

## **PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E CONSCIÊNCIA SOBRE O FUTURO: UM ESTUDO SOB A ÓTICA DAS CAPACIDADES DINÂMICAS UTILIZANDO MODELAGEM DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS**

### **Adalton Masalu Ozaki**

Doutorando em administração pela FEA-USP

Professor do IFSP (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo)

prof.adalton@uol.com.br (Brasil)

### **Fernando Fonseca**

Doutorando em administração pela FEA-USP

fernandof@usp.br (Brasil)

### **James T. C. Wright**

Professor Doutor da FEA-USP

jtwright@usp.br (Brasil)

## **RESUMO**

Em setores com rápida e constante mudança como o de tecnologia da informação (TI), as empresas precisam desenvolver capacidades dinâmicas para serem competitivas. Um dos aspectos importantes neste sentido é a identificação de oportunidades e ameaças futuras. Este artigo tem por objetivo identificar o nível de utilização de técnicas de avaliação e prospecção tecnológica (APT) por empresas de TI no Brasil, e verificar a relação entre o uso destas técnicas e a consciência sobre o futuro. O questionário foi disponibilizado por meio da Internet, sendo obtidas 57 respostas válidas. O construto consciência sobre o futuro foi operacionalizado nesta pesquisa por meio da capacidade da empresa de identificar oportunidades e ameaças e de desenvolver uma visão acertada sobre o futuro de seu setor. De forma surpreendente, verificou-se um baixo nível de utilização (e até desconhecimento) de técnicas de APT. As técnicas mais utilizadas são as de Cenário, Monitoramento e Roadmap. Por meio de modelagem de equações estruturais foi possível verificar que existe relação positiva e significativa entre o uso de técnicas de APT e a consciência sobre o futuro, e entre esta última e a liderança em inovação no setor.

**Palavras-Chave:** Capacidades Dinâmicas, Prospecção Tecnológica, Estudos sobre o Futuro.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de tecnologia da informação (TI) é bastante recente se comparado a outros setores da economia. Sua característica dinâmica faz com que empresas bem estabelecidas em um momento rapidamente percam a competitividade dando espaço para que outras empresas, muitas vezes iniciantes, obtenham um desempenho superior no mercado. Especialmente no caso de tecnologias de ruptura, é muito comum que empresas novas sejam bem sucedidas frente a empresas estabelecidas (CHRISTENSEN e BOWER, 1996).

Segundo a RBV (*resource based-view of the firm*, ou visão da firma baseada em recursos), recursos valiosos, raros, de difícil imitação e não substituíveis geram vantagem competitiva (VC) sustentável (BARNEY, 1991).

Porém, apenas possuir os recursos não garante a vantagem competitiva em ambientes dinâmicos. Empresas competitivas precisam ter a capacidade de se adaptar ao ambiente em constante mudança (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997) ou desenvolver a capacidade de alterar os recursos de forma dinâmica (EISENHARDT e MARTIN, 2000). Contudo, as empresas não podem se adaptar de forma aleatória. Em muitos casos é importante antecipar e/ou construir o futuro desejado (PRAHALAD e HAMEL, 1990). Devido justamente às incertezas que permeiam o futuro do setor, empresas competitivas deveriam desenvolver a capacidade de avaliação e prospecção tecnológica para aumentar sua consciência sobre o futuro, ou seja, identificar oportunidades e mitigar as ameaças e desenvolver uma visão sobre o futuro do setor. Além disso, deveriam adicionalmente ser capazes de se adaptar (TEECE et al., 1997; EISENHARDT e MARTIN, 2000) para conseguirem então obter uma posição de liderança em inovação no setor.

Neste contexto, este estudo visa responder à seguinte questão de pesquisa: qual a relação entre o uso de técnicas de avaliação e prospecção tecnológica (APT) e a consciência sobre o futuro? Este artigo tem por objetivo pesquisar primeiramente o grau de utilização de técnicas de APT em empresas de TI. Posteriormente, utilizando um modelo de equações estruturais, testamos a relação entre o uso destas técnicas e a consciência sobre o futuro, bem como a relação desta última, juntamente com a capacidade de adaptação, sobre a liderança em inovação. Estas relações estão embasadas na literatura, conforme será discutido a partir do próximo tópico, e está representada na figura 1 na seção de metodologia.

O restante do artigo está estruturado nas seguintes seções: RVB e Capacidades Dinâmicas, explorando estas correntes teóricas e suas implicações; Prospecção e Avaliação Tecnológica, na qual

exploramos conceitos e técnicas utilizadas em Prospecção e avaliação tecnológica; Contribuição da Prospecção Tecnológica para VC, em que analisamos a contribuição da Prospecção tecnológica para obtenção de VC; Metodologia, com discussões sobre o método de equações estruturais utilizado (PLS – *Partial Least Squares*) bem como sobre as limitações da pesquisa; Apresentação dos Resultados, na qual discutimos os testes de hipóteses e os resultados obtidos; por fim, apresentamos nossas conclusões e recomendações para estudos futuros.

## 2 RBV E CAPACIDADES DINÂMICAS

A abordagem das capacidades dinâmicas está ligada à RBV, que é uma corrente de estudos sobre estratégia que reconhece que a fonte de vantagem competitiva não está simplesmente no posicionamento frente à estrutura do ambiente externo, mas sim em recursos (ou combinação de recursos) internos da empresa (WERNERFELT, 1984; BARNEY, 1991). Conforme já foi exposto, recursos valiosos, raros, de difícil imitação e não substituíveis geram vantagem competitiva sustentável (BARNEY, 1991). Dentre os recursos de uma empresa, há um crescente reconhecimento de que o conhecimento é uma importante fonte de vantagem competitiva (PRAHALAD e HAMEL, 1990; KOGUT e ZANDER, 1992).

Em setores dinâmicos como o de alta tecnologia, empresas de sucesso desenvolvem capacidades dinâmicas, que são definidas como “a habilidade da firma integrar, criar e reconfigurar competências internas e externas para fazer frente a ambientes em rápida mudança” (TEECE et al., 1997). Eisenhardt e Martin (2000) argumentam que as capacidades dinâmicas podem ser entendidas não como uma capacidade de alterar capacidade, mas como uma capacidade específica (tal como pesquisa e desenvolvimento) que permite que a empresa altere de forma dinâmica sua posição de recursos.

