



ROADMAP TECNOLÓGICO: um estudo preliminar

1- José Antonio Farias Coelho*

Mestrando em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), Brasil.
farias@oktiva.com.br
<http://lattes.cnpq.br/5104048473951115>

2- Sergio Botelho Junior

Mestrando em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), Brasil.
sbotelhoj@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/9584545571428605>

3- Elda Fontinele Tahim

Doutora em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil.
Professora da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Brasil.
fontineletahim@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/1715936102722798>

Diego Maganhotto Coraiola – Editor Geral

Editor responsável pela submissão:

Emerson Antonio Maccari.

Artigo analisado via processo de revisão duplo cego (*Double-blind*).

Recebido em: 23/12/2011

Aprovado em: 25/04/2012

Última Alteração: 18/04/2012

* Contato Principal: Universidade Estadual do Ceará. Av. Paranjana, 1700. Fortaleza, CE - Brasil. CEP: 60714-502.

ROADMAP TECNOLÓGICO: UM ESTUDO PRELIMINAR

RESUMO

Prospectar o futuro é uma das mais antigas e intrigantes necessidades humanas. Aquele que antecipa as tendências e age proativamente tem muito mais chances de sucesso que os concorrentes. Nos tempos atuais a prospecção de cenários futuros, que permitam o desenvolvimento de inovações contínuas é um fator altamente competitivo no meio empresarial. Cientes disso, algumas instituições passaram a empregar a técnica de “previsão” como subsídio para planejamentos estratégicos. Este artigo, por entender a importância dessas técnicas, apresenta os principais conceitos, modelos, vantagens e a metodologia adequada para aplicação de um *Roadmap* Tecnológico em uma empresa, visto que esta abordagem tem crescido de forma exponencial em todo o mundo, porém, aqui no Brasil, apenas alguns casos empíricos isolados de sua aplicação com sucesso são apresentados na literatura.

Palavras-chave

Prospecção, *roadmap* tecnológico, empresas.

TECHNOLOGICAL ROADMAP: A PRELIMINARY STUDY

ABSTRACT

Future prospection is one of the oldest and most intriguing human needs. Those who anticipate trends and act proactively have more chances of success than their competitors. Currently, future scenarios prospection that allows the development of continuous innovations is a highly competitive factor in business environment. Conscious of this fact, some institutions began using the prediction technique as a key factor for strategic planning. This study points out the importance of these techniques and presents the main concepts, models, advantages and proper methodology for the utilization of a technology roadmap in a company, considering that this approach has grown exponentially all over the world. However, only a few successful isolated empirical cases are presented in the literature.

Keywords

Prospection, technological roadmap, companies.

1 Introdução

A capacidade de planejar o futuro, direcionando as capacidades tecnológicas existentes de maneira que sejam adequadas para cenários previstos é uma possibilidade oferecida pelo método roadmapping. Apesar de possuir um potencial extraordinário para um melhor aproveitamento de recursos, esta ferramenta ainda não está difundida no contexto empresarial brasileiro. Sua aplicação permite que esforços de inovação tecnológica sejam focados de acordo com a escolha estratégica da empresa para se tornar mais competitivas, por isso a necessidade da difusão de uma metodologia que possibilite o roadmap tecnológico ser aplicado nas empresas de acordo com as necessidades inerentes a natureza de seus negócios e a realidade em que estão inseridas.

Kostoff e Schaller (2001) afirmam que *roadmap* significa a representação gráfica de caminhos e estradas que existem em uma determinada região. Na vida cotidiana, as pessoas usam *Roadmaps* para decidirem sobre o caminho que devem seguir para chegar em um local. Assim, um *Roadmap* é uma ferramenta para o viajante, que fornece informações essenciais, tais como, direção a seguir, distância, utilidades pelo caminho, o que garante um certo grau de certeza no planejamento da viagem. Os mesmos autores explicam que o termo em uma única palavra, *roadmap*, tem sido empregado como uma metáfora para significar planejamento de ciência e tecnologia. A variante *roadmapping* é uma forma verbal de um neologismo que descreve o processo de elaboração de um *roadmap*.

