

Roadmap como ferramenta de planejamento para políticas públicas de inovação

Roadmap as a planning tool for public innovation policies

Hoja de ruta como herramienta de planificación de políticas públicas de innovación

Edson Franklen Nunes de Souza¹

David Custódio De Sena²

Ana Lucia Brenner Barreto Miranda³

Levi Cunha Braga⁴

Tennessee Andrade Nunes⁵

RECEBIDO EM 14/01/2025

ACEITO EM 14/06/2025

RESUMO

A inovação é essencial para o dinamismo econômico e para a transformação de estruturas de mercado tradicionais, demandando planejamento e colaboração entre atores públicos e privados. Nesse contexto, a técnica do *Roadmap* surge como abordagem estratégica para gerenciar políticas de inovação, promovendo adaptação a mudanças e tendências. Este trabalho investiga como essa ferramenta pode apoiar políticas públicas de inovação, impulsionando eficiência e evolução tecnológica. Com abordagem qualitativa, o estudo foi baseado em revisão bibliográfica, utilizando dados secundários obtidos nas bases *Scopus*, *Web of Science*, além de livros e periódicos. Esse método garantiu acesso a fontes amplas e atuais, enriquecendo a análise. Os resultados indicam que o

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.
edsonfranklen@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0000-3403-4370>

² Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.
sena@ufersa.edu.br - <https://orcid.org/0000-0001-9623-815X>

³ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.
analucia@ufersa.edu.br - <https://orcid.org/0000-0001-7239-1299>

⁴ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.
levicunhabraga@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0001-7073-5473>

⁵ União Brasileira de Faculdades, Paraíso do Norte, PR, Brasil.
tenesseenunes@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-5659-1343>

Roadmap é eficaz para consolidar expectativas, identificar lacunas, estruturar estratégias tecnológicas e promover a participação ativa dos stakeholders, sendo uma ferramenta adaptável a diferentes áreas e escalas de políticas públicas. O estudo também sistematiza modelos metodológicos de aplicação e destaca a importância do alinhamento entre metas e processos de implementação para garantir a efetividade do planejamento público em inovação.

PALAVRAS-CHAVE: *Roadmap*; inovação; política pública.

ABSTRACT

Innovation is essential for economic dynamism and the transformation of traditional market structures, requiring planning and collaboration between public and private actors. In this context, the Roadmap technique emerges as a strategic approach to manage innovation policies, promoting adaptation to changes and trends. This paper investigates how this tool can support public innovation policies, boosting efficiency and technological evolution. With a qualitative approach, the study was based on a literature review, using secondary data obtained from the Scopus and Web of Science databases, as well as books and journals. This method ensured access to broad and current sources, enriching the analysis. The results indicate that the Roadmap is effective in consolidating expectations, identifying gaps, structuring technological strategies and promoting active stakeholder participation, being a tool adaptable to different areas and scales of public policies. The study also systematizes methodological models of application and highlights the importance of alignment between goals and implementation processes to ensure the effectiveness of public planning in innovation.

KEYWORDS: Roadmap; innovation; public policy.

RESUMEN

La innovación es esencial para el dinamismo económico y la transformación de las estructuras tradicionales del mercado, lo que requiere planificación y colaboración entre actores públicos y privados. En este contexto, la técnica de la Hoja de Ruta surge como un enfoque estratégico para gestionar las políticas de innovación, promoviendo la adaptación a los cambios y tendencias. Este artículo investiga cómo esta herramienta puede apoyar las políticas públicas de innovación, impulsando la eficiencia y la evolución tecnológica. Con un enfoque cualitativo, el estudio se basó en una revisión bibliográfica, utilizando datos secundarios obtenidos de las bases de datos Scopus y Web of Science, así como de libros y revistas. Este método

garantizó el acceso a fuentes amplias y actualizadas, enriqueciendo el análisis. Los resultados indican que la Hoja de Ruta es eficaz para consolidar expectativas, identificar brechas, estructurar estrategias tecnológicas y promover la participación activa de los actores interesados, siendo una herramienta adaptable a diferentes áreas y escalas de las políticas públicas. El estudio también sistematiza modelos metodológicos de aplicación y destaca la importancia de la alineación entre los objetivos y los procesos de implementación para garantizar la eficacia de la planificación pública en innovación.

PALABRAS CLAVE: Hoja de ruta; innovación; política pública.

1 Introdução

Desenvolver estratégias industriais e de inovação é um diferencial, não apenas em termos de competitividade, mas também como um instrumento de transformação econômica e de promoção da prosperidade nacional (Porter, 1990). A inovação desempenha um papel crucial no dinamismo econômico ao introduzir novas tecnologias e métodos produtivos, impulsionando o crescimento e transformando as estruturas econômicas tradicionais (Schumpeter, 1984). Com essa perspectiva, torna-se essencial repensar as formas como as organizações públicas planejam, implementam e avaliam políticas de inovação, especialmente pela complexidade de planejamento e execução que elas demandam. Toda transformação significativa exige a coordenação e o investimento de múltiplos atores, tanto públicos quanto privados, tornando a colaboração entre esses setores um fator central para o sucesso de iniciativas de inovação (Kattel; Mazzucato, 2018).