Prahalad e Hamel (1990) são classificados por Teece et al. (1997) como pertencentes à corrente de pesquisa das *dynamic capabilities*, à medida que reconhecem que o ambiente é dinâmico e a empresa precisa se adaptar a este ambiente ou até moldá-lo em alguns casos. Porém, Prahalad e Hamel (1990) não atentam para as rotinas ou processos organizacionais, definindo competências essenciais como o aprendizado coletivo na organização, especialmente como coordenar diversas habilidades de produção e integrar múltiplas correntes de tecnologias (PRAHALAD e HAMEL, 1990). Para Prahalad e Hamel (1990) as competências são estoques de conhecimento, que podem ser re combinadas para suportar outras tecnologias, que por sua vez, serão a base para novos produtos e serviços. Assim sendo, uma decisão fundamental da empresa é sobre quais competências devem ser desenvolvidas.

Porém, a decisão sobre alteração ou manutenção das capacidades (TEECE et al., 1997), da posição de recursos (EISENHARDT e MARTIN, 2000), ou das competências (PRAHALAD e HAMEL, 1990) dependem do que a empresa acredita que será valioso no futuro. Identificar e prever qual será o futuro (ou os possíveis visões de futuro) é então importante para que a empresa não provoque alterações ao acaso em seus processos, recursos ou competências.

### 3 AVALIAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA (APT)

Empresas de TI investem muito em pesquisa e desenvolvimento, o resultado pode ser visto, entre outros indicadores, pelo alto número de patentes registradas por empresas do setor. Por exemplo, tomando-se por base as 20 empresas que mais registraram patentes em 2009 (COMPUTERWORLD, 2010), apenas 3 não possuem atuação em TI (Seiko, GE e Honda).

Todo este esforço em inovação precisa ser coordenado. Muitas empresas mantêm processos de Inteligência Tecnológica (IT) para monitorar o ambiente, identificar oportunidades e ameaças de forma antecipativa, bem como elaborar previsões e avaliações tecnológicas para subsidiar a tomada de decisão (LICHTENTHALER, 2003). Mesmo sem a constituição formal de uma área chamada de IT, Lichtenthaler (2003) identificou em sua pesquisa que empresas com altos investimentos em P&D chegam a ter entre 25 e 57 FTE (*full-time equivalents*, ou equivalente a um funcionário em tempo integral) dedicados a processos de IT. Segundo Norling et al. (2000) a IT é um importante instrumento para suportar a atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), podendo ser definida como “a informação sensível sobre os desenvolvimentos científicos ou tecnológicos externos que podem afetar a posição competitiva da empresa”. Vasconcellos e Diniz (2000) definem a IT como sendo parte do sistema de IC, compreendendo o “monitoramento de tendências tecnológicas que possam vir a se transformar em oportunidades e/ou ameaças para a empresa”. Ou seja, empresas com altos investimentos em P&D despendem recursos também significativos em processos para monitorar o ambiente, identificar oportunidades e ameaças, bem como elaborar previsões e avaliações sobre tecnologias.

Johnson e Markovitch (1994) argumentam que a APT está intimamente associada à teoria do planejamento, que atualmente é entendido como uma função que enriquece as informações para tomada de decisão. Existem três dimensões de futuro relevantes para o planejamento: a preditiva ou de extrapolação, a exploratória e a normativa. A dimensão preditiva ou de extrapolação parte da premissa de que o futuro é explicado pelo passado. Utiliza-se de dados históricos para realizar projeções sobre o

futuro, utilizando técnicas de séries-temporais, curva S, regressões, entre outras (PORTER et al., 1991). A dimensão exploratória reconhece que o futuro não é totalmente explicado por dados passados, havendo uma multiplicidade de fatores que podem interferir em sua formação. São utilizadas técnicas como cenários, pesquisa *Delphi* e *roadmap* de tecnologia entre outras. A dimensão normativa se refere ao que a empresa deseja que aconteça. A premissa básica é que a empresa consegue criar um futuro desejado. As técnicas são as mesmas da dimensão exploratória. Por exemplo, empresas de tecnologia podem elaborar um cenário normativo ou um *roadmap* tecnológico, canalizando seus esforços para que ele efetivamente se concretize.

A análise de cenários consiste em uma metodologia para se identificar possíveis situações futuras sobre um tema, por exemplo, o mercado corporativo de TI (SCHOEMAKER, 1992; 1995). A partir dos cenários identificados, as empresas podem se preparar para mitigar riscos e aproveitar potenciais oportunidades. O método *Delphi* corresponde a um questionário interativo, que é respondido repetidas vezes por um grupo de especialistas (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000). A cada rodada, os respondentes recebem informações sobre as respostas da rodada anterior, sendo o ciclo repetido diversas vezes até se obter convergência nos resultados. O *roadmap* é um processo de planejamento que resulta em uma representação gráfica com base no tempo, que normalmente incluem as perspectivas tecnológicas e de mercado (PHAAL et al., 2004; ALBRIGHT e KAPPEL, 2003). O objetivo é explicitar quando tecnologias importantes serão desenvolvidas, a definição de quais produtos serão lançados em que momento e com base em quais tecnologias, bem como quais mercados serão explorados em que período de tempo.

Adicionalmente aos esforços de Prospecção, as empresas de alta tecnologia também dependem recursos em monitoramento do ambiente. Ozaki, Del Rey e Almeida (2011), baseados em Ansoff (1975) e Bright (1970), discutem a importância do monitoramento antecipativo dos chamados sinais fracos (*weak signals*), ou seja, sinais precursores de mudanças que podem impactar a base de competências e de tecnologia de uma empresa. O monitoramento antecipativo deve explorar vários aspectos além da tecnologia em si, tais como concorrentes, fornecedores e clientes, social, político e econômico (OZAKI, DEL REY e ALMEIDA, 2011). Deixar para agir somente quando há certeza ou quando os sinais são “fortes” pode implicar na perda de vantagem competitiva, pois a empresa pode não ter tempo hábil para desenvolver determinadas competências necessárias para explorar uma oportunidade.

Todo este esforço em APT não é um fim em si mesmo. Ele está inserido em um processo decisório (JOHNSON e MARKOVITCH, 1994). Espera-se que a informação decorrente deste esforço permita à empresa identificar oportunidades e ameaças (VASCONCELLOS e DINIZ, 2000), bem

como desenvolver uma visão mais apurada sobre o futuro (PRAHALAD e HAMEL, 1990). Nesta pesquisa, estamos agrupando estas duas habilidades em um construto denominado “consciência sobre o futuro”.

