

Série  
**PROSPECÇÃO  
TECNOLÓGICA**

**Volume II**







Coleção  
PROFNIT

Série  
**PROSPECÇÃO  
TECNOLÓGICA**

**Volume II**

Organizadora  
Núbia Moura Ribeiro

Salvador – Bahia – 2019



© 2019 Dos organizadores

**Coordenação Editorial**

Denise Aparecida Bunn

**Revisão de Português e Normalização da ABNT**

Patrícia Regina da Costa

**Capa, Projeto Gráfico e Diagramação**

Claudio José Girardi

Ficha Catalográfica

---

P966 Prospecção tecnológica [Recurso eletrônico on-line] / organizadora Núbia Moura Ribeiro. – Salvador (BA) : IFBA, 2019.  
130 p. , graf. , figs. , tabs. – (PROFNIT, Prospecção tecnológica; V.2)

Inclui referências e índice remissivo

ISBN: 978-85-67562-38-4

Disponível em: <http://www.profnit.org.br/pt/livros-profnit/>

<http://fortec.org.br/documentos/materias/>

<http://www.editora.ifba.edu.br/>

1. Prospecção tecnológica. 2. Inteligência competitiva. 3. Tecnologia e Administração. 4. Inovações tecnológicas. 5. Metodologias. I. Ribeiro, Núbia Moura. II. Série.

CDU: 659.2

---

Catalogação na publicação por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071



Renato da Anunciação Filho  
**Reitor**

Luiz Gustavo da Cruz Duarte  
**Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação**

Claudio Reynaldo Barbosa de Souza  
**Coordenador Geral da Editora do IFBA**

Ronaldo Bruno Ramalho Leal  
**Assistente de Coordenação da Editora do IFBA**

#### **Conselho Editorial**

Ana Rita Silva Almeida Chiara – Davi Novaes Ladeira Fogaça – Deise Danielle Neves  
Dias Piau – Fernando de Azevedo Alves Brito – Jeferson Gabriel da Encarnação –  
Luiz Antonio Pimentel Cavalcanti – Marijane de Oliveira Correia – Mauricio Mitsuo  
Monção – Selma Rozane Vieira

#### **Suplentes**

Carlos Alex de Cantuaria Cypriano – Jocelma Almeida Rios – José Gomes Filho –  
Juliana dos Santos Müller – Leonardo Rangel dos Reis – Manuel Alves de Sousa  
Junior – Romilson Lopes Sampaio – Tércio Graciano Machado

#### **Conselho Editorial do PROFINIT (C-ED)**

##### **Titulares**

Cristina M. Quintella (Presidente) (UFBA, Brasil) – Elias Ramos de Souza (IFBA,  
Brasil) – Glória Maria Marinho Silva Sampaio (IFCE e SETEC/MEC, Brasil) – Irineu  
Afonso Frey (UFSC, Brasil) – Josealdo Tonholo (UFAL, Brasil) – Manuel Mira  
Godinho (ISEG, Brasil) – Maria da Graças Ferraz Bezerra (MPEG e MCTIC, Brasil)  
– Ricardo Carvalho Rodrigues (INPI, Brasil) – Samira Abdallah Hanna (UFBA, Brasil)  
– Wagner Piler Carvalho dos Santos (IFBA, Brasil)

##### **Suplentes**

Grace Ferreira Ghesti (UnB, Brasil) – Maria Hosana Conceição (UnB, Brasil) –  
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento (UnB, Brasil) – Rita de Cássia Pinheiro  
Machado (INPI, Brasil) – Sílvia Beatriz Beger Uchôa (UFAL, Brasil)

## **Coordenação**

### **Conselho Gestor (CG)**

**Representante da Associação FORTEC junto à CAPES (Presidente)**

Josealdo Tonholo

**Ministério da Educação (MEC)**

A indicar

**Ministério de Ciência Tecnologia Inovações e Comunicações (MCTIC)**

Francisco Silveira dos Santos (Titular) e Antenor Cesar Vanderlei Correa (Suplente)