Nesse contexto, uma técnica que pode auxiliar neste propósito é a elaboração de um roteiro tecnológico (*Roadmap*), uma forma de gerenciamento e planejamento tecnológico que consiste na construção de um itinerário, que possibilita uma representação gráfica temporal, compreendendo uma série

de camadas que exploram a evolução de mercados, produtos e tecnologias (Phaal; Farrukh; Probert, 2001). A concepção de um roteiro facilita a implementação dos planos de inovação, adaptando-se mais facilmente às mudanças, projetos, processos, às tendências de mercado e oportunidades de negócios, entre outros aspectos (Abbasi; Vassilopoulou; Stergioulas, 2017).

Desta forma, o presente trabalho propõe-se a responder a seguinte questão de pesquisa: como a ferramenta *Roadmap* pode auxiliar na implementação de políticas públicas de inovação? Para isso, investigou-se como a técnica do *Roadmap* pode ser aplicada como instrumento de planejamento estratégico para políticas públicas de inovação, especialmente em contextos institucionais que demandam maior articulação entre atores e visão de longo prazo. A originalidade da pesquisa reside na abordagem teórico-metodológica, centrada na análise de modelos de *Roadmap* já consolidados em setores produtivos, bem como na sua adaptação para o setor público, contribuindo com subsídios conceituais e práticos para gestores públicos, planejadores e formuladores de políticas.

A pesquisa está estruturada em quatro seções principais: a introdução, que apresenta o contexto; a seção de material e métodos, que detalha a metodologia adotada, descrevendo os procedimentos e as fontes utilizadas; os resultados e discussão, que abordam a temática do *Roadmap*, analisando os dados coletados e promovendo reflexões sobre os achados; e, por fim, a conclusão e referências, onde são apresentadas as considerações finais do estudo.

2 Material e Métodos

Essa pesquisa classifica-se como básica, de natureza exploratória e com abordagem qualitativa, buscando-se ampliar a compreensão do tema proposto

(Gil, 2018). A abordagem qualitativa permitiu a construção de pressupostos para a explicação dos problemas identificados, a definição do campo de estudo, bem como todas as etapas necessárias para a coleta de dados que antecedem as análises. Outra característica intrínseca desta abordagem é que o processo de análise não é linear. Pelo contrário, o pesquisador retorna constantemente a fases anteriores para reformulações e para buscar novos significados (Marconi; Lakatos, 2022).

A pesquisa foi conduzida na modalidade de revisão bibliográfica, permitindo ao pesquisador acesso a um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados sobre a temática, contribuindo com dados atuais e relevantes (Gil, 2018; Marconi; Lakatos, 2022).

Os dados foram obtidos por meio de artigos científicos indexados nas bases de dados Scopus e *Web of Science*, considerando a grande abrangência que estas possuem, além de periódicos, livros e revistas (Gil, 2018). Quanto aos critérios de elegibilidade adotados na pesquisa, foram selecionados artigos de acesso aberto, nas áreas de ciências sociais aplicadas, gestão, contabilidade e negócios. Os trabalhos deveriam estar no idioma inglês, com delimitação temporal entre os anos de 2012 a 2022. Esse recorte temporal foi escolhido por representar uma década marcada pela intensificação do debate sobre políticas de inovação, com a consolidação de modelos estratégicos de gestão tecnológica e a expansão de iniciativas governamentais voltadas à inovação no setor público.

Para a recuperação de dados da literatura acerca do tema proposto, o escopo de busca contou com a identificação de termos-chave e seus sinônimos, utilizados em inglês e combinados com operadores booleanos. Os principais termos selecionados foram: “*Technological roadmap*”, “*technology roadmapping*”, “*technology roadmap*”, “*innovation roadmap*” (relacionados a roadmaps tecnológicos) e “*Municipal innovation*”, “*Municipal innovation*

policy”, “*Innovation law*”, “*innovation incentive law*” (relacionados a políticas de inovação municipal). Após a aplicação dos filtros de elegibilidade, os resultados foram refinados quanto à relevância temática e foram excluídas duplicatas, resultando em um conjunto final de artigos aptos para a análise.

A análise dos dados coletados foi realizada através do método de análise de conteúdo proposto por Bardin (2016), estruturado em três etapas ou polos cronológicos para análise textual: a) pré-análise: etapa que compreende a organização propriamente dita, a sistematização das ideias e informações em um plano de ação que irá orientar a escolha dos documentos que irão compor a análise; b) exploração do material: consiste na realização de operações de codificação, decomposição e enumeração do material e; c) tratamento dos resultados, inferências e análises: compreende a formulação de inferências e interpretações acerca dos objetivos propostos com base nos resultados obtidos nas análises anteriores.

Desta forma, foi realizada a análise, identificação e categorização de elementos presentes no texto, facilitando a compreensão dos significados, temas e padrões subjacentes (Bardin, 2016).