O termo *Roadmapping* é um neologismo em inglês que, segundo Garcia & Bray (1997), designa um processo de planejamento tecnológico para identificar, selecionar e desenvolver as alternativas tecnológicas que atendessem ao conjunto de necessidades de produção das empresas.

Na atualidade, de acordo com Treitel (2005), o termo *Roadmapping* designa um método que permite desenvolver *Roadmaps*, ou seja, representações gráficas simplificadas que possibilitam comunicar e compartilhar de forma eficaz uma intenção estratégica com vistas a mobilizar, alinhar e coordenar esforços das partes envolvidas para atender a um ou a vários objetivos.

Este foi preponderantemente um estudo qualitativo apoiado em pesquisa bibliográfica, com objetivo de contextualizar as melhores práticas utilizadas para produzir roadmaps, a partir da literatura explorada, neste contexto, este artigo se propõe a apresentar os principais conceitos, modelos, vantagens e a metodologia adequada para aplicação de um Roadmap Tecnológico em uma empresa, com base no referencial teórico existente sobre o assunto. Ressalta-se que esta abordagem tem crescido de forma exponencial no mundo interior, a partir da década 1990. No Brasil, são poucos os casos empíricos que aplicação o *Roadmap* Tecnológico com sucesso.

O artigo está estruturado em cinco seções, contando com esta introdução. A seção 2 traz alguns aspectos metodológicos da pesquisa. A seção 3 apresenta-se os principais conceitos sobre Roadmap, acrescidos de seus modelos e vantagens; na seção 4 é exposto a metodologia e sua forma de aplicação e na última seção, apresenta-se as considerações finais onde se ressalta a aplicação desta abordagem por vários setores da economia nacional e mundial.

2 Metodologia da pesquisa

Este artigo utiliza dados secundários, obtidos através de uma revisão de literatura sobre a abordagem *technology roadmaps* (TRM) ou mapas tecnológicos, introduzindo seus conceitos e propósitos, seus métodos ou modelos principais, bem com sua aplicação em empresas e suas vantagens, com destaque para alguns processos fundamentais para a obtenção de bons *roadmaps*. O texto está baseado na literatura disponível sobre o assunto em especial nos artigos de Galvin (2004), Phaal, Farrukh e Probert (2001, 2004a, 2004b), de Garcia & Bray (2002), Albright (2003), entre outros.

3 Roadmaps

Os Roadmaps fornecem um quadro para pensar o futuro. Eles estruturam a planificação estratégica e o desenvolvimento, a exploração de caminhos de crescimento e o acompanhamento das ações que permitem chegar aos objetivos.

Probert e Radnor (2003) defendem que foi a indústria automobilística dos Estados Unidos que deu os primeiros passos para a criação do método *Roadmapping*, cuja difusão efetiva ocorreu nos anos setenta e

oitenta, com larga utilização pelas companhias Motorola e Corning. Porém, a primeira publicação acadêmica data do final da década de 1980, de autoria de Willyard e McClees (1987), que apresentam o *Roadmapping* e suas vantagens no planejamento tecnológico para empresas.

Technology Roadmapping (TRM) é um processo de planejamento tecnológico direcionado para as necessidades, que ajuda a identificar, a selecionar e a desenvolver alternativas tecnológicas para satisfazer as necessidades de um produto. Ele reúne uma equipe de especialistas que desenvolvem uma estrutura para organizar e apresentar tecnologias e informações críticas, necessárias para a tomada de decisão a respeito de investimentos em tecnologia e como alavancar esses investimentos (Bray & Garcia, 1997).