**Sede Acadêmica do PROFNIT**

Alejandro Frery (Titular) e Eliana Almeida (Suplente)

**Coordenadora Acadêmica Nacional**

Cristina M. Quintella

**Confederação Nacional da Indústria (CNI)**

Marcelo Fabrício Prim (Titular) e Rosângela M. C. F. de Oliveira (Suplente)

**Associação Nacional de Entidades Promotoras de**

**Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC)**

Renato de Aquino Faria Nunes (Titular) e Francilene Procópio Garcia (Suplente)

**Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE)**

Célio Cabral de Sousa Júnior (Titular) e Carla Regina Nedel Rech (Suplente)

**Comissão Acadêmica Nacional (CAN)**

**Coordenador Acadêmico Nacional – Presidente**

Cristina M. Quintella

### **FORTEC**

Maria das Graças Ferraz Bezerra

### **Representantes do Corpo Docente**

Gesil Sampaio Amarante Segundo (titular) – Irineu Afonso Frey (titular) – Núbia

Moura Ribeiro (suplente) – Flávia Lima do Carmo (suplente)

**Coordenador da Comissão Acadêmica Institucional (CAI) da Sede**

Josealdo Tonholo

### **Presidentes das Coordenações Técnicas Nacionais**

*Disciplina Conceitos e Aplicações de Propriedade Intelectual (PI):* Wagna Piler Carvalho dos Santos (titular) e Pierre Barnabé (suplente) – *Disciplina Conceitos e Aplicações de Transferência de Tecnologia (TT):* Técia Vieira Carvalho (titular) e Grace Ferreira Ghesti (suplente) – *Disciplina Prospecção Tecnológica:* Ricardo Carvalho Rodrigues (titular) e Núbia Moura Ribeiro (suplente) – *Disciplina Metodologia da Pesquisa Científico-Tecnológica e Inovação:* Glória Maria Marinho Silva (titular) e Maria Hosana Conceição (suplente) – *Disciplina Políticas Públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação e o Estado Brasileiro:* Edilson Pedro (titular) e Gesil Sampaio Amarante Segundo (suplente) – *Disciplina Seminário de Projeto de Mestrado:* Samira Abdallah Hanna (titular) e Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento (suplente)

### **Representantes Discentes**

Camila Lisdalia Dantas Ferreira (titular) e

Fábio Araujo do Nascimento Teixeira (suplente)

## Gestão FORTEC

### DIRETORIA

#### Presidente

Cristina M. Quintella (UFBA)

#### Vice-Presidente

Shirley Virgínia Coutinho (PUC-Rio)

#### Diretores Técnicos

Ana Lúcia Vitale Torkomian (UFSCar)

Gesil Sampaio Amarante Segundo  
(UESC)

Marcus Julius Zanon (TECPAR)

Maria das Graças Ferraz Bezerra (MPEG)

Wagna Piler Carvalho dos Santos (IFBA)

### EX-PRESIDENTE

Rubén Dario Sinisterra (UFMG)

### CONSELHO CONSULTIVO

Marli Elizabeth Ritter dos Santos  
(PUC-RS)

Maria Celeste Emerick (FIOCRUZ)

Rubén Dario Sinisterra (UFMG)

Rita de Cássia Pinheiro Machado (INPI)

### CONSELHO FISCAL

#### Presidente

Ângelo Luiz Maurios Legat (UEPG)

#### Conselheiros

Irineu Afonso Frey (UFSC)

Sabrina Carvalho Verzola (UNIFAP)

#### Conselheiros Suplente

Silvia Beatriz Beger Uchôa (UFAL)

Paulo Rogério Pinto Rodrigues  
(UNICENTRO)

### REGIONAL CENTRO-OESTE

#### Coordenadora

Emanuela Marcelina Dias da Silva (UCB)

#### Vice-Coodenadora Regional

Juliana Luiza Moreira Del Fiaco  
(UniEVANGÉLICA)

#### Suplente

Sanderson Barbalho (UnB)

### REGIONAL NORTE

#### Coordenadora

Maria do Perpétuo Socorro Lima Verde  
Coelho (UFAM)

