIA

No que tange à natureza da aplicação, este trabalho pode ser visto como uma pesquisa aplicada, já que buscou solucionar um problema concreto. No que diz respeito aos objetivos da

pesquisa, o trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa descritiva, pois, tal como relata Ribeiro e Cruz (2004), esse tipo de pesquisa tem por objetivo estudar, analisar, registrar e interpretar os fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador.

Esta pesquisa também pode ser caracterizada quanto à aquisição de referências bibliográficas. Neste caso, ela pode ser vista como uma pesquisa bibliográfica que tem por finalidade conhecer algumas contribuições científicas na área dos negócios internacionais. Oliveira (2000) ressalta que a pesquisa bibliográfica acaba se transformando em rotina para os pesquisadores e profissionais que

necessitam de constante atualização. A pesquisa pode ainda ser caracterizada em função do tempo de coleta. Neste caso, o referido trabalho pode ser visto como um estudo de natureza transversal.

Diante das necessidades operacionais de um gerente de uma importadora brasileira, o referente estudo ordenou diretamente a utilização de uma ferramenta para auxiliá-lo na tomada de decisão. Assim, o método de pesquisa relacionado, a fim de dar respostas adequadas, partiu de uma explanação dessas necessidades, chegando a um mecanismo capaz de verificar a ocorrência de melhores opções de ganhos financeiros, as quais, por sua vez, são visualizadas a partir de árvores binomiais de decisão.

O conceito desse método compreende o modelo de árvore binomial, que representa alternativas numa escolha, e a facilidade de uso deve-se à visualização gráfica das implicações das decisões e dos cenários de ocorrência. A principal tarefa do método é proporcionar abordagem quantitativa para cada decisão. Para desenvolvimento prático da árvore de decisão, utilizou-se o *software* Palisade, que acompanha o programa PrecisionTree, e valeu-se de procedimentos descritos por Albright, Winston e Zappe (2003).

A análise do processo de decisão desdobrou-se em duas etapas: a primeira foi a decisão de importar ou não e a segunda referiu-se à escolha entre três fornecedores estrangeiros, com exploração prévia de atributos de avaliação. O nome verdadeiro da empresa que é objeto do estudo foi preservado e, portanto, neste trabalho será substituído por Metalúrgica e Distribuidora de Aço. Os dados foram coletados em junho-julho de 2006 e se referem a situação ocorrida em março de 2006.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A Teoria da Decisão estabelece procedimentos para um processo de tomada de decisão. Corrar e Theóphilo (2004) sugerem passos que podem ser comuns para um roteiro do processo de decisão em uma empresa. Os procedimentos a seguir auxiliaram na análise do problema proposto à luz dos conceitos desse processo, procurando, de forma didática, determinar a melhor alternativa a ser seguida.

4.1. Passo 1: Definição do problema

A Metalúrgica e Distribuidora de Aço é uma empresa brasileira de grande porte, que usa como insumo tarugos, chapas e bobinas de aço para produção de tubos, cantoneiras, perfis e outros produtos; além disso, é distribuidora desses produtos a metalúrgicas de menor porte. No período analisado, início do ano de 2006, a diretoria da empresa observou a tendência de aquecimento da demanda por seus produtos, devida a dois fatores:

a) o governo brasileiro diminuiu a alíquota do Imposto de Produto Industrializado (IPI) para os produtos em questão;

b) 2006 foi um ano eleitoral no Brasil (eleição presidencial), quando estava prevista a execução de muitas obras públicas de construção civil, construção de estradas, entre outras.

Os produtos da Metalúrgica e Distribuidora de Aço eram comprados de fabricantes de aço nacionais que, por causa da grande demanda para consumo próprio, supriam as necessidades das metalúrgicas a partir das quotas preestabelecidas. Dessa maneira, era impossível aumentar os volumes de compra de imediato. Caso o aquecimento da demanda se concretizasse, tal como indicavam várias pesquisas das associações comerciais do setor metalúrgico brasileiro, a Metalúrgica e Distribuidora de Aço precisaria aumentar seu estoque. A necessidade passaria de 1.000 toneladas para 4.000 toneladas por mês. O problema mais evidente no primeiro momento foi onde obter a quantidade de insumos além da quota com fornecedor nacional.

