

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA COM FOCO NAS PRINCIPAIS TÉCNICAS COMPUTACIONAIS E FERRAMENTAS GERENCIAIS APLICADAS AO PROCESSO DE *ROADMAPPING*

Karina Mendes Serrano (karinams@estudante.ufscar.br) – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar.

Glauco Henrique de Sousa Mendes (glauco@dep.ufscar.br) – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar.

Maicon Gouvêa de Oliveira (maicongdo@outlook.com) – Universidade Federal de Alfenas, Unifal.

RESUMO

O *roadmapping* surgiu em negócios de base tecnológica com a proposta de fomentar o alinhamento entre os objetivos estratégicos do negócio e o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias. Juntamente a este processo de *roadmapping*, técnicas computacionais e ferramentas gerenciais vêm sendo empregadas como suporte ao processo. Este trabalho tem por objetivo realizar uma análise bibliométrica com o foco justamente nestes itens de apoio ao processo de *roadmapping*. Neste sentido, redes de co-ocorrência de palavras-chaves e de referências foram empregadas na amostra de 129 artigos. Os resultados obtidos indicam que ferramentas de gestão e de auxílio à tomada de decisão, bem como técnicas de mineração de textos são os itens mais relevantes associados ao processo de *roadmapping*.

Palavras chave: *roadmapping*; *redes bibliométricas*; *ferramentas gerenciais*; *técnicas computacionais*

1. INTRODUÇÃO

No que se refere ao desenvolvimento e implementação de estratégias relacionadas as dimensões da inovação, a abordagem de *roadmapping* merece destaque (CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013; SCHIMPF; ABELE, 2019; VISHNEVSKIY; KARASEV; MEISSNER, 2016). O *roadmapping* surgiu em negócios de base tecnológica com a proposta de fomentar o alinhamento entre os objetivos estratégicos do negócio, principalmente relacionado às necessidades do mercado, com o desenvolvimento dos novos produtos e tecnologia (KAPPEL, 2001). Neste sentido destacam-se os exemplos pioneiros de *roadmapping* na Motorola (WILLYARD; MCCLEES, 1987) e na Philips (GROENVELD, 1997). Além de ser usado com foco no planejamento de produtos e tecnologias dentro das organizações, seus potenciais resultados levaram a sua aplicação em contextos setoriais e governamentais, visando apoiar o direcionamento setorial para a inovação (KOSTOFF; SCHALLER, 2001).

Esta aplicação em empresas, governos e outras instituições vêm se tornando cada vez mais popular se considerarmos as últimas décadas (CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013). Dada as diferentes necessidades enfrentadas por estas entidades, o *roadmapping* também foi se transformando e evoluindo para atender a estas necessidades (TIERNEY; HERMINA; WALSH, 2013), sendo conhecidas três gerações de *roadmapping*: i) o *roadmapping* de produto, ii) o *roadmapping* de tecnologia e iii) o *roadmapping* de inovação.

Além destas adaptações na arquitetura do *roadmap*, ferramentas gerenciais e técnicas computacionais também foram empregadas juntamente ao processo de *roadmapping* como forma de complementar este processo e superar algumas dificuldades encontradas. Lee e Park (2005), por exemplo, desenvolveram um sistema baseado na *web* para a fácil, eficiente e flexível introdução e condução do *roadmapping* nas organizações. Muitos autores também relataram que a dependência de especialistas para o desenvolvimento de *roadmaps* era uma tarefa que exigia muito tempo além de ser custosa (KAYSER; GOLUCHOWICZ; BIERWISCH, 2014; LEE *et al.*, 2006; MIAO *et al.*, 2020). Isso levou diversos estudos a empregarem técnicas de mineração de dados como uma alternativa aos especialistas, buscando informações relevantes de tecnologias e inovações em bases de patentes (*e.g.*, JEONG; YOON, 2015; LEE *et al.*, 2008), artigos científicos (*e.g.*, BILDOSOLA *et al.*, 2017; ZHOU *et al.*, 2019) e *websites* voltados para a área de inovação (*e.g.*, SON; KIM; KIM, 2020). Dado que o processo de planejamento de inovação envolve muitas incertezas e riscos (ILEVBARE; PROBERT; PHAAL, 2014; RUEFLI; COLLINS; LACUGNA, 1999),

ferramentas de auxílio à tomada de decisão (*e.g.*, KOCKAN; DAIM; GERDSRI, 2010) e o uso de análises de cenários (*e.g.*, HANSEN *et al.*, 2016; VAN DUIN *et al.*, 2016) também se destacam como complementos ao processo de *roadmapping*.

Considerando toda essa evolução do *roadmapping* e dada sua crescente aplicação em indústrias e academias, diversos autores buscaram efetuar a revisão da literatura com o intuito de consolidar o estado da arte referente ao *roadmapping*. Contudo, ainda existe uma lacuna na literatura sobre *roadmapping* no que diz respeito ao uso de ferramentas gerenciais e técnicas computacionais. Carvalho, Fleury e Lopes (2013) e Vatananan e Gerdri (2012) em suas revisões sistemáticas abordam de forma simplificada o uso de ferramentas de apoio ao *roadmapping*, contudo, uma revisão mais abrangente e detalhada sobre o assunto se faz necessária. Neste sentido, esta pesquisa visa responder a seguinte questão: ***Quais as principais ferramentas gerenciais e técnicas computacionais empregadas no processo de roadmapping?*** Para tanto, analisaram-se 129 artigos de revistas e congressos, aplicando técnicas de bibliometria e análise de redes. Os resultados apontam que ferramentas gerenciais e técnicas de mineração de dados têm ganhado destaque entre os pesquisadores da área. Este trabalho contribui para o avanço da literatura de *roadmapping*, principalmente no diz respeito ao uso de ferramentas como suporte a este processo. Além disso, implicações práticas também podem ser extraídas dos resultados, indicando como o *roadmapping* pode ser combinado às demais técnicas computacionais e ferramentas gerenciais.