#### Vice-Coodenador

Daniel Santiago Chaves Ribeiro (UNIFAP)

#### Suplente

Erna Denzin (IFTO)

### REGIONAL NORDESTE

#### Coordenador

Ricardo Fialho Colares

#### Vice-Coodenadora

Vivianni Marques Leite dos Santos  
(UNIVASF)

#### Suplente

Sérgio Ribeiro de Aguiar (UFPE)

### REGIONAL SUDESTE

#### Coordenadora

Anapátricia de Oliveira Morales Vilha  
(UFABC)

#### Vice-Coodenador

Ricardo Silva Pereira (UFRJ)

### REGIONAL SUL

#### Coordenador

Adriano Leonardo Rossi

#### Vice-Coodenador

Ricardo Antonio Ayub (UEPG)

#### Suplente

Luiz Henrique Castelan Carlson (IFSC)



# SUMÁRIO

Prefácio .....	13
Apresentação.....	15
<b>Maturidade Tecnológica: níveis de prontidão TRL.....</b>	<b>18</b>
Os Níveis de Prontidão em Technology Readiness Level (TRL) .....	21
Definição dos Níveis de TRL.....	23
Calculadoras TRL.....	28
Outros Tipos de Classificações em Níveis de Maturidade Tecnológica .....	30
Indicadores e Métricas Variados e sua Relação com Níveis de TRL.....	33
Fonte de Financiamento para cada TRL.....	36
Usos do TRL.....	38
Uso do TRL no Brasil: Plataformas de Conhecimento.....	38
Uso do TRL no Brasil: EMBRAPPII .....	40
Uso do TRL no Brasil: ABNT NBR ISO 16290:2015 .....	41
Usos do TRL em Diversos Países.....	41
Estudo de Caso: tecnologia de controle de qualidade da cadeia industrial do mel orgânico.....	42
Considerações Finais .....	46
Referências .....	46
ANEXO A – Exemplos de escalas de TRL .....	54

---

<b><i>Roadmap: histórico e formatos</i></b> .....	<b>60</b>
Histórico.....	62
Formatos de <i>Roadmaps</i> .....	67
Considerações Finais .....	85
Referências .....	86
<b>Ferramentas para Análise e Tratamento dos Dados de Prospecção Tecnológica em Documentos de Patente....</b>	<b>91</b>
Ferramentas Gratuitas ou de Uso Consagrado .....	94
Excel .....	94
Access .....	104
WEKA.....	104
Tanagra.....	105
Pajek.....	106
Treemap.....	108
Lens.....	109
WIPO Patentscope .....	112
Patent Inspiration.....	114
Ferramentas Exclusivamente Pagas .....	117
Referências .....	117
<b>Índice Remissivo.....</b>	<b>119</b>
<b>Sobre os Autores .....</b>	<b>123</b>

## PREFÁCIO

Em um momento no qual se intensificam as discussões acerca dos impactos dos projetos científicos e tecnológicos, a presente obra, que compõe a série Prospecção Tecnológica, traz elementos importantes na vertente do debate sobre a relação universidade-empresa.

Discute-se como os projetos científicos e tecnológicos conseguem ter um caráter aplicado, de forma a gerarem um interesse empresarial e se converterem em inovação. Essa busca por maior interesse empresarial, além do aspecto desafiador da formatação de linhas de pesquisa, está relacionada à busca por maior participação do setor empresarial no financiamento das atividades científicas e tecnológicas no Brasil.

Mas, como ampliar o interesse do setor empresarial, público ou privado, sem uma visão das tecnologias disponíveis ou sem uma classificação do estágio de desenvolvimento destas? A resposta a essas questões, tratadas em distintos capítulos, traz contribuições relevantes.

Esta obra organizada pela professora Nubia Ribeiro possui capítulos interligados, com apresentação de instrumentos de análise bastante complementares. O livro contribui de forma essencial para situar as tecnologias e o seu estágio de desenvolvimento em um determinado setor econômico. São apresentadas metodologias para mapear o estado da arte das tecnologias de certo setor. São mostradas ainda metodologias para determinar a maturidade tecnológica. E, por fim, são abordadas ferramentas para prospecção tecnológica.

