

## **Revisão sistemática da literatura sobre prospecção de tecnologias futuras: características, desafios e tendências**

**DONIZETI LEANDRO DE SOUZA**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)  
souza.doni@yahoo.com.br

**ANDRE LUIZ ZAMBALDE**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)  
zambaufla@gmail.com

## **Introdução**

Decisões estratégicas sobre tecnologias emergentes e suas implicações na sociedade se mostram vitais para governos, empresas e demais instituições envolvidas nos sistemas de inovação (PORTER et al., 2004). Neste contexto, diversos métodos de prospecção têm contribuído para que gestores, pesquisadores e decisores políticos explorem, criem ou avaliem tecnologias futuras para apoiar processos decisórios, especialmente nas atividades de CT&I, considerando os fatores externos e internos.

## **Problema de Pesquisa e Objetivo**

Apesar do crescente interesse pela análise de tecnologias futuras, percebe-se que os estudos têm sido desenvolvidos de forma isolada (COELHO, 2003). Assim, o objetivo do artigo é sistematizar os estudos relacionados à prospecção de tecnologias futuras por meio de análises bibliométricas e semânticas, com o propósito de identificar as principais características dos estudos e apontar os desafios e as tendências de pesquisas para o avanço da temática no âmbito acadêmico e empresarial.

## **Fundamentação Teórica**

Na literatura sobre prospecção é possível identificar muitas formas de análise, incluindo “technology forecasting”, “technology foresight”, “technology intelligence”, dentre outras. Isso tem gerado confusão e fragmentação dos estudos (COELHO, 2003; PORTER et al., 2004; SARDAR, 2010). Surge, assim, a necessidade de uma revisão sistemática da literatura para identificar as características e apontar desafios e tendências para o avanço dos estudos, especialmente no campo da estratégia e da inovação.

## **Metodologia**

Os artigos foram selecionados na base Web of Science por meio dos termos “Technology Forecast”, “Technology Foresight”, “Technology Future”, “Technology Roadmap” e “Technology Intelligence”. Os 179 artigos identificados foram analisados por meio da bibliometria (publicações e citações; principais pesquisadores, países e instituições; principais periódicos e áreas de pesquisa) e de análises semânticas (tipos de pesquisa; níveis de análise; principais aplicações empíricas e métodos utilizados).

## **Análise dos Resultados**

Os resultados indicam um crescente interesse pelos métodos de prospecção relacionados à análise de tecnologias futuras, no qual tem se presenciado um número crescente de pesquisadores, instituições e publicações em diversas áreas de pesquisa. No entanto, os estudos se mostram fragmentados, com predomínio de estudos qualitativos e pequenos grupos de pesquisadores e instituições, o que representa uma limitação pela falta de consolidação e amadurecimento das pesquisas.

## **Conclusão**

As principais tendências dos estudos se referem à combinação de métodos de prospecção e a maior utilização dos mesmos para a gestão de tecnologias e atividades de P&D. Já os principais desafios se referem à consolidação dos estudos e metodologias sobre prospecção; desenvolvimento de pesquisas em áreas emergentes e a aplicação de métodos prospectivos em universidades, o que poderia contribuir para o direcionamento de pesquisas científicas e otimização de recursos aplicados em atividades de CT&I.

## **Referências Bibliográficas**

COELHO, G. M. Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais. Rio de Janeiro: Projeto CT-Petro Tendências Tecnológicas, 2003.

PORTER, A. L. et al. Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 71, n. 3, p. 287-303, 2004.

SARDAR, Z. The Namesake: Futures; futures studies; futurology; futuristic; foresight - What's in a name? *Futures*, v. 42, n. 3, p. 177-184, 2010.

# REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE PROSPECÇÃO DE TECNOLOGIAS FUTURAS: Características, Desafios e Tendências

## 1 Introdução

As mudanças geradas pela sociedade do conhecimento intensificaram não somente os níveis de incerteza, como também a complexidade de informações nos processos de tomadas de decisão. Assim, questões relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, incluindo a análise de políticas relacionadas à alocação de recursos, estratégias de P&D, avaliação de novos produtos, processos, tecnologias e a identificação de oportunidades futuras têm se tornado cada vez mais complexas (MILES; KEENAN; KAIVO-OJA, 2003).

Além de complexas, decisões estratégicas sobre tecnologias emergentes, e suas implicações na sociedade, se mostram vitais para governos, empresas e demais instituições envolvidas nos sistemas de inovação (PORTER et al., 2004). Neste sentido, diversos métodos de prospecção têm contribuído para que gestores, pesquisadores e decisores políticos explorem, criem ou avaliem eventos futuros para apoiar processos decisórios (COELHO, 2003; REIS; VINCENZI; PUPO, 2016).

No âmbito da inovação, os métodos de prospecção têm sido utilizados como ferramentas capazes de orientar os esforços empreendidos nas atividades de CT&I. A partir da década de 1980, diversos autores perceberam que o fenômeno da inovação implicava em mudanças de métodos e propósitos nas atividades de prospecção, emergindo novas propostas, metodologias e definições para a análise de tecnologias futuras (AMPARO; RIBEIRO; GUARIEIRO, 2012; LOYARTE et al., 2015).

Tais estratégias têm considerado os fatores externos, como a natureza das mudanças tecnológicas e as demandas da sociedade, além de considerar os fatores internos, como disponibilidade de infraestrutura, *know-how* técnico, recursos humanos e recursos financeiros para o desenvolvimento da capacidade tecnológica nos ambientes: micro (organizações), meso (setores econômicos) e macro (sistemas de inovação).

Apesar do crescente interesse de gestores e especialistas pela análise de tecnologias futuras, algumas lacunas ainda persistem para o avanço da temática na literatura. Dentre os pontos cruciais, Coelho (2003) destaca a confusão de terminologias da área, as conexões com processos políticos e sociais mais amplos e a ligação entre as atividades de prospecção com outras ferramentas e metodologias da gestão estratégica.

Porter et al. (2004) afirmam que existem muitas formas sobrepostas de análise sobre tecnologias futuras, representadas por uma diversidade de práticas e modelos. No entanto, percebe-se que os estudos sobre a temática têm sido desenvolvidos de forma isolada, atendendo objetivos específicos e com pouca troca de experiências e informações.

Neste sentido, o objetivo deste artigo é sistematizar os estudos relacionados à prospecção de tecnologias futuras por meio de análises bibliométricas e semânticas, com o propósito de identificar as principais características dos estudos e apontar os desafios e as tendências de pesquisas para o avanço da temática no âmbito acadêmico e empresarial.

Tais compreensões poderão contribuir para o avanço de pesquisas no campo da estratégia e da inovação, tanto na perspectiva macro (políticas de CT&I, sistemas de inovação, desenvolvimento socioeconômico), como na perspectiva micro (estratégias de planejamento e gestão de tecnologias e inovações).

## 2 Abordagens de estudos orientados para a prospecção de tecnologias futuras

Em seu sentido mais amplo, os estudos do futuro (*future studies*) se referem a qualquer atividade relacionada à melhoria de compreensão sobre resultados futuros, considerando as escolhas e as ações no presente (AMARA; SALANCIK, 1972). Desta perspectiva, emergem uma diversidade de abordagens, taxonomias e metodologias em diferentes estágios de evolução, contribuindo para uma crise de identidade sobre o significado das diferentes terminologias existentes (SARDAR, 2010; KUOSA, 2011).