4.2. Passo 2: Alternativas de ação

Sendo impossível obter o volume adicional de 3.000 toneladas de aço no mercado nacional, a diretoria tinha as seguintes alternativas, que se alinhavam em duas etapas de tomada de decisão – a segunda delas seria necessária apenas se se optasse positivamente pela primeira alternativa:

• Primeira etapa de decisão:

a) importar o produto do exterior, avaliando com otimismo a situação do mercado em expansão;

b) permanecer no mesmo volume de 1.000 toneladas mensais, sem recorrer à compra adicional via importação, em razão das incertezas de crescimento do mercado de construção.

• Segunda etapa de decisão:

a) Caso fosse tomada a decisão de importar, dever-se-ia escolher um fornecedor estrangeiro dentre várias ofertas.

O desafio do profissional que toma a decisão é precisar a probabilidade de ocorrência desse cenário ou obter dados sobre ela. Essa probabilidade foi estimada em termos percentuais. Entre os fatores que identificavam o ambiente de incerteza na tomada de decisão do problema estudado, estiveram o aumento da demanda no mercado interno, mudanças na política industrial no Brasil ou no país exportador e a volatilidade da taxa de câmbio do dólar norte-americano.

Baseando-se em dados do mercado, o profissional conseguiu atribuir as probabilidades de ocorrência de cenários, concluindo que a decisão seria tomada em um ambiente de risco. A condição do cenário de aquecimento do mercado configurou-

se um exemplo de opção real, em que a decisão de importar poderia ser tomada após a revelação da informação. Mas, no caso analisado, o distribuidor desejou estar preparado para o aumento da demanda, em razão dos prazos extensos de entrega da mercadoria na importação e para ter o produto à disposição de compradores.

Para o tomador da decisão, a situação ideal seria aquela em que a probabilidade de ocorrer um cenário fosse estimada em 100%. Nessa situação, pode-se considerar que o tomador de decisão está diante de uma informação perfeita, que transforma um ambiente de risco em um ambiente de certeza (CORRAR; THEÓPHILO, 2004).

Com base em informações sobre o mercado previamente coletadas, o dirigente admitiu que as probabilidades de ocorrência dos cenários da primeira etapa seriam definidas como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1: Cenários e suas probabilidades de ocorrência

Cenários para a primeira etapa de decisão: Importar	Probabilidades
Cenário ₁ (C ₁): Aquecimento do mercado	80%
Cenário ₂ (C ₂): Mercado Estável	20%

Fonte: Dados da pesquisa.

No caso de uma recusa à importação de um estoque adicional, não haveria necessidade de uma próxima etapa de decisão, isto é, de um segundo nível. Mas, ao optar pela importação do produto, a empresa encontrou alguns riscos conjunturais do país exportador e riscos próprios do negócio a ser efetuado. Também deve ser considerado um grau de incerteza nas avaliações feitas dos fornecedores. Como mostram Prado e Yu (2003), pode-se avaliar um fornecedor como ótimo quando na verdade ele é apenas bom, e vice-versa.

Um cenário de risco conjuntural presente no trabalho era a situação econômica do setor siderúrgico na China. Em razão da crescente produção e demanda do aço naquele país, o governo poderia intervir a qualquer momento, limitando a produção de aço nacional com o intuito de não desvalorizar o preço das exportações chinesas. A probabilidade atribuída pelo profissional à possibilidade de ocorrência dessa ação era de 60%.

Portanto, antes de optar pelo fornecedor chinês, foi necessário observar a probabilidade de que este,

com as novas políticas industriais, poderia não cumprir o contrato de venda, e o importador brasileiro ficaria sem o produto para a data acordada. Tal ocorrência também poderia ser analisada do ponto de vista financeiro. Mesmo que o importador não incorresse em despesas contábeis, existiriam custos como colocação de pedido, abertura de carta de crédito e, ainda, o prejuízo à imagem da empresa pelo fato de esta não dispor do produto conforme demandava o mercado, entre outras inconveniências. Cálculos dessa natureza são limitados pela impossibilidade de se obterem números precisos. Um exemplo: quanto vale o prejuízo à imagem da empresa? Portanto, esses custos não foram calculados no presente trabalho.