2. METODOLOGIA

Visando explorar a literatura de *roadmapping* em relação às ferramentas gerenciais e técnicas computacionais de apoio, esta pesquisa conduziu um mapeamento bibliométrico utilizando o *software* VOSViewer. A bibliometria é uma técnica de análise bibliométrica rigorosa (SUBRAMONY *et al.*, 2021) e que permite a sistematização e a identificação da atual estrutura da literatura de um determinado tema (LEE; FELPS; BARUCH, 2014; ZUPIC; ČATER, 2015). Neste sentido, análises de redes de palavras-chave e referenciais foram empregadas para mapear os principais temas relacionados ao *roadmapping* e as ferramentas de suportes, sendo que, nestas redes a proximidade entre as palavras-chave ou referências indicam afinidade e proximidade entre os temas.

2.1 Definição da estratégia de busca

Na identificação da literatura relevante para a análise bibliométrica, foram consideradas as bases de dados *Scopus* e *Web of Science* como as principais fontes de informações, uma vez que estas estão entre as melhores bases de busca de documentos científicos dada sua facilidade de uso e aplicações de filtros de critérios (BUCHINGER; CAVALCANTI; HOUSELL, 2014), além de permitir a extração de metadados a serem utilizados nas análises bibliométricas e de rede. A construção da *string* de busca utilizada considerou os dois principais focos visados: *roadmapping* e termos associados a ferramentas gerenciais e técnicas computacionais. Dado o crescimento das ferramentas digitais no *roadmapping* (SCHIMPF; ABELE, 2019), também buscou-se incorporar palavras associadas a este tema, em conjunto com àquelas direcionadas às ferramentas mais tradicionais. Desta forma a *string* utilizada nas bases de dados foi a seguinte (Figura 1):

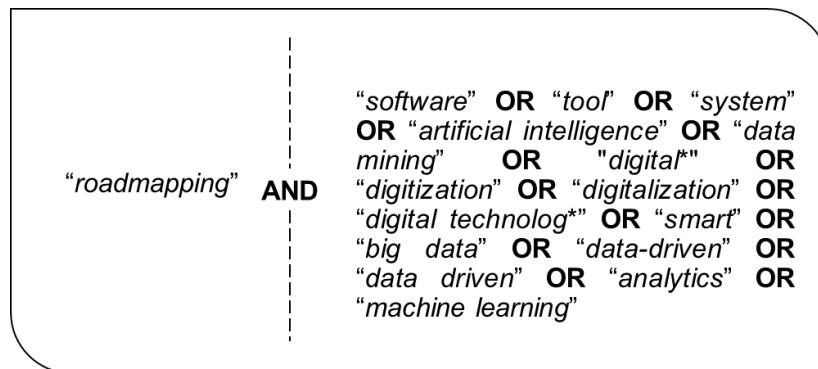


FIGURA 1 – *String* de busca nas bases de dados. Fonte: elaborado pelos autores

Vale ressaltar que o termo “*technology*” não foi incluído pois, esta palavra está muito associada ao processo de *roadmapping* (também conhecido como “*technology roadmapping*”), o que não necessariamente se refere ao uso de demais tecnologias neste processo e, portanto, poderia resultar em uma grande quantidade de documentos não direcionados ao objetivo desejado. Quanto aos filtros de busca optou-se por avaliar documentos do tipo “artigos”, “artigos de congressos” e “review”, considerando apenas a língua inglesa. A inclusão de artigos de congressos foi feita dada a característica da área de pesquisa de *roadmapping* ainda em uma fase exploratória (CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013), sendo essa abordagem adotada por artigos com objetivos semelhantes (e.g., DE ALCANTARA; MARTENS, 2019; GERDSRI; KONGTHON; VATANANAN, 2013).

2.2 Análise e seleção da amostra final

Os critérios para inclusão dos artigos levantados ponderaram sobre a sua coerência com o objetivo da pesquisa, ou seja, se abordavam o uso de ferramentas gerenciais e/ou técnicas computacionais no suporte ao *roadmapping*. Documentos indisponíveis ou com acesso restrito e não relacionados a área de estudo foram excluídos do corpus de análise. Estes critérios (inclusão e exclusão) foram avaliados pela leitura dos títulos, resumos e palavras-chave de cada documento.

Os resultados de busca nas bases de dados retornaram 873 artigos (578 na base de dados *Scopus* e 295 na *Web of Science*), dos quais 261 apareceram simultaneamente nas duas bases. A amostra obtida foi submetida aos critérios de inclusão e exclusão como definidos anteriormente e, este procedimento foi também executado por outros dois pesquisadores associados a este trabalho, visando minimizar possíveis vieses. Por fim, a amostra final resultante (129 artigos) foi direcionada para a terceira etapa, a análise. A Figura 2 ilustra estas etapas de busca e refinamento do corpus de estudo.

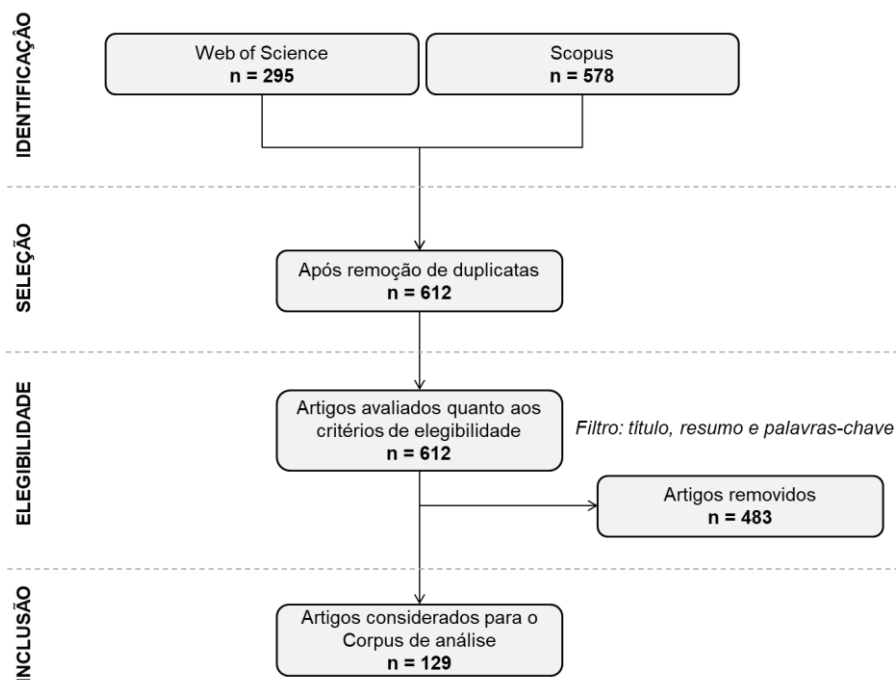


FIGURA 2 – Fluxo de informações para análise. Fonte: baseado em MOHER *et al.* (2010)

