

Redes Bayesianas no Monitoramento Antecipativo do Ambiente de Negócios: um estudo de caso em um ambiente simulado de gestão

Autoria: Alexandre Del Rey, Ronaldo Zwicker

Resumo

O objetivo deste artigo é avaliar a viabilidade da aplicação de Redes Bayesianas em um sistema de apoio a tomada de decisão na interpretação de sinais fracos. Tal avaliação quantitativa deu-se num estudo de caso em ambiente virtual conhecido como laboratório de gestão. Na literatura especializada, o monitoramento antecipativo do ambiente de negócios é uma atividade muito valorizada para a tomada de decisões nas organizações. Neste contexto, antecipar-se às oportunidades e ameaças do mercado e mobilizar a organização para a ação contribui para a sobrevivência e o sucesso no longo prazo. O processo estruturado de monitoramento estratégico do ambiente ajuda observar sinais fracos e gerar informações importantes para a tomada de decisão estratégica. As técnicas disponíveis para a identificação e interpretação de sinais fracos como a análise de cenários, a criação coletiva de sentido e o método Delphi são de caráter qualitativo e subjetivo e, desta forma, suscetíveis a vieses comportamentais. Neste sentido a utilização de técnicas quantitativas em combinação com as primeiras mostra ser um caminho promissor para esta finalidade. Neste estudo apresentou-se o conceito de Redes Bayesianas (NADKARNI & SHENOY, 2001; SUN & SHENOY, 2006; ALBA & MENDOZA, 2007), e uma proposta de utilização destas redes (MICHAELI & SIMON, 2008; DEL REY & ZWICKER, 2010) em Inteligência Competitiva para identificação e interpretação de sinais fracos (ANSOFF, 1975; BLANCO & LESCA 1998). Nesse contexto, buscou-se calcular a demanda potencial de mercado por meio da análise de dados públicos em um ambiente simulado de gestão (STERMAN, 2000; SAUAIA, 2010). Neste estudo de caso utilizou-se a metodologia de redes bayesianas para a leitura de sinais fracos proposta por Del Rey e Zwicker (2010) e a regressão logística para relacionar variáveis mercadológicas como preço, gastos em marketing e gastos em pesquisa & desenvolvimento com a geração de demanda potencial, como estudado por Souza e Sauaia (2010). Com base nestas referências, o artigo apresenta a modelagem passo a passo de uma rede bayesiana para a inferência de demanda futura utilizando dados e informações de um ambiente simulado de tomada de decisão. A construção permitiu avaliar alguns dos potenciais benefícios do uso de redes bayesianas em um sistema de apoio a decisão. A rede bayesiana permite inferências bi-direcionais (OZBAY & NOYAN, 2006), ou seja, pode ser utilizada para inferir as variáveis dependentes com base nas informações sabidas ou estimadas das variáveis independentes ou vice-versa, isto é, inferir as variáveis independentes com base nas informações das variáveis dependentes. Mais que isto, um modelo de redes bayesianas pode utilizar uma abordagem mista com informações tanto das variáveis dependentes como independentes. O estudo mostrou ser viável a aplicação das redes bayesianas para a previsão de demanda em ambientes simulados de gestão. O caso apresentado permite também visualizar cuidados especiais necessários para modelar a complexidade inerente de sistemas dinâmicos em ambientes de negócios.

1. Introdução

Imaginar o futuro é um problema sempre atual nas organizações. Prever cenários possíveis, e com base nesta previsão, planejar e fazer as escolhas apropriadas que levarão a empresa a sobrevivência e preferencialmente ao sucesso é uma das atividades que mais preocupam os executivos. Numa pesquisa feita com 25 empresas por Nogueira e Moreira (1998) averiguou-se que os executivos destas empresas esperavam mudanças radicais no contexto dos negócios e que tinham grande ansiedade quanto a esta questão; porém, por outro lado, não confiavam na visão definida pela empresa para o futuro e, ainda mais, dedicavam às questões estratégicas muito menos tempo do que consideram necessário.

Mas o que é estratégia? Estratégia é uma palavra muito usada nos dias de hoje, com significados diversos. Mintzberg *et al.* (1998, pp. 13-21) apresentam alguns dos possíveis significados da palavra estratégia, a estratégia pretendida como um plano, a estratégia realizada como um padrão, a estratégia como uma posição ocupada no mercado, a estratégia como uma perspectiva a ser seguida e adotada ou a estratégia como um “truque”, uma artimanha para enganar o seu oponente. A estratégia realizada é uma combinação da estratégia emergente com a estratégia deliberada, sendo esta última formada pela estratégia pretendida excluindo-se a estratégia não-realizada.

Já a estratégia precisa ser formulada e planejada para ser compartilhada. Conforme Almeida (2009, p. 13) “Planejamento Estratégico é uma técnica administrativa que procura ordenar as idéias das pessoas, de forma que se possa criar uma visão do caminho que se deve seguir (estratégia)”.

Neste sentido, a análise do ambiente de negócios passa a ser essencial para o sucesso das organizações, já que ela é necessária para a definição de uma estratégia deliberada e constitui um dos ingredientes fundamentais para a estratégia emergente. A análise do ambiente é tida como uma das etapas mais importante de um plano estratégico, pois é quando as entidades são levadas a alcançar a eficácia por meio da descoberta de oportunidades e ameaças (ALMEIDA, 2009, p. 18).

O uso das informações obtidas por meio da análise ambiental é feito através de um processo conhecido como Inteligência Competitiva. Tyson (2002, p. 1-3) define Inteligência Competitiva como um processo sistemático que transforma pedaços e partes aleatórias de dados em conhecimento estratégico. O conhecimento estratégico gerado pela Inteligência Competitiva busca permitir a organização antecipar-se para não estar despreparado às surpresas estratégicas. Surpresas estratégicas são mudanças repentinas, urgentes e não familiares na perspectiva da organização que ameaçam seja por uma grande reversão na lucratividade ou por uma perda de uma grande oportunidade (ANSOFF, 1975, p.2).

E o que podemos fazer para enfrentar as surpresas estratégicas? Para isto é necessário monitorar o ambiente de negócios em busca de indícios ou sinais fracos que permitam identificar, de maneira antecipada uma surpresa estratégica. Gilad (2004) remete ao fato que surpresas não são realmente tão surpreendentes assim. Um dos principais problemas é que aqueles que têm a responsabilidade de agir o suficientemente cedo, não ignoram os sinais fracos de uma "surpresa" eminente. A falha é na falta de ação. Nas situações mais surpreendentes houve de fato alguém que previu os riscos e alertou sobre eles, mas normalmente estas pessoas foram simplesmente ignoradas ou consideradas apocalípticas.

Para interpretar e analisar sinais fracos no meio ambiente pode-se recorrer a algumas técnicas, por exemplo, os cenários (SCHOEMAKER, 1995), a criação coletiva de sentido (LESCA, 1995) e a discussão com especialistas (WRIGHT, 2000). Tipicamente estas técnicas apresentam

limitações e utilizam muito pouco os métodos quantitativos de análise. Algumas das limitações e vieses de abordagens subjetivas são citadas em Del Rey e Zwicker (2010). São estes vieses e limitações que impedem muitas vezes a tomada de decisão e a ação, conforme assinalado por Gilad (2004). Eventualmente uma forma de abordar estas restrições é o uso de métodos estruturados e quantitativos, como nesta proposta, o uso de redes bayesianas para a detecção de indícios e sinais fracos. O objetivo deste texto é discutir esta possibilidade associada com ambientes simulados de gestão.

2. Conceito de Redes Bayesianas

O diagrama da figura 1 representa um mapa causal, num contexto de decisão sobre as perspectivas de vendas de um determinado produto, elaborado por um especialista. O mapa expressa conhecimento qualitativo na forma de conceitos e relações causais entre estes conceitos. O objetivo é caracterizar dependências entre variáveis em termos de explanações e conseqüências causais conforme expresso a seguir: (a) quanto mais alta a inflação tanto mais altos serão os juros; (b) quanto mais altos os juros tanto mais reduzidas serão as vendas; e (c) quanto mais acertadas as ações de marketing tanto maiores serão as vendas.