Entre os termos mais utilizados na literatura internacional, Coelho (2003) destaca o emprego de “*forecast(ing)*”, “*foresight(ing)*” e “*future studies*” nos estudos derivados do idioma inglês e o emprego de “*futuribles*” e “*la prospective*” no idioma francês. No Brasil tem sido comum o uso de “prospecção”, “prospecção tecnológica” e “estudos de futuro”. Tendo em vista a quantidade de interpretações possíveis, tais termos se tornaram denominações genéricas e não isentas de controvérsias, seja no que se refere às tecnologias e seus impactos ou às questões sociais da atualidade (COELHO, 2003; SANTOS, et al. 2004).

No campo tecnológico, Porter et al. (2004) destacam que a literatura sobre prospecção de tecnologias futuras apresenta muitas formas sobrepostas de análise, incluindo “*technology forecasting*”, “*technology foresight*”, “*technology roadmapping*”, “*technology intelligence*”, dentre outras abordagens e metodologias. Isso tem gerado considerável confusão e fragmentação dos estudos, dificultando a consolidação de metodologias e abordagens (PORTER et al., 2004; SANTOS et al., 2004, KUOSA, 2011).

Por *Technology Forecasting* compreendem-se os processos sistemáticos capazes de descrever a emergência, o desempenho, os recursos ou os impactos de uma tecnologia em algum momento no futuro. Geralmente os estudos relacionados ao *Technology Forecasting* se concentram em tecnologias emergentes ou específicas, assim como processos de inovações incrementais ou disruptivos. Esta abordagem visa identificar os esforços necessários para “prever” tendências tecnológicas futuras e fornecer informações detalhadas para a gestão de P&D e processos de inovações (COATES et al., 2001; COELHO, 2003; PORTER et al, 2004; YOON; PARK, 2007; JUN; SUNG PARK; SIK JANG, 2012).

Os estudos relacionados ao *Technology Foresight* têm como objetivo identificar áreas estratégicas para o desenvolvimento de políticas ou ações de CT&I capazes de produzir um futuro desejável. Na literatura é comum o conceito de “*foresight*” se confundir com o conceito de “*forecast*”. No entanto, a abordagem “*foresight*” representa uma visão de futuro menos previsível e determinista, como geralmente são atribuídos os estudos da abordagem “*forecast*” (GRUPP; LINSTONE, 1999; COELHO, 2003; MILES; KEENAN; KAIVO-OJA, 2003).

No campo da ciência e da tecnologia, o *Technology Roadmapping* (TRM) tem se destacado como um dos principais métodos de prospecção sobre tecnologias futuras, assumindo dois propósitos principais: (i) inovação, incluindo tecnologia, gestão, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e (ii) níveis de estratégias organizacionais. Os estudos relacionados ao TRM visam mapear tendências de um campo científico e antecipar oportunidades de negócios nos mais variados setores econômicos, políticos ou sociais, impulsionando o desenvolvimento de produtos, plataformas de negócios, tecnologias e inovações (PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2004; RINNE, 2004; WALSH, 2004; LEE; PARK, 2005; CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013).

Por fim, compreendem-se por *Technology Intelligence* as atividades relacionadas com a coleta, gestão, análise e disseminação de informações sobre tendências tecnológicas. Geralmente os estudos relacionados ao termo *Technology Intelligence* incluem estratégias de monitoramento e análise de tecnologias, mercados, inovações, concorrência, dentre outros

fatores estratégicos (COELHO, 2003; LICHTENTHALER, 2003; YOON, 2008; VEUGELERS; BURY; VIAENE, 2010; YOON; KIM, 2012; CHEN et al., 2015).

O principal foco dos estudos sobre *Technology Intelligence* se refere à possibilidade de identificar tendências tecnológicas e inovações por meio de grandes volumes de informações criadas pela internet ou por sistemas empresariais, algo que não seria possível em outras metodologias que geralmente utilizam informações baseadas na opinião de especialistas para atividades de prospecção (LICHTENTHALER, 2003; YOON, 2008; VEUGELERS; BURY; VIAENE, 2010; YOON; KIM, 2012; CHEN et al., 2015).

Na tentativa de propor um quadro orientador relacionado às diferentes terminologias apresentadas, Porter et al. (2004) apresentam um conceito “guarda-chuva” denominado de “*Technology Futures Analysis (TFA)*”. Tal proposta busca relacionar os estudos sobre prospecção de tecnologias futuras e suas interações com a sociedade, tendo como propósitos: (i) identificar ações destinadas a produzir um futuro desejável, (ii) produzir julgamentos sobre tecnologias emergentes, (iii) desenvolver rotas tecnológicas, assim como (iv) avaliar os potenciais impactos de uma tecnologia no futuro (PORTER et al., 2004).

Segundo Porter et al. (2004), as diferentes terminologias envolvidas nos estudos de tecnologias futuras apresentam uma diversidade de métodos de prospecção, com objetivos e características específicos. Tais métodos podem ser agrupados em nove categorias, são eles: (1) Opinião de especialistas; (2) Cenários; (3) Análise de tendências; (4) Avaliação e decisão; (5) Modelagem e simulação; (6) Criatividade; (7) Métodos descritivos e matrizes; (8) Métodos estatísticos e (9) Monitoramento e sistemas de inteligência.

Alguns métodos visam coletar informações, enquanto outros buscam entender interações entre eventos, tendências e ações. Alguns métodos são definitivos, enquanto outros lidam com incertezas. Ademais, os métodos podem assumir julgamentos “*hard*” (quantitativo, empírico e numérico) ou “*soft*” (qualitativo, baseado em julgamentos e conhecimentos tácitos), além de processos normativos (início do processo com a percepção das necessidades futuras) ou exploratórios (início do processo com a extrapolação das capacidades tecnológicas atuais). Assim, não é possível considerar uma categoria como a melhor, pois todas apresentam vantagens e desvantagens (PORTER et al., 2004; REIS; VINCENZI; PUPO, 2016).

Diante da diversidade de terminologias, abordagens e metodologias apresentada, surge a necessidade de um estudo sistemático da literatura com o propósito de identificar características e apontar desafios e tendências para o avanço dos estudos orientados para a prospecção de tecnologias futuras, especialmente no campo da estratégia e da inovação.

