



Exacta

ISSN: 1678-5428

exacta@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Marques Cavalcanti, André; Marques Cavalcanti Filho, André; Pires dos Santos, Cícero Mariano; Silva da Silveira, Denis; Góis de Oliveira, Marcos Roberto

Modelo de seleção de características das tecnologias capazes de inovação em TIC

Exacta, vol. 12, núm. 1, 2014, pp. 69-82

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81031548006>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Modelo de seleção de características das tecnologias capazes de inovação em TIC

Model for selection of features of technologies capable of innovation in ICT

André Marques Cavalcanti

Professor do Departamento de Ciências Administrativas e
Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE.
Recife, PE [Brasil]
andremarques2008@gmail.com

André Marques Cavalcanti Filho

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Administração da
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
Recife, PE [Brasil]

Cícero Mariano Pires dos Santos

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, Professor Adjunto da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
Recife, PE [Brasil]

Denis Silva da Silveira

Doutor em Engenharia de Produção pela COPPE na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor Adjunto da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Professor da graduação em Administração, membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Administração (PROPAD) da UFPE e colaborador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação da Universidade de Pernambuco – UPE. Recife, PE [Brasil]

Marcos Roberto Góis de Oliveira

Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, com estágio doutorado na Université Panthéon-Sorbonne, Professor Adjunto da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
Recife, PE [Brasil]

Resumo

A inovação tem a capacidade de melhorar o desempenho, resolver problemas, agregar valor e criar uma vantagem competitiva para organizações. As empresas necessitam contratar Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para dar suporte a todas as suas atividades, logo, é indispensável identificar quais dimensões das capacidades tecnológicas de inovação devem ser consideradas para que o ato de inovar seja um processo contínuo vinculado às suas estratégias. Assim, neste artigo, propõe-se um modelo de auditoria das capacidades de inovação norteadora da tomada de decisão considerando as incertezas associadas à complexidade do processo de gerenciamento da inovação baseado em uma infraestrutura de TIC. A partir deste, poder-se-á estabelecer que conteúdos devam ser disponibilizados e integrados. Para validação do modelo, realizou-se uma pesquisa *survey* em 50 empresas de pequeno porte (EPPs) do setor de TIC de Pernambuco, verificando-se forte aderência das dimensões da auditoria no desempenho dessas organizações e em sua capacidade de inovar.

Palavras-chave: Capacidade inovadora. Inovação tecnológica. Modelo de auditoria.

Abstract

Innovation has the capacity to improve performance, solve problems, add value, and create competitive advantage for organizations. Since companies need to employ information and communication technologies to support all their activities, it is essential to identify which features of technological capabilities for innovation should be considered that allow the act of innovating to be an on-going process linked to companies' strategies. Thus, this article proposes a model for auditing the innovation capabilities that guide decision-making, taking into account the uncertainties associated with the complexity of innovation management processes based on an ICT infrastructure. From that template, it can be established what content should be made available and integrated. To validate the model, a survey was carried out with 50 small ICT companies in the State of Pernambuco, revealing a strong correlation between the features of the performance audit of the surveyed companies with their capacity to innovate.

Key words: Capacity for innovation. Audit model. Technological innovation.

1 Introdução

Nos últimos anos, a Tecnologia da Informação (TI) se tornou uma realidade inerente à vida de todos os indivíduos. Numa época caracterizada pela mudança tecnológica acelerada, com profundas consequências econômico-sociais, a TI passou a ser fundamental para o funcionamento de grandes, médias e pequenas empresas, sendo conceito de tecnologia, muitas vezes, associado ao de inovação.

Nesse contexto, a inovação tem a capacidade de melhorar o desempenho, resolver problemas, agregar valor e criar uma vantagem competitiva para organizações, podendo ser amplamente descrita como a aplicação das descobertas e invenções, sendo o mecanismo pelo qual os novos resultados, produtos, sistemas ou processos passam a ser utilizados, além de desempenhar um papel crítico na sobrevivência das empresas (ANACONA; CALDWELL, 1987; WILLIAMS, 1999).

Inovar depende fortemente de informação, sobretudo aquela no nível de gerar inovação produzindo o conhecimento que representa algo muito mais profundo do que simplesmente dados, informações e decisões dentro da lógica convencional. Na verdade, o poder do conhecimento encontra-se em sua subjetividade, subjacente de valores e pressupostos que sustentam o processo de aprendizagem (NONAKA; TAKEUCHI, 1995). Nesse ponto, é interessante ressaltar que só o conhecimento é capaz de estimular a criatividade – elemento propulsor da inovação. Nesse sentido, Lau et al. (2010) afirmam que embora 96% dos executivos considerem a criatividade essencial para as suas empresas, apenas 23% foram capazes de torná-la parte integrante da estratégia empresarial. Ainda segundo esses autores, as pesquisas realizadas sobre como as organizações inovam revelam que há um amplo consenso quanto à necessidade da

inovação, mas também um descontentamento em relação de como esta é efetuada.

Enfrentando ambientes imprevisíveis e competitivos, as empresas necessitam de contínua inovação tecnológica e organizacional em resposta às mudanças de ambiente para se manterem, pelo menos, no seu mercado atual. A fim de obter essa resposta, é exigido delas reestruturar os seus ativos organizacionais para harmonizar com o meio externo. Consequentemente, buscam integrar os recursos organizacionais e de inovação para garantirem a sobrevivência corporativa. Para ser possível usufruir das Capacidades Tecnológicas de Inovação (CTI), é necessário reconhecer que o uso dos recursos de TIC insere, já no momento inicial, alta complexidade gerando dificuldades multidimensionais por envolverem vários departamentos e, ao mesmo tempo, possibilidades de informações e serviços diferenciadores. Como as atividades relacionadas a numerosas funções organizacionais e à integração de recursos de inovação tecnológica ou organizacional de uma empresa têm um alto nível de incerteza, é inerente a imprecisão, e os processos de inovação são também incertos, imprevisíveis e de difícil avaliação.