O risco conjuntural para fornecedores franceses e ucranianos foi estimado em 10%, pois uma vez que não se pode ter 100% de certeza de algo sobre o qual não se tem controle, sempre há uma margem de risco. Assim, baseando-se na probabilidade de ocorrência de intervenção do governo, a Tabela 2 mostra a probabilidade de sucesso e insucesso na entrega de mercadoria:

Tabela 2: Probabilidades de sucesso e insucesso na entrega de mercadoria

Cenários para a segunda etapa de decisão: escolha do fornecedor estrangeiro em função do risco conjuntural	Probabilidade de sucesso	Probabilidade de insucesso
Cenário ₁ (c ₁): Fornecedor francês	90%	10%
Cenário ₂ (c ₂): Fornecedor chinês	40%	60%
Cenário ₃ (c ₃): Fornecedor ucraniano	90%	10%

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3. Passo 3: Possíveis resultados decorrentes das alternativas

Cada alternativa de ação teve um ganho e uma perda determinados pelo sucesso ou insucesso da

decisão. A margem de contribuição estabelecida *a priori* foi de 16,6%. Uma estimativa de venda do produto do fornecedor nacional resultou nas seguintes operações matemáticas:

- Quantidade: 3.000 toneladas (t)
- Receita Líquida de Vendas (RLV): US\$ 600,00/t * 3.000/t = US\$ 1.800.000,00
- Custo das Mercadorias Vendidas (CMV): US\$ 500,00/t. * 3.000/t. = US\$ 1.500.000,00
- Margem de contribuição (MC): US\$1.800.000,00 – US\$ 1.500.000,00 = US\$ 300.000,00
- Margem de contribuição (%): US\$ 300.000,00/US\$ 1.800.000,00 = 16,6%

Por outro lado, caso a empresa optasse por não importar, ela poderia aplicar seu capital em títulos públicos e teria uma remuneração média definida *a*

priori de 1,2% a. m. O resumo das alternativas está evidenciado na Tabela 3.

Tabela 3: Possíveis resultados decorrentes das alternativas em função do mercado

Decisão	Lucro/Prejuízo C ₁ : Aquecimento mercado	Lucro/Prejuízo C ₂ : mercado estável
Importar	Margem de contribuição: 16,6% (US\$ 300.000,00)	Retorno do investimento em 4 meses; perda de aplicação no mercado financeiro do capital investido em estoque importado por 3 meses (até uso completo do estoque importado): 1,2% a. m. em 3 meses = $(1+0,012)^3 = 3,6\%$ de perda de oportunidade de investimento.
Não importar	Taxa de retorno financeiro de aplicação do capital por 1 mês: 1,2% a. m.; perda de oportunidade de investimento ¹ de ganho de 16,6%.	Taxa de retorno financeiro de aplicação do capital por 1 mês: 1,2% a. m.
Probabilidade de ocorrência do cenário	80%	20%

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ O conceito e a aplicação da perda de oportunidade de investimento não serão abordados neste trabalho pelo fato de não constituírem o objetivo principal do estudo.

4.4. Passo 4: Listar o retorno de cada combinação de alternativas e consequências (Tabela *Payoff*)

O resultado de cada decisão é um valor, *payoff*, como é conhecido na Teoria da Decisão, que é o

valor presente dos lucros dos diversos períodos futuros envolvidos. A tabela que evidencia os *payoffs* foi desenvolvida com base nas seguintes operações matemáticas:

- Margem de contribuição na decisão de importar:
 - a) Importar em cenário de aquecimento do mercado:

$$\text{US\$ } 1.800.000,00 - \text{US\$ } 1.500.000,00 = \text{US\$ } 300.000,00$$

- b) Importar em cenário de mercado estável:

Margem de contribuição:	US\$ 300.000,00
Perda de aplicação no mercado financeiro:	US\$ 1.500.000,00 * (1 + 0,012) ³ ~ US\$ 54.000,00
Margem de contribuição esperada:	US\$ 300.000,00 – US\$ 54.000,00 ~ US\$ 246.000,00

O valor monetário esperado da decisão de importar foi obtido por meio da multiplicação das probabilidades de ocorrência de cada cenário por

valores de margem de contribuição, tal como se encontra a seguir:

$$\text{US\$ } 300.000,00 \times 0,80 + \text{US\$ } 246.000,00 \times 0,20 = \text{US\$ } 289.000,00$$

- Margem de contribuição na decisão de não importar:
 - a) Não importar em cenário de aquecimento do mercado:

$$\text{US\$ } 1.500.000,00 \times 1,2\% = \text{US\$ } 18.000,00$$

- b) Não importar em cenário de mercado estável:

$$\text{US\$ } 1.500.000,00 \times 1,2\% = \text{US\$ } 18.000,00$$

O valor monetário esperado da decisão de não importar foi obtido a partir da multiplicação das probabilidades de ocorrência de cada cenário por

valores de margem de contribuição, tal como se demonstra a seguir:

$$\text{US\$ } 18.000,00 \times 0,80 + \text{US\$ } 18.000,00 \times 0,20 = \text{US\$ } 18.000,00$$

Na Tabela 4, vê-se um resumo das operações matemáticas realizadas anteriormente,

considerando-se as probabilidades associadas às decisões a serem tomadas.