Os mapas tecnológicos ou *technology roadmaps* fazem parte das ferramentas que emergiram, nos últimos anos, visando explorar a dinâmica das tecnologias emergentes nas indústrias, em um horizonte de longo prazo e, especialmente, desenvolver, implementar e executar mapas estratégicos de modo a alinhar a estratégia da empresa às suas capacidades tecnológicas. Popularizados na década de 80, a partir da abordagem utilizada pela Motorola, são definidos como sendo “um olhar ampliado do futuro de um determinado campo de pesquisa composto pelo conhecimento coletivo e imaginação sobre as mais importantes forças motrizes naquele campo” (Galvin, 2004 p. 8). Esse autor ressalta ainda que os *roadmaps* são considerados primeiramente ferramentas para o processo de inovação e a apresenta também uma espécie de inventário de possibilidades para um campo em particular.

A Figura 1 apresenta a arquitetura de um *roadmap* genérico, no qual diversas camadas mostram a flexibilidade da abordagem em termos de construir uma estrutura para apoiar o planejamento estratégico. As camadas superiores relacionam-se ao propósito da organização, que direciona o *roadmap* (*know-why*), dizendo porque fazer. Mercado, consumidores, competidores, ambiente, indústria, negócio, tendências, motivação, ameaças, objetivos, marcos e estratégia são assuntos normalmente encontrados nas camadas superiores. As camadas inferiores relacionam-se aos recursos, particularmente os tecnológicos, que serão empregados para atender à demanda estipulada nas camadas superiores, dizendo como fazer (*know-how*). Além dos tecnológicos são também importantes: habilidades, parcerias, fornecedores, instalações, infraestrutura, organização, normas, ciência, finanças e projetos de P&D.

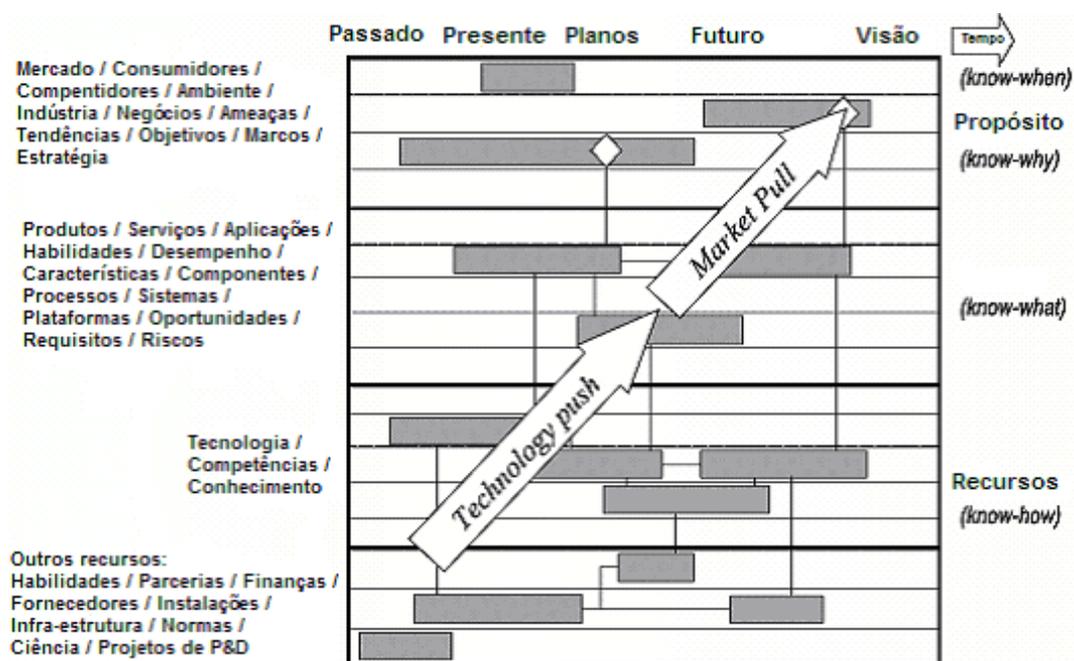


Figura 1: Arquitetura de um *roadmap* genérico.
Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2001, 2004a, 2004b).