O *software* VosViewer foi utilizado para a realização das análises bibliométricas e de redes (co-ocorrência de palavras-chave e citações), sendo este *software* o escolhido dada sua capacidade de gerar mapas bibliométricos de fácil interpretação (VAN ECK; WALTMAN, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de artigos analisados por ano de publicação pode ser visto na Figura 3. Observa-se que a quantidade de artigos começa a aumentar por volta de 2007, atingindo o pico de publicações em 2009. Nos anos de 2010 e 2012 houve um decréscimo de publicações, porém, já em 2018 o número de artigos volta a atingir um patamar mais elevado. Vale destacar que as quantidades de publicações representadas em 2020 abrangem apenas documentos publicados até o início de setembro, quando este levantamento foi realizado.

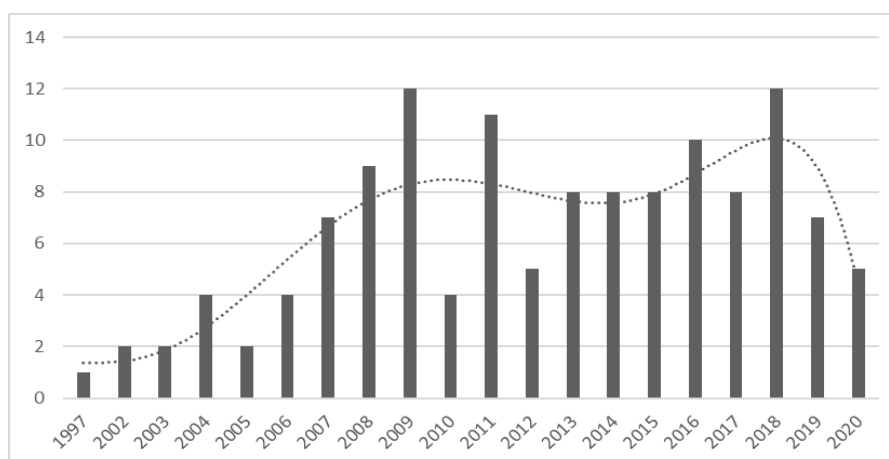


FIGURA 3 – Número de publicações por ano. Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos países de origem dos documentos analisados, tomou-se os dez países com maior quantidade de publicações (Figura 4), o que representa cerca de 75% do conjunto analisado. Nota-se a predominância de estudos provenientes da Coreia do Sul, o que pode ser entendido como um reflexo das linhas de pesquisas deste país que buscam integrar diferentes ferramentas de suporte (em especial, *software* e técnicas de mineração de dados) no processo de *roadmapping* (PARK *et al.*, 2020). Da mesma forma, temos o Reino Unido em segundo lugar evidenciando as aplicações de ferramentas juntamente ao processo de *roadmapping*, contudo, tal como pode ser observado em Kerr *et al.* (2013), tais ferramentas provêm de um caráter mais gerencial. Considerando as publicações provenientes dos Estados Unidos, destaca-se a utilização de ferramentas e técnicas de suporte a decisão como o *Technology Development Envelope* (TDE) (e.g., LETABA; PRETORIUS; PRETORIUS, 2018), o método Delphi (e.g., KOCKAN; DAIM; GERDSRI, 2010) e a aplicação do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (e.g., SIONTOROU; BATZIAS, 2014).

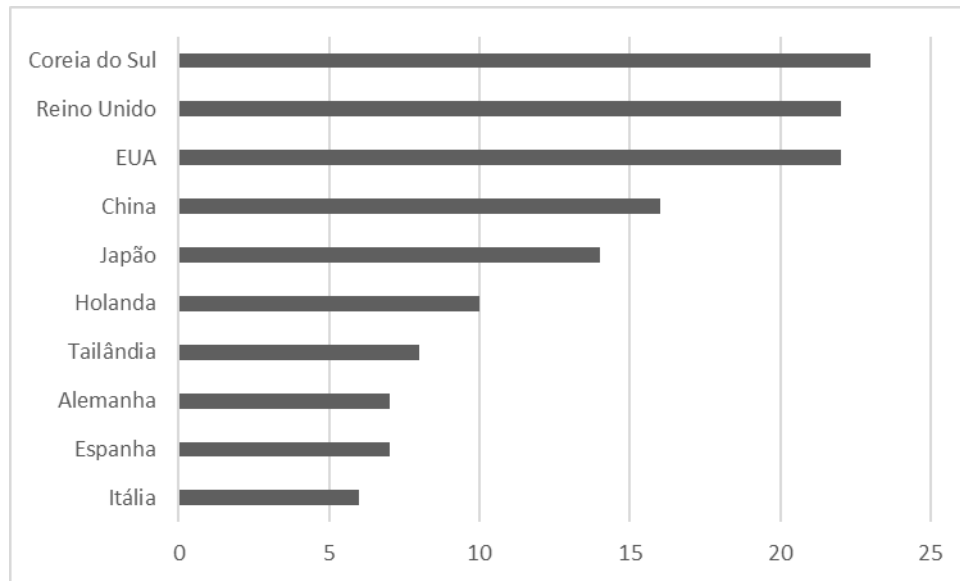


FIGURA 4 – Número de publicações por país (top 10). Fonte: elaborado pelos autores