Tabela 4: Valor monetário esperado de acordo com o mercado e as decisões

Decisão	Lucro/Prejuízo US\$ C1: aquecimento mercado	Lucro/Prejuízo US\$ C2: mercado estável	Valor Monetário Esperado – VME
Importar	US\$ 300.000,00	US\$ 246.000,00	US\$ 289.200,00
Não importar	US\$ 18.000,00	US\$ 18.000,00	US\$ 18.000,00
Probabilidade	80%	20%	—

Fonte: Dados da pesquisa.

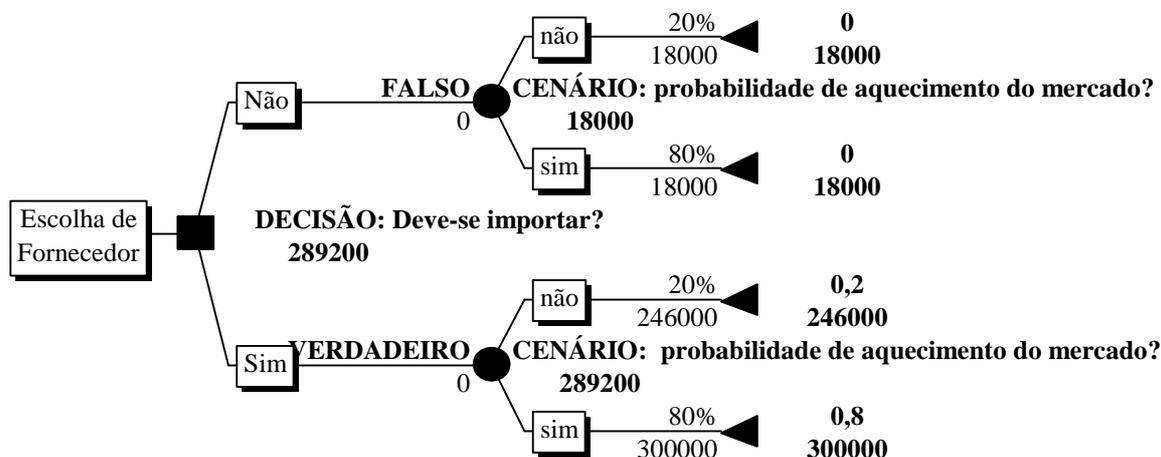
Segundo o método de análise dos resultados da tabela de *payoff*, designado anteriormente, dever-se-ia escolher a decisão que apresentasse maior Valor Monetário Esperado (VME), ou seja, a importação, pois o maior VME apresentado foi de US\$ 289.200,00.

Decisão em razão de ele trabalhar com fatores de análise num ambiente de risco e com atribuição de probabilidade de ocorrência de certas situações do mercado. Utilizando-se a tabela de *payoff* e o *software* PrecisionTree, tem-se na Figura 2 o desenvolvimento da árvore de decisão com base nos dados da primeira decisão:

4.5. Passo 5: Selecionar um dos modelos utilizados na Teoria da Decisão, aplicá-lo e tomar a decisão

Ao se analisarem as variáveis e o ambiente do problema, escolheu-se o método de Árvore de

Figura 2: Primeira etapa da construção da árvore de decisão



Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se, na Figura 2, que o ramo da decisão que leva o nome “VERDADEIRO” foi considerado como a decisão acertada. Para finalizar a construção da árvore de decisão, incorporando-se os cenários de conjuntura do fornecedor estrangeiro, foi necessário fazer a análise dos atributos e custos envolvidos na avaliação de uma proposta de

fornecimento. Como indicam Prado e Yu (2003), ao se analisar um fornecedor esses dados estariam isentos de riscos e incerteza. Portanto, uma análise foi necessária para explicitar a margem de contribuição de cada fornecedor e, subsequentemente, atribuir a probabilidade de risco conjuntural.

4.6. Passo 6: Levantamento dos atributos no processo de escolha do fornecedor

Conforme os procedimentos descritos, primeiramente identificou-se o problema gerado pela situação presente na empresa importadora. Para atender à demanda crescente do mercado, num ano de eleições presidenciais, quando havia possibilidade de aumento das obras públicas, a empresa distribuidora de aço para construção decidiu aumentar seus estoques.