As camadas do meio são cruciais, pois funcionam como uma ponte entre o propósito e os recursos, determinando o que fazer (*know-what*). Produtos, serviços, aplicações, capacidades, desempenho, características, componentes, famílias de produtos, processos, sistemas, plataformas, oportunidades, requisitos e riscos são assuntos relacionados às camadas intermediárias. As camadas do meio focalizam no desenvolvimento do produto, escolhendo o caminho pelo qual a tecnologia é empregada para atender ao mercado e as necessidades do cliente.

Inicialmente, o *Roadmapping* era utilizado apenas por empresas, tinha um enfoque tecnológico e continha um forte componente confidencial. Com a difusão do uso, os *Roadmaps* foram se diversificando e vários foram divulgados como: o do DVD da Hitachi de 1999, o do disco ótico de 60 GB realizado pela Calimetrics em 2002; o uso da tecnologia 3G feito pela Telenor MóBILE, e a prospecção sobre a hyper technology feita pela Astrium, ambas em 2003.

Graças às suas possibilidades de aplicação, o escopo de utilização do método *Roadmapping* se expandiu. Atualmente, além dos tecnológicos, encontram-se referências de *Roadmaps* para produtos, políticas, cadeia de fornecedores, processos de inovação, estratégias, competências, entre outros.

3.1 Modelos de Roadmaps

Para Phaal, Farrukh e Probert (2001, 2004a, 2004b), outro fator que contribui para a variedade de *roadmaps* que vem sendo observado é o formato escolhido para demonstração do *roadmap*, conforme os cinco tipos de gráficos identificados que se seguem baseados na estrutura observada.

- Camadas múltiplas

O formato mais comum de *roadmap* de tecnologia inclui um número de camadas, como tecnologia, produto e mercado. O *roadmap* permite a evolução dentro de cada camada para ser explorado, juntamente com as dependências entre camadas, facilitando a integração de tecnologia em produtos, serviços e sistemas de negócio. Groenveld (1997) mostra a integração de produto e tecnologia de processo apoiando o desenvolvimento e funcionalidade.

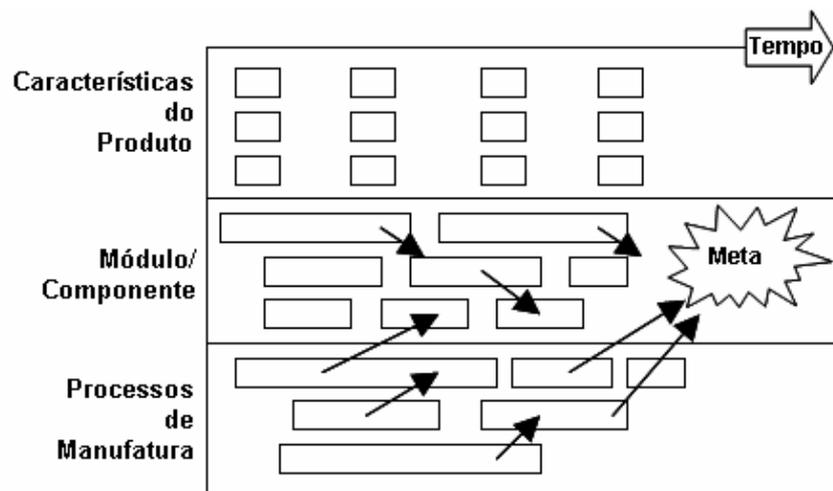


Figura 2: *Roadmapping* no Formato de Múltiplas Camadas
 Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2001, 2004a, 2004b).