Analogamente, se tomarmos os dez principais autores (Figura 5), ou seja, aqueles com maior número de publicações na amostra analisada, veremos as mesmas características observadas na distribuição por países. O autor com maior número de publicações foi Gerd Sri que, juntamente com Daim (quinto autor com maior número de publicações) e Kocaoglu, desenvolveram o *Technology Development Envelope* (TDE) para ser aplicado ao *roadmapping* (PARK *et al.*, 2020). Lee, Park, Yoon e Geum são representantes da escola de pensamento sul coreana que, como mencionado anteriormente, traz a vertente de desenvolvimento de *software* (LEE; PARK, 2005), e de análises textuais (GEUM *et al.*, 2015; JEONG; YOON, 2015) para o *roadmapping*. Phaál, um dos principais autores sobre o tema de *roadmapping* (CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013; DE ALCANTARA; MARTENS, 2019) também aparece em destaque na amostra deste trabalho trazendo contribuições no que diz respeito ao uso de ferramentas gerenciais para o *roadmapping* (KERR; PHAAL; THAMS, 2017; PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2006). Por fim, alguns autores de escolas de pensamento emergentes (China e Rússia) (PARK *et al.*, 2020) também aparecem entre os autores mais influentes no uso de técnicas computacionais e/ou ferramentas gerenciais no processo de *roadmapping*.

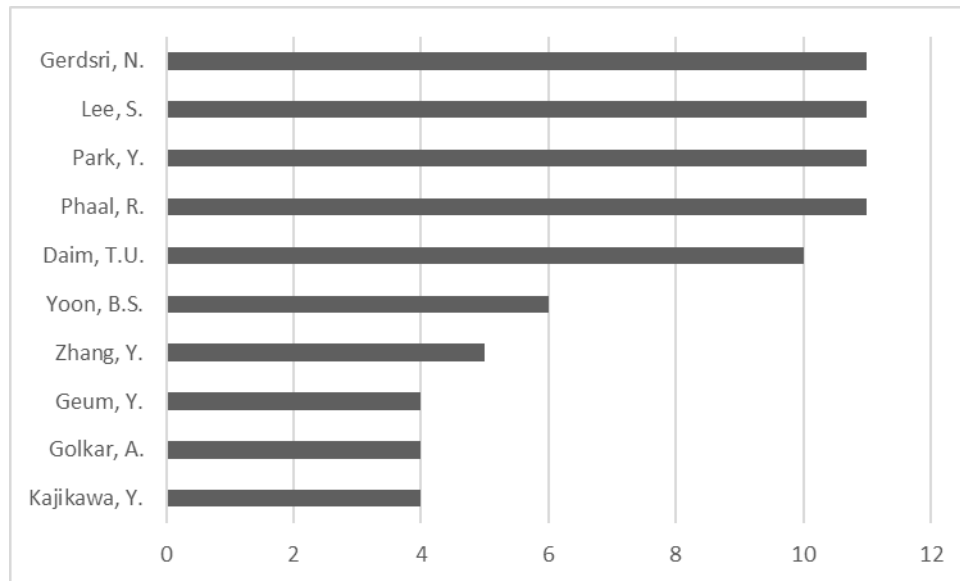


FIGURA 5 – Principais autores (top 10). Fonte: elaborado pelos autores

A Figura 6 traz a relação das principais fontes dos artigos analisados, considerando aquelas com ao menos três publicações. Assim como já observado por outros estudos na área (por exemplo, DE ALCANTARA; MARTENS, 2019), a *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology* (PICMET) e a revista *Technological Forecasting and Social Change*, predominam as publicações referentes a *roadmapping*. Além disso, outras quatro fontes aparecem como destaque na amostra investigada e, somadas, estas seis principais fontes de publicações representam cerca de 51% dos documentos analisados.

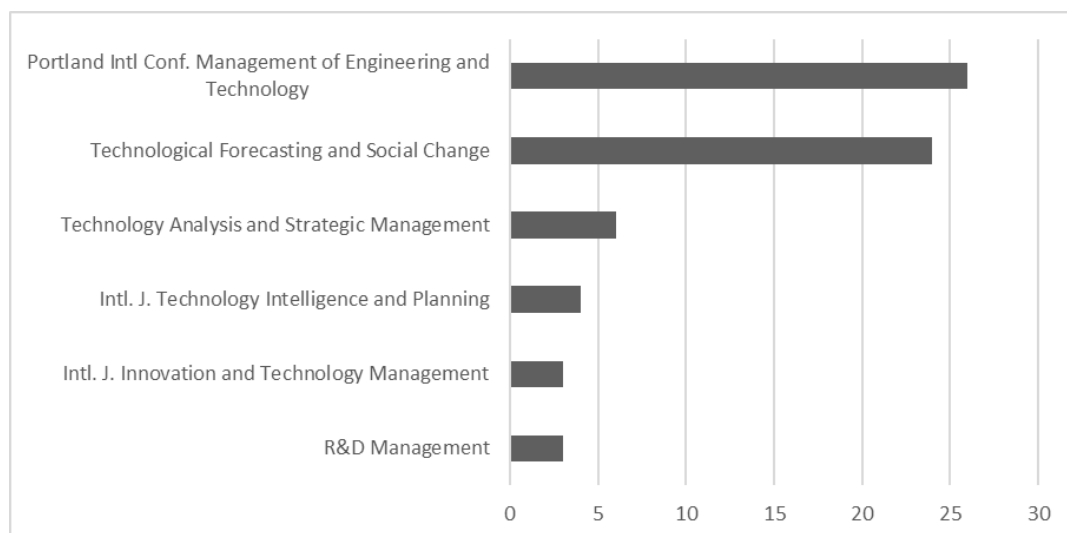


FIGURA 6 – Principais fontes dos artigos analisados. Fonte: elaborado pelos autores

Dada a amostra final de documentos selecionados, realizou-se um levantamento das palavras-chaves mais citadas, uma vez que estas podem ser consideradas um indicativo dos principais

temas de estudo da área (THOMÉ *et al.*, 2016). Tomando as 23 palavras-chaves mais citadas (palavras citadas ao menos 3 vezes) construiu-se a rede de co-ocorrência destas (Figura 7) e aplicou-se técnicas de clusterização para identificar alguns temas de estudo referentes a aplicação de ferramentas gerenciais e técnicas computacionais no processo de *roadmapping*.