Dessa forma, as ferramentas apresentadas devem possibilitar uma interação mais efetiva na relação universidade-empresa, além disso, essas ferramentas também podem ser

tomadas como referências na elaboração de programas de apoio científico e tecnológico que estão sob a responsabilidade de agências governamentais. O livro cumpre, desse modo, o papel a que se propõe o Programa de Pós-Graduação Profissional, em Rede Nacional, em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT).

*José Ricardo de Santana*

Outubro de 2018

## APRESENTAÇÃO

A Coleção PROFNIT, como o próprio Programa de Pós-Graduação Profissional, em Rede Nacional, em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) do qual ela surge, é resultado da vontade de vários pesquisadores, intencionalmente focados em deixar um legado para o país no campo do desenvolvimento tecnológico. É também o testemunho de que é possível criar uma rede com essa sintonia, uma rede que abraça o país inteiro, com a dedicação e o esforço de muitos docentes, a paixão e o empenho de vários mestrandos e com o apoio de diversos participantes, da academia, do setor empresarial ou do setor governamental.

Este livro é o segundo da *Série Prospecção Tecnológica* da Coleção PROFNIT. Ele é composto de três capítulos que, além de complementar, ampliam os temas tratados no primeiro volume da série. O capítulo inicial deste livro, com título “Maturidade tecnológica: níveis de prontidão TRL”, foi elaborado por Cristina M. Quintella, Núbia Moura Ribeiro, Kénia Felicíssimo Gonçalves, Marcus Vinícius Dantas Linhares e André de Góes Paternostro. O capítulo apresenta um breve histórico dos níveis de prontidão na escala Technology Readiness Level (TRL), discute cada um dos níveis de TRL e apresenta alguns *softwares* que funcionam como calculadoras TRL, determinando o nível de prontidão das tecnologias. São citadas também outras escalas de maturidade e/ou prontidão, como MRL, IRL, DRL, CRL, SRL, HRL, LRL, ORL, INRL e PRL. Os indicadores e as métricas utilizados para determinar os níveis de TRL são listados e relacionados com os diversos níveis de TRL. As fontes de financiamento para cada nível de TRL são discutidas e ainda são mostrados alguns usos mais comuns de TRL, dando o enfoque brasileiro para Plataformas de

Conhecimento, EMBRAPPI e ABNT NBR ISO 16290:2015, além de mostrar alguns usos em outros países. Este Capítulo traz um estudo de caso desenvolvido para a tecnologia BIPP de controle de qualidade da cadeia industrial do mel orgânico. O capítulo contém um anexo com outros exemplos de escalas de TRL: ESA da Comunidade Europeia (ISO standard 16290 Space systems – Instrumentos e sistemas espaciais); Comunidade Europeia para o programa HORIZON 2020; Níveis de TRL – API 17N da Indústria de petróleo e gás; e Níveis de TRA – Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos.

O capítulo intitulado “*Roadmap*: Histórico e Formatos” tem Suzana Borschiver como autora e objetiva apresentar o *roadmap* tecnológico, uma metodologia que mapeia do estado da arte das tecnologias de um determinado setor e realiza a projeção das tendências identificadas ao longo de horizonte temporal definido. Além de trazer uma discussão acerca do histórico dessa metodologia, também apresenta os diferentes tipos e formatos nos quais um *roadmap* tecnológico pode ser elaborado.

Silvia Beatriz Beger Uchôa, João Paulo Lima Santos e Tatiane Luciano Balliano assinam o capítulo intitulado “Ferramentas para Análise e Tratamento dos Dados de Prospecção Tecnológica em Documentos de Patente”. Nesse capítulo são abordadas diversas ferramentas de prospecção tecnológica com o intuito de identificar as suas vantagens e as facilidades oferecidas no seu uso, possibilitando um panorama geral, para facilitar a escolha da melhor ferramenta que suprirá cada demanda. Inicia-se com ferramentas de uso consagrado e que fazem parte de pacotes, como o Excel e outras de uso gratuito como o Pajek e Treemap, todas exigindo a elaboração prévia de um banco de dados para realizar as análises. Em seguida, aborda-se um grupo de ferramentas que trabalham a partir de um banco de dados próprio, fornecendo algumas análises, como o PatentScope e o Lens.