O fato de não conseguir o produto entre os grandes fabricantes nacionais, que o utilizam para consumo próprio ou exportam a maior parte de sua produção, levou a empresa a buscar alternativas de fornecimento. Por meio de um levantamento dos fabricantes de aço mundiais, foram selecionados os seguintes países que possuem fábricas que poderiam atender à demanda do mercado brasileiro: França, China e Ucrânia. Os critérios importantes na avaliação de um fornecedor são citados e analisados como atributos do produto no Quadro 1.

Quadro 1: Critérios de avaliação do fornecedor

Critérios	Opção não desejável	Opção intermediária	Opção excelente
Preço comparado com <i>target price</i> ² , baseado no preço do fornecedor nacional	Acima do <i>target price</i>	Igual ao <i>target price</i>	Abaixo do <i>target price</i>
Qualidade do acabamento final do produto	Ruim	Boa	Excelente
Qualidade de acordo com a exigência do mercado brasileiro	Não corresponde	Corresponde parcialmente	Corresponde totalmente
Prazo de entrega	Próximo semestre	Entrega no prazo de 30 dias	Entrega imediata
Forma de pagamento	Pagamento antecipado	Carta de crédito ³	Pagamento a prazo
Embalagem do produto	Ausência da embalagem própria para transporte	Embalagem normal de transporte	Embalagem própria para exportação

Fonte: Dados da pesquisa.

A decisão a ser tomada consistiu na escolha de um dos três fornecedores fabricantes de aço para construção, o francês, o chinês e o ucraniano. A indústria chinesa é conhecida por sua produção crescente e seus preços acessíveis; a indústria ucraniana é conhecida mundialmente por sua qualidade e seus preços competitivos; e a indústria francesa, preferida por sua qualidade e tradição.

A simplificação de nomear fornecedores de acordo com a identificação de sua origem deveu-se ao fato de que os preços de vários fornecedores de um mesmo país tendiam a um preço similar. Entretanto, a média de preços de um país diferiu da média do outro.

Para o estudo de caso em questão, foi mais viável analisar três países fornecedores do que expor os dados de todos os fornecedores já analisados por país, em razão da limitação de espaço para apresentação de dados.

O levantamento dos atributos foi feito para avaliação de cada fornecedor e sua relevância deuse no momento da decisão sobre a melhor opção. O Quadro 2 trata do enquadramento dos fornecedores de acordo com os critérios de avaliação.

² *Target price* – termo inglês, é o preço desejado pelo comprador.

³ Carta de Crédito – documento de garantia bancária de pagamento ao exportador, desde que sejam cumpridas as condições estabelecidas pelo importador; uma forma de pagamento que apresenta segurança para ambas as partes.

Quadro 2: Enquadramento dos fornecedores a partir dos critérios de avaliação

Crítérios	Opção não desejável	Opção intermediária	Opção excelente
Preço			Francês / Chinês Ucraniano
Qualidade do acabamento final do produto			Francês / Chinês Ucraniano
Qualidade de acordo com a exigência do mercado brasileiro			Francês / Chinês Ucraniano
Prazo de entrega		Chinês / Ucraniano	Francês
Forma de pagamento		Francês / Chinês Ucraniano	
Embalagem do produto		Chinês	Francês / Ucraniano

Fonte: Dados da pesquisa.

Os três fornecedores escolhidos apresentaram propostas que se encaixaram na opção intermediária e excelente, o que os pré-qualificou para o respectivo fornecimento. Os preços apresentados por todos os fornecedores estrangeiros encontram-se descritos a seguir de forma detalhada, e estiveram abaixo daquele pago ao fornecedor

nacional. Disso decorre que, descontando-se os custos envolvidos, foi possível obter uma margem de contribuição maior do que com o produto nacional, que foi de aproximadamente 16,6%. A estimativa e a análise dos custos e da margem de contribuição na importação estão apresentadas a seguir.

Quantidade a ser importada:	3.000 toneladas (t)
Valor FOB ⁴ da Importação (FOB):	Preço Unitário * Quantidade
Custo da Carta de Crédito (C/C):	3% do valor FOB
Custo da Importação e outros custos (CI):	47% do valor FOB
Custo das Mercadorias Vendidas (CMV):	(FOB + C/C + CI)
Receita líquida de vendas no mercado nacional (RLV):	US\$ 600,00/t * 3000t = US\$ 1.800.000,00
Margem de contribuição na importação (MCI):	RLV – CMV
Margem de contribuição na importação (MCI), %:	MC / RLV
Margem de contribuição <i>a priori</i> (MC):	US\$ 300.000,00 (ver Tabela 3)
Diferença entre MC <i>a priori</i> e MCI:	MC – MCI
Diferença entre MC <i>a priori</i> e MCI, %:	(MC – MCI)/RLV

⁴ FOB – abreviação do termo inglês *free on board*, modalidade de venda da mercadoria cujo preço na fatura comercial do exportador incluirá os custos de colocação da mercadoria dentro do navio (transporte utilizado no estudo). Os custos que ocorrerem depois disso (frete, transbordos, taxas, impostos e outros) ficam por conta do importador.