Ao examinar o ambiente interno e o externo das fontes de inovações em Rometty (2006), identifica-se que mais de 50% das de alto desempenho são provenientes dos ambientes externos, portanto, um ambiente colaborativo é indispensável, sendo, desse modo, contraproducente querer inovar por conta própria.

Assim, tendo em vista a importância do papel norteador de TIC para alavancar a inovação, neste artigo, propõe-se um modelo de auditoria das capacidades de inovação que norteia a tomada de decisão, considerando as incertezas associadas à complexidade do processo de gerenciamento da inovação baseado em uma infraestrutura de TIC. A partir deste, poder-se-á estabelecer que conteúdos devam ser disponibilizados e integrados. Para

validação do modelo, realizou-se uma pesquisa do tipo *survey* em uma amostra de 50 empresas de pequeno porte, do setor de indústria, no estado de Pernambuco.

2 Referencial teórico

2.1 Novos formatos de organizações

Lau et al. (2010) discutem que devido à crescente pressão competitiva global, os ciclos de vida do produto estão mais curtos e com muita facilidade de imitação, forçando as empresas a adotarem, como procedimento contínuo, a inovação para manter os níveis de competitividade. Assim, a inovação tornou-se o principal fator da garantia da produtividade, da melhoria, do crescimento do volume de vendas e da competitividade. O aumento da pressão da concorrência global também as força, continuamente, a desenvolverem e inovarem para aumentar a competitividade do produto, do seu *design*, da sua qualidade, dos serviços com base tecnológica, da sua confiabilidade e serviços agregados. Por essas razões, as empresas necessitam atualizar sua capacidade de inovação a fim de desenvolver e comercializar novas tecnologias e serviços mais rapidamente do que as outras. Assim, são levadas a modernizar os seus processos internos e políticas organizacionais para facilitar a criação e a difusão de inovações que fortaleçam a sua vantagem competitiva. Guan et al. (2006) desenvolveram um conjunto de medidas de inovação que fornece um valor de referência para avaliação quantitativa, visando a estabelecer uma relação com a competitividade. Nessa pesquisa, identifica-se que a eficiência das tecnologias de inovação capazes tem uma forte relação com o desempenho não só das tecnologias de informação, como também com as TIC que permitem aumentar a competitividade de uma empresa, quando consi-

derados alguns aspectos organizacionais que com sua ausência não seria possível. Afuah e Bahram (1995) argumentam que a inovação em suas várias abordagens, incluindo a radical, a incremental e a arquitetônica, são aplicadas para a mesma inovação em diferentes fases da cadeia de valor agregado da inovação.

Já Garcia-Muiña e Navas-López (2007) consideram que os recursos tecnológicos definidos podem ser divididos em duas classes, a classe das capacidades de exploração tecnológica (inovação de ruptura) e a incremental. Ferreira e Miguel (2013) observam que capacidades de exploração tecnológica são, em primeiro lugar, responsáveis pela obtenção de inovações radicais que tornam o modelo tecnológico dominante por um longo período de tempo e, em segundo, por sucessivas inovações incrementais para melhorar determinadas características, até se tornarem obsoletas por necessidade de mudança no sentido de um novo sistema. Relativo à capacidade tecnológica e organizacional, Brown e Fai (2006) apresentam um estudo da transição de produção, capacidades organizacionais e inovação de processos na indústria de automóvel e informática. Nesse estudo, os autores demonstram a necessidade do alinhamento das capacidades tecnológicas e organizacionais na perspectiva do posicionamento estratégico desejado pela empresa que deve alimentar o processo de inovação atingindo o índice de sucesso mais elevado, quando obtida a ressonância com as estratégias empresariais. Jonker et al. (2006) analisam a relação entre TIC e desempenho econômico, demonstrando a existência de uma correlação positiva significativa, nesse caso, admite-se acima de 60%.

Várias estruturas de TIC priorizam diferentes recursos tecnológicos, dando origem a processos de inovação agindo como um recurso essencial para inovação nos processos da organização (OCDE, 2004; PANDA; RAMANATHAN,

1996). Toda definição de requisitos de TIC deve conter características abrangentes da organização para facilitar e apoiar uma estratégia ampla de inovação (BURGELMAN, 1996; BURGELMAN et al., 2004). De acordo com a Guan e Ma (2003), as características que permitem existir a capacidade de inovação devem ser definidas, empregando vários escopos e níveis para atender a requisitos da estratégia da empresa e acomodar condições especiais de ambientes competitivos. Da mesma forma, Lall (1992) define a capacidade para inovação como as habilidades e os conhecimentos necessários para, efetivamente, absorver, dominar e aprimorar as tecnologias ou processos organizacionais existentes com o intuito de criar novas tecnologias ou novos processos. Christensen (1995) atribui a capacidade de inovar a possibilidade do uso de ativos de inovação diferenciados, classificando-os como ativos de inovação de processo, inovação de produto e bens e de *design* estético. Percebe-se que quando uma empresa tem uma inovação bem-sucedida é obrigada a utilizar uma combinação de vários desses ativos.

2.2 Relação entre TIC e inovação

O estudo das TIC abrange diferentes destinações do seu uso ou desenvolvimento, possibilitando a identificação de várias linhas de pesquisa vinculadas ao tema. No campo econômico, há um particular interesse na mensuração e investigação de características da chamada sociedade da informação (OECD, 2004) ou economia da informação (UNCTAD, 2009), em que as TIC são tratadas sob duas óticas: a de um setor distinto de serviços e a de produtos para consumo de TIC (com foco na sua produção e difusão). Outro enfoque dado trata dos impactos produzidos por essas tecnologias, quando combinados *hardwares*, *softwares* e serviços (GREENAN; MAIRESSE, 1996; BLACK; LYNCH, 1997; PAGANETTO; BECCHETTI; BEDOYA, 2004; MENDONÇA; FREITAS;

SOUZA, 2009), nível e estrutura do emprego, salários e qualificações (AUTOR; KATZ; KRUEGER, 1998; FALK, 2001; GIOVANNETI; MENEZES-FILHO, 2003). Grande parte dessas análises lida com problemas relativos ao “paradoxo da produtividade” (SOLOW, 1987; BRYNJOLFSSON, 1993), representado pelas dificuldades em encontrar evidência empírica sobre aumentos de produtividade explicados por investimentos em TIC.