### 3 Procedimentos metodológicos

Para sistematizar os estudos sobre prospecção de tecnologias futuras, a estratégia metodológica abrange abordagens híbridas de investigação. Buscou-se identificar os periódicos e as áreas de pesquisas mais frequentes, os pesquisadores, países e as instituições mais relevantes, além das metodologias e níveis de análise predominantes, de forma a identificar as principais características e apontar desafios e tendências de pesquisas futuras. Para isso a pesquisa adotou-se os seguintes procedimentos metodológicos:

**1ª Etapa – Estratégia de busca:** Os artigos foram pesquisados na coleção principal da *Web of Science (WoS)*, sendo esta uma das principais bases de pesquisas no cenário internacional, incluindo estudos de outras bases, como Scopus, ProQuest e Wiley. A WoS fornece um conjunto de metadados essencial para análises sistemáticas, incluindo áreas de estudos, lista de pesquisadores, instituições, dentre outras informações. Com base no estudo de Porter et al. (2004), os artigos foram selecionados pelos termos: “*Technology Forecast*”, “*Technology*

*Foresight*”, “*Technology Future*”, “*Technology Roadmap*” e “*Technology Intelligence*”, sendo utilizado o caractere de truncagem (\*) para ampliar a busca por termos similares. Optou-se por pesquisar os termos utilizando o campo “títulos”, valorizando a relevância dos resultados da pesquisa em relação à temática investigada. Por fim, optou-se por selecionar os artigos publicados até o ano de 2015, sendo identificado um total de 713 registros.

**2ª Etapa – Refinamento e seleção dos estudos:** Num primeiro momento os registros foram refinados com base nos seguintes critérios: (i) tipo de documentos (397 registros excluídos), sendo considerados apenas os registros classificados como “artigos”; (ii) veículo de publicação (21 registros excluídos), sendo excluídos os registros publicados em “conferências”; (iii) idioma (10 registros excluídos), sendo considerados apenas os registros publicados em inglês e (iv) disponibilidade de acesso (98 registros excluídos), sendo considerados apenas os registros com a disponibilidade dos resumos para facilitar a coleta de dos metadados necessários para a análise bibliométrica. Num segundo momento, foram lidos e analisados os resumos dos 187 artigos resultantes da primeira etapa de refinamento para avaliar o alinhamento dos mesmos quanto ao escopo da temática pesquisada. Nesta fase foram eliminados oito registros por não tratarem de assuntos relacionados à prospecção. A seleção final para a análise bibliométrica foi então composta por 179 artigos.

**3ª Etapa – Análise bibliométrica:** Definida a seleção dos artigos, procedeu-se a análise bibliométrica com base nos seguintes tópicos: (i) evolução de publicações e citações; (ii) principais pesquisadores, países e instituições; (iii) principais periódicos e (iv) principais áreas de pesquisa. O objetivo desta etapa é descrever as principais características, desafios e tendências dos estudos sobre prospecção de tecnologias futuras, utilizando a bibliometria como o elemento principal da comunicação do conhecimento.

**4ª Etapa - Codificação e tabulação dos artigos (análise semântica):** Devido à necessidade de uma análise mais profunda dos artigos identificados, nesta etapa foram considerados apenas os artigos com disponibilidade de textos na íntegra (64 registros excluídos). Os 115 artigos selecionados foram codificados e tabulados por meio de planilhas eletrônicas, sendo analisados com base nas seguintes variáveis: (i) tipos de pesquisa; (ii) níveis de análise; (iii) principais aplicações empíricas e (iv) principais métodos de prospecção utilizados.

Para análise dos dados foi utilizado o software Sitkis (SCHILDT, 2002) para importar metadados a partir da base WoS e os softwares UCINET<sup>®</sup> (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002) e NetDraw<sup>®</sup> (BORGATTI, 2002) para o desenvolvimento de redes de citação (principais pesquisadores) e áreas de pesquisa.

## **4 Resultados e discussão**

A análise dos resultados foi organizada em duas etapas. A primeira etapa se refere à descrição dos resultados da análise bibliométrica, destacando a evolução de publicações e citações, os principais pesquisadores, países, instituições e periódicos e as principais áreas de pesquisa. A segunda etapa se refere aos resultados da análise semântica, destacando os tipos de pesquisa, os níveis de análise, as principais aplicações empíricas e os principais métodos de prospecção utilizados na literatura.

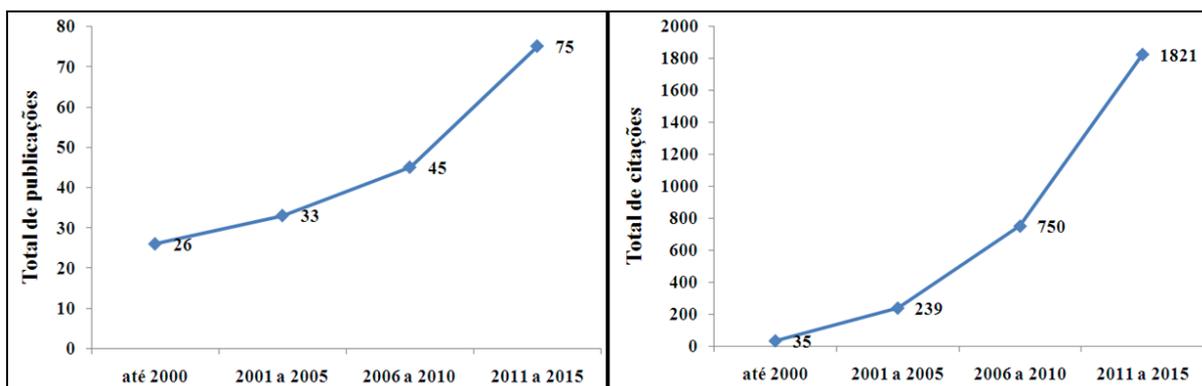
### **4.1 Análise bibliométrica dos estudos sobre prospecção de tecnologias futuras**

Ao analisar a frequência de publicações é possível identificar um crescimento constante dos estudos, especialmente nos últimos anos, período em que as publicações acadêmicas aumentaram, consideravelmente, em virtude do recente interesse das empresas e

da própria academia em avaliar os resultados dos métodos utilizados na prospecção de tecnologias futuras (AMER; DAIM, 2010; CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013).

O crescimento do interesse pelos estudos sobre prospecção de tecnologias futuras pode ser analisado pelo conjunto de dados do Gráfico 1, no qual indica um aumento expressivo no número de publicações e citações nos últimos anos, alcançando 75 publicações e 1.821 citações, respectivamente, apenas no período de 2011 a 2015.

**Gráfico 1 – Evolução das publicações e citações sobre prospecção de tecnologias futuras**



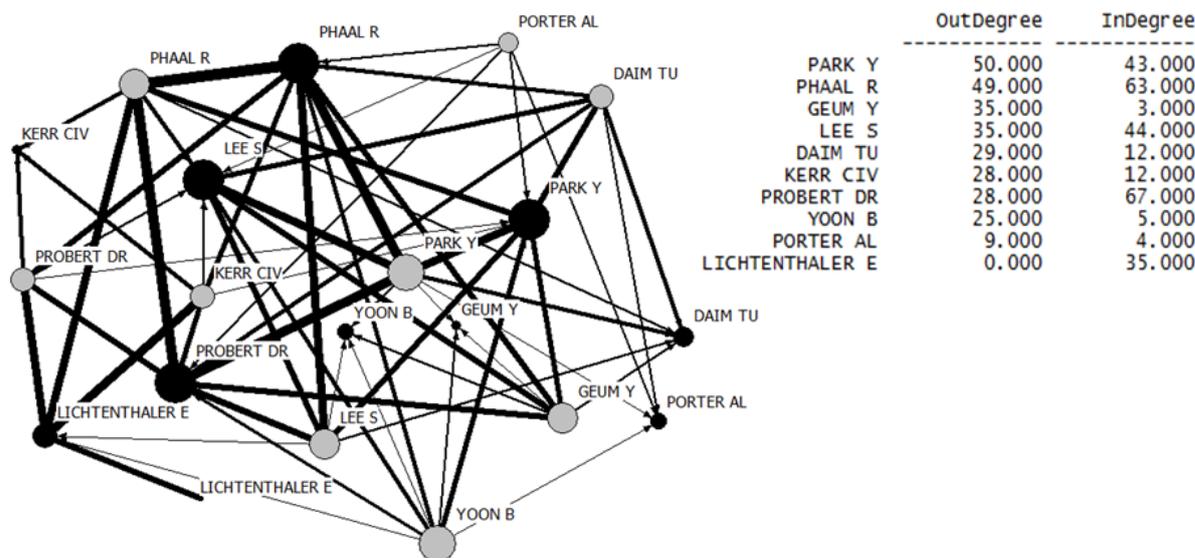
**Fonte:** Dados da pesquisa.