Sumarizando os argumentos apresentados, empresas que atuam em ambientes de alta tecnologia, como é o caso de TI, precisam desenvolver processos de prospecção e avaliação tecnológica, a fim de melhorar sua consciência sobre o futuro, que pode ser traduzida pela capacidade da empresa de identificar oportunidades e ameaças de forma antecipativa, bem como pela capacidade da empresa de desenvolver uma visão sobre como será o futuro do setor. Desta forma, elaboramos a primeira hipótese a ser verificada nesta pesquisa:

***H1: O esforço em prospecção e avaliação tecnológica está positivamente relacionado com a consciência sobre o futuro desenvolvida pela empresa.***

#### **4 CONTRIBUIÇÃO DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA VC**

Conforme já foi discutido, segundo a ótica das capacidades dinâmicas, a vantagem competitiva é decorrente da capacidade da empresa se adaptar a um ambiente em constante mudança, seja pela capacidade de mudança dos processos em si (TEECE et al., 1997), seja pela capacidade da empresa alterar sua posição de recursos (EISENHARDT e MARTIN, 2000).

O processo decisório através do qual a empresa decide quais projetos ou tecnologias desenvolver é uma das causas de fracasso de empresas estabelecidas frente a tecnologias de ruptura (CHRISTENSEN e BOWER, 1996). É muito comum que as empresas desenvolvam sua visão pelo viés da opinião dos melhores clientes. Normalmente os melhores clientes são empresas grandes, ou consumidores altamente demandantes, fazendo com que a empresa invista em tecnologias de sustentação cada vez mais avançadas para atender à demanda. Presas nesta lógica, empresas bem estabelecidas acabam não investindo em tecnologias de ruptura, que são normalmente mais baratas, simples, com menos funcionalidade e margem menor (CHRISTENSEN e BOWER, 1996). Processos que permitam à empresa uma maior consciência sobre as efetivas oportunidades e ameaças trazidas por tecnologias de ruptura podem garantir a sobrevivência da empresa no longo prazo.

O caminho percorrido pela empresa impõe restrições à capacidade de mudança (TEECE et al., 1997). Isto pode ser atribuído a vários fatores. À medida que a empresa investe no aprendizado de determinadas competências, forma-se um estoque de conhecimento que não é facilmente acumulado/imitado ou adquirido no mercado (DIERICKX & COOL, 1989). Uma competência pode

ser utilizada para desenvolvimento de uma ou mais tecnologias (PRAHALAD e HAMEL, 1990). A capacidade de uma empresa ser competitiva em um determinado mercado hoje depende de decisões passadas sobre o desenvolvimento de determinadas competências.

Assim sendo, a decisão sobre quais competências desenvolver é crítica para a competitividade futura da empresa. Muitas vezes, esta decisão implica em alterar um curso de ação, abandonando algumas competências para investir em outras identificadas como sendo mais importantes para a competitividade futura da empresa.

Para que a empresa consiga consistentemente manter a vantagem competitiva, não basta apenas promover a alteração dos processos ou da posição de recursos. Uma decisão tomada ao acaso pode, por sorte, ajudar uma empresa a explorar uma oportunidade ou mitigar uma ameaça. Porém, a sorte é aleatória e não garante consistência na manutenção de sua vantagem competitiva. A decisão precisa ser, portanto, consciente sobre as oportunidades e ameaças que estão por vir, bem como sobre o futuro do setor.

Um executivo visionário também poderia conduzir uma empresa a explorar futuras oportunidades. Porém, depender de um executivo visionário gera uma dependência da empresa com relação a esta pessoa, que poderá cobrar o quanto quiser para permanecer na empresa. A saída deste executivo ou eventualmente sua morte colocariam em risco a capacidade da empresa se manter competitiva no longo prazo. Uma empresa que possua processos que permitam a ela identificar estas oportunidades de forma consistente gera um substituto para o visionário (BARNEY, 1986).

Assim sendo, uma empresa que queira manter um desempenho superior em um ambiente competitivo e dinâmico não pode depender da sorte ou de um executivo visionário. Precisa desenvolver processos que lhe permitam identificar oportunidades e ameaças, constituindo uma visão de futuro.

Por outro lado, apenas identificar oportunidades e ameaças e constituir uma visão de futuro parece não ser suficiente para assegurar a vantagem competitiva da empresa, a menos que esta seja capaz de alterar seus processos, ativos ou competências.

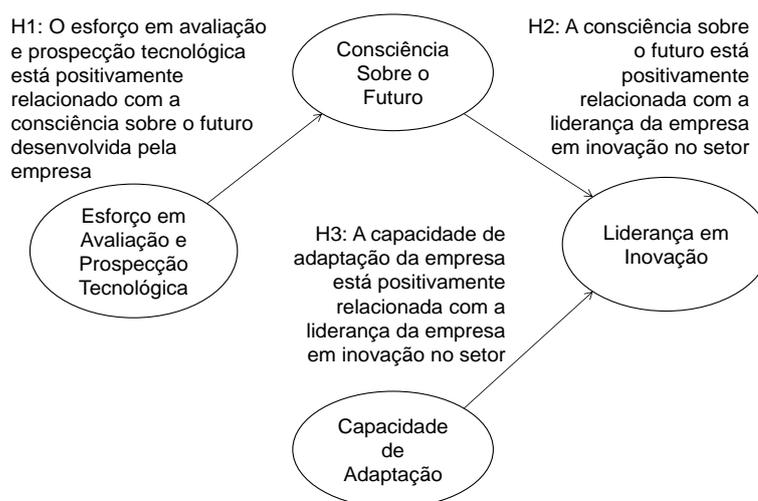
Em resumo, o desenvolvimento da consciência sobre o futuro, aliado à capacidade de adaptação da empresa, seja de processos/capacidades (TEECE et al., 1997), de recursos (EISENHARDT e MARTIN, 2000), ou de competências (PRAHALAD e HAMEL, 1990) permitem à empresa gerar vantagem competitiva sustentável. Desta forma, formulamos outras duas hipóteses para verificação:

***H2: A consciência sobre o futuro está positivamente relacionada com a liderança da empresa em inovação no setor.***

***H3: A capacidade de adaptação da empresa está positivamente relacionada com a liderança da empresa em inovação no setor.***

## 5 METODOLOGIA

A pesquisa realizada procura identificar se existe significância na relação entre construtos extraídos da teoria, mais especificamente entre esforço em APT, consciência sobre o futuro, capacidade de adaptação e liderança em inovação. O modelo testado é ilustrado na figura 1.