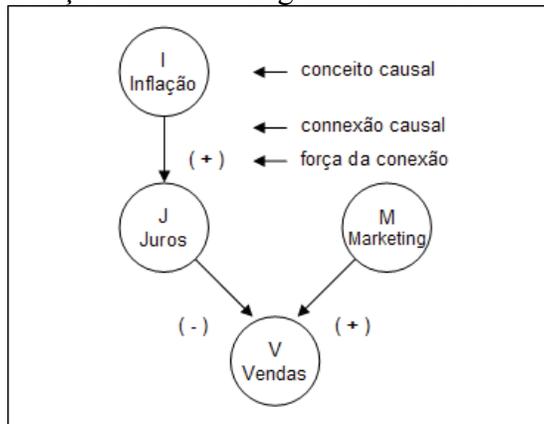


Figura 1 – Mapa causal

Ao mapa causal o especialista acrescentou os estados dos conceitos (variáveis), por exemplo, a inflação pode ser alta ou baixa. Em seguida ele estimou as probabilidades envolvidas que refletem determinada situação em análise. No caso das variáveis I e M são probabilidades incondicionais e no caso das variáveis J e V são probabilidades condicionadas às variáveis “causadoras”. A figura corresponde agora a uma rede bayesiana pelo fato de estabelecer relações probabilísticas entre as variáveis, possuir apenas conexões direcionadas e não incluir ciclos.

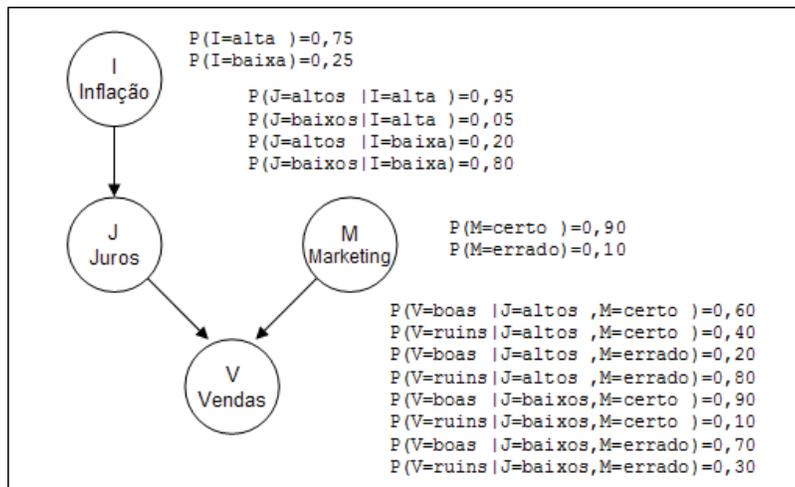


Figura 2 – Rede bayesiana

As probabilidades condicionais atribuídas refletem a força das conexões do mapa causal na forma de uma distribuição de probabilidades. Assim, por exemplo, a probabilidade de ocorrerem boas vendas condicionado à combinação de juros baixos e ações acertadas de marketing é de 90%. No exemplo as probabilidades foram estimadas por um especialista, entretanto, poderiam ser computadas a partir de dados observados das quatro variáveis envolvidas.

Diferentemente dos mapas causais que representam relações determinísticas, as redes bayesianas representam relações probabilísticas (NADKARNI & SHENOY, 2001). As redes bayesianas também embutem relações de independência, por exemplo, se o estado da variável J for conhecido então a distribuição de probabilidades da variável V independe do valor da variável I. Certamente as vendas dependem indiretamente do nível de inflação, mas essa dependência cessa se o valor dos juros estiver definitivamente estabelecido.

3. Redes bayesianas na interpretação de sinais fracos

Devido à natureza intrínseca dos indícios de rupturas futuras, ameaças e oportunidades, em geral identificados por sinais fracos, eles são de caráter antecipatório, qualitativo, ambíguo, fragmentado, ocorrendo em vários formatos e tendo por origem várias fontes (BLANCO & LESCA 1998, p. 3). Essas características determinam que os métodos atualmente utilizados de interpretação e redução de incertezas para sinais fracos sejam majoritariamente qualitativos (LESCA 1995, SCHOEMAKER, 1995, WRIGHT, 2000).

Embora o processo de inferência seja um processo que requer a geração de alternativas e relações de causa e efeito, o que o define de certa forma como um processo criativo, a utilização de uma metodologia quantitativa não altera esta condição. Na verdade a complementa (CLEMEN & REILLY, 2004, p. 217). Nesse sentido a utilização de redes bayesianas na interpretação de sinais fracos apresenta alguns benefícios complementares em relação a metodologias majoritariamente subjetivas. Alguns dos vieses comuns na tomada de decisão, a ancoragem, a pseudocerteza e a utilidade transacional podem ser minimizados a partir de metodologias de caráter mais quantitativo (DEL REY & ZWICKER, 2010). Redes Bayesianas ajudam em reduzir julgamentos equivocados quando alguém tenta julgar intuitivamente incertezas e, desta forma, permitem que o modelo seja mais assertivo, reduzindo as incertezas inerentes a instrumentos de previsão (MICHAELI & SIMON, 2008).

Del Rey e Zwicker (2010) propõem um modelo que combina a utilização de técnicas qualitativas e quantitativas para a melhor interpretação de sinais do ambiente, procurando desta forma reduzir a incerteza inerente à previsão de acontecimentos futuros. O modelo propõe 6 etapas descritas a seguir:

- (1) Define-se o modelo de análise ambiental a ser usado de acordo com o problema a ser resolvido e a familiaridade do analista com o método.
- (2) Identificam-se as ameaças e oportunidades e o grau de incerteza que afeta estas ameaças e oportunidades.
- (3) Modelam-se os cenários.
- (4) Constrói-se com base nestes cenários os mapas causais, diagramas de influência ou árvores de decisão.
- (5) Incorpora-se as redes bayesianas tendo por base o que foi realizado na etapa anterior. Agora os modelos são convertidos em modelos probabilísticos. A incorporação ocorre da seguinte forma: (a) modela-se a rede; (b) determina-se uma distribuição de probabilidades conjunta a partir das relações causais e correspondentes probabilidades condicionais especificadas; (c) na rede construída imputa-se os estados dos sinais (observados ou não) sem necessidade de completude; e (d) avalia-se alternativas a luz das probabilidades inferidas para os outros nós da rede.
- (6) Os recursos de modelagem, incluindo as redes bayesianas são realimentados com a chegada de novas informações, o que pode inclusive determinar ajustes estruturais aos modelos utilizados.

Vale observar que um modelo é reconhecido como Bayesiano quando uma distribuição de probabilidades é usada para descrever incertezas relacionadas a parâmetros desconhecidos e quando é aplicado o teorema de Bayes. O teorema de Bayes é usado para atualizar a distribuição de probabilidades a priori (probabilidades especificadas antes da análise de dados) em uma distribuição de probabilidades a posteriori (as probabilidades que seguem a análise de dados) através da incorporação de informações, chamadas de possibilidades, advindas de dados observáveis" (ALBA & MENDOZA, 2007, p. 3).

O teorema de Bayes é considerado um método adequado para ser aplicado em jogos contendo informações incompletas. Alguns estudos apresentam a aplicabilidade do teorema de Bayes e de recursão infinita a partir do final da década de 70. O modelo de jogos de informações incompletas pode ser definido quando a função resultado de cada um dos jogadores não é conhecida, nem por ele e nem por nenhum outro jogador, mas cada jogador sabe parte do que ele é ao mesmo tempo em que sabe parte do que cada um dos outros são (TAN & WERLANG, 1984, seção 3, p.2).

O ambiente simulado de um laboratório de gestão representa, desta forma, um ambiente adequado para a interpretação e análise de incertezas. Quando o simulador opera de maneira interativa a simulação ganha caráter de jogo (de empresas), em que se comparam decisões econômicas conduzidas sob certeza e as apostas estratégicas estabelecidas sob incerteza (SAUAIA, 2010, p.4).

Redes Bayesianas foram utilizadas com sucesso como ferramentas preditivas. De acordo com Sun e Shenoy (2006) modelos de redes bayesianas têm muitas funcionalidades atrativas. Eles são fáceis de interpretar, funcionam bem como ferramenta classificatória, não apresentam restrições em relação a distribuição das variáveis, e não apresentam nenhum requisito quanto a se trabalhar com informações completas ou não. Estes autores apresentam um modelo baseado em redes bayesianas capaz de prever se uma dada empresa entrará em situação falimentar ou não, cujo nível de acerto é superior a 80%.