Que este novo volume da *Série Prospecção Tecnológica* desperte ainda mais o interesse pela prospecção tecnológica, esclareça aspectos da sua relação com a gestão da inovação e amplie o conhecimento sobre métodos e ferramentas utilizadas em estudos prospectivos.

Boa leitura a todos!

*Núbia Moura Ribeiro*

Setembro de 2018

# MATURIDADE TECNOLÓGICA: NÍVEIS DE PRONTIDÃO TRL

*Cristina M. Quintella*

*Núbia Moura Ribeiro*

*Kénya Felicíssimo Gonçalves*

*Marcus Vinícius Dantas Linhares*

*André de Góes Paternostro*

A análise dos ciclos de vida da inovação e a determinação dos níveis de maturidade tecnológica são fatores essenciais para a competitividade empresarial em empresas de base tecnológica, pois o risco associado à inovação depende fortemente do nível de maturidade das tecnologias. De fato, tecnologias ainda nos seus níveis iniciais não só requerem mais investimentos financeiros, como maiores pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos. É grande o risco de uma tecnologia, que se mostrava promissora em sua fase inicial, ter sérios problemas tecnológicos e não chegar ao mercado. No entanto, diz o ditado popular “Quem não arrisca, não petisca”; ou seja, o problema não é o risco em si mesmo, mas a correta avaliação de quais riscos se corre e qual a relação custo/benefício de investir em uma tecnologia, o que depende do grau de maturidade dessa tecnologia. O risco é tanto maior, quanto menor é a maturidade da tecnologia, já que as etapas para que chegue em fase de comercialização aumentam. Assim, torna-se essencial conhecer os ciclos de vida da inovação, e esse conhecimento se reflete em diversas vantagens, pois permite:

- Avaliar a possibilidade de a tecnologia ser introduzida no mercado e o tempo para isso.
- Estimar os investimentos e os riscos financeiros.
- Avaliar a possibilidade de permanência no mercado.
- Definir qual a demanda da tecnologia.
- Definir o potencial de desenvolvimento da tecnologia.
- Definir ações visando minimizar gargalos tecnológicos (Critical Technology Elements – CTE).

A classificação da maturidade de uma tecnologia em diversos estágios permite que haja um entendimento comum entre interlocutores (DAWSON, 2007; VALERDI; KOHL, 2004) e suas vantagens são:

- Chegar a um entendimento comum do estado de desenvolvimento da tecnologia.
- Ajudar na tomada de decisões relativas ao desenvolvimento e à transição da tecnologia.
- Ajudar a gerenciar o progresso da atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) dentro de uma organização.
- Apoiar gestão de riscos.
- Apoiar decisões de financiamento da tecnologia.
- Apoiar decisões de transição da tecnologia.

No entanto, existem algumas desvantagens, segundo Dawson (2007) e Valerdi e Kohl (2004), quando se classifica a maturidade de uma tecnologia em diversos estágios, como:

- Nem sempre levar em conta a adequação ou o vencimento da tecnologia.
- Não levar em consideração a aceitação pela sociedade (um produto maduro pode possuir maior ou menor grau de aptidão para o uso num contexto específico do que outro produto com maturidade inferior).
- Não levar em conta o ambiente operacional.
- Tender a desconsiderar fatores negativos e de obsolescência da tecnologia.
- Existir, para cada tecnologia ou setor de aplicação tecnológica, a sua própria classificação.

O termo maturidade tecnológica foi cunhado na década de 1950 e se referia às necessidades humanas, ao crescimento econômico e à progressão da tecnologia da informação nas organizações (SILVA NETO, 2015).