**Figura 1: Modelo Estrutural Testado nesta Pesquisa**

Os dados desta pesquisa foram obtidos pela aplicação de um *survey* direcionado a gestores de empresas de TI localizadas no Brasil que atuassem com APT, ou que estivessem em nível de decisão sobre a evolução tecnológica dos produtos e serviços e que, portanto, utilizassem informações sobre APT.

Realizamos um pré-teste com 5 gestores de empresas de TI a fim de identificar eventuais necessidades de alteração no instrumento de coleta. Não houve necessidade de alteração significativa no questionário, sendo as respostas do pré-teste aproveitadas no cômputo total de respondentes.

O convite para pesquisa foi realizado através de sites de redes de relacionamento na Internet (Linked In, Facebook e Orkut), junto a contatos que ocupam cargos de direção em empresas de TI. Também foram contatadas consultorias, associações e instituições de ensino focadas no mercado de TI e solicitado que a pesquisa fosse encaminhada para contatos que se enquadrassem no perfil desejado. A pesquisa foi aplicada por meio da ferramenta *QuestionPro*, sendo visualizado por 166 pessoas. 98 pessoas iniciaram a pesquisa e um total de 57 respondentes preencheram todas as questões para a

análise proposta. Adotamos a postura de eliminar as demais respostas para evitar a necessidade de complementar os *missing values*, o que eventualmente poderia distorcer os resultados da pesquisa.

Para análise dos dados, utilizamos a Modelagem de Equações Estruturais (MEE, ou em inglês SEM, sigla para *Structural Equations Modeling*). MEE não se refere a apenas uma simples técnicas estatística, mas a uma família de procedimentos relacionados (KLINE, 2005) que examina uma série de relações de dependência simultaneamente (HAIR JR et al., 2005). Trata-se de uma técnica *a priori*, ou seja, deve haver uma teoria embasando previamente as relações que serão testadas entre variáveis latentes (KLINE, 2005; HAIR JR et al., 2005). Para esta pesquisa específica utilizamos o método PLS (*Partial Least Squares*), considerado um método robusto por permitir o teste mesmo quando não há o pressuposto de distribuição multivariada dos dados, necessária em outros métodos (ZWICKER, SOUZA e BIDO, 2008). O software utilizado foi o *freeware* SmartPLS. A MEE é indicada para se testar teorias, mas especificamente a relação entre variáveis latentes. Este método é especialmente indicado para situações em que não há pressuposto sobre a normalidade multivariada dos dados, aceitando variáveis ordinais. Por ser um método robusto, ele pode também ser utilizado com amostras menores do que o exigido por outros métodos de SEM. Alguns autores chegam a estipular que a amostra deve ser 10 vezes o maior número de preditores, considerando-se o construto com maior número de indicadores (ZWICKER, SOUZA e BIDO, 2008), devendo ter no mínimo de 30 a 100 casos. No nosso modelo, o construto Esforço em Avaliação e Prospecção é composto por 5 indicadores, o que implicaria em um mínimo de 50 respostas. A amostra obtida foi de 57 respondentes.

Outra vantagem do PLS é que ele é mais indicado quando a pesquisa não é confirmatória, mas exploratória (ZWICKER, SOUZA e BIDO, 2008). Isso não significa que os modelos possam ser criados ao acaso. Da mesma forma que outros métodos de MEE, ele é um método *a priori* (KLINE, 2005; HAIR JR et al., 2005), ou seja, há necessidade de que uma teoria prévia permita a identificação dos construtos e a relação entre eles.

Os construtos e o questionário foram assim estruturados:

- Esforço em Avaliação e Prospecção Tecnológica (*PrevTecno*)

Foi solicitado que os respondentes avaliassem o uso de 5 técnicas de APT (extrapolação, *roadmap* tecnológico, pesquisa *Delphi*, monitoramento tecnológico, cenários) conforme a seguinte escala: 0 – Não conhece a técnica, 1 – Nunca utilizou e não está considerando sua utilização, 2 – Nunca utilizou mas está considerando sua utilização, 3 – Já utilizou no passado mas não utiliza mais, 4 – Utiliza regularmente.

Cabe destacar ainda, que em cada pergunta havia uma explicação adicional sobre o que cada técnica significa, a fim de dirimir eventuais dúvidas.

- Consciência sobre o Futuro (*ConsciFut*)

Foram realizadas as duas questões abaixo, sendo solicitada a resposta através de uma escala estilo Likert de 9 pontos, variando de 1 – Discordo Totalmente a 9 – Concordo Totalmente.

- Minha empresa consegue identificar futuras oportunidades e ameaças tecnológicas de forma eficaz
- Minha empresa tem boa visão de como será o futuro do nosso setor de atuação
- Capacidade de Adaptação (*CapAdapt*) e Liderança em Inovação (*LiderInov*)

Foi realizada uma questão para cada um destes aspectos, sendo solicitada a resposta através de uma escala estilo Likert de 9 pontos, variando de 1 – Discordo Totalmente a 9 – Concordo Totalmente.

As respectivas questões são:

- Minha empresa consegue se adaptar de forma rápida às mudanças do mercado
- Minha empresa pode ser considerada uma líder de inovação em seu segmento

Destacamos como limitação do modelo o fato de que alguns construtos, como o de Capacidade de Adaptação e Liderança em Inovação, terem sido constituídos de um único indicador, o que implica que o construto é o próprio indicador e que não há erro de mensuração. Outra limitação é o tamanho reduzido da amostra, que não pôde ser ampliado pela limitação do tempo para conclusão desta pesquisa. Porém, como destacado, esta é uma pesquisa exploratória. Procuramos deixar o questionário o mais simples e objetivo possível para aumentar o índice de respostas completas, a fim de permitir testar evidências preliminares sobre as relações entre os construtos. Pelos resultados obtidos e que são discutidos neste artigo, consideramos que uma das contribuições é justamente abrir possibilidades para futuras pesquisas que possam ser conduzidas em caráter confirmatório, utilizando outros métodos de MEE, aprimorando os construtos e medindo-os através de mais indicadores.

Outra crítica que pode ser feita é o fato de não haver indicadores objetivos. Algumas questões captam uma opinião subjetiva dos respondentes a respeito de um fenômeno em uma escala Likert. Porém, este mesmo estilo de questionário foi utilizado no estudo de Ray, Barney e Muhanna (2004) para estudar recursos que trazem vantagem competitiva em empresas de seguro, utilizando-se também de equações estruturais para testar a relação entre os construtos. Não queremos com este exemplo legitimar as limitações do nosso estudo mas apenas mostrar que, mesmo com estas limitações, os

resultados são úteis para a discussão acadêmica, no intuito de aumentar nossa compreensão sobre fenômenos importantes para setores de alta tecnologia, abrindo possibilidade para futuras pesquisas.