No entanto, são poucos os estudos da aplicação de redes bayesianas como recurso de predição em Inteligência Competitiva, em especial no tratamento de sinais fracos. Num estudo correlato Michaeli e Simon (2008) ilustram, num exemplo hipotético, como o argumento bayesiano de inferência pode ser usado para reduzir riscos na tomada de decisão em situações de incerteza. Os autores concluem que com uma abordagem baseada no teorema de Bayes um analista de Inteligência Competitiva pode projetar um portfólio de indicadores que irão otimizar a performance geral de um sistema de alerta.

A proposta deste trabalho é explorar a aplicação de redes bayesianas na interpretação de sinais fracos com base num ambiente controlado que provê acesso a informações de tomada de decisão e permite comparação com os seus resultados. Esta são as principais vantagens que o ambiente simulado de gestão apresenta para fins de pesquisa, além disso, ambientes virtuais também são ideais para o processo de aprendizagem.

Sterman (2000) menciona algumas virtudes dos ambientes virtuais em relação aos ambientes reais para o processo de aprendizagem. Segundo este autor o mundo virtual permite trabalhar com um ambiente de estrutura conhecida, um nível variável de complexidade e com experimentos controlados. Os ambientes virtuais também admitem a retro-alimentação. Nos ambientes virtuais a implementação das decisões acontece de modo perfeito, com incentivos e aplicações das regras de decisão de maneira consistente. Num ambiente virtual, aprender com o processo decisório pode ser o objetivo, diferentemente do mundo real, onde o desempenho e o resultado das decisões é que são os objetivos principais. Quanto ao feedback informacional, em um ambiente virtual ele é completo, acurado e de alimentação imediata.

4. Metodologia de pesquisa

O modelo proposto para a redução de incertezas na interpretação de sinais fracos de Del Rey e Zwicker (2010) carece de aplicação prática. A utilização deste modelo em um ambiente simulado de negócios possivelmente nos permite avaliar a existência de benefícios em relação a ele. Portanto, o objetivo é avaliar a utilização de redes bayesianas na interpretação de sinais fracos conforme delineado no modelo. Especificamente deseja-se:

- Avaliar se existem benefícios percebidos com a aplicação desta ferramenta na previsão de mercado potencial de uma organização com base em informações públicas e em inferências a partir das estratégias dos concorrentes (do ambiente simulado);
- Avaliar a utilização de dados de ambientes simulados como forma de estudo e interpretação de sinais fracos visando a tomada de decisão.

O presente estudo se baseia na proposta de Souza e Sauaia (2010) que estabelece que o mercado potencial de uma determinada empresa no laboratório de gestão SIMULAB (SAUAIA, 2010) é função do preço praticado e dos gastos em marketing de uma determinada empresa em relação a média de mercado. Portanto, de forma ampla e geral, podemos considerar a situação de pesquisa como um estudo de caso. Como o estudo de caso compreende a utilização de um modelo teórico, abaixo este modelo é apresentado detalhadamente.

O modelo de interpretação de sinais fracos de Del Rey & Zwicker utilizado como ferramenta neste estudo de caso é composto de seis etapas. A primeira etapa consiste na escolha do modelo de análise ambiental. Esta etapa embora importante, neste caso específico é simplificada, já que se replicará o estudo baseado na técnica de regressão linear múltipla em busca da correlação das variáveis “Preço”, “Gastos em Marketing” e “Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento” no “Mercado Potencial”. Assim, o modelo de análise ambiental levará em consideração inicialmente apenas estas três variáveis.

Na etapa dois do modelo, identifica-se as ameaças e oportunidades ligadas ao “Mercado Potencial” e o estágio de incerteza em relação a estas ameaças e/ou oportunidades. Estas ameaças e oportunidades estão neste caso relacionadas as variáveis independentes correlacionadas na etapa um, “Preço”, “Gastos em Marketing” e “Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento”, ou seja, uma oportunidade seria um aumento dos preços médios praticados pelos concorrentes, enquanto uma ameaça um aumento substancial dos gastos em marketing feito pelos principais competidores elevando o gasto médio.

A terceira etapa consiste em estabelecer cenários possíveis em relação às principais variáveis da etapa dois, “Preço”, “Gastos em Marketing” e “Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento”. Estes cenários são a combinação de ameaças e oportunidades conforme descritos na etapa anterior. Na sequência atrela-se probabilidades para cada um dos cenários possíveis.

Na etapa quatro, os cenários individuais são relacionados através de um diagrama de influencia, onde estabelece-se relações de causa e efeito para poder estruturar, na etapa cinco, as redes bayesianas que ajudarão na inferência do estado futuro. Nesta etapa são considerados os efeitos conjuntos de diversas ameaças e oportunidades, como por exemplo um aumento de preços com uma diminuição dos gastos em marketing.

Ainda na quinta etapa, alimenta-se a rede com as informações obtidas e avalia-se a alternativa ou prognóstico de futuro apresentado. Na prática, isto corresponde por exemplo a ter uma avaliação de qual é o mercado potencial para uma determinada configuração de gastos em Marketing, Pesquisa & Desenvolvimento e a prática de um nível de preço. Por fim, na etapa seis, alimenta-se a rede de novas informações, por exemplo um novo nível de preço, e verifica-se o impacto nas estimativas futuras.

5. Instrumentos de coleta de dados

Os dados foram obtidos através dos relatórios trimestrais da indústria, onde haviam três empresas participando na tomada de decisão: Double CO., a Ai Podi S/A e a Inovatech Corp. Neles foram obtidas as informações públicas como preço dos produtos concorrentes, distribuição dos dividendos, lucro líquido, volume de produtos vendidos e a participação de mercado de cada empresa.

Além disso, os relatórios trimestrais das empresas, com informações específicas da tomada de decisão foram obtidos com todas as decisões e conseqüências para cada uma das três empresas participantes. Assim, os autores tiveram acesso às informações adicionais e privadas aos participantes como mercado potencial, volume de vendas, capacidade produtiva e gastos médios em marketing, pesquisa e desenvolvimento, instalação de capacidade produtiva entre outras informações operacionais, financeiras e de desempenho.

Por fim, estavam disponíveis também os índices macroeconômicos e a previsão dos mesmos para o trimestre imediatamente posterior.

Todos estes dados foram extraídos de um jogo de empresas onde as três empresas competidoras, formadas por duas pessoas cada tinham como objetivo a maximização da Taxa Interna de Retorno do seu empreendimento. As empresas participantes do Simulador de Gestão, diferente dos autores do artigo, não tiveram acesso a informações privadas de seus competidores citadas no segundo parágrafo desta seção.

6. Descrição do Experimento e Coleta de dados

Com os dados obtidos, replicou-se com alguns ajustes a proposta do artigo de Souza & Sauaia (2010) onde definiu-se a utilização de Regressão Linear pelo método de Mínimos Quadrados. Como já mencionado, a utilização da Regressão Linear simplifica a primeira etapa do modelo de Del Rey & Zwicker (2010) onde se faz necessário a escolha de um modelo de análise ambiental. Aqui a análise ambiental será feita com base nas variáveis Mercado Potencial, Gastos em

Marketing, Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento e Preço. Esta simplificação é detalhada abaixo.

A proposta de Souza e Sauaia considera informações quanto as regras econômicas do Simulador de Gestão. Com base nestas informações, dentre todas as informações obtidas, as variáveis relevantes para o cálculo do Mercado Potencial são Gastos em Marketing, Gastos em Pesquisa e Desenvolvimento e Preços praticados e indicadores econômicos: Índice de Atividade Econômica e Índice de Variação Estacional (Sauaia, 2010). As demais variáveis, embora disponíveis foram consideradas irrelevantes.

Como os indicadores econômicos, de acordo com as regras econômicas do simulador, influenciam todas as empresas do segmento de maneira homogênea, e não podem ser modificados por nenhuma das empresas individualmente ou em grupo, fez-se necessário a exclusão de seus efeitos para que se pudesse avaliar os efeitos das variáveis que estavam sujeitas a tomada de decisão por parte dos participantes. Outra informação relevante extraída das regras do simulador de gestão é que os Gastos efetuados em Marketing como em Pesquisa & Desenvolvimento, não são percebidos no mesmo período que incorrem. Para Marketing, os gastos no período T tem impacto de 70% no mesmo período e 30% no período T+1 ou mais e para Pesquisa & Desenvolvimento, os gastos em T tem impacto de 20% em T, 30% em T+1 e 50% em T+2 ou mais (Sauaia, 2010). Assim, os Gastos percebidos em Marketing no período T é uma combinação dos gastos efetuados em T, T-1 e eventualmente outros períodos anteriores, e os Gastos percebidos em Pesquisa & Desenvolvimento é uma combinação de gastos efetuados em T, T-1, T-2 e eventualmente outros períodos anteriores.