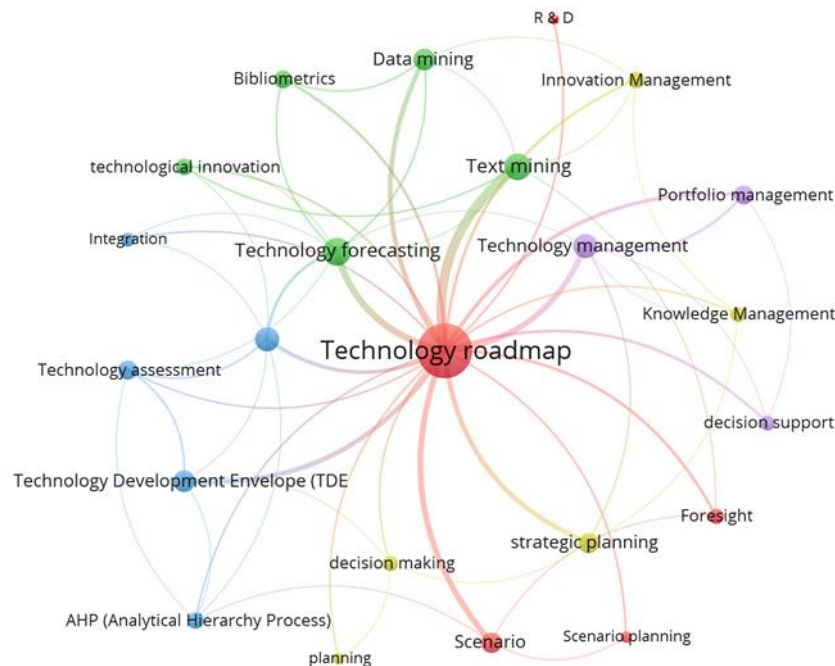


FIGURA 7 – Rede de co-ocorrência das palavras-chave. Fonte: elaborado pelos autores

Um primeiro tema de estudo, representado pelos termos em verde (“*technology forecasting*”, “*text mining*”, “*data mining*”, “*bibliometrics*” e “*technological innovation*”), diz respeito à aplicação de técnicas quantitativas para a aquisição de dados relevantes na construção do *roadmap*. Os estudos associados a este tema utilizam-se de variadas fontes de informações para a aplicação destas técnicas quantitativas, desde patentes (e.g., JEONG; YOON, 2015; LEE *et al.*, 2008), artigos científicos (e.g., BILDOSOLA *et al.*, 2017; KAYSER; GOLUCHOWICZ; BIERWISCH, 2014) e até mesmo *websites* da área de inovação (e.g., SON; KIM; KIM, 2020).

O segundo tema de estudo (termos em azul) é representado pelas palavras AHP (“*Analytical Hierarchy Process*”), “*Technology Development Envelope (TDE)*”, “*Technology Assessment*”, “*technology planning*” e “*integration*”. Este tema está diretamente relacionado a escola de pensamento de Portland tal como relatado por Park *et al.* (2020). Os trabalhos

desta área se concentram no uso de ferramentas como TDE, AHP e Delphi para auxiliar na tomada de decisão durante um processo de *roadmapping* (GERDSRI, 2007).

As teorias e ferramentas associadas a gestão do conhecimento são tema do terceiro tema de estudo apontado pela análise de rede, considerando os termos em amarelo (“*Innovation management*”, “*decision making*”, “*knowledge management*”, “*strategic planning*” e “*planning*”). Estudos como os de Assogna *et al.* (2011); Li, Gao e Kameoka (2004); e Li e Kameoka (2003) buscaram integrar aspectos da gestão do conhecimento ao processo de *roadmapping*.

“*Scenario*”, “*scenario planning*”, “*foresight*” e “*R&D*” são termos que representam o quarto tema de estudo da análise de rede. Neste tema, entende-se que o processo de planejamento de inovação envolve muitas incertezas e riscos (ILEVBARE; PROBERT; PHAAL, 2014; RUEFLI; COLLINS; LACUGNA, 1999) e, sendo assim, a criação de diversos cenários de análise se faz necessária e atua como uma técnica de apoio ao *roadmapping*, como pode ser observado em diversos estudos da literatura (*e.g.*, LEE; GEUM, 2017; SIEBELINK; HALMAN; HOFMAN, 2016; VISHNEVSKIY *et al.*, 2015).

Um último tema de estudo, representado pelos termos em roxo (“*technology management*”, “*portfolio management*” e “*decision support*”), diz respeito a integração de ferramentas de gestão da tecnologia no processo de *roadmapping*. Este tema inclui, fundamentalmente, os trabalhos desenvolvidos na Universidade de Cambridge que visavam a incorporação de kits de ferramentas de gestão como suporte ao processo de *roadmapping* (*e.g.*, KERR; PHAAL; THAMS, 2017; PHAAL *et al.*, 2012; PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2006).

Além da análise de co-ocorrência de palavras-chave, a rede de co-citação das referências dos artigos focais deste trabalho também foi construída com o objetivo de estruturar a base de conhecimento referente a *roadmapping*. Tal como sugerido na literatura, apenas as referências mais citadas devem ser incluídas na análise de rede (WHITE; GRIFFITH, 1981). Sendo assim, foram selecionadas as 25 referências mais citadas para a construção da matriz de co-citação e análise de cluster. A Figura 8 representa o resultado da análise de rede efetuada para a co-citação das referências dos artigos focais.