Outra limitação do estudo é o fato de não termos conseguido obter uma amostra probabilística a partir da população. Mesmo assim, acreditamos que foi possível obter uma boa amostra. Como será discutido no tópico a seguir sobre o perfil dos respondentes, a amostra obtida foi diversificada com uma boa proporção de empresas de diferentes portes e ramos de atividade dentro de TI.

## **6 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **6.1 Perfil dos Respondentes**

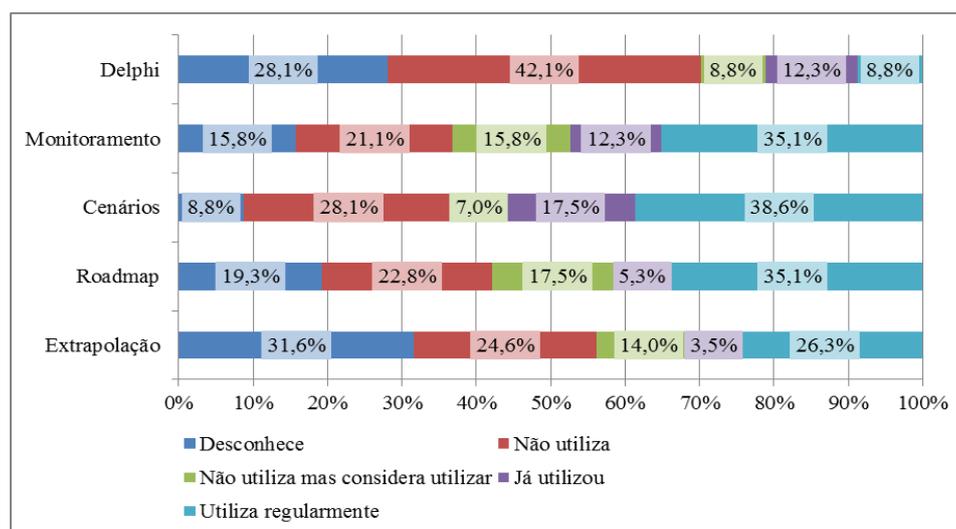
Com relação ao tamanho das empresas, utilizamos a definição do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para o setor de comércio e serviços. 31,6% das empresas respondentes são pequenas/micro empresas (até 49 funcionários), 22,8% são médias (de 50 a 99 funcionários), e 45,6% são grandes (acima de 100 funcionários).

Sobre o segmento específico de atuação, apresentamos aos respondentes uma lista de opções de atividades ligadas a TI conforme o CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas, também desenvolvida pelo IBGE). Os respondentes ficaram distribuídos entre cinco atividades específicas de TI: 7221 - Desenvolvimento e edição de software pronto para uso (10,5% das empresas); 7229 - Desenvolvimento de software sob encomenda e outras consultorias em software (52,6%); 7230 - Processamento de dados (3,5%); 7250 - Manutenção e reparação de máquinas de escritório e de informática (7%); e 7290 - Outras atividades de informática não especificadas anteriormente (26,3%).

Com relação ao cargo ocupado pelos respondentes, nossa pesquisa foi direcionada a pessoas que ou trabalhassem diretamente com APT, ou usassem essas informações para tomada de decisão. 52,6% dos respondentes correspondiam à Presidência/Diretoria, 33,3% ocupavam posição de Gerência, 10,5% eram Coordenadores e 3,5% Analistas.

### **6.2 Uso de Técnicas de Avaliação e Prospecção Tecnológica**

Na figura 2, apresentamos o resultado sobre uso de técnicas de APT por parte das empresas respondentes.



**Figura 2: Utilização de Técnicas de Avaliação e Prospecção Tecnológica pelas Empresas**

As técnicas mais utilizadas pelas empresas respondentes são de Cenários (38,6%), seguida por *Roadmap* e Monitoramento (35,1% cada uma), Extrapolação (26,3%), e por último, pesquisa *Delphi* (8,8%).

Alguns dados são reveladores. Apesar da teoria apontar a importância estratégica do uso de técnicas de APT, somente 56% das empresas utilizam regularmente pelo menos uma das técnicas, e somente 15,8% utilizam pelo menos 4 das técnicas pesquisadas. Isto revela o pequeno esforço das empresas de TI em aplicar técnicas estruturadas para APT.

Também chama a atenção o alto grau de desconhecimento de algumas técnicas: extrapolação de tendências (desconhecido por 32% dos entrevistados), pesquisa *Delphi* (28%) e *Roadmap* tecnológico (20%). A princípio não deve ser simplesmente o fato de desconhecerem o termo utilizado, pois conforme foi comentado na metodologia, foi adicionado a cada questão um texto explicativo sobre cada técnica.

### 6.3 Análise do Modelo de Equações Estruturais

Antes de discutir o modelo de equações estruturais propriamente dito, é pertinente discutir aspectos de validade e confiabilidade dos dados. A validade discriminante pode ser verificada pela tabela 1 que mostra a correlação de Pearson entre as variáveis latentes. Na diagonal foi colocada a raiz quadrada da variância (AVE) da própria variável. A validade discriminante pode ser verificada porque este número é maior que a correlação entre as demais variáveis. A AVE é superior a 0,5, com exceção

da Prospecção Tecnológica que é de 0,497588. Porém, está muito próxima ao valor mínimo para indicar a validade convergente. Ainda na Tabela 1 é possível verificar a confiabilidade dos construtos, uma vez que tanto o *Cronbach Alpha* quanto a Confiabilidade Composta são superiores a 0,7 para todas as variáveis latentes. Por fim, foi também realizada uma análise de *cross loadings* que mostra o quanto cada indicador carrega em cada construto. Esta análise mostra que há validade convergente, pois cada indicador possui carga alta no respectivo construto do modelo teórico. Por limitação de espaço não foi apresentada a tabela contendo os valores de *cross loadings*.