Existem contribuições importantes, quando se pesquisa TIC à luz das teorias de inovação, em que duas perspectivas chamam atenção. A primeira igualmente se concentra nos efeitos das invenções em TIC; todavia, contemplando variáveis associadas à inovação, a exemplo da introdução de novos produtos e processos (LICHT; MOCH, 1999; PAGANETTO; BECCHETTI; BEDOYA, 2004). A segunda perspectiva parece dedicar grande interesse à dimensão dessas tecnologias, enquanto inovações por si só, ou seja, inovações de TIC (*ICT innovations*), entendidas como mudanças de processos baseadas em TIC, e traduzidas fundamentalmente pelos movimentos de difusão e assimilação dessas tecnologias. A difusão ocorre entre organizações e é objeto de estudos (*diffusion modelling studies*) preocupados basicamente com questões relacionadas aos determinantes da taxa, forma e extensão da difusão de uma inovação por meio de uma população de potenciais adotantes (ROGER, 1995; TIGRE, 2006).

O movimento de assimilação, por sua vez, acontece internamente nas empresas, nas quais haveria um estágio inicial de conscientização sobre a inovação, partindo então para a adoção formal (aquisição física ou compra), e culminando com sua utilização ou institucionalização plena (FICHMAN; KEMERER, 1997). Os estudos mais vinculados à assimilação exploram, em especial, a posição assumida pelo agente adotante da tecnologia (*adopter studies*), concentrando-se na investigação dos determinantes da propensão geral de

uma organização para adotar e assimilar inovações ao longo do tempo e para adotar e assimilar uma inovação particular. A literatura sobre ICT *innovations*, por exemplo, Lau et al. (2010), oferece valioso apoio, na medida em que se propõe a examinar os fatores que afetam a difusão e assimilação de inovações dessa natureza. Nesse contexto, é possível traçar alguns paralelos entre esses fatores e os problemas e desafios relacionados ao uso de TIC nos processos de inovação. Entende-se que a perspectiva do agente adotante indica comportamentos pós-adoção das tecnologias, os quais tendem a sofrer considerável variação entre organizações. Além disso, a aplicação rápida e abrangente de TIC parece ser mais exceção do que regra no caso de muitas tecnologias, especialmente as mais complexas (FICHMAN; KEMERER, 1997), e um considerável percentual é abandonado após sua instalação.

A despeito de sua importância, as teorias tradicionais de difusão e assimilação de inovações de TIC não se apresentam como suficientes, uma vez que se deseja explorar uma dimensão de análise diferente, qual seja a do uso de TIC enquanto capazes de integrar, intensificar e acelerar processos de inovação. Sustenta-se a ideia de que o papel fundamental dessas tecnologias, do ponto de vista da inovação, é oferecer condições e oportunidades para que empresas possam introduzir mudanças de diversos tipos e, assim, criar vantagens competitivas. A materialização desse potencial, contudo, demanda tempo de aprendizado e envolve uma série de condicionantes relativos aos ambientes interno e externo às organizações. A dimensão de uso das TIC não é ignorada pela literatura. Estudos na área de gestão organizacional, por exemplo, ocupam-se do tema, mas parecem atribuir TIC um papel secundário na inovação, mais precisamente como um dos vários benefícios que podem ser gerados pelas TIC, ao lado de outros elementos, tais como custo, produtividade, qualidade e flexibilidade (ALBERTIN; ALBERTIN, 2005).

2.3 Capacidade tecnológica de inovação

Burgelman et al. (2004) definem a CTI como um conjunto de características das tecnologias utilizadas em uma organização que facilita e apoia suas estratégias de inovação. CTI é um conjunto de ativos especiais que incluem tecnologia, produto, serviços, conhecimento, experiência, estrutura e processos da organização (GUAN; MA, 2003). Em Lall (1992), CTI é definido como as habilidades e o conhecimento necessário para efetivamente absorver e melhorar a tecnologia existente e criar novos produtos e serviços. Em Evangelista et al. (1997), a relação de atividades Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é tratada como um componente central das atividades de inovação tecnológica das empresas e como o mais importante elemento intangível para inovação. Para o sucesso da inovação tecnológica, há dependência direta com a capacidade tecnológica de inovar não podendo deixar de considerar também a inovação de recursos na área de fabricação, comercialização, organização, estratégia, planejamento e aprendizagem como uma condição necessária (YAM et al., 2004; ROMIJN; ALBALADEJO, 2002). De acordo com Adler e Shenbar (1990), são identificados quatro tipos de CTI que incluem:

- A capacidade de satisfazer a exigência do mercado, desenvolvendo novos produtos.
- A capacidade de fabricação desses produtos por uso apropriado de processos tecnológicos.
- A capacidade de satisfazer necessidades futuras por meio do desenvolvimento e introdução de novos produtos e novas tecnologias de processo.
- A capacidade de responder a uma tecnologia imprevista, ativa adquirida por concorrentes.

Segundo Peteraf (1993), o portfólio de recursos heterogêneos da empresa (incluindo recursos

humanos, capital e tecnologia) é responsável pela variabilidade observada em seus retornos financeiros. As capacidades acima são competências, específicas de uma empresa, que contribuem substancialmente para o crescimento das vendas e vantagem competitiva. Existe uma relação causal entre recursos e desempenho de uma empresa. Nesse contexto, Dierickx e Cool (1989) argumentam que as empresas devem procurar recursos semelhantes de alto desempenho ou desenvolver recursos alternativos que poderão produzir benefícios similares. Assim, a melhoria das CTI como recursos-chave da organização pode ser benéfica para ela (GUAN; MA, 2003). Por exemplo, Lawless e Fisher (1990) demonstram que a inclusão de capacidades tecnológicas de inovação contribuem para as empresas ganharem posição de mercado e perceberem retornos a longo prazo. Yam et al. (2004) identificam que CTI em TIC está positivamente relacionada com a introdução de novos produtos e vendas de inovação.