3 Resultados e Discussão

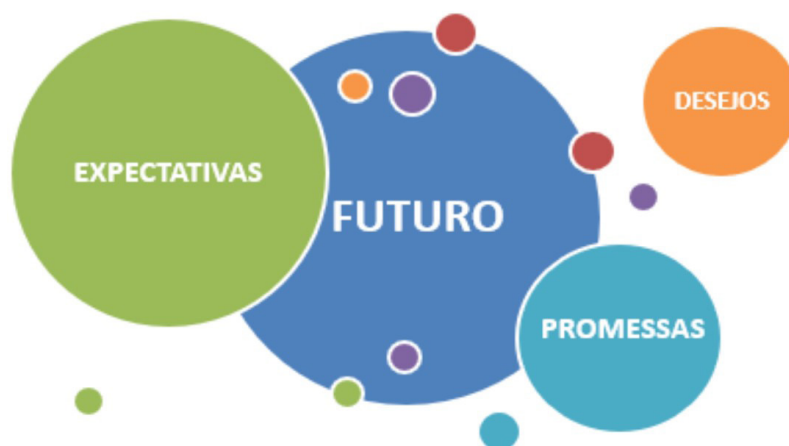
Com a crescente competitividade entre as organizações, o desenvolvimento de novos produtos tem se tornado cada vez mais complexo, sobretudo porque o ciclo de vida útil destes é cada vez menor. Essa situação torna as decisões de investimento cada vez mais críticas e a necessidade de um planejamento tecnológico mais elaborado. Nesta perspectiva, o Roadmap tecnológico apresenta-se com uma alternativa viável para o planejamento e coordenação da tecnologia de forma colaborativa, contribuindo para o planejamento corporativo (Bray; Garcia, 1997).

O roteiro tecnológico, *Roadmap* ou *Roadmapping* é uma técnica de planejamento que se propõe a identificar as necessidades críticas, capaz de conduzir decisões de seleção e desenvolvimento de tecnologias, contribuindo para identificar alternativas, satisfazer condições necessárias e ajudar no direcionamento tecnológico. Dentre os principais benefícios do *Roadmap* estão o suporte às decisões de investimento tecnológico, identificando metas a serem atingidas e possíveis lacunas no desenvolvimento de produtos, redução dos riscos envolvidos, contribui também para a alavancagem de investimentos em P&D, além de ser uma ótima ferramenta de *marketing*, traduzindo em uma estrutura visual os principais pontos de desenvolvimento de produtos, seja para possíveis clientes ou parceiros (Bray; Garcia, 1997).

Essa técnica também pode ser caracterizada como gerenciamento e planejamento tecnológico. O método consiste na construção de um roteiro genérico que possibilita uma representação gráfica temporal, compreendendo uma série de camadas que possibilita a exploração da evolução de mercados, produtos e tecnologias (Phaal; Farrukh; Probert, 2001). A construção desse roteiro facilita a implementação dos planos de inovação, adaptando-se mais facilmente as mudanças, projetos, processos, tendências de mercado, oportunidades de negócios, dentre outros (Abbasi; Vassilopoulou; Stergioulas, 2017). Além disso, o *Roadmapping* tecnológico é uma das melhores ferramentas disponíveis para previsão e planejamento específico da tecnologia, podendo integrar-se mais naturalmente ao planejamento estratégico das empresas (Ozcan *et al.*, 2022). Segundo Albright (2003, p. 1) “os roteiros estabelecem um objetivo futuro e respondem a um conjunto de perguntas do tipo ‘por que, como, quando’ para desenvolver um plano de ação para atingir o objetivo”. Cabe destacar que o *Roadmap* é desenvolvido a partir das necessidades identificadas, e não necessariamente das possíveis soluções (Bray; Garcia, 1997).

O *Roadmap* descreve um ambiente futuro, utilizando-se de uma arquitetura para representação de um sistema tecnológico complexo, com a descrição dos planos e objetivos e como estes serão alcançados ao longo do tempo. Sua utilização é diversificada, ajuda a definir as prioridades para o alcance dos objetivos, sejam aplicativos, desafios técnicos ou soluções tecnológicas (Albright, 2003). Apesar de tratar de visões de futuro, o *Roadmap* não deve ser entendido como uma projeção ou previsão. Diferente desta perspectiva, o roteiro envolve a combinação de três maneiras de interpretação do futuro: as expectativas (o que se pensa que possivelmente ocorrerá), os desejos (o que se espera que ocorra) e as promessas (o que será feito para ocorrer) (Figura 1). Partindo destas premissas, os roteiros traduzem uma imagem de futuro com ações que são desenvolvidas no presente (McDowall, 2012).

FIGURA 1 – Fatores para interpretação do futuro.



Fonte: adaptado de McDowall (2012).

O *Roadmap* é uma ferramenta que facilita a compreensão de ambientes incertos e interdisciplinares que demandam um planejamento muito complexo. Neste sentido, os roteiros apresentam-se como alternativas viáveis para a comunicação da direção e o monitoramento do progresso das ações. As incertezas que cercam o processo de desenvolvimento

de novas tecnologias nos levam a refletir em diversas questões sobre o futuro desta, tais como, quais os mercados irão absorver possíveis clientes, quais invenções tem o potencial de se tornar uma inovação, dentre outras. O roteiro desenvolvido se propõe a responder estas e outras perguntas (Albright, 2003). Por estas e outras questões que o Roadmap tecnológico assumiu um papel significativo na previsão de políticas de ciência, tecnologia e inovação, bem como na estratégia de pesquisa e desenvolvimento (P&D) governamental. Contudo, ainda assim há desafios em traduzir as evidências de previsão para as estratégias adotadas por agências de ciência, tecnologia e inovação e organizações de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