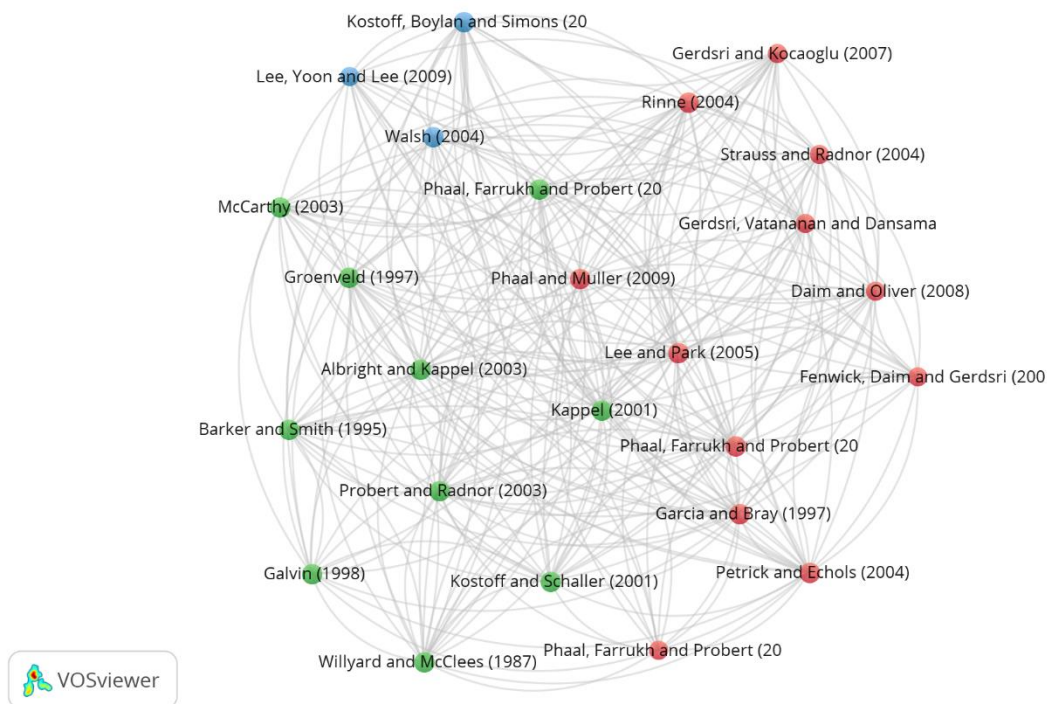


FIGURA 8 – Rede de co-citação das referências dos artigos focais. Fonte: elaborado pelos autores

O cluster de citações representado pelos pontos em vermelho aborda, principalmente, a construção de *frameworks* para a aplicação do *roadmapping*. Phaal, Farrukh e Probert (2001, 2004) apresentam os diferentes formatos e propósitos que a arquitetura de *roadmap* pode assumir dependendo do objetivo desejado. Além disso, Phaal, Farrukh e Probert (2004) também propõem o método denominado *T-Plan fast-start*, cujo objetivo principal é auxiliar na inicialização do *roadmapping*, focando na identificação de informações referentes a tecnologia, recursos, mercado e produtos (DE ALCANTARA; MARTENS, 2019). Nesta mesma linha de estudo, Lee e Park (2005) discorrem sobre a customização do *roadmap* considerando seus propósitos e exemplificam alguns modelos padrões de *roadmaps* voltados para produtos e tecnologias. Neste cluster também é possível observar como alguns autores propuseram a integração de ferramentas ao *roadmapping* e, de certo modo, adaptaram o *framework* para corresponder a esta integração. Gerdsri e Kocaoglu (2007), por exemplo, aplicaram o AHP para construir um *framework* estratégico para *roadmapping*, enquanto Fenwick, Daim e Gerdsri (2009) combinaram o uso de ferramentas de marketing (SWOT e 5 forças de Porter) e de auxílio a tomada de decisão (Delphi, AHP e TDE) como uma abordagem complementar ao processo de *roadmapping*.

O segundo cluster da análise de co-citação (representado em pontos verde na Figura 8) abordam estudos clássicos da área de *roadmapping* e tem como foco comum, a aplicação do

roadmapping em casos práticos de grandes organizações. Philips (GROENVELD, 1997), Motorola (WILLYARD; MCCLEES, 1987), Lucent Technologies (ALBRIGHT; KAPPEL, 2003; PROBERT; RADNOR, 2003) e Rockwell Automation (PROBERT; RADNOR, 2003) são algumas das organizações pioneiras no uso do *roadmapping* como ferramenta de auxílio ao planejamento estratégico e, portanto, são tidas como referências na área. Além disso, o uso de técnicas de bibliometria (KOSTOFF; SCHALLER, 2001) e de ferramentas como o *Quality Function Deployment* (QFD) e a Matriz de Inovação (GROENVELD, 1997) são mencionados como suporte ao processo de *roadmapping*.

O *roadmapping* visto como uma ferramenta para identificar tecnologias disruptivas é o tema central do terceiro cluster (pontos em azul na rede de co-citação). Neste cluster os trabalhos de Kostoff, Boylan e Simons (2004) e Walsh (2004) propõem uma nova abordagem para identificar potenciais tecnologias disruptivas no processo de *roadmapping*. Enquanto Walsh (2004) desenvolveu esta abordagem baseando-se em diversos especialistas de diversos países, Kostoff, Boylan e Simons (2004) sugerem que o uso de técnicas de mineração de texto podem ser empregadas para identificar tecnologias potenciais, considerando informações presentes em literaturas científicas. De modo análogo, Lee *et al.* (2009) aplicam técnicas de mineração de texto, análise de redes, análises de citações e análises de índices para obter informações relevantes de um conjunto de patentes e, assim, construir o *roadmap*. O Quadro 1 sintetiza os principais resultados apontados pelas análises de redes.

Quadro 1 – Síntese das análises em relação as categorias de ferramentas e técnicas associadas ao *roadmapping*.