2.4 Modelo de auditoria em inovação

Na literatura recente, mostra-se que as CTI envolvem uma grande variedade de características (BURGELMAN et al., 2004). Christensen (1995) classifica CTI em ativo de pesquisa científica, de inovação de processo, de produto, de serviço e de concepção estética. Esses ativos correlacionam com acumulação interna e aquisição experimental.

O ponto central da competitividade de uma empresa concentra-se na posse de ativos especiais e recursos que são valiosos, heterogêneos e difíceis de serem imitados e substituídos. Esses são os elementos de salvaguarda de sua posição nas áreas de gestão estratégica e de tecnologia. Bobe e Bobe (1998) propõem um método de lista de verificação para medir práticas CTI em três países da União Europeia, ou seja, Alemanha, Reino Unido

e França. Da mesma forma, o manual de OSLO (OCDE, 2004) propõe medições, tais com as do contexto nacional de sistemas de inovação; inovação e estratégia de empresas; estruturas organizacionais, conexões móveis organizacionais entre produção, *marketing* e *design*; origem dos recursos tecnológicos; gestão de recursos humanos e tendências de inovação global (KECHINSKI et al., 2010).

Chiesa et al. (1996) apresentam um modelo de auditoria de inovação técnica abrangente, abordando a inovação e desenvolvimento de produto, processo inovação, aquisição de tecnologia, liderança e recursos. Esse modelo está focado nos processos fundamentais e nos que permitem delinear a inovação tecnológica. No entanto, como Chiesa et al. (1996) sugerem, mais evidências são necessárias para testar sua validade. Outras áreas, tais como a área da aprendizagem, a da organização e a do planejamento estratégico, devem ser consideradas como importantes para a capacidade de inovação das empresas.

O modelo de auditoria da capacidade tecnológica inovadora proposto por Burgelman et al. (2004) considera cinco dimensões, quais sejam: recursos disponíveis e alocação; capacidade para compreender as estratégias inovadoras de corrente e evolução da indústria; capacidade para compreender a evolução tecnológica; contexto estrutural e cultural e capacidade estratégica de gestão. Adaptando esse modelo, Yam et al. (2004) distribuem as medidas de desempenho de CTI para TIC em sete dimensões, apresentadas, a seguir. Assinala-se a inclusão de duas novas hipóteses (5 e 8) propostas nesta pesquisa:

1. Capacidade de aprendizagem é a capacidade de identificar, assimilar e explorar novos conhecimentos essenciais para o sucesso competitivo de uma empresa.
2. Capacidade de P&D refere-se a habilidade da empresa para integrar tal estratégia, implan-

- tar o projeto, gerenciar o portfólio de produto e as despesas de P&D.
3. Capacidade de alocação de recursos é a capacidade da empresa de mobilizar e expandir seus recursos tecnológicos, humanos e financeiros no processo de inovação.
 4. Capacidade de produção refere-se à capacidade de transformar os resultados de P&D em produtos, que atendem às necessidades do mercado, em conformidade com a solicitação do projeto e podem também ser fabricados em lotes.
 5. Capacidade de operar e manter refere-se à capacidade de atender as expectativas do cliente, observando requisitos de disponibilidade, prazo, preço e qualidade.
 6. Capacidade de *marketing* indica a capacidade de uma empresa em divulgar e vender os produtos com base no entendimento das necessidades atuais e futuras do consumidor e conhecimento das abordagens dos concorrentes.
 7. Capacidade de integração é a capacidade para constituir uma bem estabelecida estrutura organizacional, cultivar a cultura organizacional, coordenar o trabalho de todas as atividades voltadas para compartilhar objetivos e influenciar na velocidade de inovação de processos com o auxílio da infraestrutura criada para o desenvolvimento de projetos interna e externamente com clientes, fornecedores e parceiros.
 8. Capacidade para gestão do conhecimento é a capacidade para identificar os conhecimentos internos e externos úteis, por meio do processo de aprendizagem, os quais tornem a organização mais competitiva traduzida na capacidade de inovar.
 9. Capacidade de planejamento estratégico é a capacidade de identificar pontos fortes internos, fraquezas externas, oportunidades e ameaças, bem como de adotar diferentes ti-

pos de estratégias que podem se adaptar às mudanças do ambiente para a empresa atingir a excelência em produtos e serviços inovadores em condições altamente competitivas.

A revisão da literatura mostra que o estudo de indicadores de desempenho da inovação tecnológica tem atraído considerável atenção. Indicadores tradicionais da atividade de inovação tecnológica de uma organização tendem a medir em termos financeiros a inovação, as despesas de P&D (JACOBSSON et al., 1996; KLEINKNECHT, 1987) e os dados de patentes (PATEL; PAVITT, 1997, 1991; JACOBSSON et al., 1996; ARCHIBUGI et al., 1991; GRILICHES, 1990). Entretanto, as empresas não revelam facilmente quaisquer informações financeiras confidenciais, salienta-se também que organizações diferentes adotam variadas convenções de contabilidade nos cálculos de avaliação, depreciação, salário e inventário. Além disso, dados de patentes são apenas um reflexo da invenção, em vez de inovação (FLOR; OLTRA, 2004). Inovação tecnológica é uma invenção bem-sucedida comercialmente (BETZ, 2003). A patente pode apenas refletir sobre a invenção, mas não pode garantir que esta seja um sucesso (COOMBS et al., 1996). Patentes diferentes também têm diferenças tecnológicas, de níveis e valores econômicos, tornando comparações mais difíceis (GRILICHES, 1990). Soma-se a isso o fato de que muitas inovações tecnológicas não podem ser patenteadas, obrigando as organizações a recorrerem a outros métodos para proteger a sua vantagem tecnológica (COOMBS et al., 1996). Assim, métricas alternativas são usadas para garantir respostas adequadas. Neste artigo, seguem-se as propostas de Yam et al., (2004) e OECD (1997), nas quais os autores mencionam o uso de dois indicadores de desempenho: o indicador de inovação e o de vendas. A taxa de inovação é o desempenho em inovação que deve ser medido