Os *Roadmaps* possuem grande potencial para apoiar o desenvolvimento e implementação de estratégias de negócios, produtos ou tecnologias. O tipo de roteiro a ser utilizado irá variar conforme o tipo de problema que está sendo abordado (Phaal; Farrukh; Probert, 2001). Sua utilização na indústria, por exemplo, é frequentemente patrocinada pelo governo ou organizações terceirizadas, no intuito de facilitar o planejamento para a inovação tecnológica de longo prazo, fato este observado na indústria automobilística, indústria de energia, células solares, fabricação de computadores e eletrônicos e indústria de mídia (Chakraborty; Nijssen; Valkenburg, 2022). Comparando o *Roadmap* em nível empresarial com os estudos em nível setorial ou em nível do sistema de inovação como um todo, podemos observar que estes últimos geralmente requerem análises mais complexas. Isso ocorre porque esses estudos abrangem a complexidade do sistema de dinâmica de inovação que está sendo analisado (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

Em suas pesquisas, McDowall (2012) aborda o uso de *Roadmap* em outros contextos, onde governos e formuladores de políticas estão usando

o roteiro como uma ferramenta para tentar gerenciar a arquitetura política de transições para arranjos sociotécnicos mais sustentáveis, o que reitera o potencial e a versatilidade que a ferramenta possui. Já Phaalg; Farrukh; Probert (2001), identificam algumas características da técnica de *Roadmap*, dentre elas estão: a) os roteiros devem ser representados na forma gráfica, para facilitar a comunicação. Sendo estes um extrato condensado da documentação de suporte; b) devem ser elaborados em várias camadas, refletindo a integração da tecnologia, o produto e suas perspectivas comerciais no âmbito da organização; c) devem ser temporais, estabelecendo os meios para construção de um caminho para a migração entre o estado atual do negócio e onde se quer chegar (visão); d) A definição das camadas e subcamadas do *Roadmap* deve refletir a apropriação de questões importantes para o negócio, tais como: “o que”, “quando”, “como”, “quem” e “onde” e; e) a metodologia de *Roadmap* possui enorme potencial para suporte ao planejamento e a estratégia do negócio, uma vez que possui uma abordagem flexível que pode ser adaptada as circunstâncias particulares de cada organização.

Em pesquisas realizadas sobre *Roadmaps* tecnológicos aplicados à indústria, Chakraborty; Nijssen; Valkenburg (2022) consideraram aspectos importantes na elaboração e condução dos roteiros. Os resultados indicaram a importância na diversificação e necessidade de combinação de diferentes métodos de coleta de dados na composição dos roteiros. É importante destacar a seleção dos *stakeholders*, visto que um dos principais desafios associados à elaboração de roteiros é a estruturação de processos que estimulem sua implementação. Este processo depende diretamente da identificação das partes interessadas, da seleção de métodos adequados e do conhecimento de quando e como incluir esses atores no processo. A falta de proficiência na gestão do envolvimento dos *stakeholders* pode

impactar negativamente o resultado geral e comprometer o valor da prática.

Os melhores roteiros são desenvolvidos em equipe, com o grupo de pessoas que irá executar os planos e objetivos, contribuindo com diversas perspectivas do plano, além de facilitar a construção de consenso entre as partes interessadas (Albright, 2003). No entanto, a determinação do nível de consenso ou discordância entre os *stakeholders* da inovação, em relação a eventos-chave, tendências, barreiras e prioridades, não pode ser prevista com precisão. Desta forma, essas limitações destacam a necessidade de uma abordagem adaptativa e interativa na análise prospectiva estratégica de sistemas de inovação tecnológica altamente complexos, para que seja possível garantir resultados relevantes, utilizáveis e confiáveis para os usuários (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

Dentro do contexto do *Roadmapping*, o processo de acumulação de evidências de previsão geralmente segue uma sequência de etapas ou fases. Essas transições de um estágio para o próximo oferecem oportunidades para refletir sobre os dados coletados, identificar padrões emergentes e identificar lacunas nas evidências disponíveis. Além disso, essas oportunidades de transição permitem adaptar o foco e a granularidade das análises, realocar recursos e esforços, e introduzir novas perspectivas e conhecimentos das partes interessadas, conforme apropriado. Essa abordagem iterativa e adaptativa ao longo do processo de *Roadmapping* permite uma melhor compreensão e resposta às mudanças nas condições e necessidades em constante evolução (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

Dependendo do escopo e dos objetivos estabelecidos, as etapas de um *Roadmap* podem variar, sendo conduzidas em um único evento ou podem ser parte de uma série escalonada de exercícios. Esse processo

envolve a integração de diferentes informações e participantes, de modo a contribuir com perspectivas e conhecimentos diversos em diferentes estágios, conforme descrito no Quadro 1. Essa metodologia adaptativa permite a reconfiguração dos esforços, possibilitando ajustar a abordagem e maximizar a utilidade das previsões, de forma que os resultados sejam úteis e confiáveis (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