A análise bibliométrica identificou um total de 401 pesquisadores, de 208 empresas ou instituições de pesquisas, aos quais 347 (86,53%) tiveram apenas um único artigo publicado. Pelos resultados é possível notar um crescente interesse de empresas e da própria academia nas pesquisas sobre o tema, uma vez que foi evidenciado um número expressivo de pesquisadores e instituições. No entanto, os resultados indicam que os estudos se mostram fragmentados, com pequenos grupos de pesquisadores e instituições dedicados à temática, o que contribui para uma crise de identidade nos estudos relacionados à prospecção de tecnologias futuras (PORTER et al., 2004; SARDAR, 2010; KUOSA, 2011).

Entre os países com o maior número de publicações, destaque para Estados Unidos, com 44 artigos (24,58%), Coreia do Sul, com 32 artigos (17,88%) e Inglaterra, com 27 artigos (15,08%), juntos, estes países representam 57,54% dos artigos analisados. Em relação às instituições com o maior número de publicações, destacam-se a Seoul National University (Coreia do Sul), presente em 20 artigos, a Universidade de Cambridge (Inglaterra), presente em 14 artigos, a Oregon University System e a Portland State University, presentes em 13 artigos (Estados Unidos), respectivamente.

Em relação aos pesquisadores mais citados nos 179 artigos investigados, destaque para Robert Phaal, com um total de 186 citações, Ronald N. Kostoff, com um total de 113 citações, e Alan L. Porter, com um total de 54 citações. Já os artigos mais citados se referem ao estudo de Phaal, Farrukh e Probert (2004), intitulado “*Technology roadmapping - A planning framework for evolution and revolution*”, com 220 citações na WoS (até 2015), seguido pelo estudo de Kostoff e Scaller (2001), intitulado “*Science and technology roadmaps*”, com 198 citações, e pelo estudo de Kani et al. (2009), intitulado “*Next-Generation PON-Part I: Technology Roadmap and General Requirements*”, com 103 citações.

Entre os pesquisadores com maior frequência de publicações, destacam-se: Robert Phaal com 14 artigos publicados e Yongtae Park com 13 artigos publicados. Outros pesquisadores também se destacam pela quantidade de publicações e números de citações, conforme apresentado na rede de citação da Figura 1.



**Figura 1 – Rede de citação dos dez pesquisadores com maior frequência de publicações**

**Fonte:** Dados da pesquisa.

A rede de citação representa os dez pesquisadores com o maior número de publicações entre os artigos analisados, considerando o grau de centralidade (tamanho dos nós) de cada pesquisador e a frequência das citações (espessura dos laços). Os círculos claros indicam os pesquisadores que fizeram citações a outros pesquisadores da rede (*out degree*), enquanto os círculos escuros indicam os pesquisadores que foram citados (*in degree*) por outros pesquisadores da rede.

Percebe-se que Yongtae Park e Robert Phaal apresentam os maiores níveis de centralidade de saída (*out degree*), sendo os pesquisadores que mais citaram os demais pesquisadores da rede (não considerando as autocitações). Por outro lado, os pesquisadores David R. Probert e Robert Phaal apresentam os maiores níveis de centralidade de entrada (*in degree*), sendo os pesquisadores mais citados na rede analisada (não considerando as autocitações). Tais métricas se mostram importantes para representar os principais pesquisadores com influência na rede, tanto em relação ao número de publicações, como em relação à relevância dos pesquisadores mencionados (BORGATTI; FOSTER, 2003).

Para identificar os principais periódicos sobre prospecção de tecnologias futuras foi desenvolvido um índice de classificação por meio da seguinte equação:  $IP = NP \times JCR$ , em que IP indica o impacto de cada periódico a partir de duas informações centrais: (i) número de publicações (NP) entre os artigos analisados e (ii) o fator de impacto do periódico, obtido a partir do *Journal Citation Report* (JCR).

Percebe-se que o periódico “Technological Forecasting and Social Change”, com 47 publicações e fator de impacto de 2,06, representa o principal periódico sobre prospecção de tecnologias futuras, tanto em relação à quantidade de publicações, como em relação ao fator de impacto (JCR). Tal resultado pode ser complementado pela frequência de citações identificadas pelo software Sitkis, indicando que este periódico teve um total de 820 citações entre os artigos analisados, resultado muito superior aos demais periódicos sobre o tema.

Em relação às principais áreas de pesquisa, percebe-se que os estudos se mostram multidisciplinares (MILES; KEENAN; KAIVO-OJA, 2003). No entanto, três áreas de pesquisa têm se mostrado predominantes: (i) negócios e economia, presente em 116 artigos analisados, (ii) engenharia, presente em 73 artigos analisados e (iii) administração pública, presente em 59 artigos analisados.

Percebe-se que os estudos na área de negócios e economia têm se concentrado nas estratégias de planejamento e tomadas de decisão para a gestão de tecnologias, inovações e políticas de C&T (foco em governos e empresas). Nas engenharias os estudos têm se concentrado na identificação e desenvolvimento de tecnologias emergentes para os processos de P&D e desenvolvimento de novos produtos (foco em empresas). Por fim, os estudos da administração pública têm se concentrado em programas de C&T e planejamento prospectivo em diversos países (foco em governos). A Tabela 1 apresenta as áreas mais frequentes nos estudos de prospecção de tecnologias futuras.

**Tabela 1 – Principais áreas dos estudos sobre prospecção de tecnologias futuras\***

Áreas de pesquisa	até 2000	2001 a 2005	2006 a 2010	2011 a 2015	Total
Negócios e Economia	17	26	30	43	116
Engenharia	10	15	21	27	73
Administração Pública	11	11	17	20	59
Ciências da Computação	1	3	4	12	20
Gestão de Operações	2	4	7	4	17
Outros tópicos de C&T	1	2	3	8	14

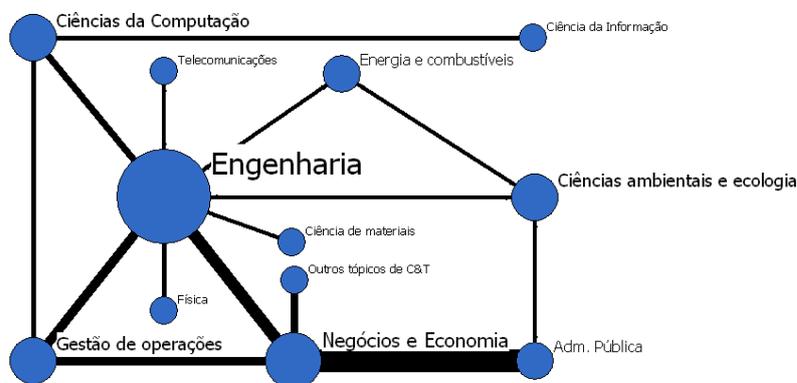
\*A *Web of Science* pode classificar um mesmo estudo em mais de uma área.