- Barras

Muitos *roadmaps* são expressos dentro da forma de um jogo de barras, para cada camada subcamada. Isso tem a vantagem de simplificar e unir os resultados requeridos, que facilita comunicação, integração de *roadmaps* e desenvolvimento de software para o suporte do *roadmapping*. No clássico *roadmap* da Motorola, Willyard e McClees (1987) mostram a evolução das características e tecnologias do produto, no caso o rádio do carro. A Motorola subsequente desenvolveu *roadmapping* para novos patamares, com os *roadmaps* agora fazendo parte do conhecimento corporativo e dos sistemas de gerenciamento de negócios, amparados pelo software e sistemas de apoio a decisão integrados (Bergelt, 2000).

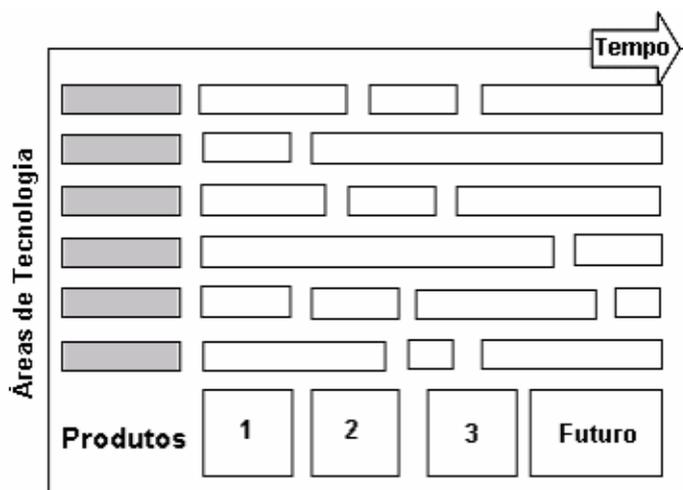


Figura 3: Roadmapping no Formato de Barra
 Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2001, 2004a, 2004b).

- Tabelas

Em alguns casos, *Roadmaps* como um todo, ou camadas dentro deles, são expressos como tabelas (exemplo tempo versus desempenho). Esse tipo de abordagem é particularmente adequado para situações onde desempenho pode ser prontamente quantificado, ou se as atividades são concentradas em períodos de tempo específicos. Para EIRMA (1997), um *roadmap* tabulado inclui ambas as dimensões de desempenho de produto e tecnologia.

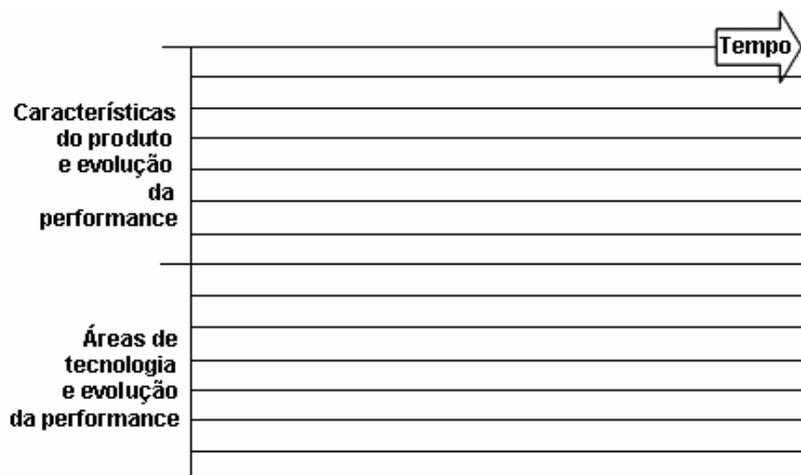


Figura 4: Roadmapping no Formato de Mesas
 Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2001, 2004a, 2004b).

- Gráficos

Quando o desempenho em produto ou tecnologia pode ser quantificado, um roadmap pode ser expresso como um gráfico simples ou plot – tipicamente um para cada subcamada. Esse tipo de gráfico é também chamado de “curva de experiência”, e é proximamente relacionado com tecnologias de “curva S”. Conforme EIRMA (1997), que apresenta um roadmap que mostra como um conjunto de produtos e tecnologias codesenvolvem.