No artigo apresentado por Souza e Sauaia (2010) tínhamos as seguintes etapas de ajuste de dados:

- Retirada de efeitos externos da Economia: Índice de Atividade Econômica (IAE) e Índice de Variação Estacional (IVE)
- Distribuição dos gastos em Marketing e Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) nos períodos percebidos, e exclusão do efeito de longo prazo de P&D
- Padronização dos gastos em Marketing e P&D e também do Preço de comercialização em relação aos valores médios de mercado

Desta forma obtínhamos a seguinte equação:

- Mercado = Função (Gastos em Marketing (GMT), Preço(P));
- $M_x - M_{med} = 373.905 + 0,936077 * (GMT_x - GMT_{med}) - 669.004,8 * (P_x - P_{med})$
- Nível de significância = 0,05 e R^2 ajustado = 0,979427

Onde M=Mercado, GMT=Gastos em Marketing, P=Preço e x refere-se a valores da empresa x e med refere-se a média do mercado.

Na regressão adaptada neste artigo, foram feitas as mesmas etapas de ajuste de dados sugeridas por Souza & Sauaia (2010), com exceção a distribuição dos gastos em Marketing e Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), onde os efeitos de longo prazo de P&D foram considerados concentrados no 3º trimestre após o desembolso.

Desta forma, a seguinte equação foi obtida:

- Mercado = F(Gastos em Marketing (GMT), Gastos em P&D(GPD), Preço(P))
- $M_x - M_{med} = -37.859,741605 + 0,800902408 * (GMT_x - GMT_{med}) + 0,846778688 * (GPD_x - GPD_{med}) - 181.762,8386 * (P_x - P_{med})$
- Nível de significância = 0,05 e R^2 ajustado = 0,791579

Onde M=Mercado, GMT=Gastos em Marketing, GPD=Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento, P=Preço e x refere-se a valores da empresa x e med refere-se a média do mercado

Tabela 1: Regressão linear múltipla com base no jogo de empresas Double CO. , a Ai Podi S/A e a Inovatech Corp. ocorrido no 1º Semestre de 2010.

RESUMO DOS RESULTADOS								
<i>Estatística de regressão</i>								
R múltiplo		0,907106651						
R-Quadrado		0,822842476						
R-quadrado ajustado		0,791579383						
Erro padrão		74996,89656						
Observações		21						
ANOVA								
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>			
Regressão	3	4,44112E+11	1,48037E+11	26,31993225	1,28578E-06			
Resíduo	17	95617086386	5624534493					
Total	20	5,39729E+11						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	-37859,7416	16365,66454	-2,313364148	0,033480959	-72388,27528	-3331,207929	-72388,27528	-3331,207929
Preço Unitário	-181763,8386	41569,45931	-4,372533144	0,000414945	-269467,7306	-94059,94659	-269467,7306	-94059,94659
Gastos em Marketing	0,800902408	0,198841751	4,027838243	0,000872945	0,381382988	1,220421827	0,381382988	1,220421827
Gastos em P&D	0,846578688	0,242729337	3,487747701	0,002817908	0,334464556	1,358692821	0,334464556	1,358692821

*Utilizado módulo de Análise de Dados do software Microsoft Excel

Seria possível determinar o Mercado Potencial de uma empresa apenas utilizando a fórmula obtida através da Regressão Linear, no entanto, a escolha de modelar a situação em uma rede bayesiana tem suas razões. A primeira e a mais óbvia delas é que a utilização do modelo proposto por Del Rey & Zwicker requer a modelagem em redes bayesianas. Além disto, conforme estudo de Nicholson et al (2005) há no mínimo 4 razões para se utilizar redes bayesianas no lugar de regressões:

- Redes bayesianas apresentam uma estrutura gráfica clara com uma interpretação causal natural que a maior parte das pessoas acha intuitiva de entender;
- Redes bayesianas apresentam boas estimativas mesmo quando alguns das informações preditoras estão faltando, implicitamente gerando uma média ponderada com as possibilidades remanescentes;
- Redes bayesianas claramente distingue as probabilidades a priori de outros parâmetros do modelo, facilitando a adaptação para novas populações.
- Redes bayesianas podem facilmente incorporar novas informações, incluído conhecimento subjetivo de experts.

7. Análise Descritiva dos Dados

Na segunda etapa do modelo de Del Rey & Zwicker(2010) é preciso identificar as fontes de ameaças e oportunidades. As duas primeiras fontes de incerteza neste caso estão ligadas as decisões quanto ao volume de gastos em marketing e os gastos em pesquisa e desenvolvimento. A alteração significativa destas variáveis por parte de seus competidores é que gera ameaças e oportunidades quanto ao mercado futuro de uma determinada empresa.

Vale lembrar que os gastos absolutos de uma determinada empresa não são as informações que se necessita para se projetar o mercado potencial daquela empresa, mas sim os seus gastos em relação a média de gastos efetuados no mercado. Assim, tanto os gastos em Marketing relativos a média como os gastos feitos em Pesquisa & Desenvolvimento relativos a média são informações incertas já que numa situação normal de competição não se é sabido os gastos efetuados pelas empresas concorrentes, e, desta forma, não se é possível calcular a média de mercado e assim avaliar o gasto da empresa analisada em relação a esta média.

Então temos identificados as duas primeiras fontes de ameaça e oportunidade, os gastos médios em Marketing e os gastos médios em Pesquisa & Desenvolvimento.

Os níveis de preços praticados são variáveis públicas, assim, o nível de preço de uma determinada empresa em relação a média de mercado é uma variável conhecida e desta forma não é uma fonte de ameaça ou oportunidade, por não ser uma fonte de incerteza em si.

A última fonte de incerteza é a relacionada com as diferenças entre o mercado potencial gerado e o mercado efetivamente atendido (“Volume de Vendas”). Entre uma variável e outra há eventuais limitações de capacidade produtiva e estoque, assim, em alguns casos, nem todo o mercado potencial gerado será efetivamente atendido pelas empresas, ou ainda, não será atendido de maneira esperada devido as limitações de oferta individuais de cada empresa.

No simulador de gestão, a demanda real de mercado (Mercado Potencial) não é uma variável conhecida, cada empresa participante tem acesso apenas ao mercado potencial gerado por sua estratégia de vendas. Assim o mercado potencial médio é uma informação que não se pode calcular através das informações disponíveis publicamente. A variável que é de conhecimento público é a demanda atendida pelas empresas do mercado ou o que estamos chamando de Volume de Vendas.

Desta forma, a última fonte de incerteza é relacionada aos limites de capacidade das indústrias em atender o mercado potencial de todas as empresas, pois o mercado potencial somado aos efeitos de limitação de oferta resulta no Volume de Vendas que é a informação pública disponível.

A incerteza pode ser melhor definida como a soma das diferenças do mercado potencial de cada industria em relação aos limites de capacidade da industria menos os estoques disponíveis. Os fatores que influenciam a limitação da oferta não foram detalhados no modelo de maneira a simplificá-lo.

É importante mencionar que a limitação da oferta não foi uma variável identificada na regressão, porém, como a predição útil no jogo é a do Volume de Vendas gerado para uma determinada empresa, e não o mercado potencial, já que apenas a primeira, não a última é de domínio público, fez-se necessário a inclusão desta variável no modelo proposto.

A terceira etapa do modelo de Del Rey & Zwicker requer que tracemos alguns cenários. para cada uma das fontes de incerteza. A utilização de redes bayesianas e o software Netica em especial facilitam esta tarefa. Cada elemento de incerteza bem como as demais variáveis utilizadas foram divididas em faixas. As variáveis “Gastos em Marketing” e “Gastos em P&D” foram divididas em 7 faixas. A variável “Preço” também. A variável “Limitação da oferta” foi dividida em 3 faixas, e as variáveis “Mercado Potencial” e “Volume de Vendas” em 9 faixas. A escolha das faixas foi feita de maneira arbitrária, privilegiando as variáveis onde a discriminação dos valores em faixas menores fossem mais relevantes para permitir maior sensibilidade de análise ao modelo.