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Os resultados indicam que as principais áreas de pesquisas apresentam tendências de altas, sem alterações significativas no período analisado. Destaca-se o crescimento dos estudos na área de ciências da computação, com forte tendência de alta nos últimos anos. O crescimento desta área deu-se, principalmente, pela incorporação de novos métodos de prospecção derivados de sistemas computacionais, entre eles a bibliometria, a Triz (teoria da resolução inventiva de problemas) e a lógica Fuzzy.

Conforme apresentado na Figura 2, o estímulo ao surgimento e fortalecimento de estudos em outras áreas de pesquisa pode ser explicado pela comunicação e influência da área de engenharia com outras áreas de pesquisa, como energia e combustíveis, telecomunicações e ciências ambientais e ecologia, as quais têm se mostrado áreas emergentes nos últimos anos. No entanto, tais áreas de pesquisa ainda se mostram incipientes, representando novos desafios para o avanço dos estudos sobre prospecção de tecnologias futuras.

**Figura 2 – Relações entre as principais áreas de pesquisa sobre prospecção de tecnologias futuras**



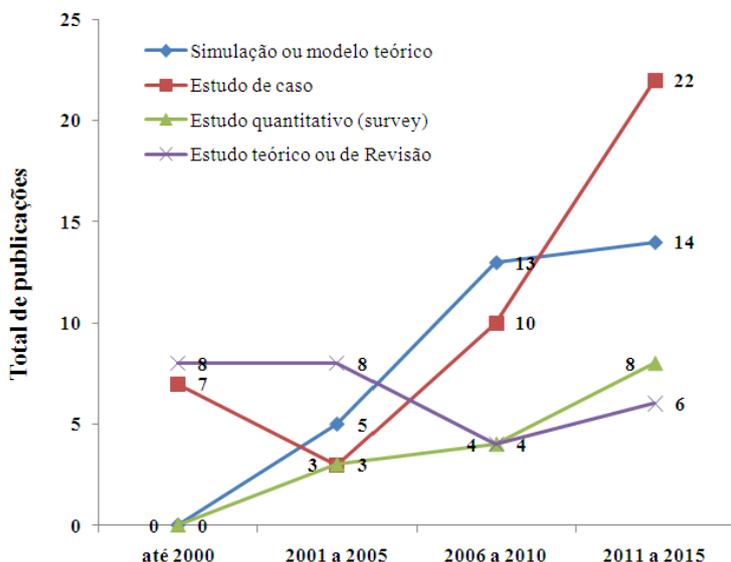
**Fonte:** Dados da pesquisa.

Ademais, ressalta-se a forte relação dos estudos relacionados à área de negócio e economia com as áreas de administração pública e engenharia, abrangendo tanto estudos focados em governos e programas de C&T (administração pública), como estudos focados em empresas e atividades de P&D para o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias, contribuindo para o fortalecimento dos estudos sobre prospecção de tecnologias futuras.

#### 4.2 Análise semântica dos estudos sobre prospecção de tecnologias futuras

Em relação aos tipos de pesquisa adotados, os resultados indicam que a maioria dos estudos utilizam abordagens qualitativas, sendo predominante o uso de estudos de casos específicos para avaliar resultados práticos dos métodos de prospecção (36,52% do total) ou a proposição de novas formas de prospecção por meio de modelos teóricos e simulação (27,83% do total), conforme apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Tendências temporais dos tipos de pesquisas sobre prospecção de tecnologias futuras



Fonte: Dados da pesquisa.

A predominância por estudos qualitativos que pode ser explicada por dois fatores principais: (i) a maioria das publicações está associada às pesquisas exploratórias, indicando que os estudos se encontram incipientes e em fase de consolidação (PORTER et al, 2004; CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013) ou (ii) existe uma preferência dos pesquisadores por metodologias qualitativas, especialmente por métodos de prospecção apoiados em julgamentos de especialistas e conhecimentos tácitos (MILES; KEENAN; KAIVO-OJA, 2003; PORTER et al., 2004; ZOLFANI et al., 2015).

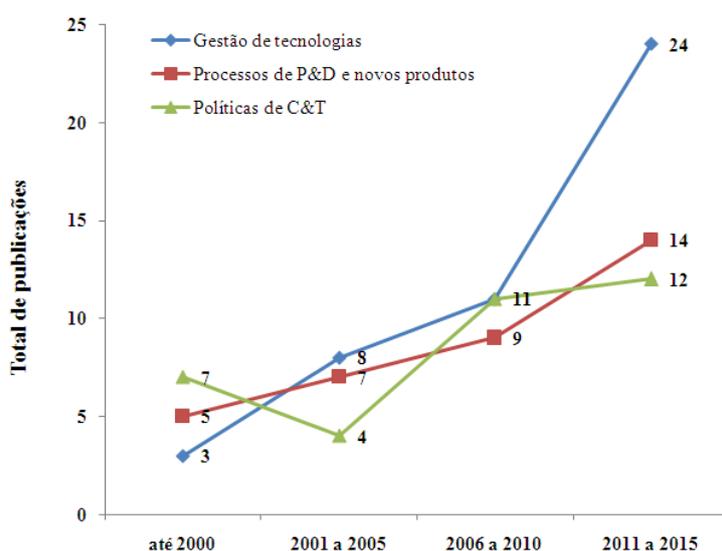
Pelo Gráfico 2 é possível identificar que os métodos de pesquisa envolvendo estudos de casos, métodos de simulação ou modelo teórico e estudos quantitativos (*survey*) apresentaram tendências de alta nos últimos anos, especialmente a partir de 2006. Já os estudos teóricos ou de revisão apresentaram uma leve tendência de queda, que pode ser explicada pelo maior interesse das empresas e da academia em avaliar os resultados práticos dos métodos de prospecção (AMER; DAIM, 2010; CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013).

Percebe-se, ainda, uma crescente tendência por estudos focados em contribuições metodológicas, por meio de novas metodologias, modelos teóricos ou estratégias de

prospecção baseados na combinação de métodos novos ou já existentes. Neste contexto, a combinação de métodos de prospecção tem se mostrado uma tendência emergente, em virtude da necessidade de melhorar a eficácia dos estudos prospectivos por meio de abordagens híbridas de investigação, o que tende a ampliar vantagens e reduzir desvantagens de métodos aplicados de forma isolada (PORTER et al., 2004; POSTMA et al., 2007; YOON; PARK, 2007; POPPER, 2008; ZHANG et al., 2014; STELZER et al., 2015; LI et al., 2015; VISHNEVSKIY; KARASEV; MEISSNER, 2015; REIS; VINCENZI; PUPO, 2016;).