em termos do número de novos produtos e serviços comercializados expressados em percentagem de todos os produtos da empresa ao longo dos últimos três anos (YAM et al., 2004). De acordo com o manual de OSLO (OECD, 2004), o número de inovações só não é um bom indicador de desempenho de inovação, porque há diferenças significativas em tais números gerados pelas indústrias. Ou seja, a taxa de inovação, mensura melhor a força inovadora relativa das empresas. Uma organização possui vantagem competitiva medida pela sua eficiência e capacidade de desenvolvimento de novos produtos e serviços (GUAN, 2003; LAWLESS; FISHER, 1990). O aumento da taxa de produtos e serviços inovadores baseia-se na acumulação de capacidades e contribui para as saídas de inovações (novos produtos comercializados). Na maioria das vezes, as empresas de alto desempenho têm mais fontes de capacidades em comparação com as de baixo desempenho (SOUTARIS, 2002).

No modelo proposto por Yam et al. (2004) e Lau et al. (2010), são avaliadas as respostas das medidas de desempenho de vendas em termos da taxa média anual do seu crescimento devido aos produtos e serviços tecnologicamente inovadores nos últimos três anos. A taxa de crescimento das vendas representa uma dimensão de vantagem de mercado da empresa. Mostra que a inovação tem ou teve impacto no mercado ou tem sido financeiramente bem-sucedida.

Dessa forma, considerando a disponibilidade dessas informações na empresa, sem colocar as suas estratégias em risco, optou-se por adotar o modelo proposto por Yam et al. (2004) como referência para o desenvolvimento desta pesquisa.

3 Metodologia

O objetivo tratado neste artigo é definir um modelo de auditoria da CTI com base no referen-

cial teórico das TIC e, principalmente, adaptando o modelo de Yam et al. (2004) que foi desenvolvido para avaliar capacidades de inovação tecnológicas. Analisa-se aqui o impacto da inovação na seleção das TIC com base em CTI, quando as empresas consideram algumas das dimensões propostas na estrutura de auditoria. Assim, acrescendo uma maior complexidade devido à intangibilidade do uso de TIC. Um questionário de pesquisa do tipo *survey* foi aplicado em uma amostra aleatória de 50 empresas de pequeno porte (EPP) que atuam no setor de TIC, localizadas no estado de Pernambuco. Com esta pesquisa, busca-se a evidência empírica sobre o CTI de TIC e suas relações com o desempenho da inovação.

3.1 A pesquisa

Realizou-se levantamento dos dados para obterem-se informações sobre as capacidades de inovação tecnológica das EPPs que atuam no setor de TIC. Busca-se identificar que dimensões são incluídas quanto ao uso dos seus recursos e produtos e soluções oferecidas ao mercado. Quais capacidades (hipóteses) são preferencialmente utilizadas na seleção de produtos e/ou serviços. Porém, uma vez adotadas as tecnologias com essas capacidades, quais resultados são produzidos. Assim, adotou-se como métrica de desempenho da adoção dessas capacidades o aumento da taxa de crescimento das vendas devido a produtos inovadores ou serviços inovadores.

As hipóteses da pesquisa se baseiam na abordagem de Yam et al. (2004), adaptadas para a discussão de tecnologias e serviços em TIC e declaradas conforme a Figura 1, indicando nove hipóteses que visam a testar a relação entre CTI de TIC e desempenho de inovação. Essas hipóteses são apresentadas sob a ótica do que as CTI das TIC utilizadas estão habilitadas a promoverem nas empresas. A saber:

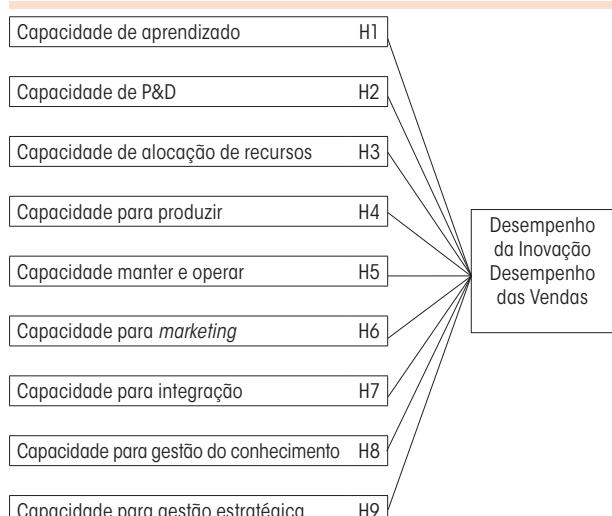
- H1 – capacidade de aprendizado está positivamente relacionada com o desempenho de inovação tecnológica, e é definida como a capacidade de gerar ideias com impacto, por meio da ultrapassagem dos múltiplos limites e do gerenciamento específico das iniciativas.
- H2 – capacidade de P&D está positivamente relacionada com o desempenho de inovação tecnológica, sendo definida pela sua aptidão de integrar a estratégia de P&D com a implementação do projeto. Em geral, uma atividade de P&D destina-se a criar algo novo, daí é tratada como capacidade de inovar (EVANGELISTA et al., 1997).
- H3 – capacidade de alocação de recursos está positivamente correlacionada com o desempenho de inovação tecnológica, sendo definida como a habilidade de mobilizar pessoas e expandir tecnologias e recursos financeiros em processos de inovação (EVANGELISTA et al., 1997).
- H4 – capacidade de produzir está positivamente correlacionada com o desempenho de inovação tecnológica. É considerada a habilidade de transformar P&D em novos produtos e serviços atendendo as necessidades de mercado com qualidade e contínuo desenvolvimento do sistema de produção (OECD, 2004).
- H5 – capacidade de operar e manter está positivamente relacionada com o desempenho de inovação tecnológica, e trata da habilidade de atender, de forma flexível, as necessidades de ajustes do sistema de produção as especificações dos produtos e serviços, considerando a facilidade de operar e manter o equipamento ou serviços.
- H6 – capacidade de *marketing* está positivamente correlacionada com o desempenho de inovação tecnológica, e indica quanto uma empresa tem de capacidade para divulgar

e vender os produtos com base no entendimento das necessidades atuais e futuras do consumidor e conhecimento das abordagens dos concorrentes. Para um novo produto conquistar os clientes-alvo, é essencial para a empresa ser capaz de manter-se conectada com o mercado, a fim de promover novos produtos e compreender as necessidades dos clientes e os *feedbacks* dos produtos (TIDD et al., 2001).