Assim, cada cenário é definido como uma faixa de valores que as variáveis de entrada do modelo podem se encontrar. Por exemplo, os cenários possíveis para os Gastos em Marketing seriam: Baixo Extremo, Baixo, Abaixo, Média, Acima, Alto, Alto Extremo. Desta forma, o cenário de “Gastos em Marketing” denominado “Baixo Extremo” significa um cenário onde a empresa analisada tem gastos percebidos em marketing de 700.000 a 500.000 mil abaixo da média de gastos de todas as empresas do mercado.

Tabela 2: Cenários estabelecidos para o ambiente SIMULAB, definindo faixas de valores possíveis. Os dois primeiros se referem aos gastos de uma empresa x em relação aos gastos médios da indústria. O terceiro, ao preço de uma empresa x em relação ao preço médio da indústria e o último a capacidade da empresa x em atender a demanda apresentada em Mercado Potencial.

Gastos em Marketing	Gastos em P&D	Preço	Limitação da Oferta
Baixo Extremo (-700k até -500k)	Baixo Extremo (-700k até -500k)	Baixo Extremo (-2,10 a -1,50)	Baixa (95% a 100% do Mercado Potencial)
Baixo (-500k até -300k)	Baixo (-500k até -300k)	Baixo (-1,50 a -0,90)	Branda (75% a 95% do Mercado Potencial)
Abaixo (-300k até -100k)	Abaixo (-300k até -100k)	Abaixo (-0,90 a -0,30)	Alta (40% a 75% do Mercado Potencial)
Média (-100k até +100k)	Média (-100k até +100k)	Média (-0,30 a +0,30)	
Acima (+100k até +300k)	Acima (+100k até +300k)	Acima (+0,30 a +0,90)	
Alto (+300k até +500k)	Alto (+300k até +500k)	Alto (+0,90 a +1,50)	
Alto Extremo (+500k até +700k)	Alto Extremo (+500k até +700k)	Alto Extremo (+1,50 a +2,10)	

k= Multiplicado por 1.000 unidades

A etapa 4 da proposta de Del Rey & Zwicker estabelece a criação de um diagrama de influência delimitando as relações de causa e efeito de cada uma das variáveis. Um diagrama de influência é uma representação gráfica compacta dos problemas de decisão, sendo, portanto, ideal para se obter uma visão geral, especialmente de problemas complexos. Os diagramas de influência são especialmente apropriados para comunicar a estrutura da decisão (Clemen & Reilly, 2004)

A construção deste diagrama de influência é facilitado graças a Regressão Linear da etapa 1 que estabelece uma relação de dependência da variável Mercado Potencial com as variáveis de Gastos em Marketing e Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D)

A figura 3(a) sintetiza as relações de causa e efeito entre as variáveis para o modelo a ser trabalhado. As setas partem das causas para os efeitos, numa relação de precedência e causalidade.

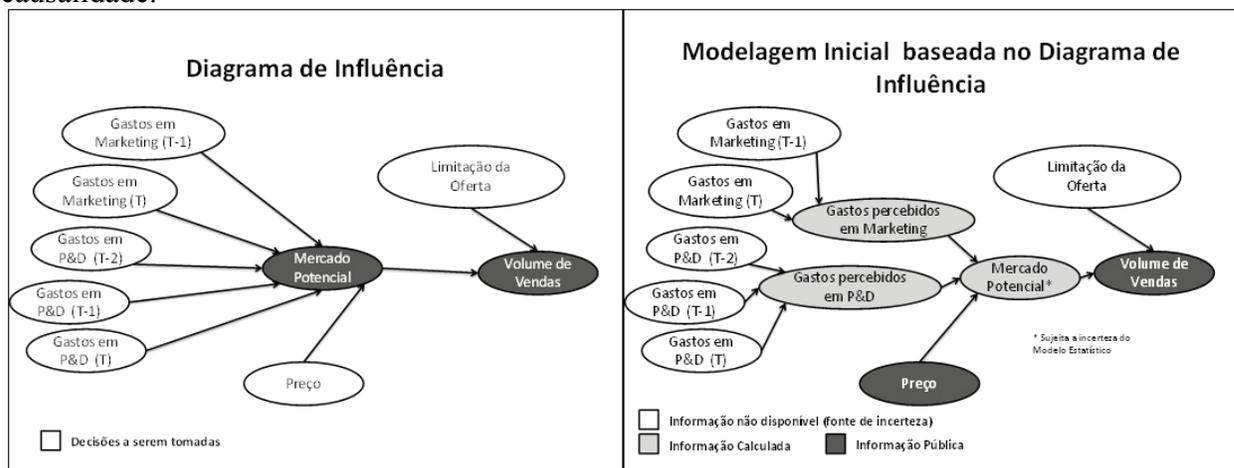


Figura 3 –a) Diagrama de Influência para a tomada de decisão onde “T” é o período atual, “T-1” o período anterior e “T-2” dois períodos anteriores. b) Modelagem incluindo etapa intermediária com base no diagrama de influência ao lado

Assim, estamos prontos para a etapa 5 e 6 do modelo de Del Rey & Zwicker (2010). A de modelarmos a rede bayesiana e na atualização da rede com base nas informações ambientais obtidas.

Para a etapa 5, o diagrama de influência apresentado acima é modelado como uma rede bayesiana. Para tanto será necessário um passo intermediário de modelagem para facilitar a posterior utilização do software NETICA, específico para o uso de redes bayesianas. A etapa intermediária consiste em criar duas variáveis calculadas que serão chamados de “Gastos

percebidos em Marketing” e “Gastos percebidos em P&D”. Estas variáveis intermediárias dos gastos percebidos são calculadas da seguinte forma. Gastos em Marketing no período T tem impacto de 70% no mesmo período e 30% no período T+1 e Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento em T tem impacto de 20% em T, 30% em T+1 e 50% em T+2. Ou seja:

- “Gastos percebidos em Marketing” = $0,7 * \text{Gastos em Marketing (T)} + 0,3 * \text{Gastos em Marketing (T-1)}$, e
- “Gastos percebidos em P&D” = $0,2 * \text{Gastos em P&D (T)} + 0,3 * \text{Gastos em P&D (T-1)} + 0,5 * \text{Gastos em P&D (T-2)}$.

O diagrama remodelado pode ser visto na figura 3b. Este mesmo diagrama pode ser modelado em redes bayesianas no software NETICA conforme apresentado abaixo:

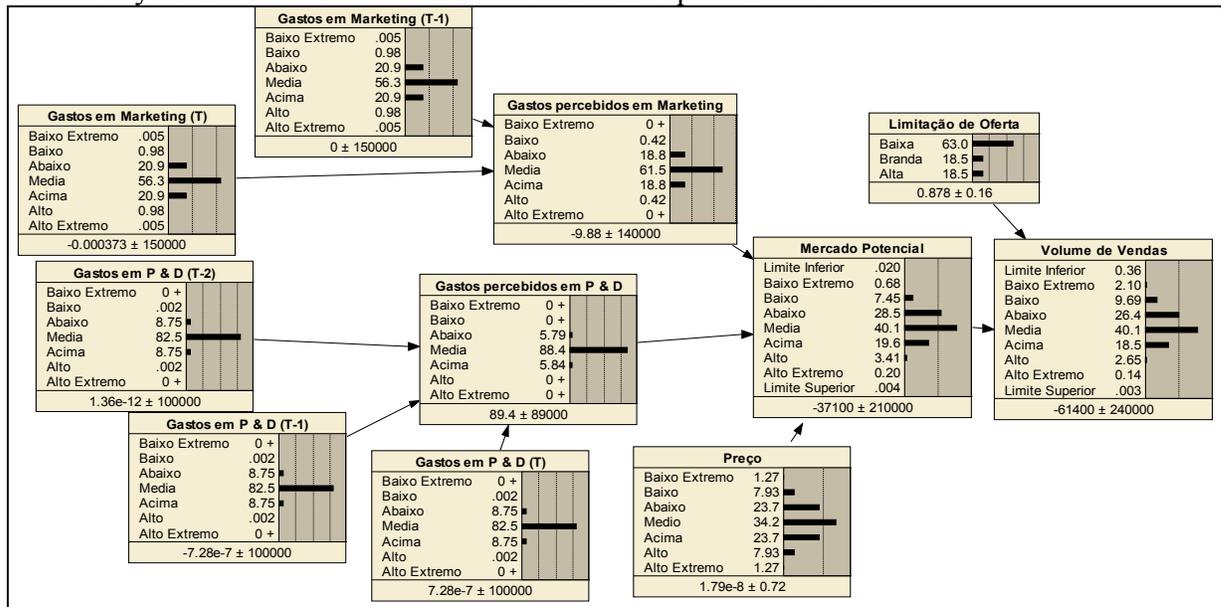


Figura 4 – Rede Bayesiana modelada no software NETICA para o problema de planejamento estratégico de demanda