A Tabela 5 mostra o resumo dos cálculos dos custos da importação e da margem de contribuição

que seria auferida na operação de importação com cada um dos fornecedores.

Tabela 5: Cálculo da margem de contribuição na importação

Fornecedor	P. Unit	FOB	C/C	CI	CMV	RLV	MCI
Francês	310	930.000,00	27.900,00	437.100,00	1.395.000,00	1.800.000,00	405.000,00
Chinês	295	885.000,00	26.550,00	415.950,00	1.327.500,00	1.800.000,00	472.500,00
Ucraniano	300	900.000,00	27.000,00	423.000,00	1.350.000,00	1.800.000,00	450.000,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Para a conclusão da análise, foi necessária a comparação da margem de contribuição do produto nacional com a do produto importado. A princípio, sabia-se que a margem de contribuição da venda do produto do fornecedor nacional era de 16,6%, o que

resultava no valor de US\$ 300.000,00 (*vide* Tabela 3). Já na Tabela 6 evidencia-se o cálculo da margem de contribuição do produto importado, bem como sua comparação com o produto nacional.

Tabela 6: Comparativo entre as margens de contribuição do produto nacional e do importado

Fornecedor	RLV	CMV	MCI	MCI (%)	MC	MC-MCI	MC-MCI (%)
Francês	1.800.000,00	1.395.000,00	405.000,00	22,5%	300.000,00	105.000,00	5,9%
Chinês	1.800.000,00	1.327.500,00	472.500,00	26,3%	300.000,00	172.500,00	9,7%
Ucraniano	1.800.000,00	1.350.000,00	450.000,00	25%	300.000,00	150.000,00	8,4%

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se na Tabela 6 que a rentabilidade do produto importado foi maior. Ao se trabalhar com o produto dos fornecedores francês, chinês e ucraniano, houve uma margem de contribuição maior do que a do produto nacional, que foi de aproximadamente 6%, 10% e 8%, respectivamente.

A decisão em favor do fornecedor chinês tornou-se evidente, já que a margem de contribuição apresentada foi a maior de todas. Lembrando-se, porém, de que se tratava de uma decisão em condições de risco, dever-se-ia avaliar a probabilidade de sucesso de cada fornecedor.

Conforme visto na Tabela 2, as probabilidades de sucesso/insucesso para cada fornecedor, em razão do risco conjuntural de intervenção política, foram de 90%/10% para o fornecedor francês, 40%/60% para o fornecedor chinês e 90%/10% para o fornecedor ucraniano.

Se houvesse insucesso no fornecimento da mercadoria, o comprador incorreria em custo de abertura da carta de crédito. A Tabela 7 mostra o último elemento dessa problemática, o modelo monetário, que transformou a decisão em valores monetários esperados (VME).

Tabela 7: Payoff para decisão de escolha do fornecedor estrangeiro

Decisão de escolha do fornecedor	Probabilidade de sucesso	Lucro/prejuízo em cenário de sucesso (US\$)	Probabilidade de insucesso	Lucro/prejuízo em cenário de insucesso (US\$)	VME (US\$)
Francês	90%	405.000,00	10%	-27.900,00	361.710,00
Chinês	40%	472.500,00	60%	-26.550,00	173.070,00
Ucraniano	90%	450.000,00	10%	-27.000,00	402.300,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se que o maior valor VME de US\$ 402.300,00 indica que se deveria optar pelo fornecedor ucraniano. A última etapa do processo

decisório foi preencher a árvore de decisão valendo-se do *software* PrecisionTree. Deve-se observar que, na árvore de decisão, o campo que representa o

valor monetário de sucesso da decisão de importação já foi preenchido com a margem de contribuição estabelecida, *a priori*, como valor igual a US\$ 300.000,00 (ver valores na Tabela 4).