- H7 – capacidade de integração está positivamente correlacionada com o desempenho de inovação tecnológica. Esta capacidade indica o quanto uma empresa é capaz de se comunicar interna e externamente. Trata de como integrar os seus sistemas de forma que todas as informações necessárias para produzir inovação, produtos e serviços inovadores estejam disponíveis e acessíveis.
- H8 – a capacidade de gerenciamento do conhecimento está positivamente correlacionada com o desempenho da inovação tecnológica, com esta capacidade é possível identificar os conhecimentos internos e externos úteis por meio dos processos de aprendizagem que tornam a organização mais competitiva traduzida na capacidade de inovar (WAN et al., 2003).
- H9 – capacidade do planejamento estratégico está positivamente correlacionado com o desempenho da inovação tecnológica, e é a aptidão de identificar pontos fortes e fraquezas internas, oportunidades e ameaças externas para adotar diferentes tipos de estratégias que podem se adaptar às mudanças do ambiente para a excelência em ambiente altamente competitivo. Para a estratégia ser eficiente na gestão estratégica deve rever, como em uma rede de escolhas, a posição da empresa de acordo com seu ambiente. Nesse contexto, Ferreira e Miguel (2013) indicam

a necessidade dos gestores em analisarem o ambiente interno e externo, e, com base nessa análise, determinarem um curso definitivo da ação para aquele ambiente.

Assim, o modelo de auditoria para avaliação de desempenho de inovação e competitividade de uma empresa é mostrado na Figura 1.



Os formulários são construídos usando construtos em uma escala de 0 a 5 para medição do grau de relacionamento da variável em observação com o desempenho de inovação tecnológica que informam sobre as capacidades indicadas em hipótese. A confiabilidade desses construtos é testada usando o teste alfa (α) de Conbrach (JONHSON; WICHERN, 1998), para avaliar a confiabilidade da construção da escala do modelo. No teste utilizado, verificou-se que a confiabilidade de todos os fatores utilizados no questionário é superior a 0,70, sendo este um bom resultado estatístico (JONHSON; WICHERN, 1998).

A Tabela 1 contém os valores obtidos do teste de Cronbach e os valores da correlação de Pearson entre cada hipótese do modelo em rela-

ção aos percentuais de novos produtos, serviços e acréscimo das vendas devido ao lançamento desses novos serviços ou produtos.

Tabela 1: Análise da correlação

Variáveis	Média	dp	Desempenho de inovação	
			% Δ vendas*	% p novos*
H1 - Capacidade de aprendizado	2,51	0,77	0,78	0,56
H2 - Capacidade de P&D	2,48	0,88	0,86	0,74
H3 - Capacidade de alocação de recursos	2,47	0,81	0,84	0,72
H4 - Capacidade de produção	2,5	0,7	0,72	0,66
H5 - Capacidade de operar e manter	2,69	0,7	0,76	0,66
H6 - Capacidade de marketing	2,54	0,64	0,78	0,68
H7 - Capacidade de integração	2,35	0,76	0,85	0,71
H8 - Capacidade para gestão do conhecimento	2,49	0,65	0,74	0,7
H9 - Capacidade de planejamento estratégico	2,43	0,51	0,68	0,62

n = 50; *p < 0,01 dp = desvio-padrão

Fonte: Os autores.

Na Figura 2, são apresentados os valores médios das notas atribuídas por item a partir das respostas obtidas na coleta de dados.

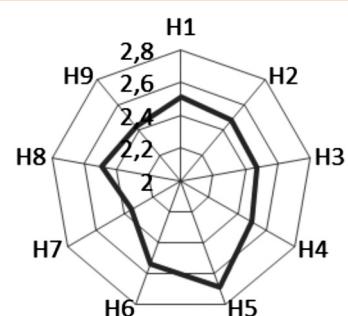


Figura 2: CTI das TIC em EPPs de TIC do estado de Pernambuco

Fonte: Os autores.

3.2 Análise dos dados

Depois de definir o tamanho da amostra e as empresas-alvo, a análise de correlação foi usada para investigar os vínculos entre desempenho de CTI em TIC e inovação. A Tabela 2 apresenta a média, o desvio-padrão e a correlação de Pearson dos dados obtidos a partir do preenchimento dos questionários. Observa-se então que, para a amostra das empresas de TIC, o desempenho da inovação tecnológica é alta e positivamente correlacionada com $p < 0,01$, as dimensões em estudo retratadas nas hipóteses de H1 a H9. As dimensões observadas são significativamente correlacionadas com o aumento das vendas verificadas nas percentagens de incremento das vendas por novos produtos que utilizaram CTI de TIC disponíveis na empresa, comparando-se com percentagem de produtos novos comercializados, como mostrado na Tabela 2.

A Tabela 2 mostra que, na análise de regressão, a capacidade de P&D, a alocação de recursos, a produção, o *marketing*, a capacidade de integração e planejamento estratégico estão significativamente correlacionados com percentagem dos rendimentos das vendas devido aos produtos novos ou melhorados (R^2 ajustado = 0,358). Na análise de produção de novos produtos, verificam-se que as capacidades de P&D, alocação de recursos, produção, integração, gestão do conhecimento e planejamento estratégico estão significativamente correlacionadas e explicam o crescimento da produção (R^2 ajustado = 0,295).