Note que como mencionado na etapa 5, as probabilidades conhecidas a priori já foram alimentadas na rede. As premissas utilizadas seguem abaixo:

- A probabilidade de Gastos em Marketing e Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento e Preço foram distribuídas utilizando uma distribuição normal com base nas variâncias obtidas nos dados analisados (ver tabela 3). A distribuição normal é a mais apropriada por estar-se utilizando valores em relação a média. As variâncias obtidas dos dados analisados foram respectivamente 128.646,80, 73.750,42 e 0,68 para Gastos em Marketing, Gastos em P&D e Preço, como a avaliação é em relação a média de mercado a distribuição da curva normal se dá em torno do zero.
- As probabilidades para o Mercado Potencial foram calculadas com base numa simulação de valores obtidos através da função $D_x - D_{med} = -37.859,741605 + 0,800902408 * (GMT_x - GMT_{med}) + 0,846778688 * (GPD_x - GPD_{med}) - 181.762,8386 * (P_x - P_{med})$, resultante da Regressão Linear (ver tabela 3).
- As probabilidades a priori para limitação da oferta com base na limitações de produção e uso dos estoques foram estabelecidas na proporção 63% Baixa, 18,5% Branda e 18,5%

Alta com base nas ocorrências praticadas no Jogo de Empresas utilizado como base de dados (ver tabela 4).

	Economy Index	Empresa	Preço Unitário	Dividendos a Distribuir	Lucro Líquido após Imposto de Renda	Volume de Vendas	Market-share	Gastos em Marketing	Gastos em P&D	Mercado Potencial	Volume de Produção
T0	1	1 DOUBLE CO.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2 AI PODI S/A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3 INOVATECH CORP.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T1	0,9595	1 DOUBLE CO.	0,10	(36.666,67)	(13.873,67)	(27.991,37)	(3,40)	(93.333,33)	(18.000,00)	(73.970,50)	153.659,02
		2 AI PODI S/A	0,10	(46.666,67)	9.863,33	33.799,14	1,13	46.666,67	14.000,00	26.608,97	(54.782,87)
		3 INOVATECH CORP.	(0,20)	83.333,33	4.010,33	49.432,29	2,28	46.666,67	4.000,00	108.555,82	(39.149,73)
T2	1,1845	1 DOUBLE CO.	0,27	73.333,33	(562.791,00)	(149.829,15)	(6,10)	(133.333,33)	(43.666,67)	(373.329,64)	(22.264,92)
		2 AI PODI S/A	(0,03)	(26.666,67)	172.449,00	(57.205,26)	1,47	136.666,67	39.333,33	85.745,92	(140.432,93)
		3 INOVATECH CORP.	(0,23)	(46.666,67)	390.342,00	(18.660,73)	4,62	(3.333,33)	4.333,33	(42.550,41)	(151.888,39)
T3	0,99	1 DOUBLE CO.	(0,40)	(8.333,33)	(404.088,00)	89.909,97	5,99	(40.000,00)	(91.333,33)	(72.292,03)	121.129,94
		2 AI PODI S/A	0,40	21.666,67	(254.643,00)	(176.834,47)	(12,76)	120.000,00	83.166,67	127.235,24	(192.211,47)
		3 INOVATECH CORP.	-	(13.333,33)	658.731,00	101.153,40	6,78	(80.000,00)	8.166,67	(35.799,10)	85.776,40
T4	1,11	1 DOUBLE CO.	(0,93)	(26.666,67)	(985.216,33)	115.207,81	12,08	46.666,67	(91.000,00)	(31.763,19)	(106.283,73)
		2 AI PODI S/A	1,47	(26.666,67)	324.080,67	(281.715,61)	(16,90)	6.666,67	85.500,00	(205.568,59)	(151.633,28)
		3 INOVATECH CORP.	(0,53)	53.333,33	661.135,67	15.886,19	4,83	(53.333,33)	5.500,00	43.016,09	145.968,52
T5	1,0545	1 DOUBLE CO.	(0,90)	(53.333,33)	(1.591.743,00)	(103.573,34)	(4,44)	(50.000,00)	(99.333,33)	(103.573,34)	(198.280,64)
		2 AI PODI S/A	1,00	(13.333,33)	834.833,00	(51.653,95)	(1,30)	60.000,00	79.666,67	(51.653,95)	13.025,19
		3 INOVATECH CORP.	(0,10)	66.666,67	756.910,00	65.042,12	5,75	(10.000,00)	19.666,67	65.042,12	95.697,55
T6	1,219	1 DOUBLE CO.	(0,60)	(63.333,33)	(2.644.900,33)	(311.456,93)	(13,53)	(135.000,00)	(96.666,67)	(313.803,15)	(310.360,30)
		2 AI PODI S/A	1,00	6.666,67	1.472.583,67	(38.599,67)	4,72	100.000,00	60.833,33	(76.639,08)	(40.146,19)
		3 INOVATECH CORP.	(0,40)	56.666,67	1.172.316,67	22.705,50	8,82	35.000,00	35.833,33	4.529,91	50.591,30
T7	0,918	1 DOUBLE CO.	(0,23)	(73.333,33)	(1.356.959,00)	(203.831,02)	(15,32)	(161.666,67)	(108.333,33)	(199.869,54)	(306.187,36)
		2 AI PODI S/A	0,46	26.666,67	849.730,00	293.692,94	15,41	263.333,33	84.166,67	291.946,37	317.122,01
		3 INOVATECH CORP.	(0,23)	46.666,67	507.229,00	42.933,68	(0,08)	(101.666,67)	24.166,67	41.187,11	149.289,77
T8	0,97	1 DOUBLE CO.	(1,03)	(140.000,00)	(2.369.482,00)	(216.396,86)	(13,23)	(260.000,00)	(116.666,67)	(216.396,86)	26.313,99
		2 AI PODI S/A	0,86	160.000,00	1.544.272,00	238.351,60	12,47	240.000,00	100.833,33	238.351,60	77.860,38
		3 INOVATECH CORP.	0,17	(20.000,00)	825.210,00	31.129,95	0,76	20.000,00	15.833,33	31.129,95	(36.789,11)

Tabela 3 – Base de dados utilizado para a Regressão Linear e cálculo de variância

Com as probabilidades a priori estabelecidas podemos seguir para alimentar a rede com os sinais fracos observados, e quando novas informações do mercado foram sendo obtidas, realimentar a rede com estas informações, conforme mencionado na etapa 6.