Entre os níveis de análise, os estudos podem ser traduzidos em três importantes aspectos de investigação: (i) gestão de tecnologias (40% do total), (ii) processos de P&D e desenvolvimento de novos produtos (30,43%) e políticas de C&T (29,57%), conforme apresentado no Gráfico 3.

**Gráfico 3 – Tendências de análises nos estudos sobre prospecção de tecnologias futuras**



**Fonte:** Dados da pesquisa.

Até o ano de 2000 a maioria dos estudos se concentrava nas atividades de prospecção de governos, por meio de programas de C&T em países como Japão (KUWAHARA, 1999); Reino Unido (GEORGHIU, 1996); Austrália; Nova Zelândia (MARTIN; JOHNSTON, 1999), dentre outros (GRUPP; LINSTONE, 1999). No entanto, percebe-se que o interesse por estudos relacionados à gestão de tecnologias e atividades de P&D e desenvolvimento de novos produtos tem crescido nos últimos anos, em virtude do maior interesse de indústrias e centros de pesquisa (AMER; DAIM, 2010; CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013).

Enquanto os estudos sobre políticas de C&T estão mais relacionados à abordagem *Technology Foresight*, os estudos relacionados à gestão de tecnologias e processos de P&D e desenvolvimento de novos produtos estão mais relacionados às abordagens *Technology Forecasting*, tendo como foco o mapeamento de tecnologias futuras e a busca por informações detalhadas para a gestão de P&D e processos de inovações (PORTER et al, 2004; PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2004; RINNE, 2004; WALSH, 2004; LEE; PARK, 2005; YOON; PARK, 2007; JUN; SUNG PARK; SIK JANG, 2012).

As aplicações empíricas mais frequentes dos estudos se referem às indústrias de base tecnológica (55,65%), nos ramos da eletrônica, telecomunicações, informática, dispositivos médicos, farmacêutico, biotecnologia, automotivo, aeroespacial e de energia e combustíveis. Destacam-se ainda os estudos prospectivos em governos (29,57%) e empresas de setores

tradicionais (14,78%), como serviço, comércio e indústria em geral. Tais resultados indicam que os estudos prospectivos têm sido amplamente relacionados às empresas e governos.

Considerando que a universidade desempenha um importante papel na dinâmica da inovação ao contribuir para o desenvolvimento de pesquisas científicas, favorecer o desenvolvimento e a transferência de tecnologias, dentre outras atividades (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000; ETZKOWITZ, 2003; HAASE; ARAÚJO; DIAS, 2005), é possível identificar um importante gargalo nos estudos sobre prospecção, uma vez que não foram identificados estudos relacionados às universidades, surgindo novos desafios para a aplicação de métodos de prospecção em grupos de pesquisa, núcleos de inovação tecnológica, incubadoras de empresas, dentre outros setores da academia. Tais ações poderiam contribuir para o direcionamento mais eficiente de pesquisas científicas e otimizar recursos financeiros em atividades de CT&I (ZACKIEWICZ; BONACELLI; SALLES FILHO, 2005).

Por fim, com o propósito de identificar os métodos de prospecção em construtos amplos e analisar tendências de aplicações nos estudos prospectivos, os métodos mencionados nos artigos analisados foram agrupados segundo as categorias definidas por Porter et al. (2004), conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Métodos de prospecção identificados**

<b>Categorias</b>	<b>Métodos identificados</b>	<b>Abordagem predominante</b>	<b>Processo predominante</b>
<b>Métodos descritivos e matrizes</b>	Análise morfológica; Analogia; Análise organizacional; Análise de portfólios; Decisão de múltiplos critérios ( <i>Data Envelopment Analysis – DEA</i> ); QFD (Desdobramento da Função Qualidade) e <i>Roadmapping</i> .	Qualitativa	Exploratório
<b>Opinião de especialistas</b>	Delphi (pesquisa interativa); <i>Workshops</i> (especialistas), Entrevistas.	Qualitativa	Normativo / Exploratório
<b>Modelagem e simulação</b>	Simulação de cenários; Lógica Fuzzy (difusa); Rede Bayesiana; Redes Neurais e simulação de sistemas.	Quantitativa	Exploratório
<b>Métodos estatísticos</b>	Bibliometria (análise de patentes / <i>text mining</i> ); Curva S e Séries temporais.	Quantitativa	Normativo / Exploratório
<b>Monitoramento e Sistemas de inteligência</b>	Bibliometria (análise de patentes / <i>text mining</i> ) e monitoramento ambiental.	Qualitativa	Exploratório
<b>Criatividade</b>	<i>Workshops</i> (especialistas) e TRIZ (Teoria da Solução Inventiva de Problemas).	Quali-Quanti	Normativo / Exploratório
<b>Cenários</b>	Simulação de cenários.	Qualitativa	Normativo / Exploratório
<b>Avaliação / Decisão</b>	<i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP); QFD (Desdobramento da Função Qualidade); Decisão de múltiplos critérios ( <i>Data Envelopment Analysis – DEA</i> ).	Quantitativa	Normativo
<b>Análise de tendências</b>	Curva S e Séries temporais	Quantitativa	Normativo / Exploratório

**Fonte:** Adaptado de Porter et al. (2004, p. 290-291).

Segundo Porter et al. (2004, p. 289), alguns métodos são pragmáticos e buscam compilar informações para prever cenários futuros, enquanto outros lidam com incertezas e

buscam compreender interações entre eventos para identificar tendências ou visões do futuro. Além disso, os métodos tendem a diferenciar em relação às metodologias e processos, podendo assumir abordagens quantitativas (baseados em números) ou qualitativas (baseados em julgamentos e conhecimentos tácitos), além de processos normativos (percepção de necessidades futura) ou exploratórios (extrapolação das capacidades tecnológicas atuais).

Os resultados da análise semântica indicam que a categoria de “métodos descritivos e matrizes” se mostra a mais frequente nos estudos analisados (80 no total). Em geral, esta categoria representa métodos com abordagens, predominantemente, qualitativas e processos exploratórios, oferecendo visões de consenso (ou de futuro) por meio de mapas tecnológicos para os tomadores de decisão. Uma vantagem importante no uso dos “métodos descritivos e matrizes” é que eles podem reduzir a dependência da crença em modelos ou análises teóricas enganosas nas tomadas de decisões (REIS; VINCENZI; PUPO, 2016).

Pela Tabela 2 é possível notar um crescimento recente na utilização dos “métodos descritivos e matrizes”. Tal crescimento pode ser explicado pelo aumento de utilização do método *roadmapping*, presente em 46,96% dos artigos analisados. O *roadmapping* tem sido muito utilizado para mapear tendências de um campo científico ou antecipar oportunidades de negócios por meio de relações entre mercados, produtos e tecnologias, impulsionando o desenvolvimento de novos produtos, plataformas de negócios e inovações (PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2004; RINNE, 2004; CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013).