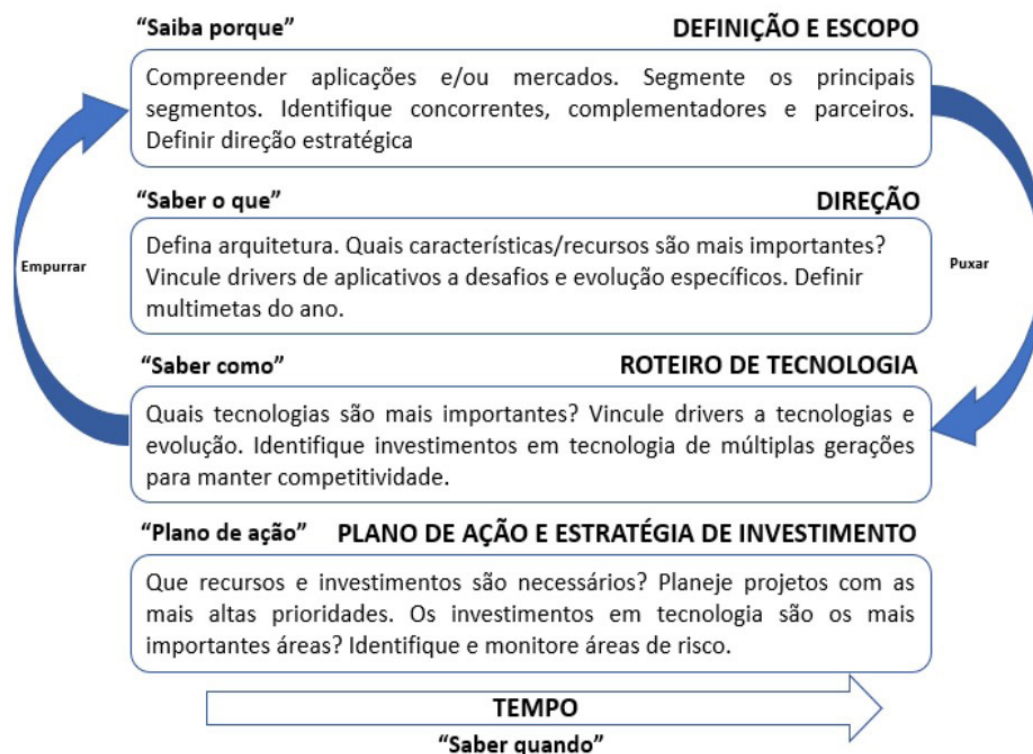
QUADRO 1 – Descrição das etapas/fases do *Roadmapping*.

Etapas/fases	Descrição
Estrutura	Dimensões, elementos, princípios de organização e tela gráfica dentro das quais evidências e informações estratégicas são reunidas.
Conteúdo	As evidências – dados, percepções, perspectivas e assim por diante, bem como prioridades estratégicas, marcos e metas, que são coletados e organizados dentro da estrutura.
Processo	As etapas, atividades e sequenciamento de ações relacionadas à coleta e organização de evidências prospectivas e informações estratégicas/de planejamento.

Fonte: adaptado de O’Sullivan; Phaal; Featherston (2021).

Outros formatos encontrados na literatura trazem a arquitetura do roteiro dividida em quatro etapas (Figura 2) ou conjunto de atividades a serem feitas, são elas: a primeira parte compreende os objetivos e a definição da estratégia do Roadmap (o porquê), a segunda etapa define a direção e os planos, contemplando metas de desempenho para mensuração dos objetivos (o quê), a terceira etapa descreve as tecnologias para o alcance dos objetivos (o como), por fim, a quarta etapa prevê o plano de ação e os possíveis riscos (coisas a fazer), delimitando os recursos e investimentos necessários (Albright, 2003).

FIGURA 2 – Uma estrutura unificadora de roteiro de quatro partes.



Fonte: Adaptado de Albright (2003).

Dentro deste contexto de etapas, contemplando a definição do escopo, direção do produto, evolução da tecnologia e por fim o plano de ação, cada uma das partes é ligada por *drivers* de conexão que estabelecem relação entre si. Nesta estrutura, o *Roadmap* pode ser utilizado para diversas finalidades, tais como, roteiros de ciência e tecnologia, que mapeiam o desenvolvimento de determinado campo técnico ou científico, roteiros desenvolvidos pela indústria ou governo, que buscam impulsionar determinada indústria ou setor e os roteiros de tecnologias ou produtos que se propõem a monitorar a evolução de produtos ou plataformas ao longo do tempo. Cada um dos tipos de roteiro pode ser observado mais detalhadamente na Figura 3.

FIGURA 3 – Tópicos de Roteiros: Ciência e Tecnologia, Indústria e Governo e de Produtos – Tecnologia e Plataformas.

	DEFINIÇÃO E ESTRATÉGIA "Saiba porque"	DIREÇÃO "Saiba o que"	TECNOLOGIA "Saiba como"	PLANO DE AÇÃO "Fazer"
Roteiros de Ciência e Tecnologia	-Escopo do campo -Aplicações Tecnológicas.	-Desafios técnicos; -Arquitetura -Tendências, descontinuidades e desafios.	-Elementos técnicos e evolução; -Tecnologias competitivas e custos.	-Programas de ação; -Investimento e tecnologia; -IP e padrões; -Roteiros de risco.
Roteiro de Indústria e Governo	-Estrutura da indústria e posição; -Direcionadores do cliente; -Direcionadores da indústria.	-Desafios técnicos; -Arquitetura -Tendências e interrupções, -Aprendizagem e alvos.	-Elementos técnicos e evolução; -Alternativas tecnológicas; -Custos futuros.	-Programas de ação; -Investimento e tecnologia; -IP e padrões; -Roteiros de risco.
Roteiros de Produtos - Tecnologia e Plataformas	-Estrutura e tamanho de mercado; -Direcionadores do Cliente; -Estratégia competitiva.	-Roteiro do produto; -Direcionadores de produtos e alvos; -Evolução de recursos.	-Elementos técnicos e evolução; -Posições competitivas; -Meta de custo.	-Programas de ação; -Investimento e tecnologia; -IP e padrões; -Roteiros de risco.