O cuidado tomado foi o de não incorrer em duplicidade de valores. Por isso, anulou-se o valor da margem de contribuição no cenário de mercado

(US\$ 300.000,00 e US\$ 246.000,00) e lançou-se o valor da margem de contribuição no campo correspondente de cada fornecedor. Dessa maneira, a probabilidade de ocorrência de sucesso do fornecedor com melhor oferta foi calculada a seguir:

- Probabilidade de aquecimento do mercado de 0,8 * Probabilidade de sucesso de 0,9 = 0,72.
- Probabilidades de sucesso dos outros fornecedores são calculadas da mesma maneira e o mesmo procedimento vale para o ramo de combinação decisão – cenário “Importar – Mercado estável”.

A margem de contribuição nessa combinação descontou a oportunidade de remuneração do

capital perdida (veja a Tabela 3), conforme mensurado na Tabela 8.

Tabela 8: Margem de contribuição para a decisão de importar – cenário mercado estável

Decisão de escolha do fornecedor	Custo das mercadorias vendidas (US\$)	Margem de contribuição (US\$)	Oportunidade remuneração do capital por 3 meses, 1,2% a. m. (US\$)	Lucro/prejuízo do cenário de mercado estável (US\$)
Francês	1.395.000,00	405.000,00	50.825,00	354.175,00
Chinês	1.325.500,00	472.500,00	48.292,00	424.208,00
Ucraniano	1.350.000,00	450.000,00	49.185,00	400.815,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se que os valores mensurados na Tabela 8 gerariam a melhor alternativa caso o cenário de mercado permanecesse estável. Preenchendo-se os dados no *software* PrecisionTree, obteve-se o caminho para a melhor decisão, tal como mostra a Figura 3. A ferramenta apresenta os resultados obtidos na tabela *payoff* do fornecedor (veja a Tabela 7), e o ramo “VERDADEIRO” indica a melhor alternativa, com VME de US\$ 402.300,00, do fornecedor ucraniano no cenário de aquecimento do mercado.

A análise da Figura 3 apresenta os resultados para ambas as conjunturas, tanto para aquecimento do mercado como para permanência do mercado

estável. Têm-se claros resultados para alternativas de escolha de qualquer opção analisada. O método utilizado apresenta resultados monetários após revelação de informação sobre o mercado:

- Optando-se por importar e o mercado permanecendo estável, seguindo o ramo “VERDADEIRO”, o maior valor monetário apresentado foi de US\$ 358.033,5;
- Optando-se por importar e ocorrendo o aquecimento do mercado, o ramo “VERDADEIRO” que apresenta o maior valor monetário foi de US\$ 402.300.

A possibilidade de alterar valores e, principalmente, as probabilidades, uma vez que são recebidas novas informações, proporcionam uma flexibilidade gerencial ao tomador de decisão. Dessa forma, o modelo proposto torna-se uma ferramenta ágil e precisa. Vencida a principal etapa de modelagem do problema, considerada a mais complexa, o administrador poderá recorrer ao modelo já elaborado quantas vezes seja necessário.

Vale salientar que, devido à complexidade do desenvolvimento do modelo baseado no estudo de caso, algumas abordagens foram simplificadas. Dentre as principais limitações, destacam-se:

- o número de dados quantitativos sobre as ofertas de fornecedores estrangeiros, que foi reduzido às informações essenciais com o intuito de apresentar entendimento do problema no nível macro;
- a avaliação do grau de incerteza por meio da atribuição de probabilidade, reduzida a dois cenários: de mercado e da conjuntura da política industrial no país de origem. Isso foi feito com a ressalva de que árvores muito complexas são de difícil análise e visualização.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo decisório para o processo de escolha de um fornecedor estrangeiro em condições de risco. Seguindo-se a Teoria da Decisão e com o uso do método da Árvore de Decisão, chegou-se à proposta de procedimentos próprios para a situação estudada. Como resultado, obteve-se a decisão de optar pelo fornecedor que apresentou o maior VME, o ucraniano, que, mesmo não apresentando o melhor preço, proporcionou a maior probabilidade de sucesso do negócio.

Pode-se afirmar que o uso dos métodos do processo decisório resulta em decisões acertadas, mesmo que o resultado, à primeira vista, não apresente a alternativa mais lucrativa. O modelo traduz a melhor opção em valores monetários esperados, considerando certas probabilidades de sucesso e insucesso. Portanto, a Teoria da Decisão deve ser utilizada nos processos decisórios em condições de risco para gerar respostas assertivas

baseadas em métodos e evitar julgamentos intuitivos dos tomadores de decisão.