Tabela 1: Indicadores de Validade e Confiabilidade

Correlação de Pearson entre Construtos							
	Cap Adapt	Consci Fut	Líder Inov	Prev Tecno	AVE	Cronbachs Alpha	Confiab. Composta
<b>CapAdapt</b>	1*				1	1	1
<b>ConsciFut</b>	0,37787	0,916727*			0,840389	0,814973	0,913199
<b>LiderInov</b>	0,331743	0,555716	1*		1	1	1
<b>PrevTecno</b>	0,144217	0,283248	0,248981	0,705399*	0,497588	0,755236	0,830547

\* Os valores da diagonal correspondem à raiz quadrada da AVE

Tabela 2: Teste t dos indicadores das variáveis latentes

	CapAdapt	ConsciFut	LiderInov	PrevTecno
<b>CA_CapAdapt</b>				
<b>CF_IdOpAmTec</b>		23,459787		
<b>CF_VisaoFut</b>		55,74834		
<b>LI_LiderInov</b>				
<b>PT_Cenarios</b>				4,948855
<b>PT_Delphi</b>				2,602462
<b>PT_Monitor</b>				3,078185
<b>PT_Projecao</b>				3,930962
<b>PT_Roadmap</b>				2,381505

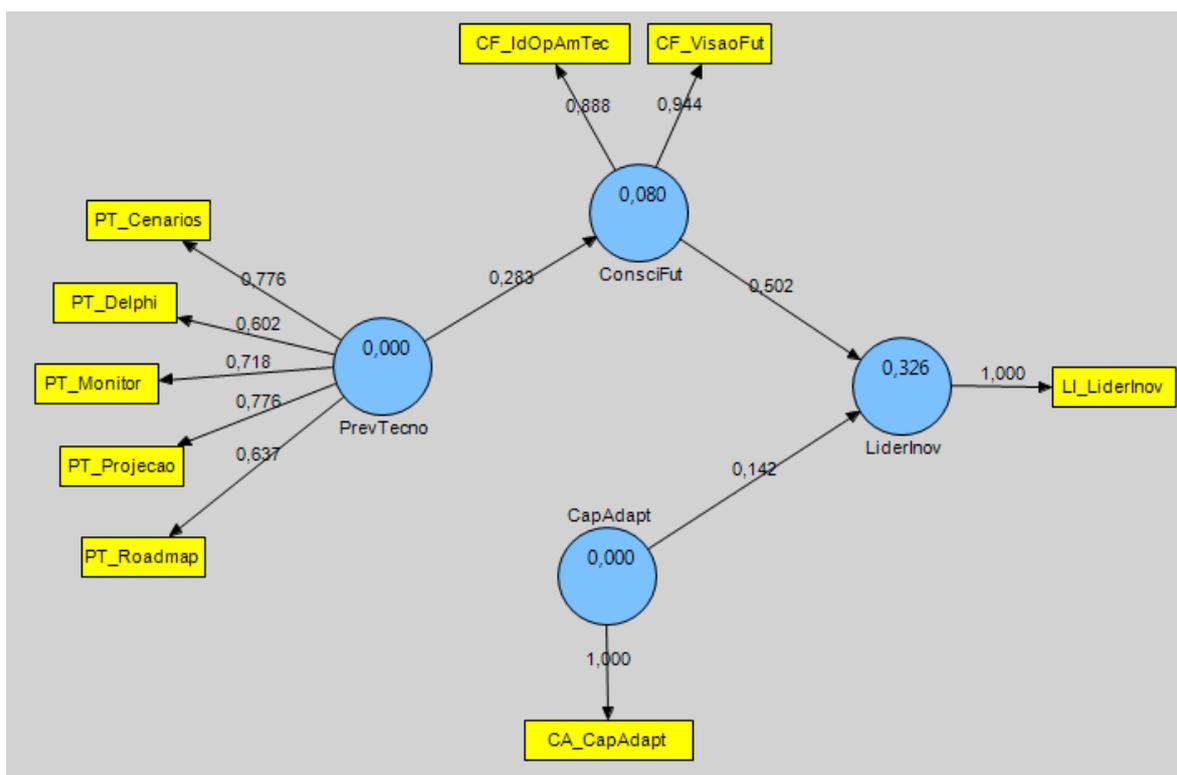
Realizamos o teste de significância com *bootstrap* para 500 interações. Na tabela 2 é possível verificar que há significância para todos os indicadores que compõe as duas variáveis latentes com mais de um indicador. Quando há apenas um indicador ligado ao construto não faz sentido realizar este teste porque o indicador é o próprio construto. Na tabela 3 é apresentado o teste t para a relação entre as variáveis latentes. É possível verificar que há significância entre praticamente todas as relações,

exceto entre Capacidade de Adaptação e Liderança em Inovação, cuja implicação será discutida mais adiante.

**Tabela 3: Teste t para a relação entre as variáveis latentes**

	CapAdapt	ConsciFut	LiderInov	PrevTecno
CapAdapt			1,168811	
ConsciFut			3,584859	
LiderInov				
PrevTecno		2,21964		

Na figura a seguir, apresentamos o modelo de equações estruturais com os respectivos coeficientes.



**Figura 3: Modelo de Equações Estruturais**

O valor que é mostrado dentro do construto (círculo azul) mostra o quanto desta variável é explicada pelos construtos que a formam. Com relação à primeira hipótese, ela pôde ser confirmada pelos dados da pesquisa. Ou seja, a APT tem relação positiva e significativa com a Consciência sobre o Futuro. Porém, a primeira variável explica apenas 8% da segunda.

A Consciência sobre o Futuro mais a Capacidade de Adaptação explicam 32,6% da Liderança em Inovação. Mas apenas a hipótese 2 foi confirmada. Há significância apenas entre a Consciência sobre o Futuro e a Liderança em Inovação. Para nossa surpresa, a hipótese 3 não foi confirmada, pois não há significância na relação entre a Capacidade de Adaptação e a Liderança em Inovação. Analisando as respostas obtidas, pudemos verificar que há uma grande quantidade de empresas que atribuíram valor alto para a Capacidade de Adaptação, independentemente de terem Consciência sobre o Futuro e Liderança em Inovação. Ou seja, muitas empresas desenvolvem a capacidade de se adaptar, mas sem o direcionamento proporcionado pela Consciência sobre o Futuro, o que não necessariamente permite a estas empresas atingirem a Liderança em Inovação.

Os resultados desta pesquisa trazem contribuições importantes tanto para a teoria quanto para a prática.