Fonte: Adaptado de Albrigh (2003).

O planejamento estratégico tende a ser muito mais assertivo e eficiente, quando implementado pela ótica do *Roadmap*, tendo em vista a minimização dos riscos e custos envolvidos, definindo metas e objetivos precisos e temporais, facilitando, sobretudo, a tomada de decisão. No entanto, esta prática requer mobilização e validação recorrente das partes interessadas para manter o processo ativo, desta forma, no processo de elaboração de *Roadmaps* se faz necessário a utilização de métodos para estimular o envolvimento dos *stakeholders* e que promovam a comunicação entre estes, tais como *workshops*, entrevistas e pesquisas, refletindo em um engajamento mais profundo entre as partes. Esses métodos são usados individualmente ou complementados com métodos adicionais para proporcionar robustez ao processo de coleta de dados tais como grupos focais e técnicas de análise e validação (Delphi) (Chakraborty; Nijssen; Valkenburg, 2022).

A visualização é imprescindível na criação de roteiros, de forma que os cenários e estratégias possam ser facilmente comunicados a todos os

stakeholders, no entanto, muitas vezes pode incorrer em uma falta de foco da implementação da tecnologia, quando o *Roadmap* é utilizado apenas para fins de visualização. O *Roadmap* deve ser um meio de estímulo para fornecer insights e oportunidades (Chakraborty; Nijssen; Valkenburg, 2022). Além disso, a natureza visual ajuda a revelar possíveis padrões, lacunas, detalhes específicos do processo de inovação ou mesmo ligações ou correlações que carecem de atenção (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

As diferentes etapas do processo de elaboração do roteiro (Quadro 2) possibilitam a imersão e reflexão acerca das informações coletadas, possíveis padrões e lacunas existentes. Além disso, permitem adaptar o foco das análises e realocação de recursos conforme as novas perspectivas dos stakeholders. Essa estrutura permite a organização das informações, que segue uma lógica do sistema de inovação, ajudando a identificar relações entre os principais elementos, atores e atividades do sistema de inovação (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

QUADRO 2 – Descrição dos estágios do *Roadmapping*.

Etapas	Descrição
Esclarecendo os objetivos do roteiro	Articular e especificar o foco e o escopo do exercício de roteiro, bem como os resultados pretendidos e o impacto.
Estabelecendo uma visão	Analisar tendências, oportunidades/desafios e estabelecer uma visão consensual entre os participantes.
Explorando a paisagem de capacidades e oportunidades	Levantamento de capacidades e oportunidades atuais (e potenciais); avaliando a relevância de capacidades específicas para lidar com oportunidades; identificação de barreiras à inovação e lacunas de requisitos; e priorizando destinos de oportunidades de inovação.
Revelando opções de caminhos da inovação	Investigar as opções estratégicas do caminho da inovação – navegar pelas barreiras da inovação, preencher lacunas de requisitos, alavancando fatores facilitadores e identificando potenciais objetivos intermediários e conquistas.
Traduzindo e implementando saídas	Traduzir os resultados do roteiro em exercícios de planejamento estratégico de grupos de partes interessadas e organizações (incluindo seleção de tecnologia informativa e processos de investimento).

Validar e revisar o roteiro	Seguindo com exercícios para criticar e validar elementos do roteiro, atualizando dados de tendências e percepções das partes interessadas, revisando metas estratégicas e marcos.
-----------------------------	--

Fonte: adaptado de O'Sullivan; Phaal; Featherston (2021).

A Figura 3 apresenta a capacidade e o potencial do Roadmap na construção de caminhos para a inovação, os quais solidificam sua utilização como uma ferramenta de previsão, capaz de informar os caminhos necessários à construção de estratégias e planejamento (O'Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

FIGURA 3 – Sequência metodológica do *Roadmapping*



Fonte: adaptado de O'Sullivan; Phaal; Featherston (2021).

Em abordagem semelhante, Bray e Garcia (1997) classificam a elaboração de Roadmaps em três etapas: a) satisfazer condições essenciais, etapa que envolve a verificação para que as condições essenciais para o sucesso da atividade já foram atendidas, dentre elas a identificação de uma necessidade, participação e colaboração de diferentes atores e partes interessadas do processo e a definição do escopo, de forma que o roteiro seja orientado pela necessidade e não a solução. Definição de lideranças e patrocínios. Por fim,

a delimitação do escopo, estabelecendo uma visão a ser estruturada através do roteiro e o horizonte temporal necessário a sua consecução, que variam normalmente entre 10 a 15 anos; b) a segunda fase é a elaboração do roteiro propriamente dito, a qual contempla a identificação do produto que será foco do Roadmap, identificar os requisitos críticos que irão orientar as dimensões do roteiro, identificar as áreas e condutores tecnológicos alvos, identificar e recomendar alternativas tecnológicas e a criação do roteiro tecnológico e; c) a terceira etapa é o monitoramento, que envolve as atividades de avaliação e validação do Roadmap. Em geral, a validação é feita por um grupo maior tendo em vista duas razões principais. A primeira delas é para fins de crítica, revisão e validação, já a segunda envolve a necessidade de envolver no processo, os responsáveis pela implementação do roteiro. Faz-se necessário desenvolver um plano de implementação e, por fim, a revisão e a atualização, na medida em que houver necessidade ou mudanças tecnológicas. O detalhamento de cada uma dessas etapas encontra-se no Quadro 3.