Um dos impedimentos à difusão do método seria a falta de habilidade, que é adquirida com o acompanhamento de um especialista e depois de algum tempo de uso. Os conceitos de nó de decisão e de nó de cenário devem ser bem entendidos e diferenciados na aplicação do problema. Não obstante os problemas de construção da árvore de decisão, seria injusto não mencionar as vantagens desse método. Este oferece um processo relativamente rápido de aprendizagem, pois a construção de regras acontece em linguagem de usuário, além de ser possível gerar regras em áreas onde um profissional tem dificuldades para estruturar seus conhecimentos. É conveniente para a construção de modelos não paramétricos e, mesmo assim, possui uma clara classificação e alto nível de predição.

Nesse contexto, a árvore de decisão é uma ferramenta de apoio num processo de tomada de decisão e para análise de dados (*data mining*). Muitos *softwares* destinados à análise de dados já possuem técnicas de construção de árvores de decisão. Em áreas onde o preço de um erro é muito alto, constitui uma ajuda no trabalho de um analista ou gerente.

Cabe destacar que as árvores de decisão garantem maior flexibilidade do que os mecanismos tradicionais, uma vez que as decisões são definidas com maior grau de flexibilidade, porque uma série de eventos podem ser mapeados ao longo dos diversos ramos, envolvendo várias decisões de seqüenciamento. Além disso, a árvore de decisão acaba incorporando conceitos de incerteza na análise de alternativas de investimentos ou financiamentos, o que a torna uma técnica superior às tradicionais.

No que diz respeito a julgamentos gerenciais no processo de decisão, os decisores não devem deixar de considerar a possibilidade da presença de vieses ou preconceitos, sob pena de que estes afetem e comprometam o processo como um todo. Os decisores envolvidos no processo de tomada de decisão devem ter em mente que, na busca pela melhor decisão, devem trabalhar com todas as informações disponíveis, não evitando as informações consideradas difíceis.

Uma grande vantagem da aplicação da ferramenta quantitativa apresentada neste trabalho refere-se ao fato de que uma decisão de priorização de um determinado investimento em relação a outros não é exposta de forma intuitiva em uma “caixa preta”. Todo o processo se encontra amparado em uma modelagem matemática robusta e transparente, que apresenta um encadeamento lógico e racional de premissas e preferências por parte do decisor em relação a cada um dos atributos considerados durante o processo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRIGHT, S. C.; WINSTON, W. L.; ZAPPE, C. *Data Analysis & Decision Making with Microsoft Excel*. 2. ed. [SL]: Thomson Brooks/Cole, 2003.
- CARVALHO, I. C. *Métodos de Mineração de Dados (Data Mining) como Suporte à Tomada de Decisão*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) – ITA, São José dos Campos, SP, 2002.
- CORRAR, L. J.; THEÓFILO, C. R. *Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração*. São Paulo: Atlas, 2004.
- EHRlich, P. J. Modelos quantitativos de apoio às decisões. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 33-41, jan.-fev.-mar. 1996.
- GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, Jaime E.; LAMB, Roberto. *Decisões de investimentos da Empresa*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GAMA, J. *Árvores de Decisão*, 2000. Disponível em: <http://www.liacc.up.pt/~jgama/Mestrado/ECD1/Arvores.html>. Acesso em: 14 ago. 2004.
- GOMES, L.; ARAYA, M.; CARIGNANO, C. *Tomada de decisões em cenários complexos*. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.
- GOMES, L.; GOMES, C.; ALMEIDA, A. *Tomada de decisão gerencial*. São Paulo: Atlas, 2002.
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect Theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, v. 47, Mar. 1979.
- MINARDI, A. M. *Teoria de opções aplicada a projetos de investimentos*. São Paulo: Atlas, 2004.
- OLIVEIRA, S. L. *Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, Monografias, Dissertações e Teses*. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 2. ed. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1994.
- PRADO, E. P. V.; YU, A. S. O. Análise de decisão na terceirização da tecnologia de informação: um estudo de caso no setor químico brasileiro. In: SEMINÁRIOS DE ADMINISTRAÇÃO, 6., 2003, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FEA-USP, 2003.
- RIBEIRO, U.; CRUZ, C. *Metodologia Científica: teoria e prática*. 2 ed. São Paulo: Axcel Books, 2004.
- SECURATO, J. R. *Decisões financeiras em condições de risco*. São Paulo: Atlas, 1993.
- TONETTO, L. M. *et al.* O papel das heurísticas no julgamento e na tomada de decisão sob incerteza. *Estudos de Psicologia*, v. 23, n. 2, p. 181-189, abr.-jun. 2006.