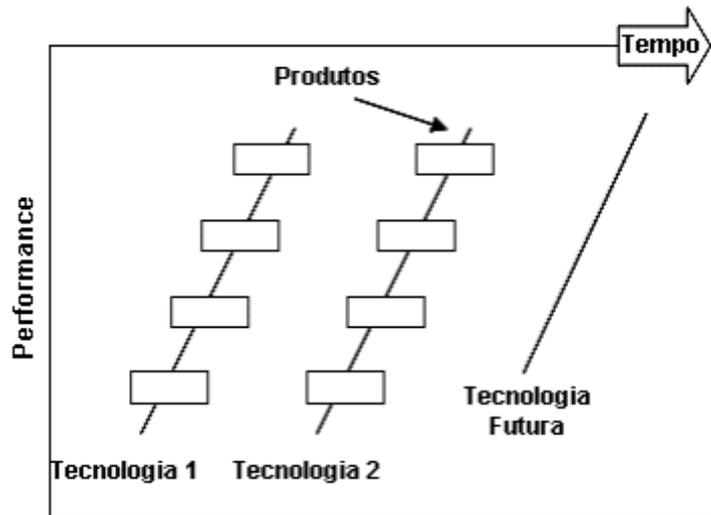


Figura 5: Roadmapping no Formato de Gráficos
 Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2001, 2004a, 2004b).

- Representação pictórica

Alguns *roadmap* utilizam representações pictóricas mais criativas para mostrar a integração e planejamento da tecnologia. Algumas vezes metáforas são usadas para apoiar o objetivo (exemplo uma árvore). Um *roadmap* da Sharp que relaciona o desenvolvimento de produtos com famílias de produtos, baseado num conjunto de tecnologias de mostrador de cristal líquido.

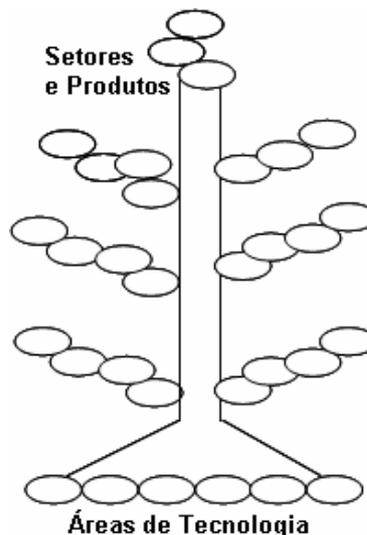


Figura 6: Roadmapping no Formato de Representações Pictóricas
 Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2001).

3.2 Vantagens do Roadmaps

Roadmaps propiciam a criação de um plano que integre as necessidades do mercado e do consumidor, a evolução do produto, e a introdução de novas tecnologias logo no início do processo. O mapa tecnológico auxilia na identificação e solução das lacunas antevistas, atuando como um guia durante a jornada, orientando os tomadores de decisão, os fornecedores, os parceiros e os consumidores. O Albright (2003) apresenta dez razões para se fazer *roadmap*:

- São considerados bons exercícios de **planejamento**. Trata-se de processos que levam ao exame completo do potencial das estratégias competitivas e apresentam caminhos para sua implementação. As decisões tecnológicas são incorporadas como parte integral do plano, desde seu início e não apenas como elemento posterior;