4 Conclusões

A inovação tecnológica desempenha um papel crítico na previsão da sobrevivência das organizações (ANCONA; CALDWELL, 1987). Muitas autoridades, conhecidas em recursos de inovação tecnológica, discutem a importância da inovação

Tabela 2: Análise da regressão CTI de TIC e desempenho da inovação

Variáveis CTI	Desempenho de inovação coeficiente b	
	% de vendas	% de novos produtos
H1 - Capacidade de aprendizado	ns	ns
H2 - Capacidade de P&D	0,253*	0,407**
H3 - Capacidade de alocação de recursos	0,241*	0,368*
H4 - Capacidade de produção	0,101**	0,21**
H5 - Capacidade de operar e manter	ns	ns
H6 - Capacidade de <i>marketing</i>	0,191*	ns
H7 - Capacidade de integração	0,23*	0,198**
H8 - Capacidade para gestão do conhecimento	ns	0,14**
H9 - Capacidade de planejamento estratégico	0,298*	0,231*
F	74,54*	43,61*
R	0,611	0,558
R^2 ajustado	0,358	0,295

Notas: n = 50; * $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; ns = não significante.

Fonte: Os autores.

na determinação do sucesso das organizações, considerando a competitividade global (LAU et al., 2010; NONAKA et al., 1995). Por tradição, atividades de P&D, em geral, na literatura, são consideradas com o foco principal de inovação tecnológica. Recentemente, outras pesquisas indicam que a ênfase em P&D não pode sustentar o desempenho de inovação de uma empresa competitiva (YAM et al., 2004; GUAN; MA, 2003; SQUITARIS, 2002; ROMIJN; ALBALADEJO, 2002). Este estudo teórica e empiricamente verifica que alguns CTI de TIC podem melhorar o desempenho da inovação. Os resultados apresentados fornecem um suporte empírico para o campo da inovação tecnológica, e novas perspectivas para os gestores da região.

Consistente com a literatura, os resultados desta pesquisa indicam uma relação positiva direta entre desempenho de CTI de TIC e inovação. Em particular, este estudo identifica que capacidade de planejamento estratégico, P&D, alocação de recursos em TIC, capacidade de produção, *marketing* e integração melhoraram diretamente a porcentagem de vendas devido à inovação de produto. P&D, alocação de recursos, capacidade de produzir, gestão do conhecimento, integração e planejamento estratégico melhoraram a taxa de sucesso de novos produtos. Esse resultado fornece provas específicas para apoiar a importância das CTI em TIC na inovação.

Para os gestores da região, esses resultados são importantes porque identificam o que deve-se desenvolver ou quais recursos selecionar para TIC, observando o equilíbrio das CTI com múltiplas dimensões aqui apresentadas. Embora a capacidade de P&D seja essencial para o sucesso da inovação, os resultados mostram que as empresas também devem enfatizar outras dimensões como recursos para o desenvolvimento da inovação diretamente.

Referências

- ADLER, P. S.; SHENBAR, A. Adapting your technological base: the organizational challenge, *Sloan Management Review*, v. 25, p. 25-37, 1990.
- AFUAH, A.; BAHRAM, N. The hypercube of innovation. *Research Policy*, v. 24, p. 51-76, 1995.
- ALBERTIN, A.; ALBERTIN, R. *Tecnologia de informação e desempenho empresarial: as dimensões de seu uso e sua relação com os benefícios de negócio*. São Paulo: Atlas, 2005.
- ANCONA, D.; CALDWELL, D. Management issues facing new product teams in high technology companies. *Advances in Industrial and Labor Relations*. Greenwich, CT: JAI Press, 1987. p. 191-221.
- ARCHIBUGI, D.; CESARATTO, S.; SIRILLI, G. Sources of innovative activities and industrial organization in Italy. *Research Policy*, v. 20, p. 299-313, 1991.
- AUTOR, D.; KATZ, L.; KRUEGER, A. Computing inequality: have computers changed the labor market? *The Quarterly Journal of Economics*. v. 113, n. 4, p. 1169-1213, 1998.
- BETZ, F. *Managing technological innovation: competitive advantage from change*, 2nd. ed. New York, NY: Wiley, 2003.
- BOBE, B.; BOBE, A. C. *Benchmarking innovation practices of European firms*. Brussels: Joint Research Centre, European Commission (EC), 1998.
- BLACK, S.; LYNCH, L. How to compete: the impact of workplace practices and information technology on productivity. *NBER Working Paper*, n. 6120, 1997.
- BROWN, S.; FAI, F. Strategic resonance between technological and organizational capabilities in the innovation process within firms. *Technovation*, v. 26, n. 1, p. 60-75, 2006.
- BRYNJOLFSSON, E. The productivity paradox of information technology. *Communications of the ACM*, v. 36, n. 12, p. 66-77, 1993.
- BURGELMAN, R. *Strategic management of technology and innovation*. New York: McGraw-Hill, 1996.
- BURGELMAN, R.; MAIDIQUE, M. A. WHEELWRIGHT, S. C. *Strategic management of technology and innovation*. New York: McGraw-Hill, 2004.
- CHIESA, V.; COUGHLAN, P.; VOSS, C. A. Development of a technical innovation audit. *Journal of Product Innovation Management*, v. 13, n. 2, p. 105-36, 1996.
- CHRISTENSEN, J. F. Asset profiles for technological innovation. *Research Policy*, v. 4, n. 5, p. 727-745, 1995.
- COOMBS, R.; NARANDREN, P.; RICHARDS, A. A literature-based innovation output indicator. *Research Policy*, v. 25, p. 403-13, 1996.
- DIERICKX, I.; COOL, K. Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management Science*, v. 35, p. 1504-11, 1989.
- EVANGELISTA, R. et al. Nature and impact of innovation in manufacturing: some evidence from the Italian innovation survey. *Research Policy*, v. 26, p. 521-36, 1997.
- FALK, M. Diffusion of information technology, internet use, and the demand for heterogeneous labor. *ZEW discussion papers*, n. 01-48, 2001.
- FERREIRA, R. T. F.; MIGUEL, P. A. C. Análise comparativa de modelos conceituais de processos de inovação e a norma brasileira de gestão da inovação. *Exacta - EP*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 285-297, 2013.