A escala TRL é denominada Níveis de Maturidade Tecnológica ou Níveis de Prontidão Tecnológico e sua sigla deriva da terminologia em inglês: Technology Readiness Level (TRL). A TRL é uma ferramenta de avaliação tecnológica que auxilia na comunicação. Ela permite estabelecer os níveis de maturidade de uma tecnologia entre cientistas, tecnologistas e gerentes nos processos de desenvolvimento tecnológico.

A determinação da maturidade tecnológica é um importante processo de investigação para indústria e serve como uma ferramenta de gestão do risco inerente à tecnologia em desenvolvimento. A tecnologia é avaliada subdividindo o processo de desenvolvimento da tecnologia em uma série de etapas, denominadas níveis TRL. Fast-Berglund *et al.* (2014) definiram

a TRL como um sistema de medição que avalia a maturidade de uma tecnologia específica e que permite a comparação consistente da maturidade entre diferentes tipos de tecnologia.

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) define o Nível de Maturidade Tecnológica como

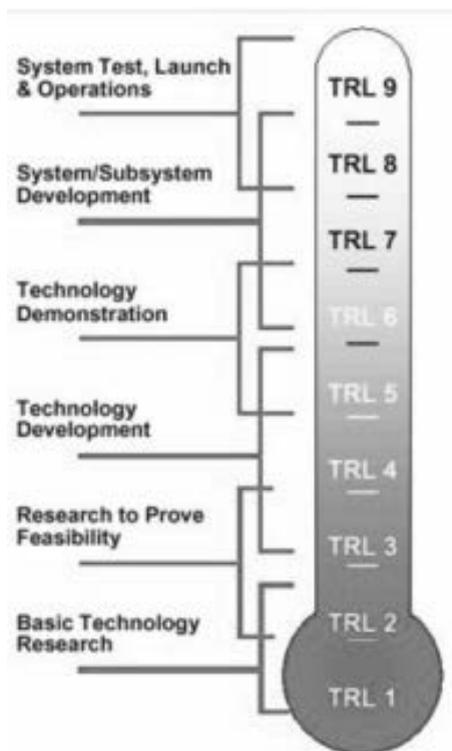
[...] um sistema de medição e uma métrica sistemática empregada na avaliação da maturidade de uma tecnologia particular, assim como na comparação da maturidade de diferentes tipos de tecnologias, ou seja, trata-se de um avaliador do nível de maturidade de uma tecnologia. (BRASIL, 2014, p. 33)

## **Os Níveis de Prontidão em Technology Readiness Level (TRL)**

Um dos primeiros conceitos de nível de maturidade relacionado a processos gerenciais surgiu em 1979 e foi proposto por Crosby (1979) no chamado “Aferidor de Maturidade da Gerência de Qualidade” (QUINTELLA; ROCHA, 2007).

Em 1974, Stan Sadin foi o precursor do sistema métrico para medir uma determinada tecnologia (SADIN; POVINELLI; ROSEN, 1989), sistema que depois foi aprimorado pela Escritório de Aeronáutica e Tecnologia Espacial (NASA), como parte do esforço para desenvolver um modelo de sistema de mensuração de maturidade de tecnologia para essa agência. Em 1995, esse sistema foi atualizado para nove níveis de enquadramento, representados utilizando-se de uma estilização de termômetro de mercúrio (Figura 1) com os critérios de enquadramento para cada TRL (MAKINS, 1995; STRAUB, 2015).

Figura 1: Estilização de termómetro de mercúrio com os critérios de enquadramento para cada TRL pela NASA



Fonte: NASA (2014)

Os níveis de TRL foram uma das primeiras ferramentas de avaliação tecnológica que Mankins (1995) e outros autores apresentam como um sistema de medição sistemática que auxilia as avaliações da maturidade tecnológica de uma tecnologia em particular e a comparação de maturidade entre diferentes tipos de tecnologia.

As primeiras versões da escala TRL consistiam em seis ou sete níveis, com características breves para definição de cada nível. Com o anúncio da nova Iniciativa de Exploração Espacial (Space Exploration Initiative – SEI), em 1989, devido à necessidade de comunicar o *status* da maturidade tecnológica e as previsões

entre a comunidade de pesquisa e a comunidade de planejamento da missão de exploração, a escala TRL foi estendida de seis a sete níveis para os nove níveis que atualmente são empregados (MANKINS, 1995).