- Incorporam o **tempo** de maneira explícita. Isso auxilia na identificação das tecnologias e capacidade para se dispor delas em um determinado período de tempo;
- **Relacionam** estratégias de negócios e dados de mercado com decisões sobre produtos tecnológicos;
- Revelam **lacunas** nos planos para desenvolvimento de produtos e tecnologias. Identificam áreas onde se evidencia a necessidade de rápida atuação, antes que se constituam problemas reais, de forma a alcançar os objetivos e soluções desejadas;
- Auxiliam na **priorização** dos investimentos com base em tendências fortes. A cada estágio do processo de *roadmapping*, o foco se torna mais delineado em torno de elementos importantes. Os mapas, uma vez elaborados, são apresentados aos tomadores de decisão que, por sua vez, estarão equipados para realizar suas escolhas entre os objetivos da corporação;
- **Organizam** um conjunto mais realista de objetivos, considerando a natureza da competitividade do setor ou indústria;
- Podem ser considerados como **guias ou manuais**, permitindo à equipe reconhecer e atuar em eventos que requerem mudanças de direção. Parte do processo de desenvolvimento de um *roadmap* é a criação de um mapa de riscos, identificando eventos ou mudanças em condições críticas que sinalizam a necessidade de reavaliar ou rever o plano durante sua execução;
- O **compartilhamento** de *roadmaps* permite o uso estratégico das tecnologias através de diferentes linhas de produtos. *Roadmaps* cruzados podem ressaltar necessidades comuns, capacidades que precisam ser mediadas, custos de desenvolvimento que podem ser compartilhados, e ainda podem constituir para a organização uma base de dados contendo tecnologias disponíveis e necessidades tecnológicas;
- Proporcionam a **comunicação** entre negócios, planos e produtos tecnológicos a toda a comunidade interessada;
- Finalmente, **constroem** equipes de desenvolvimento.

O benefício mais significativo do technology roadmapping são as informações para que as decisões sobre os investimentos tecnológicos sejam feitas pela identificação de tecnologias críticas e de gargalos tecnológicas, além de identificar caminhos para obter financiamentos para P&D.

4 Aplicação da Metodologia *Roadmap*

Os processos de *roadmapping* podem ser elaborados em três fases distintas, conforme detalhado a seguir.

A primeira fase consta de atividades preliminares, o que inclui satisfazer as condições essenciais. Para a realização de um *technology roadmap* há necessidade de participação interna, de várias partes da organização; e externa, de grupos de interesse diferentes, do setor industrial, dos fornecedores e consumidores, bem como de representantes governamentais e da academia, que trazem diferentes perspectivas e horizontes temporais para o processo.

Roadmaps devem ser elaborados a partir de um conjunto de necessidades. É o uso pretendido que define o horizonte temporal e o nível de detalhes que se deseja. É um processo que necessita ser impulsionado pela necessidade percebida (*needs driven*) e não pela solução proposta (*solution-driven*). Essa fase garante que o contexto para o *roadmap* seja especificado. Deve-se identificar porque um *roadmap* é necessário e como será utilizado. Finalmente, é fundamental se definir com clareza o escopo, o limite ou fronteira do tema sob estudo para que o mapa seja desenhado.

A segunda fase está focada no desenvolvimento efetivo do *roadmap*, e inclui a identificação do “produto” que será o foco do estudo; a identificação dos requisitos críticos do sistema e seus alvos; a especificação das principais áreas tecnológicas; a especificação das forças motrizes da tecnologia (*technology drivers*) e suas metas; a identificação de alternativas tecnológicas e prazos de implementação; a recomendação de tecnologias alternativas que deverão ser buscadas; e, a elaboração do *roadmap* em si.

O relatório preliminar do *roadmap* deve conter a identificação e descrição de cada área tecnológica e seu estado atual; os fatores críticos que podem impedir o bom desenvolvimento do assunto; o mapeamento das competências que estão em torno das múltiplas tecnologias; os possíveis impactos políticos, econômicos e em pesquisa e desenvolvimento, além de recomendações técnicas e para implementação.

A terceira fase inclui as atividades de continuidade que visam a críticas e validação do *roadmap*; indicam uma análise das tecnologias alternativas recomendadas e os objetivos a serem alcançados; o desenvolvimento do plano de implementação; e a revisão e atualização do estudo. É importante garantir que os principais grupos de interesse estejam envolvidos na implementação dos resultados.