Categoria	Exemplos	Escola de Pensamento¹	Autores Relacionados
Técnicas de mineração de dados	Text Mining e Análise de Patentes	Seul	Youngjung Geum, e Sungjoo Lee
Ferramentas de suporte à tomada de decisão	AHP e TDE	Portland	Natashit Gerdari, Tugrul Daim e Dundar Kocaoglu
Ferramentas de gestão de tecnologia	Matriz de portfólios e SWOT	Cambridge	Rob Phaal, Clare Farrukh e David Probert
Técnicas de Análise de Cenários	Scenario Planning e Scenario Development	Seul	Hakyeon Lee e Youngjung Geum
Ferramentas de Gestão do Conhecimento	Conversão e Espiral do Conhecimento	Japonesa	Meng Li e Akio Kameoka

¹ Baseado em Park et al. (2020)

4. CONCLUSÃO

Esta pesquisa foi conduzida com o intuito de identificar artigos que tratassem do uso de ferramentas gerenciais e técnicas computacionais no processo de *roadmapping*. Desta forma, 129 artigos foram selecionados e analisados por técnicas bibliométricas e de análise de rede. Os resultados destas análises apontam que o número de publicações que relacionam alguma destas ferramentas de suporte ao *roadmapping* se concentram, principalmente, em 2009 e 2018. Além disso, os países que mais apresentaram trabalhos neste contexto foram a Coreia do Sul, por serem os principais autores de uso de mineração de texto em *roadmapping*, o Reino Unido, liderado por Robert Phaal, um dos autores mais ativos no tema de *roadmapping* e os Estados Unidos com a aplicação de ferramentas de auxílio a tomada de decisão para avaliar diferentes cenários de *roadmaps*.

Assim como evidenciado em demais revisões sistemáticas da área de *roadmapping*, a revista *Technological Forecasting and Social Change* e a conferência de Portland (PICMET) são as principais fontes de trabalhos que abordam o processo de *roadmapping* e, no caso deste estudo, do *roadmapping* auxiliado por demais ferramentas gerenciais e técnicas computacionais. A análise de rede de co-ocorrência de palavras-chave evidenciou cinco principais tipos de ferramentas e técnicas associados ao *roadmapping*: i) a mineração de dados, ii) as ferramentas de suporte à decisão, iii) a gestão do conhecimento, iv) a análise por meio de cenários e v) as ferramentas de gestão de tecnologia. Analogamente, a rede de co-citação das referências permitiu associar os trabalhos que fundamentaram a base dos estudos analisados. De modo geral, os resultados observados pela análise de redes reforçam o que foi apresentado por Park *et al.* (2020) em que cada escola de pensamento desenvolve seus estudos com enfoque em um conjunto específico de ferramentas e técnicas (mineração de dados na Coreia do Sul, ferramentas de tomada de decisão nos Estados Unidos e ferramentas de gestão no Reino Unido).

Este estudo traz contribuições para a literatura do *roadmapping*, principalmente no que diz respeito as ferramentas e técnicas de suporte a este processo. Uma limitação deste trabalho é o fato de as análises terem sido executadas considerando apenas os resumos e palavras-chave dos artigos que, por vezes, pode não representar corretamente as principais contribuições destes. Sendo assim, como sugestão de pesquisa futura destaca-se o uso da análise de conteúdo aplicadas ao texto completo dos documentos selecionados. Além disso, dada a tendência de digitalização do processo de *roadmapping*, estudos futuros também podem focar em ferramentas digitais e suas principais funções dentro do processo de *roadmapping*.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

7. REFERÊNCIAS

ALBRIGHT, R. E.; KAPPEL, T. A. Roadmapping in the corporation. **Research-Technology Management**, v. 46, n. 2, p. 31–40, 2003.

ASSOGNA, P. et al. **Future Internet Enterprise Systems: A Semantic Approach for a Community-based Research Roadmap**. WMSCI 2011: 15TH World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics. INT INFORMATICS & SYSTEMICS, 2011

BILDOSOLA, I. et al. TeknoRoadmap, an approach for depicting emerging technologies. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 117, p. 25–37, 2017.

BUCHINGER, D.; CAVALCANTI, G. A.; HOUSELL, M. S. Academic search mechanisms: A quantitative analysis. **Brazilian Journal of Applied Computation**, v. 6, n. 1, p. 108–120, 2014.

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, n. 7, p. 1418–1437, 2013.

DE ALCANTARA, D. P.; MARTENS, M. L. Technology Roadmapping (TRM): a systematic review of the literature focusing on models. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 138, p. 127–138, 2019.

FENWICK, D.; DAIM, T. U.; GERDSRI, N. Value Driven Technology Road Mapping (VTRM) process integrating decision making and marketing tools: Case of Internet security technologies. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 8, p. 1055–1077, 2009.

GERDSRI, N. An analytical approach to building a technology development envelope (TDE) for roadmapping of emerging technologies. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 4, n. 02, p. 121–135, 2007.

GERDSRI, N.; KOCAOGLU, D. F. Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to build a strategic framework for technology roadmapping. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 46, n. 7–8, p. 1071–1080, 2007.

GERDSRI, N.; KONGTHON, A.; VATANANAN, R. S. Mapping the knowledge evolution and professional network in the field of technology roadmapping: a bibliometric analysis. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 25, n. 4, p. 403–422, 2013.

GEUM, Y. et al. Development of data-driven technology roadmap considering dependency: An ARM-based technology roadmapping. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 91, p. 264–279, 2015.

GROENVELD, P. Roadmapping integrates business and technology. **Research-Technology Management**, v. 40, n. 5, p. 48–55, 1997.

HANSEN, C. et al. The future of rail automation: A scenario-based technology roadmap for the rail automation market. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 110, p. 196–212, 2016.

ILEVBARE, I. M.; PROBERT, D.; PHAAL, R. Towards risk-aware roadmapping: Influencing factors and practical measures. **Technovation**, v. 34, n. 8, p. 399–409, 2014.

JEONG, Y.; YOON, B. Development of patent roadmap based on technology roadmap by analyzing patterns of patent development. **Technovation**, v. 39, p. 37–52, 2015.

KAPPEL, T. A. Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future. **Journal of Product Innovation Management**, v. 18, n. 1, p. 39–50, 2001.

KAYSER, V.; GOLUCHOWICZ, K.; BIERWISCH, A. Text mining for technology roadmapping - The strategic value of information. **International Journal of Innovation Management**, v. 18, n. 03, p. 1440004, 2014.

KERR, C. et al. Key principles for developing industrially relevant strategic technology management toolkits.

Technological Forecasting and Social Change, v. 80, n. 6, p. 1050–1070, 2013.

KERR, C.; PHAAL, R.; THAMS, K. **Roadmapping as a Platform for Developing Management Toolkits: A Collaborative Design Approach with the LEGO Group**. 2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). IEEE, 2017

KOCKAN, I.; DAIM, T. U.; GERDSRI, N. Roadmapping future powertrain technologies: A case study of Ford Otosan. **International Journal of Technology, Policy and Management**, v. 10, n. 1–2, p. 157–184, 2010.