QUADRO 3 – Detalhamento das fases do *Roadmap*.

I - Atividades preliminares	- Satisfazer condições essenciais - Definir lideranças e patrocinadores - Definir escopo e limites
II – Desenvolvimento do Roteiro Tecnológico	- Definir o foco do <i>Roadmap</i> - Identificar os requisitos - Definir áreas tecnológicas - Definir condutores tecnológicos e alvos - Identificar alternativas tecnológicas e suas perspectivas - Recomendar alternativas tecnológicas - Criar o roteiro tecnológico
III - Monitoramento	- Criticar e validar o <i>Roadmap</i> - Desenvolver um plano de implementação - Revisar e atualizar

Fonte: adaptado de Bray e Garcia (1997).

A estrutura do *Roadmap* propõe-se a integrar evidências e percepções de diferentes perspectivas dos stakeholders do sistema de inovação, avaliando atividades, vínculos e elementos dos sistemas em diferentes estágios dos ciclos de vida da inovação. A proposta de justaposição das diferentes fontes de informação e evidências em uma única tela facilita a identificação de possíveis incompatibilidades e lacunas nas evidências e na amostragem. Essa abordagem também facilita revisitar todo o roteiro permitindo análises, bem como aumentar ou diminuir o *zoom* para explorar a dinâmica do micro ou macrosistema que são considerados importantes para os participantes do roteiro (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

A prática de *Roadmap* envolve oficinas facilitadoras, onde os participantes contribuem com informações e *insights*. Esses dados são organizados nas camadas do roteiro para estimular a geração de ideias. As informações coletadas podem abranger tendências, oportunidades estratégicas, barreiras, riscos e metas. Além disso, diferentes tipos de informações são adicionados em diferentes fases do processo. Essa metodologia permite explorar os aspectos do entendimento dos caminhos da inovação e sintetizar os insights em um *Roadmap*. Essa arquitetura é fundamental na dinâmica de estudo de sistemas de inovação e mudanças tecnológicas, uma vez que possui uma estrutura flexível e escalável, facilitando a apresentação, análise e compreensão das evidências coletadas (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

A coleta, a integração e a síntese das evidências de previsão coletadas, são organizadas no escopo do *Roadmap*, seguindo uma sequência de três etapas. A primeira delas é estabelecer uma visão consensual entre os participantes mediante análise de tendências, desafios e oportunidades atuais. Em seguida, a visão estabelecida, na etapa anterior, é explorada sob a perspectiva de uma paisagem ou cenário, identificando-se possíveis barreiras, capacidades e oportunidades de inovação. Por fim, na terceira etapa, são identificados possíveis

caminhos e estratégias para a inovação, com propostas para superação das barreiras, fomentando a alavancagem dos fatores facilitadores da inovação metas e marcos intermediários (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021). O Quadro 4 mostra a descrição de cada uma dessas áreas de foco do *Roadmapping*.

QUADRO 4 – Descrição das áreas de foco do *Roadmapping*.

Etapas	Descrição
Estabelecendo uma visão	As entradas dos participantes do roteiro (votos de ponto) são focadas em oportunidades potenciais de longo prazo e recursos, sistemas e avanços tecnológicos futuros do sistema de inovação.
Explorando a paisagem	As contribuições dos participantes do roteiro estão focadas no levantamento de capacidades atuais (e potenciais) e oportunidades futuras relevantes; avaliando a relevância (e pontos fortes) dessas capacidades para abordar as oportunidades.
Mapeando Potenciais Caminhos de Inovação	As contribuições dos participantes do roteiro estão focadas na investigação de opções de caminhos estratégicos (navegando barreiras, preenchendo lacunas de requisitos, identificando possíveis marcos, etc.).

Fonte: adaptado de O’Sullivan; Phaal; Featherston (2021).

Em cada uma dessas etapas, os resultados das previsões serão transpostos em exercícios de planejamento estratégico para organizações de Ciência, Tecnologia e Inovação, seja a seleção de tecnologias estratégicas ou processos de investimento em pesquisa e desenvolvimento. Após a previsão do roteiro ocorre a fase de planejamento das partes interessadas, na qual os resultados são utilizados no seu próprio planejamento estratégico. Esses exercícios têm como foco a geração de informações importantes para a seleção de caminhos estratégicos específicos (O’Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

Após a elaboração dos estudos preliminares, o primeiro estágio na construção do roteiro é o planejamento juntamente com a atividade primordial de decidir o objetivo dele, em seguida são conduzidas etapas de elaboração do escopo e do cronograma. Posteriormente, são utilizadas ferramentas de interação e análises para coleta de evidências com base em diferentes camadas ou no

roteiro. Em um estágio finalístico, o roteiro é desenhado e apresentado aos *stakeholders* (Ozcan *et al.*, 2022).