A seguir apresenta-se um resumo de todo o processo de *roadmapping*:

FASE I	FASE II	FASE III
Atividades Preliminares	Desenvolvimento	Continuidade
<ul style="list-style-type: none"> Identificar o problema que precisa do <i>roadmap</i> Definir escopo e limites Prover liderança, patrocínio e recursos 	<ul style="list-style-type: none"> Definir foco Identificar requisitos Especificar as áreas tecnológicas Especificar condutores e alvos Identificar alternativas e horizontes Priorizar e recomendar alternativas Documentar (<i>roadmap</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Criticar e validar Desenvolver um plano de implementação Revisar e atualizar quando necessário

Tabela 1 – Processo de *roadmapping*
 Fonte: Garcia & Bray (1997)

5 Considerações Finais

Uma vez que o *roadmap* é um documento “vivo”, necessitando de revisões periódicas, sugere-se a atualização da base de dados construída para este estudo. A literatura levantada aborda os conceitos básicos para o entendimento da ferramenta, modelos e vantagens de uso. Os indícios mostram vantajosa sua execução por provocar melhores resultados no planejamento tecnológico da empresa e na otimização dos recursos para satisfazer as necessidades de um produto.

O principal benefício da *roadmap* observado por este estudo é a sua possibilidade de previsão dos sistemas, favorecendo a sobrevivência da empresa que o adota. O processo permite o planejamento de forma mais consistente e a alocação de recursos otimizada, aumentando assim as chances de encontrar alternativas tecnológicas e obter uma vantagem competitiva.

Considerando que são escassos os estudos brasileiros sobre o assunto, esta pesquisa pode servir como ponto de partida para pesquisas relacionadas, com aplicações em diferentes tipos de empresas. Questões que envolvam os aspectos necessários para a utilização da ferramenta e os resultados apresentados com a prática devem ser consideradas relevantes bem como as devidas adaptações para a sua implementação e continuidade.

Referências

- Albright, R. E. (2003). Roadmapping Convergence. *Albright Strategy Group*, 31, October.
- Bergelt, K. (2000). Charting the future: motorola’s approach to technology planning. *Report of the 6th Annual Cambridge Technology Management Symposium*, Cambridge, July, pp. 10-11.
- Bray, O. H. & Garcia, M. L. (1997). Technology roadmapping: the integration of strategic planning for competitiveness. *PICNET - Portland International Conference on Management and Technology*.

- EIRMA - European Industrial Research Management. Technology roadmapping: delivering business vision, *Working Group Report*, 52, European Industrial Research Association, Paris.
- Galvin, D. (2004). *Protótipo de sistema de CRM para dispositivos móveis utilizando a tecnologia .NET*. (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação). Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- Garcia, M.L. and Bray, O.H. (1997), Fundamentals of technology roadmapping. *Report SAND97-0665*, Sandia National Laboratories.
- Groenveld, P. (1997). Roadmapping integrates business and technology. *Research-Technology Management*, p. 7.
- Kostoff, R. N. & Schaller, R. R. (2001). Science and Technology Roadmaps. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48 (2), pp. 132-143. <http://dx.doi.org/10.1109/17.922473>
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P. & Probert, D. R. (2001). Characterization of technology roadmaps: purpose and format, *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, jul-ago, pp. 367-374.
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P. & Probert, D. R. (2004a). Customizing roadmapping, *Research-Technology Management*, 47 (2), mar-abr, pp. 26-37.
- Phaal, R.; Farrukh, C. J.P. & Probert, D. R. (2004b). Technology roadmapping: a planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting & Social Change*, 71, pp. 5-26. [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
- Probert, D. & Radnor, M. (2003). Frontier experiences from industry-academia consortia. *Research Technology Management*, 46 (2), pp. 27-30.
- Treitel, R. (2005). *Roadmap et Roadmapping: tout ce que vous voulez savoir sur les roadmaps et vous n'avez jamais osé demander*. <http://igart.free.fr/>.
- Willyard, C.H. & Mcclees, C.W. (1987). Motorola's technology roadmapping process, *Research Management*, set./out., pp. 13-19.