KOSTOFF, R. N.; BOYLAN, R.; SIMONS, G. R. Disruptive technology roadmaps. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 71, n. 1–2, p. 141–159, 2004.

KOSTOFF, R. N.; SCHALLER, R. R. Science and technology roadmaps. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 2, p. 132–143, 2001.

LEE, C. I. S. G.; FELPS, W.; BARUCH, Y. Toward a taxonomy of career studies through bibliometric visualization ☆. **Journal of Vocational Behavior**, v. 85, n. 3, p. 339–351, 2014.

LEE, H.; GEUM, Y. Development of the scenario-based technology roadmap considering layer heterogeneity: An approach using CIA and AHP. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 117, p. 12–24, 2017.

LEE, S. et al. **Using Patent information for new product development: Keyword-based technology roadmapping approach**. Portland International Conference on Management of Engineering and Technology. Istanbul: 2006

LEE, S. et al. Using patent information for designing new product and technology: keyword based technology roadmapping. **R&D Management**, v. 38, n. 2, p. 169–188, 2008.

LEE, S. et al. Business planning based on technological capabilities: Patent analysis for technology-driven roadmapping. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 6, p. 769–786, 2009.

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.

LETABA, P.; PRETORIUS, M. W.; PRETORIUS, L. **The use of technology development envelope and technology roadmapping principles for developing countries as a basis for long-term technology planning in South Africa**. 27th Annual Conference of the International Association for Management of Technology, IAMOT 2018.

LI, M.; GAO, F.; KAMEOKA, A. **Enhancing creativity and imagination in process management - Combinative use of systems methods and knowledge management tools**. 2004 IEEE International Engineering Management Conference (IEEE Cat. No. 04CH37574). 2004

LI, M.; KAMEOKA, A. **Creating added value from roadmapping process: A knowledge-creating perspective**. IEMC'03 Proceedings. Managing Technologically Driven Organizations: The Human Side of Innovation and Change. IEEE, 2003

MIAO, H. et al. Integrating Technology-Relationship-Technology Semantic Analysis and Technology Roadmapping Method: A Case of Elderly Smart Wear Technology. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2020.

PARK, H. et al. Twenty years of technology and strategic roadmapping research: A school of thought perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 154, p. 119965, 2020.

PHAAL, R. et al. Towards a modular toolkit for strategic technology management. **International Journal of Technology Intelligence and Planning**, v. 8, n. 2, p. 161–181, 2012.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. **Characterisation of technology roadmaps: Purpose and format**. (Kocaoglu, DF and Anderson, TR, Ed.) TECHNOLOGY MANAGEMENT IN THE KNOWLEDGE ERA. Anais...345 E 47TH ST, NEW YORK, NY 10017 USA: IEEE, 2001

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. Technology roadmapping - A planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 71, n. 1–2, p. 5–26, 2004.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. Technology management tools: Generalization, integration and configuration. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 3, n. 3, p. 321–339, 2006.

PROBERT, D.; RADNOR, M. Frontier experiences from industry-academia consortia. **Research-Technology**

Management, v. 46, n. 2, p. 27–30, 2003.

RUEFLI, T. W.; COLLINS, J. M.; LACUGNA, J. R. Risk Measures in Strategic Management Research : Auld Lang Syne ? **Strategic Management Journal**, v. 20, p. 167–194, 1999.

SCHIMPF, S.; ABELE, T. How German Companies apply Roadmapping: Evidence from an Empirical Study. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 52, p. 74–88, 2019.

SIEBELINK, R.; HALMAN, J. I. M.; HOFMAN, E. Scenario-Driven Roadmapping to cope with uncertainty: Its application in the construction industry. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 110, p. 226–238, 2016.

SIONTOROU, C. G.; BATZIAS, F. A. A methodological combined framework for roadmapping biosensor research: a fault tree analysis approach within a strategic technology evaluation frame. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 34, n. 1, p. 31–55, 2014.

SON, C.; KIM, J.; KIM, Y. Developing scenario-based technology roadmap in the big data era: an utilisation of fuzzy cognitive map and text mining techniques. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 32, n. 3, p. 272–291, 2020.

SUBRAMONY, M. et al. Four Decades of Frontline Service Employee Research : An Integrative Bibliometric Review. **Journal of Service Research**, v. 24, n. 2, p. 230–248, 2021.

THOMÉ, A. M. T. et al. Similarities and contrasts of complexity, uncertainty, risks, and resilience in supply chains and temporary multi-organization projects. **International Journal of Project Management**, v. 34, n. 7, p. 1328–1346, 2016.

TIERNEY, R.; HERMINA, W.; WALSH, S. The pharmaceutical technology landscape: A new form of technology roadmapping. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 2, p. 194–211, 2013.

VAN DUIN, R. et al. **Risk- Aware roadmapping for city logistics in 2025**. ILS 2016 - 6th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain. 2016

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer , a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010.

VATANANAN, R. S.; GERDSRI, N. The current state of technology roadmapping (TRM) research and practice. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 9, n. 4, 2012.

VISHNEVSKIY, K. et al. Integration of roadmapping and scenario planning for implementing science, technology and innovation strategic priorities-the case of Russia. **International Journal of Foresight and Innovation Policy**, v. 10, n. 2–4, p. 126–144, 2015.

VISHNEVSKIY, K.; KARASEV, O.; MEISSNER, D. Integrated roadmaps for strategic management and planning. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 110, p. 153–166, 2016.

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. 1–2, p. 161–185, 2004.

WHITE, H. D.; GRIFFITH, B. C. Author cocitation: A literature measure of intellectual structure. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 32, n. 3, p. 163–171, 1981.

WILLYARD, C. H.; MCCLEES, C. W. Motorola's Technology Roadmap Process. **Research Management**, v. 30, n. 5, p. 13–19, 1987.

ZHOU, X. et al. Tracing the system transformations and innovation pathways of an emerging technology: Solid lipid nanoparticles. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 146, p. 785–794, 2019.

ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429–472, 2015.