	Economy Index	Empresa	Volume de Vendas	Mercado Potencial	Volume de Produção	% Demanda Atendida	
T0	1	1 DOUBLE CO.	438.879,00	438.879,00	400.000,00	100%	
		2 AI PODI S/A	438.879,00	438.879,00	400.000,00	100%	
		3 INOVATECH CORP.	438.879,00	438.879,00	400.000,00	100%	
T1	0,9595	1 DOUBLE CO.	408.245,96	409.288,17	625.325,69	100%	
		2 AI PODI S/A	470.036,48	509.867,64	416.883,79	92%	
		3 INOVATECH CORP.	485.669,62	591.814,49	432.516,94	82%	
T2	1,1845	1 DOUBLE CO.	333.162,52	333.163,36	543.954,41	100%	
		2 AI PODI S/A	425.786,41	792.238,92	425.786,41	54%	
		3 INOVATECH CORP.	464.330,94	663.942,59	464.330,94	70%	
T3	0,99	1 DOUBLE CO.	559.463,64	559.463,64	606.060,61	100%	
		2 AI PODI S/A	292.719,19	758.990,91	292.719,19	39%	
		3 INOVATECH CORP.	570.707,07	595.956,57	570.707,07	96%	
T4	1,11	1 DOUBLE CO.	621.844,14	621.844,14	270.270,27	100%	
		2 AI PODI S/A	224.920,72	448.038,74	224.920,72	50%	
		3 INOVATECH CORP.	522.522,52	696.623,42	522.522,52	75%	
T5	1,0545	1 DOUBLE CO.	478.079,66	478.079,66	379.326,70	100%	
		2 AI PODI S/A	529.999,05	529.999,05	590.632,53	100%	
		3 INOVATECH CORP.	646.695,12	646.695,12	673.304,88	100%	
T6	1,219	1 DOUBLE CO.	295.911,40	402.219,85	246.103,36	74%	
		2 AI PODI S/A	568.768,66	639.383,92	516.317,47	89%	
		3 INOVATECH CORP.	630.073,83	720.552,91	607.054,96	87%	
T7	0,918	1 DOUBLE CO.	291.723,31	297.432,46	291.723,31	98%	
		2 AI PODI S/A	789.247,28	789.248,37	915.032,68	100%	
		3 INOVATECH CORP.	538.488,02	538.489,11	747.200,44	100%	
T8	0,97	1 DOUBLE CO.	355.738,14	355.738,14	752.577,32	100%	
		2 AI PODI S/A	810.486,60	810.486,60	804.123,71	100%	
		3 INOVATECH CORP.	603.264,95	603.264,95	689.474,23	100%	
		Desvio Padrão	151.654,68	Demanda	95% a 100%	17	63,0%
				Demanda	75% a 95%	5	18,5%
				Demanda	40% a 75%	5	18,5%

Tabela 4 com o cálculo de frequência de faixas de limitação de oferta

8. Discussão dos Resultados

Com o modelo proposto sendo completamente aplicado, a rede pode ser usada para a inferência de qual é a estratégia dos competidores em relação aos seus gastos com Marketing, Pesquisa &

Desenvolvimento e política de Preços, além de uma estimativa de qual será a demanda futura com base nos sinais obtidos através das informações públicas da indústria.

Uma rede bayesiana permite inferências bi-direcionais (Ozbay & Noyan, 2006), ou seja, pode ser utilizada para inferir as variáveis dependentes (Mercado Potencial, Volume de Vendas) com base nas informações sabidas ou estimadas das variáveis independentes (Gastos em Marketing, Gastos em P&D, Preço, Limitação da Oferta) ou vice-versa, inferir as variáveis independentes com base nas informações das variáveis dependentes. Mais que isto, um modelo de redes bayesianas pode utilizar uma abordagem mista com informações tanto das variáveis dependentes como independentes.

Isto posto, com a rede bayesiana modelada, cabe aos gestores da organização inferir sobre duas principais fontes de incerteza:

- **A média dos valores investidos em Marketing e Pesquisa & Desenvolvimento em cada período** - Com base nesta média, identificar se os valores investidos pela sua empresa encontram-se acima ou abaixo de tal média, conforme parâmetros estabelecidos nos cenários da Tabela 2. Para isto, o gestor pode usar a rede para fazer o cálculo de probabilidades de maneira reversa, ou seja, com base em resultados obtidos de Volume de Vendas e os preços praticados, estimar qual deve ter sido o investimento em cada uma destas áreas. Isto é possível graças as funcionalidades da rede bayesiana que permite estimar com base em resultados observados obtidos a posteriori, as probabilidades a priori.
- **Limitação da oferta:** limitação da capacidade produtiva na indústria e utilização de estoques - Esta incerteza é responsável pela eventual diferença que exista entre Mercado Potencial Total e Volume de Vendas. O Volume de Vendas é observado pela soma das vendas de todas as empresas da indústria. Esta incerteza pode ser estimada com base na capacidade produtiva das empresas concorrentes nos trimestres imediatamente anteriores, considerando também a taxa de obsolescência dos equipamentos produtivos, gargalos de produção relativos à falta de matéria prima e uma eventual decisão estratégica de produzir menos. Na prática, as empresas buscam no longo prazo atender ao mercado potencial seja através da adequação dos Gastos em Marketing e Pesquisa & Desenvolvimento, do preço adequado, do aumento da capacidade produtiva, e na política de utilização de estoques.

Note que a resposta que a rede bayesiana apresenta não é um valor absoluto, mas faixas de valores em que a demanda futura, seja ela potencial ou real, estará, e com probabilidades associadas. O objetivo obviamente não é o de se estimar a demanda futura com precisão, mas sim identificar mudanças ou a manutenção das estratégias por parte dos concorrentes. Para facilitar a modelagem da rede foram estabelecidas nove grandes faixas de valores de demanda ilustradas na tabela abaixo:

Volume de Vendas ou Mercado Potencial
Limite Inferior (~-1500k até -700k)
Baixo Extremo (-700k até -500k)
Baixo (-500k até -300k)
Abaixo (-300k até -100k)
Média (-100k até +100k)
Acima (+100k até +300k)
Alto (+300k até +500k)
Alto Extremo (+500k até +700k)
Limite Superior (+700k até ~+1500k)

K= Multiplicado por 1.000 unidades

Tabela 5: Com faixas de valores do Volume de Vendas ou Mercado Potencial de uma empresa *x* em relação à Demanda Média

Abaixo segue um exemplo de como se pode utilizar a rede bayesiana para se estimar se os gastos em Marketing e P&D de uma empresa estão acima ou abaixo da média do mercado.

Aqui, através dos dados públicos obtidos se alimenta a rede para se inferir quanto aos gastos praticados. No exemplo abaixo, não foi observado limitação da capacidade produtiva significativa assim a chance da limitação da oferta foi definida como baixa. Com base nos dados públicos, o Volume de Vendas e desta forma, o Mercado Potencial da empresa analisada ficou na faixa “Baixo” que significa ente 500 mil e 300 mil unidades abaixo da média de mercado e o preço praticado pela empresa observada ficou dentro da faixa média de preços deste mercado.

Com base nos dados apresentados pode se inferir, por exemplo, que os gastos iniciais em Marketing tem uma probabilidade de quase 70% de ter sido abaixo da média no último período, com 59,9% de probabilidade de ter sido de 100 a 300 mil abaixo da média de gastos do mercado . (Ver Gastos em Marketing (T) no canto superior da figura)

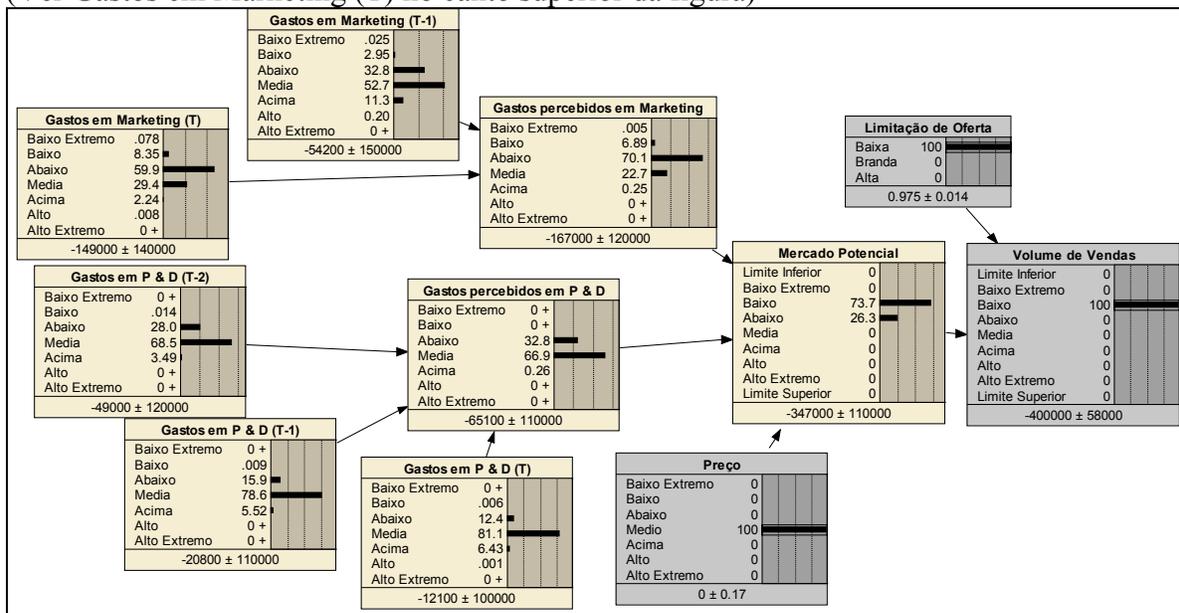


Figura 5: Rede bayesiana e inferências dos gastos baseadas em informações públicas .