**Tabela 2 – Tendências de categorias dos métodos de prospecção identificados (até 2015)**

<b>Categorias</b>	<b>Até 2000</b>	<b>2001-2005</b>	<b>2006-2010</b>	<b>2011-2015</b>	<b>Total</b>
Métodos descritivos e Matrizes	5	9	28	38	80
Opinião de especialistas	13	16	11	15	55
Modelagem e simulação	10	4	12	12	38
Métodos estatísticos	0	4	13	19	36
Monitoramento e sistemas de inteligência	0	3	10	16	29
Criatividade	4	10	5	9	28
Cenários	8	2	9	8	27
Avaliação / Decisão	0	0	4	7	11
Análise de tendências	0	1	3	5	9

**Fonte:** Dados da pesquisa.

A categoria relacionada à “opinião de especialistas” também se destaca pela frequência de métodos identificados (55 no total). Em geral esta categoria representa métodos, predominantemente, qualitativos e normativo-exploratórios. Apesar de antigos nos estudos de prospecção, os métodos relacionados à “opinião de especialistas” têm sido amplamente utilizados até os dias atuais. Além de métodos tradicionais, como Delphi e entrevistas, painéis de especialistas e grupos focais também têm sido utilizados. Esses métodos se mostram importantes quando os eventos futuros são complexos, as informações disponíveis não são quantificáveis e as atividades futuras são especializadas (MILES; KEENAN; KAIVO-OJA, 2003; ZOLFANI et al., 2015).

Entre os métodos de “opinião de especialistas” mais frequentes, destacam o uso de *workshops* (presente em 20,87% dos artigos), sendo muito utilizados na elaboração de mapas tecnológicos (PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2004; WALSH, 2004), e o uso do método Delphi (presente em 19,13% dos artigos), sendo muito comum em investigações sobre

eventos futuros por meio de julgamentos de especialistas em processos interativos e estruturados de comunicação e aprendizagem (MILES; KEENAN; KAIVO-OJA, 2003).

As categorias de “métodos estatísticos” e de “monitoramento e sistemas de inteligência” também se destacam pelo crescimento de utilização nos últimos anos. Segundo Reis, Vincenzi e Pupo (2016), estas categorias têm sido utilizadas para monitorar fontes de informações relevantes em determinados campos do conhecimento, além de avaliar elementos capazes de influenciar determinados fenômenos. Nestas categorias, destaca-se o método da bibliometria (presente em 23,48% dos artigos), que consiste na aplicação de técnicas estatísticas capazes de monitorar e avaliar padrões de conhecimentos em publicações científicas e/ou pedidos de patentes, tendo sido utilizada para identificar tecnologias emergentes nos processos de inovação (YOON; PHAAL; PROBERT, 2008).

Apesar de terem sido criados há muito tempo, os métodos *roadmapping* e bibliometria têm emergido recentemente nos estudos de prospecção, motivados pelos avanços das tecnologias de informação e comunicação e pelo crescente interesse dos pesquisadores por novas abordagens metodológicas capazes de combinar métodos (novos e existentes) e aumentar a eficácia dos resultados desejados (POSTMA et al., 2007; YOON; PARK, 2007; POPPER, 2008; ZHANG et al., 2014; LI et al., 2015; STELZER et al., 2015; VISHNEVSKIY; KARASEV; MEISSNER, 2015).

Neste contexto, a sistematização dos diferentes métodos de prospecção se mostra importante, pois estudos recentes da literatura indicam que a combinação de métodos tem se mostrado uma importante estratégia para melhorar a eficácia das atividades de prospecção, uma vez que cada método apresenta vantagens e desvantagens, devendo ser utilizados de maneira híbrida (PORTER et al., 2004; POSTMA et al., 2007; YOON; PARK, 2007; POPPER, 2008; ZHANG et al., 2014; LI et al., 2015; STELZER et al., 2015; VISHNEVSKIY; KARASEV; MEISSNER, 2015; REIS; VINCENZI; PUPO, 2016).

## 5 Considerações finais

Os resultados apresentados indicam um crescente interesse de empresas e da própria academia pelos métodos de prospecção relacionados à análise de tecnologias futuras, especialmente nos últimos anos, período no qual tem se presenciado um número crescente de pesquisadores, instituições de pesquisa, publicações e citações. Percebe-se, ainda, que os estudos se mostram multidisciplinares, sendo emergentes em diversas áreas de pesquisa. No entanto, os estudos se mostram fragmentados, com predomínio de estudos qualitativos e pequenos grupos de pesquisadores e instituições dedicados à temática, o que representa uma limitação pela falta de consolidação e amadurecimento das pesquisas.

A predominância por estudos qualitativos pode ser explicada por dois fatores principais: (i) a maioria das publicações está associada às pesquisas exploratórias, indicando que os estudos sobre o tema se encontram incipientes e em fase de consolidação (PORTER et al., 2004; SARDAR, 2010; KUOSA, 2011; CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013) ou (ii) existe uma preferência dos pesquisadores por metodologias qualitativas, especialmente por métodos de prospecção apoiados em julgamentos de especialistas e conhecimentos tácitos (MILES; KEENAN; KAIVO-OJA, 2003; PORTER et al., 2004; ZOLFANI et al., 2015).

Entre as principais tendências identificadas, destacam-se: (i) maior interesse da área de ciências da computação sobre prospecção de tecnologias futuras; (ii) diminuição dos estudos teóricos ou de revisão; (iii) combinação de métodos prospectivos, especialmente sobre o uso do *roadmapping* e da bibliometria e (iv) maior utilização dos métodos de prospecção para a gestão de tecnologias e atividades de P&D.

Já os principais desafios se referem: (i) desenvolvimento de pesquisas em áreas emergentes, como energia e combustíveis, telecomunicações e ciências ambientais e ecologia; (ii) consolidação dos estudos e metodologias sobre prospecção de tecnologias futuras e (iii) aplicação de métodos prospectivos em universidades, o que poderia contribuir para o direcionamento mais eficiente de pesquisas científicas e otimizar recursos financeiros de agências de fomento e do próprio governo em atividades de CT&I.

Apesar das contribuições desse estudo, os resultados devem ser analisados com cautela, pois apresentam algumas limitações. A primeira refere-se aos possíveis vieses dos artigos investigados, uma vez que foram considerados apenas os artigos indexados à base *Web of Science*, não sendo analisados estudos publicados em outras bases. Outro fator limitante deve-se a interpretação dos artigos (análise semântica), pois, apesar de utilizar critérios metodológicos bem definidos, as categorias de análise se basearam na interpretação dos pesquisadores, estratégia que pode representar vieses na classificação e análise dos resultados.

Por fim, ressaltam-se as características, tendências e desafios identificados para o surgimento de novas agendas de estudos. Tais compreensões poderão contribuir para o avanço da literatura sobre prospecção de tecnologias futuras no campo da estratégia e da inovação, auxiliando gestores, pesquisadores e decisores políticos tanto na perspectiva macro (políticas de CT&I, sistemas de inovação, desenvolvimento socioeconômico), como na perspectiva micro (estratégias de planejamento e gestão de tecnologias e inovações).

## Referências

AMARA, R. C.; SALANCIK, G. R. Forecasting: From conjectural art toward science. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 3, p. 415-426, 1972.