A proposta de representar as evidências da previsão dentro da estrutura de um roteiro induz ao conceito de construção do "caminho da inovação", sendo este um elemento essencial da análise estratégica de previsão para a política de ciência, tecnologia e inovação. Esse caminho representa uma jornada contínua através das diferentes etapas do sistema de inovação, partindo de pressupostos específicos do ecossistema de inovação e culminando em oportunidades de impacto socioeconômico específicas (O'Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

Nesta perspectiva, a arquitetura do processo de construção de roteiros possibilita monitorar com maior segurança a coleta de evidências para a previsão estratégica. Sobretudo, pelo arranjo visual, o qual permite a identificação de padrões, lacunas e dinâmicas de inovação, facilitando a compreensão, bem como a análise das dimensões que carecem de informações mais específicas de todas as partes interessadas no processo (O'Sullivan; Phaal; Featherston, 2021).

4 Conclusão

Com base nos resultados obtidos e nos objetivos propostos, as principais contribuições da pesquisa residem na apresentação de um panorama sobre o uso da ferramenta *Roadmap* como suporte à implementação de políticas públicas de inovação.

Um aspecto de extrema relevância, acerca do uso da técnica de *Roadmap*, é satisfazer as condições mínimas para que a prática tenha êxito. Uma vez definido o objetivo do roteiro é necessário refletir sobre a seleção das principais partes interessadas que podem verdadeiramente contribuir com a construção dos possíveis caminhos. Falhar nesta etapa poderá comprometer todo o processo.

A técnica de *Roadmap* apresenta-se como uma ferramenta viável para o exercício do planejamento estratégico integrado, capaz de orientar a pros-

peção de informações de modo assertivo, consolidar as expectativas das partes interessadas, identificar lacunas, mitigar barreiras e explorar cenários estratégicos, resultando em verdadeiras rotas de desenvolvimento tecnológico, fornecendo insights detalhados em um plano holístico capaz de contribuir para a transformação e desenvolvimento das políticas públicas de inovação.

É válido destacar que as proposições de usos da ferramenta *Roadmap* feitos nesta pesquisa representam um exercício contínuo e evolutivo que exige o compromisso dos agentes públicos e das demais partes interessadas para a efetividade das ações propostas. A pesquisa fornece apenas um ponto de partida, o sucesso da proposta depende da capacidade de aceitação, adaptação e da disposição das partes para incorporar as estratégias e executar as metas e etapas previstas.

Por fim, os modelos metodológicos de *Roadmaps* investigados ao longo desta pesquisa mostram-se altamente versáteis, com a possibilidade de serem aplicados não apenas em políticas públicas de inovação, mas também na implantação de outras políticas públicas em diferentes áreas. Sua flexibilidade permite adaptações específicas conforme as demandas e contextos de diversos segmentos, inclusive no âmbito empresarial, ampliando seu alcance e utilidade.

Dentre as limitações da pesquisa, destaca-se o viés do estudo, que teve como foco o uso da ferramenta *Roadmap* em contextos restritos, com dados investigados predominantemente em áreas de políticas públicas e setores empresariais. Embora sua versatilidade tenha sido evidenciada, seria importante aprofundar os desafios relacionados à adaptação da ferramenta a outros contextos e segmentos, explorando como suas aplicações podem variar em cenários menos estudados ou com dinâmicas distintas.

Agradecimentos

Agradecemos a todos os que contribuíram de forma significativa para a realização desta pesquisa, especialmente aos colaboradores que, com seu apoio e dedicação, tornaram possível o desenvolvimento do estudo.

Referências

ABBASI, M.; VASSILOPOULOU, P.; STERGIOULAS, L. Technology roadmap for the Creative Industries. **Creative Industries Journal**, v. 10, n.1, p. 40-58, 2017.

ALBRIGHT, R. E. Roadmapping Convergence. In: BAINBRIDGE, W.S., ROCO, M.C. (Eds). **Managing nano-bio-info-cogno innovations**. Springer: Dordrecht, 2006. p. 1-3. 2003.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRAY, O. H.; GARCIA, M. L. Technology roadmapping: the integration of strategic planning for competitiveness. In: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT AND TECHNOLOGY, 97., 1997. **Anais** [...]. Portland: IEEE Xplore, 1997. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/653238>. Acesso em: 10 out. 2022.

CHAKRABORTY S., NIJSEN E. J., VALKENBURG, R. **A systematic review of industry-level applications of technology roadmapping**: Evaluation and design propositions for roadmapping practitioners. *Technological Forecasting & Social Change*, 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

KATTEL, R.; MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector. **Industrial and Corporate Change**, p. 01-15, 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/icc/article-abstract/27/5/787/5089909>. Acesso em: 09 de outubro de 2022.

MARCONI, A. M; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

MCDOWALL, W. Technology roadmaps for transition management: The case of hydrogen energy. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 79, n. 3, p. 530-542, 2012.

O'SULLIVAN, E., PHAAL R., FEATHERSTON, C. H. Agile Roadmapping: An Adaptive Approach to Technology Foresight. **National Research University Higher School of Economics**, v. 15, n. 2, p. 65-81, 2021.

OZCAN, S., HOMAYOUNFARD, A., SIMMS, C., WASIM J. Technology roadmapping using text mining: a foresight study for the retail industry. **IEEE transactions on engineering management**, v. 69, n. 1, p. 228-244, 2022.

PHAAL, R., FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Characterization of technology roadmaps: purpose and format. In: *MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY*, 1., 2001. Portland: IEEE Xplore, 2001.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.