A ideia de descrever as escalas TRL, apresentada primeiramente pela NASA, foi posteriormente atualizada, modificada e rapidamente adotada por diferentes instituições, incluindo o Departamento da Defesa dos EUA; o Departamento da Energia dos EUA; o Programa de Inovação e Comercialização do Canadá; a Agência Espacial Europeia e outras agências governamentais, com adoção mundial, ganhando impulso no início dos anos 2000 (MANKINS, 1995; DHS, 2009; MANKINS, 2009).

No período entre 2005 e 2006, a versão padrão de nove níveis da escala TRL foi disseminada no mundo inteiro. Atualmente, diversas organizações governamentais e empresas privadas utilizam a métrica TRL para avaliação do grau de maturidade de tecnologias em desenvolvimento para a tomada de decisão quanto à incorporação dessas tecnologias em seus sistemas e subsistemas.

### *Definição dos Níveis de TRL*

O nível TRL é definido após um processo de avaliação denominado, em inglês Technology Readiness Assessment (TRA), que considera aspectos conceituais, necessidades da tecnologia e demonstração do potencial tecnológico.

De acordo com os níveis do sistema de prontidão tecnológica da NASA (Figura 1), a escala varia de TRL1 (tecnologia sendo descoberta) até TRL9 (tecnologia pronta para entrar no mercado). Com o seu desenvolvimento e sua adoção

por diversas instituições, passou-se a ter um vocabulário comum para descrever os graus de maturidade tecnológica.

De acordo com o Departamento de Energia dos EUA, o DOE (2011), a TRL expande os tradicionais níveis qualitativos e pode ser relacionada com eles, pois:

- A pesquisa básica ou prova de conceito preliminar compreende a TRL de 1 a 3. A TRL1 refere-se à fase de ideias; a TRL2, à pesquisa exploratória baseada num conceito tecnológico e/ou ideia de aplicação, podendo ser chamada de demonstração preliminar; e a TRL3, à pesquisa sistemática baseada no mínimo de resultados favoráveis.
- O desenvolvimento tecnológico compreende a TRL4 e a TRL5. A TRL4 refere-se à validação dos componentes da tecnologia em ambiente de laboratório e a TRL5, à validação dos componentes da tecnologia em ambiente relevante.
- A fase de demonstração da tecnologia compreende a TRL6, que se refere à avaliação do protótipo ou modelo representativo num ambiente relevante. Não se deve confundir a TRL6 com a TRL2, pois nesta ocorre a demonstração preliminar da tecnologia.
- O comissionamento da tecnologia compreende a TRL7 (avaliação da tecnologia próximo do real em ambiente operacional) e a TRL8 (num sistema real, a tecnologia demonstrou estar de acordo com as condições especificadas).
- A classificação “em operação” corresponde a TRL9, quando a tecnologia está finalizada e pronta para comercialização.

Existem diferenças nas definições dos Níveis de Maturidade Tecnológica TRL usadas pelas várias organizações, a mais difundida é a utilizada pela NASA (Quadro 1).

Quadro 1: Níveis de TRL propostos pela NASA com sua descrição genérica

Nível de TRL	Descrição
1. Princípios básicos observados e relatados	Este é o “nível” mais baixo de maturidade tecnológica. Nesse nível, a pesquisa científica começa a ser traduzida para pesquisa aplicada e desenvolvimento.
2. Conceito de tecnologia e/ou aplicação formulados	Uma vez que os princípios científicos básicos são observados, no próximo nível de maturação, as aplicações práticas dessas características podem ser inventadas ou identificadas. Esse nível ainda é especulativo: não há prova experimental ou análise detalhada para apoiar a hipótese.
3. Função crítica analítica e experimental e/ou prova característica do conceito	Nesta etapa é iniciada a pesquisa e o desenvolvimento (P&D). Incluiu tanto os estudos analíticos para definir a tecnologia em um contexto apropriado, como estudos em laboratório para validar as previsões analíticas. Esses estudos e experimentos validam a “prova de conceito preliminar” das aplicações/conceitos formulados na TRL2.
4. Validação de componentes e/ou protótipo em ambiente de laboratório	Os elementos tecnológicos básicos devem ser integrados para que as “partes” funcionem em conjunto para alcançar os níveis de conceito de desempenho para um componente e/ou protótipo. Essa validação do conceito formulado anteriormente deve ser compatível com as exigências de aplicações potenciais. A validação é “baixa fidelidade” em comparação com o eventual sistema, podendo ser composto de componentes discretos <i>ad hoc</i> em um laboratório.