AMER, M.; DAIM, T. U. Application of technology roadmaps for renewable energy sector. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 77, n. 8, p. 1355-1370, 2010.

AMPARO, K. K. S.; RIBEIRO, M. C. O.; GUARIEIRO, L. L. N. Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 17, n. 4, p. 195-209, 2012.

BORGATTI, S. P. Netdraw Network Visualization. **Analytic Technologies**: Harvard: MA, 2002.

BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. **Ucinet for Windows**: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.

BORGATTI, S. P.; FOSTER, P. The network paradigm in organizational research: a review and typology. **Journal of Management**, n. 29, v.6, p. 991-1013, 2003.

CARVALHO, M. M.; FLEURY, A.; LOPES, A. P. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, p. 1418-1437, 2013.

- CHEN, H. et al. A patent time series processing component for technology intelligence by trend identification functionality. **Neural Computing and Applications**, v. 26, n. 2, p. 345-353, 2015.
- COATES, V. et al. On the future of technological forecasting. **Technological forecasting and social change**, v. 67, n. 1, p. 1-17, 2001.
- COELHO, G. M. **Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro: Projeto CT-Petro Tendências Tecnológicas, 2003.
- ETZKOWITZ, H. Research groups as ‘quasi-firms’: the invention of the entrepreneurial university. **Research policy**, v. 32, n. 1, p. 109-121, 2003.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.
- GEORGHIOU, L. The UK technology foresight programme. **Futures**, v. 28, n. 4, p. 359-377, 1996.
- GRUPP, H.; LINSTONE, H. A. National technology foresight activities around the globe: resurrection and new paradigms. **Technological Forecasting and social change**, v. 60, n. 1, p. 85-94, 1999.
- HAASE, H.; ARAÚJO, E. C.; DIAS, J. Inovações vistas pelas patentes: exigências frente às novas funções das universidades. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 4, n. 2, jul/dez, p. 329-362, 2005.
- JUN, S.; SUNG PARK, S.; SIK JANG, D. Technology forecasting using matrix map and patent clustering. **Industrial Management & Data Systems**, v. 112, n. 5, p. 786-807, 2012.
- KANI, J. et al. Next-generation PON-part I: Technology roadmap and general requirements. **IEEE Communications Magazine**, v. 47, n. 11, p. 43-49, 2009.
- KOSTOFF, R. N.; SCHALLER, R. Science and technology roadmaps. **IEEE Transactions on engineering management**, v. 48, n. 2, p. 132-143, 2001.
- KUOSA, T. Evolution of futures studies. **Futures**, v. 43, n. 3, p. 327-336, 2011.
- KUWAHARA, T. Technology forecasting activities in Japan. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 60, n. 1, p. 5-14, 1999.
- LEE, S.; PARK, Y. Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 72, n. 5, p. 567-583, 2005.

LI et al. Integrating bibliometrics and roadmapping methods: A case of dye-sensitized solar cell technology-based industry in China. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 97, p. 205-222, 2015.

LICHTENTHALER, E. Third generation management of technology intelligence processes. **R&D Management**, v. 33, n. 4, p. 361-375, 2003.

LOYARTE, E. et al. Technology roadmapping (TRM) and strategic alignment for an applied research centre: a case study with methodological contributions. **R&D Management**, v. 45, n. 5, p. 474-486, 2015.

MARTIN, B. R.; JOHNSTON, R. Technology foresight for wiring up the national innovation system: experiences in Britain, Australia, and New Zealand. **Technological forecasting and social change**, v. 60, n. 1, p. 37-54, 1999.

MILES, I.; KEENAN, M.; KAIVO-OJA, J. **Handbook of knowledge society foresight**. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin, 2003. Disponível em: <<http://www.eurofound.europa.eu/publications/2003/other/handbook-of-knowledge-society-foresight>>, acesso em 21 de abril de 2016.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Technology roadmapping - a planning framework for evolution and revolution. **Technological forecasting and social change**, v. 71, n. 1, p. 5-26, 2004.

POPPER, R. How are foresight methods selected? **Foresight**, v. 10, n. 6, p. 62-89, 2008.

PORTER, A. L. et al. Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 71, n. 3, p. 287-303, 2004.

POSTMA, T. J. et al. Medical technology decisions in The Netherlands: How to solve the dilemma of technology foresight versus market research?. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 9, p. 1823-1833, 2007.

REIS, D. R.; VINCENZI, T. B.; PUPO, F. P. Técnicas de Prospecção: Um Estudo Comparativo. **Rev. Adm. Contemp.** v. 20, n. 2, p. 135-153, 2016.

RINNE, M. Technology roadmaps: Infrastructure for innovation. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 71, p. 67-80, 2004.

SANTOS, M. D. M. et al. Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. **Parcerias estratégicas**, v. 9, n. 19, p. 189-230, 2004.

SARDAR, Z. The Namesake: Futures; futures studies; futurology; futuristic; foresight - What's in a name? **Futures**, v. 42, n. 3, p. 177-184, 2010.

SCHILDT, H.A. **SITKIS**: Software for bibliometric data management and analysis. Institute of Strategy and International Business, Helsinki, 2002.

- STELZER, B. et al. Combining the scenario technique with bibliometrics for technology foresight: The case of personalized medicine. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 98, p. 137-156, 2015.
- VEUGELERS, M.; BURY, J.; VIAENE, S. Linking technology intelligence to open innovation. **Technological forecasting and social change**, v. 77, n. 2, p. 335-343, 2010.
- VISHNEVSKIY, K.; KARASEV, O.; MEISSNER, D. Integrated roadmaps and corporate foresight as tools of innovation management: the case of Russian companies. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 90, p. 433-443, 2015.
- WALSH, S. T. Roadmapping a disruptive technology: A case study: The emerging microsystems and top-down nanosystems industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 71, n. 1, p. 161-185, 2004.
- YOON, B. On the development of a technology intelligence tool for identifying technology opportunity. **Expert Systems with Applications**, v. 35, n. 1, p. 124-135, 2008.
- YOON, B.; PARK, Y. Development of new technology forecasting algorithm: Hybrid approach for morphology analysis and conjoint analysis of patent information. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 54, n. 3, p. 588-599, 2007.
- YOON, B.; PHAAL, R.; PROBERT, D. Morphology analysis for technology roadmapping: application of text mining. **R&d Management**, v. 38, n. 1, p. 51-68, 2008.
- YOON, J.; KIM, K. TrendPerceptor: A property–function based technology intelligence system for identifying technology trends from patents. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 3, p. 2927-2938, 2012.
- ZACKIEWICZ, M.; BONACELLI, M. B.; SALLES-FILHO, S. Estudos prospectivos e a organização de sistemas de inovação no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 115-121, 2005.
- ZHANG, Y. et al. How to combine term clumping and technology roadmapping for newly emerging science & technology competitive intelligence: “problem & solution” pattern based semantic TRIZ tool and case study. **Scientometrics**, v. 101, n. 2, p. 1375-1389, 2014.
- ZOLFANI, S. H. et al. Technology Foresight about R&D Projects Selection: application of SWARA method at the policy making level. **Engineering Economics**, v. 26, n. 5, p. 571-580, 2015.