- FICHMAN, R.; KEMERER, C. The assimilation of software process innovations: an organizational learning perspective. *Management Science*, v. 43, n. 10, p. 1345-1363, 1997.
- FLOR, M. L.; OLTRA, M. J. Identification of innovating firms through technological innovation indicators: an application to the Spanish ceramic tile industry. *Research Policy*, v. 33, p. 323-36, 2004.
- GARCÍA-MUIÑA, F. E.; NAVAS-LÓPEZ, J. E. Explaining and measuring success in new business: the effect of technological capabilities on firm results. *Technovation*, v. 27, n. 1, p. 30-46, 2007.
- GIOVANETTI, B.; MANEZES-FILHO, N. Tecnologia e demanda por qualificação na indústria brasileira. *Revista Brasileira de Economia*, v. 57, n. 3, p. 569-603, 2003.
- GREENAN, N.; MAIRESSE, J. Computers and productivity in France: some evidence. *NBER Working Paper*, n. 5836, 1996.
- GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Literature*, v. 28, p. 1661-707, 1990.
- GUAN, J.; MA, N. Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation*, v. 23, n. 9, p. 737-747, 2003.
- GUAN, J.C. et al. A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European Journal of Operational Research*, v. 170, p. 971-986, 2006.
- JACOBSSON, S.; OSKARSSON, C.; PHILIPSON, J. Indicators of technological activities –comparing educational, patent and R&D statistics in the case of Sweden, *Research Policy*, v. 25, p. 573-85, 1996.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall International, 1998.
- JONKER, M.; ROMIJN, H.; SZIRMAI, A. Technological effort, technological capabilities and economic performance: a case study of the paper manufacturing sector in West Java. *Technovation*, v. 26, n. 1, p. 121-134, 2006.
- KECHINSKI, C. P. et al. Análise do modelo de desenvolvimento de produto de uma empresa fabricante de produtos e soluções para o setor automotivo. *Exacta*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 81-88, 2010.
- KLEINKNECHT, A. Measuring R&D in small firms: how much are we missing, *Journal of Industrial Economics*, v. 36, p. 253-6, 1987.
- LALL, S. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, v. 20, p. 65-186, 1992.
- LAU, A. K. W., YAM, R. C. M. and TANG, E. P. Y. The impact of technological innovation capabilities on innovation performance. An empirical study in Hong Kong. *Journal of Science and Technology Policy in China*, v. 1, n. 2, p. 163-186, 2010. DOI 10.1108/17585521011059893
- LAWLESS, M. J.; FISHER, R. J. Sources of durable competitive advantage in new products. *Journal of Product Innovation Management*, v. 17, p. 35-43, 1990.
- LICHT, G.; MOCH, D. Innovation and information technology in services. *Canadian Journal of Economics*, v. 32, n. 2, p. 363-383, 1999.
- MENDONÇA, M.; FREITAS, F.; SOUZA, J. Tecnologia da informação e produtividade e na indústria brasileira. *Revista de Administração de Empresas*, v. 49, n. 1, p. 74-85, 2009.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. *The knowledge creating company*: how Japanese companies create the dynamics of innovation. New York, NY: Oxford University Press, 1995.
- OECD. *Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*. Versão FINEP, 2004.
- PANDA, H.; RAMANATHAN, K. Technological capability assessment of a firm in the electricity sector. *Technovation*, v. 16, n. 10, p. 561-588, 1996.
- PAGANETTO, L.; BECCHETTI, L.; BEDOYA, D. The impact of IT investment on productivity and efficiency. In: PAGANETTO, L. (ed.). *Knowledge economy, information technologies and growth*. Hampshire: ASHGATE, chp 8, p. 215-266, 2004.
- PATEL, P.; PAVITT, K. Large firms in the production of the world's technology: an important case of non-globalization. *Journal of International Business Studies*, v. 22, p. 1-21, 1991.
- PATEL, P.; PAVITT, K. The technological competencies of the world's largest firms: complex and path-dependent, but not much variety. *Research Policy*, v. 13, p. 343-73, 1997.
- PETERAF, M. The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic Management Journal*, v. 14, n. 3, p. 179-91, 1993.
- ROGER, E. *The diffusion of innovations*. New York: The Free Press, 4th ed., 1995.
- ROMETTY, G. Expanding the innovation horizon: the global CEO study. [S.l.]: IBM Global Business Services, 2006.
- ROMIJN, H.; ALBALADEJO, M. Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. *Research Policy*, v. 31, p. 1053-67, 2002.
- SLOW, R. *We'd better watch out*. The New York Times, New York, Book Review, n. 36, 1987.

SOUTARIS, V. Technological trajectories as moderators of firm-level determinants of innovation. *Research Policy*, v. 31, p. 877-98, 2002.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Managing innovation*. 2nd. ed. New York, NY: Wiley, 2001.

TIGRE, P. B. Implantação da gestão da inovação. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 5 n. 2, 2006.

UNCTAD. New approaches to science and technology cooperation and capacity building. New York: UNCTAD, 2009.

WAN, D.; ONG, C. H.; LEE, F. Determinants of firm innovation in Singapore, *Technovation*, v. 25, n. 3, p. 261-73, 2003.

WILLIAMS, A. *Creativity, invention and innovation*. [S.l.]: Allen & Unwin, 1999.

YAM, R. C. M. et al. An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy*, v. 33, p. 1123-40, 2004.

Recebido em 5 abr. 2014 / aprovado em 13 maio 2014

Para referenciar este texto

CAVALCANTI, A. M. et al. Modelo de seleção de características das tecnologias capazes de inovação em TIC. *Exacta - EP*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 69-82, 2014.