Os dados empíricos mostram que há relação entre a consciência sobre o futuro e a liderança em inovação. Apesar da argumentação com base na teoria nos levar a esta hipótese, não encontramos outros estudos que a tivessem testado empiricamente. Da mesma forma testamos empiricamente a relação entre o uso de técnicas de APT e a consciência sobre o futuro, sendo que os dados também mostram uma relação significativa entre os dois construtos. Porém, dois aspectos importantes nos instigam a novos questionamentos para futuras pesquisas:

a) Existe uma baixa relação entre o uso de técnicas de APT e a consciência sobre o futuro. Assim sendo, que outros fatores explicariam a formação desta consciência? Como já foi exposto, um líder visionário não poderia ser considerado um recurso que garante a vantagem competitiva sustentável (BARNEY, 1991), mas será que tal líder poderia explicar o fato da empresa ter mais consciência sobre o futuro? Será que as técnicas e processos de prospecção estariam sendo pouco efetivos para identificação de oportunidades e ameaças ou no desenvolvimento da visão futura? Se isto for verdade, onde estaria a falha: no método ou processo em si, que precisaria então de aprimoramentos e desenvolvimentos teóricos, ou na aplicação inadequada por parte das empresas?

b) Liderança em inovação: Calculamos as equações estruturais retirando a capacidade de adaptação do modelo, uma vez que ela não era significativa. A consciência sobre o futuro, isoladamente, explica 30,9% da liderança em inovação. Porém, o que mais então seria importante nesta explicação? Neste estudo, não introduzimos no modelo a sorte ou a aleatoriedade. A aleatoriedade é um elemento importante para explicar a heterogeneidade entre as empresas em algumas correntes teóricas como a economia evolucionária (NELSON e WINTER, 1982). A RBV coloca que muitas vezes as heranças (*endowments*) ou a sorte podem explicar a existência de recursos que geram a vantagem competitiva (BARNEY, 1991). Nesta ótica, os gestores teriam poder reduzido de promover

alterações na estratégia e gerar vantagem competitiva. A geração de inovações seria aleatória e haveria um processo de seleção natural guiado pelo mercado que ditaria os vencedores e perdedores. Novas pesquisas poderiam portanto testar outros componentes na explicação da liderança em inovação.

Para os gestores e praticantes, os resultados mostram que as empresas devem desenvolver uma melhor consciência sobre o futuro (entendida como identificação de oportunidades e ameaças de forma antecipativa, e desenvolvimento de uma visão apurada do futuro do setor) se quiserem ser líderes em inovação. Para tanto, o uso de técnicas de APT é um instrumento importante. Porém, devem estar conscientes de que apenas o uso das técnicas de prospecção não basta, pois ele explica apenas 8% da consciência sobre o futuro. As empresas precisam também ter capacidade de se adaptar ao ambiente. Mas precisam atentar para não apenas fazer as adaptações a esmo, sem uma diretriz clara, pois isso poderá não gerar a vantagem competitiva esperada.

## 7 CONCLUSÕES

Neste estudo, procurou-se identificar o grau de utilização de técnicas de APT, bem como a relação entre o uso destas técnicas e a consciências sobre o futuro, e a relação desta última mais a capacidade de adaptação sobre a liderança em inovação. Destacamos 3 contribuições principais deste estudo, discutidas a seguir:

### a) Operacionalização do construto Consciência Sobre o Futuro

O setor de TI é bastante dinâmico e complexo. Sua rápida evolução faz com que, constantemente, empresas bem estabelecidas não consigam inovar e ser líderes em novos mercados ou tecnologias que surgem, especialmente no caso de tecnologias de ruptura (CHRISTENSEN e BOWER, 1996). Identificar tendências futuras ou até mesmo direcionar o futuro do setor é um conceito amplamente defendido pela teoria (PRAHALAD e HAMEL, 1990; TEECE et al. 1997; VASCONCELLOS e DINIZ, 2000), mas não encontramos estudos que tivessem operacionalizado este conceito. Neste estudo, o construto “Consciência Sobre o Futuro”, foi operacionalizado pela capacidade da empresa em identificar oportunidades e ameaças bem como em desenvolver uma visão acertada sobre o futuro. Não estamos defendendo aqui que este construto já esteja completamente definido. A contribuição é muito mais a abertura de uma porta para debate e aprimoramento deste importante conceito para a vantagem competitiva das empresas.

b) Baixo nível de utilização de técnicas de APT

Apesar da teoria destacar a importância do uso de técnicas de APT, surpreendentemente identificamos um baixo nível de utilização (e até desconhecimento!) destas técnicas por parte das empresas de TI pesquisadas. Isto abre diversos novos questionamentos e oportunidades de pesquisa, tais como: quais os fatores que levam as empresas à não utilização das técnicas de APT? De que forma este desconhecimento e baixo uso afeta a competitividade das empresas? Qual é o nível de utilização destas técnicas em empresas líderes mundiais?

c) O uso de técnicas de APT explica somente 8% da consciência sobre o futuro

A relação entre o uso de técnicas de APT e a consciência sobre o futuro se mostrou até óbvia pela revisão de literatura, e realmente foi comprovada uma relação positiva e significativa. Porém, o que nos intrigou é que o uso destas técnicas explicou apenas 8% da consciência sobre o futuro. Assim sendo, que outros fatores são importantes neste processo? Será que o líder visionário, de certa forma criticado por Barney (1986), um elemento fundamental nas empresas de TI? E se a relação entre uso de APT e a consciência sobre o futuro é tão óbvia, porque então as empresas não as praticam? São questionamentos que abrem oportunidades para outras pesquisas.

Conforme discutimos, empresas deste setor precisam desenvolver *dynamic capabilities* para se adaptar ao ambiente em constante mudança (TEECE et al., 1997; EISENHARDT e MARTIN, 2000). Esta parece ser uma condição necessária, porém, não suficiente para obtenção de vantagem competitiva sustentável, uma vez que não basta apenas alterar suas capacidades, recursos e competências. Os dados empíricos mostram que não há relação significativa entre a capacidade de adaptação da empresa e a liderança em inovação. Neste sentido, o desenvolvimento da capacidade de prospecção e avaliação tecnológica é um importante instrumento para que a empresa desenvolva uma melhor consciência sobre o futuro, que pode ser entendida pela capacidade da empresa em identificar oportunidades e ameaças de forma antecipativa, bem como desenvolver uma visão apurada do futuro do setor. Os dados empíricos mostram que há relação significativa entre o esforço em APT e a consciência sobre o futuro. A consciência sobre o futuro, por sua vez, esta positivamente relacionada com a liderança em inovação.