Legenda: Dentro dos retângulos, as probabilidades dos valores dentro de cada faixa e o valor médio calculado

Note que a rede, após modelada pode ser ajustada conforme novas informações de fontes públicas ou privadas passarem a ser conhecidas e assim permitir inferências mais precisas reduzindo-se as incertezas.

PARTE III – Conclusão

Conclusões

Redes Bayesianas se mostram como ferramentas promissoras para modelos preditivos. Neste estudo de caso foi possível desenvolver o modelo para interpretação de sinais fracos de Del Rey e Zwicker para um ambiente simulado. A rede construída se apresenta com uma ferramenta interessante para se promover inferências, tanto para identificação de Gastos em Marketing e Pesquisa & Desenvolvimento, como também na Demanda Real de produtos da empresa analisada em relação à Demanda Média do mercado.

Com a rede construída, vários exercícios de inferência podem ser feitos com base nas informações públicas obtidas em cada rodada. É possível desta forma, identificar tanto

oportunidades como ameaças em relação à política de preços, gastos em marketing, pesquisa & desenvolvimento adotadas e promover mudanças de maneira a mitigar e eliminar estas ameaças e aproveitar estas oportunidades, colaborando assim para o sucesso empresarial.

Apesar deste estudo ter sido desenvolvido em um ambiente simulado, muito do aprendizado das etapas da construção do modelo pode ser aplicado em ambientes e organizações reais. O caso apresentado permite visualizar cuidados especiais necessários para modelar a complexidade inerente de sistemas dinâmicos em especial ambientes de negócios.

9. Contribuições

O estudo atual contribui para validar as redes bayesianas como ferramenta de apoio para identificar e interpretar indícios de surpresas estratégicas, ou utilizando termos mais conhecidos em inteligência competitiva, a interpretação de sinais fracos.

Em particular, o caso apresentado aplica um modelo conceitual desenvolvido para este fim, explicitando o passo a passo da construção deste modelo. Assim, do ponto de vista acadêmico, o caso estudado permite a continuidade de um ensaio filosófico e seus desdobramentos em uma aplicação prática, iniciando um processo bastante importante de transformação de conhecimento acadêmico em aplicação prática para o uso na sociedade.

10. Limitações

O presente estudo não pode fazer uma avaliação completa dos benefícios da aplicação de redes bayesianas em um ambiente simulado. Ele ateu-se as etapas necessárias para se construir uma rede capaz de captar sinais fracos e interpretá-los como conseqüências futuras, e a alguns benefícios preliminares da utilização da rede bayesiana como ferramenta de inferência.

Além disso, o ambiente simulado é um modelo simplificado da realidade, e desta forma, oferece as restrições inerentes ao modelo. Neste aspecto, para a validação do modelo de interpretação de sinais fracos de Del Rey e Zwicker, é importante a sua aplicação em ambientes reais de negócios.

11. Proposições para novos estudos

Um estudo que pode dar continuidade ao estudo de caso apresentado neste artigo seria o de aplicar a rede bayesiana modelada aqui em outros jogos de empresa, avaliando detalhadamente os eventuais benefícios de utilizar esta ferramenta para antecipar movimentos dos concorrentes e planejar melhor a demanda futura de produtos.

Além disto, é recomendado que o modelo de Del Rey e Zwicker possa ser aplicado em um ambiente de organizações reais para avaliar se os eventuais benefícios percebidos em um ambiente virtual se repetem em um ambiente de negócios.

12. Referências

- ALBA, H. & MENDOZA, M. "Bayesian forecasting methods for short time series" – Foresight: The International Journal of Applied Forecasting nr. 8, pages 41-44 -2007
- ALMEIDA, F. C.; ONUSIC, L.M.; LESCA, H. "Criação de sentido e criatividade no monitoramento estratégico do ambiente" – *Revista de Administração – São Paulo*, v. 42, n.4, p. 405-413, out./nov./dez. 2007
- ALMEIDA, M. I. R. "Manual de Planejamento Estratégico – Desenvolvimento de um Plano Estratégico com a Utilização de Planilhas Excel" – 2ª Edição – Editora Atlas 2009
- ANSOFF, H. I. "Managing Strategic Surprise by Response to Weak Signals", *California Management Review*, p. 21-33, 1975.
- BAZERMAN, M. H. "Processo decisório – Para cursos de Administração, Economia e MBAs" - Editora Campus Elsevier – 5ª Edição - 2004
- CLEMEN, R. T. & REILLY, T. "Marking Hard Decisions with DecisionsTool Suite" - 2004

- DEL REY, A.; ZWICKER, R. “Reduzindo incertezas na interpretação de sinais fracos: a utilização de redes bayesianas na análise ambiental para o planejamento estratégico”, *Anais e Resumos do 7º Congresso Internacional de Gestão de Tecnologia e Sistemas de Informação*, Maio 2010.
- FISCHMANN, A. A., ALMEIDA, M. I. R. “Planejamento Estratégico na Prática” – 2ª Edição - Editora Atlas, 2009
- GILAD, Benjamin "Early Warning: Using competitive intelligence to anticipate market shift, control risks and create powerful strategies" – *American Management Association* 2004
- LESCA, H. “The crucial problem of the strategic probe the construction of the ‘puzzle’” - *Grenoble, France: CERAG Laboratory – Ecole Supérieure des Affaires (ESA)*, 1995
- MARCH, J. G. "Rationality, ambiguity and the engineering of choice", in *BELL, D.E. et al* “Decision Making—descriptive, normative, and prescriptive interactions”. *Cambridge: Cambridge University Press*, pp 33-57, 1988.
- MICHAELI, R; SIMON, L. “An illustration of Bayes’ theorem and its use as a decision-making aid for competitive intelligence and marketing analysts”, *European Journal of Marketing*, v.. 42, n. 7/8, pp. 804-813, 2008
- MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. “Safari de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico”, 1998
- NADKARNI, S.; SHENOY, P. P. “A Bayesian network approach to making inferences in causal maps”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 128, pp. 479-498, 2001.
- NICHOLSON, A; TWARDY, C. R.; KORB; K. B.; HOPE, L. “Decision support for clinical cardiovascular risk assessment” – in “Bayesian Networks: A Practical Guide to Applications” Chapter 3 – pg 33-52 – John Wiley & Sons Ltd. 2008
- NOGUEIRA, A. R. R.; MOREIRA P. A. C. “O alinhamento estratégico e a construção do futuro: um estudo exploratório” – *Revista de Administração Contemporânea* – Vol. 2 , Nr 2 1998
- OZBAY, K.; NOYAN N. “Estimation of incident clearance times using Bayesian Networks approach” *Accident Analysis and Prevention* 38, p. 542-555, 2006
- SAUAIA, A. C. A. “Monografia Racional: uma versão eletrônica”. *REGES – Revista Eletrônica de Gestão. Picos, v.2, n.1, p.166-168, Jan/Abr 2009*. Disponível em http://www.ufpi.br/reges/edicao_jan_2009.php. Acesso em 11, Maio, 2010.
- SAUAIA, A. C. A. “Laboratório de Gestão: simulador organizacional, jogo de empresas e pesquisa aplicada”, 2ª Ed. Manole: São Paulo, 2010.
- SCHOEMAKER, P. J. H. "Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking". *Sloan management Review*, v. 36, n. 2, Winter 1995
- SOUZA, R. M.; SAUAIA, A. C. A. “Previsão de demanda: um desafio estratégico”, em SAUAIA, A. C. A. *Laboratório de Gestão: simulador organizacional, jogo de empresas e pesquisa aplicada*, 2ª Ed. Manole: Barueri, S. Paulo, p. 107-137, 2010.
- STERMAN, J. D. “Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World” *McGraw-Hill/Irwin* 2000
- SUN, L.; SHENOY, P. P. “Using Bayesian networks for bankruptcy prediction: some methodological issues”, *European Journal of Operational Research*, v. 180, pp. 738–753, 2007.
- TAN, T. C. C.; WERLANG, S. R. C. *On the Bayesian Foundation of Game Theory*, 1984.
- WRIGHT, J. T. “DELPHI - Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo”. *Caderno de Pesquisas em Administração*, vol.01 n. 12 , São Paulo, 2000