Entre as limitações da pesquisa podemos destacar o tamanho da amostra e o fato de não ser probabilística, o que limita a generalização dos resultados. Mesmo assim, foi possível obter uma amostra bastante diversificada, com empresas grandes, médias e pequenas, e os respondentes ocupavam cargos importantes no uso das informações sobre APT. Os construtos também apresentam algumas limitações, sendo que alguns deles foram captados por apenas uma única variável. O

recomendável é que cada construto seja medido por meio de mais variáveis quando se aplica a modelagem de equações estruturais. Mesmo assim, este estudo traz importantes contribuições no sentido de relacionar construtos normalmente tratados de forma isolada pelas pesquisas, abrindo portanto possibilidade para novos estudos mais aprimorados.

Adicionalmente às sugestões de pesquisa já realizadas, o mesmo modelo desenvolvido nesta pesquisa poderia ainda ser aplicado e testado em outros setores e/ou outros países, para verificar sua adequação a outras realidades. Uma amostra maior e probabilística poderia também permitir o uso de variáveis moderadoras, tal como o porte ou a atividade específica de TI, para verificar se elas poderiam explicar diferenças na relação entre os construtos do modelo.

Por fim, também foram discutidas implicações práticas do modelo. Gestores que desejam conduzir suas empresas à liderança em inovação devem não apenas investir na capacidade de adaptação da empresa ao ambiente, mas também no desenvolvimento da consciência sobre o futuro, a fim de manter sua vantagem competitiva.

## REFERÊNCIAS

- Albright, R.; Kappel, T. Technology roadmapping: Roadmapping the corporation. *Research Technology Management*, v. 46, n. 2, p. 31-59, 2003.
- Ansoff, H. I. Managing Strategic Surprise by Response to Weak Signals. *California Management Review*, v. 28, n. 2, p. 21 – 33, 1975.
- Barney, J. Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, v. 7, n. 1, p. 99-120, 1991.
- Bright, J. Evaluating Signals of Technological Change. *Harvard Business Review*, v. 48, n. 1, p. 62-70, 1970.
- Christensen, C.; Bower, J. Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms. *Strategic Management Journal*, v. 17, p. 197-218, 1996.
- Computerworld. IBM lidera ranking de patentes de 2009. *Computerworld*, 2010. Disponível em: <http://computerworld.uol.com.br/gestao/2010/01/12/ibm-lidera-ranking-de-patentes-de-2009-e-microsoft-fica-em-3o>. Último acesso em 05/12/2010.

- Dierickx, I.; Cool, K. Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management Science*, v. 35, n. 12, dez., p. 1504-1511, 1989.
- Eisenhardt, K.; Martin, J. Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal*, v. 21, n.10/11, p. 1105-1121, 2000.
- Fonseca, F. ; Ozaki, A. ; Wright, J. T. C. Técnicas de Avaliação e Previsão Tecnológica Adotadas por Empresas do Setor de TI no Brasil. In : XIV Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão Tecnológica. *Anais eletrônicos...* Lima: Altec, 2011.
- Hair JR., J. F. et al. *Análise multivariada de dados*. 5a Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- Johnson, B.; Markovitch, J. Uses and applications of technology futures in national development: the Brazilian experience. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 45, p. 1-30, 1994.
- Kline, R. *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press, 2005.
- Kogut, B.; Zander, U. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization Science*. v. 3 n. 3, p. 383-397, 1992.
- Lichtenthaler, E. Third Generation Management of Technology Intelligence Processes. *R&D Management*, Oxford, v. 33, n. 4, p. 361-375, 2003.
- Nelson, R.; Winter, S. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- Norling, P. et al. Putting competitive Technology Intelligence to Work. *Research Technology Management*, v. 43, n. 5, p. 23-28, 2000.
- Ozaki, A.; Del Rey, A.; Almeida, F. C. Radar de Monitoramento Tecnológico: Uma ferramenta de interpretação de sinais fracos para identificação de surpresas estratégicas. *Future Studies Research Journal*, v. 3, n. 1, p. 84-110, 2011.
- Phaal, R.; Farrukh, C.; PROBERT, D. Technology roadmapping - A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 71, p. 5-26, 2004.
- Porter, Alan et al. *Forecasting and Management of Technology*. New York: John Wiley & Sons, 1991.
- Prahalad, C.; Hamel, G. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, v. 68, n. 3, p. 79-91, 1990.

Ray, G.; Barney, J.; Muhanna, W. Capabilities, business processes, and competitive advantage: choosing the dependent variable in empirical tests of the resource-based view. *Strategic Management Journal*, v. 25, p. 23–37, 2004.

Schoemaker, P. How to Link Strategic Vision to Core Capabilities. *MIT Sloan Management Review*, v. 34, n. 1, p. 67-81, 1992.

\_\_\_\_\_ Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking. *MIT Sloan Management Review*, v. 36, n. 2, p. 25-40, 1995.

Teece, D; Pisano, G.; Shuen, A. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

Vasconcellos, E. P. G. ; Diniz, J. H. Inteligência Tecnológica: Modelo Conceitual e Aplicação. In: XXI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. *Anais eletrônicos...* PGT-USP, 2000.

Wernerfelt, B. A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, v. 5, p. 171-180, 1984.

Wright, J.T.C.; Giovinazzo, R.A. Delphi - uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. *Caderno de Pesquisas em Administração*, 1, 12, p. 54-65, 2000.

Zwicker, R.; Souza, C. A. de; Bido, D. de S. Uma revisão do Modelo do Grau de Informatização de Empresas: novas propostas de estimação e modelagem usando PLS (partial least squares). In: XXXII Encontro da ANPAD. *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.

## **TECHNOLOGICAL FORESIGHT AND AWARENESS OF THE FUTURE: A STUDY FROM THE PERSPECTIVE OF DYNAMIC CAPABILITIES USING STRUCTURAL EQUATIONS MODELING**

### **ABSTRACT**

In industries undergoing rapid and constant change such as the information technology (IT) industry, firms must develop dynamic capabilities in order to be competitive. One important aspect in this regard is the identification of future opportunities and threats. This article aims to identify the level of use of technology foresight and evaluation (TFE) techniques by IT companies in Brazil, and the relation between the use of these techniques and awareness of the future. The awareness of the future construct was operationalized in this study through the company's ability to identify opportunities and threats and to develop an accurate vision about the future of their industry. Surprisingly, there was a low level of usage of TFE techniques, which are even unknown by many of the respondents. The most used techniques are the Scenario, Monitoring and Roadmapping. Through structural equation modeling was possible to verify that there is a positive and significant relationship between the use of

TFE techniques and the awareness of the future, and between it and the leadership in innovation in the sector.

**Keywords:** Dynamic capabilities; Technological foresight; Future studies.

---

Data do recebimento do artigo: 26/10/2012

Data do aceite de publicação: 20/02/2013