Nível de TRL	Descrição
5. Validação de componentes e/ou protótipo em ambiente relevante	A fidelidade do componente e/ou protótipo a ser testado aumenta significativamente. Os elementos tecnológicos básicos são integrados com elementos de apoio razoavelmente realistas para que as aplicações totais (componente de nível, nível subsistema, ou em nível de sistema) sejam testados num ambiente “simulado” pouco realista.
6. Sistema de modelo/ subsistema ou demonstração do protótipo em um ambiente relevante (solo ou espaço)	Aumenta a fidelidade da demonstração da tecnologia. Testa um modelo ou protótipo de sistema ou sistema representativo – que vão muito além <i>ad hoc</i> , “patch-cabo” ou componente discreto nível <i>breadboarding</i> – num ambiente relevante. Se o único “ambiente relevante” é o espaço, então deve ser demonstrada no espaço.
7. Demonstração do protótipo do sistema em um ambiente espacial	TRL7 é um passo significativo exigindo um protótipo de sistema de demonstração real em um ambiente espacial. O protótipo deve estar perto ou na escala do sistema operacional planejado e a demonstração deve ter lugar no espaço.
8. Sistema real concluído e “vôo qualificado” por meio de teste e de demonstração (solo ou espaço)	Em quase todos os casos, esse nível é o fim do verdadeiro “desenvolvimento do sistema” para a maioria dos elementos de tecnologia. Isso pode incluir a integração de novas tecnologias em um sistema existente.
9. Sistema real “voo comprovado” por meio de operações de missões bem-sucedidas	Usualmente, consiste de pequenos ajustes finais, podendo incluir a integração de novas tecnologias em um sistema existente. Não inclui a melhoria planejada do produto de sistemas contínuos ou reutilizáveis.

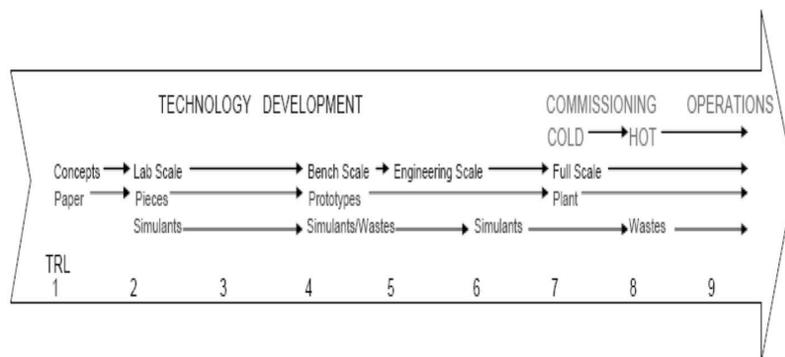
Fonte: Mankins (1995)

No Anexo A são mostradas as definições de níveis TRL utilizadas por outras instituições, nesta sequência:

- TRL da European Space Agency (ESA) – ISO *standard* 16290 *Space systems* – Instrumentos e sistemas espaciais.
- TRL da European Commission (EC).
- TRL da Indústria de petróleo e gás (API 17N, que utiliza apenas oito níveis).
- TRL do Departamento de Defesa (Department of Defense, DOD) dos EUA.
- TRL do Departamento de Energia (Department of Energy, DOE) dos EUA.

Como exemplo, é apresentado aqui um projeto de desenvolvimento de uma tecnologia da área de engenharia mecânica. De acordo com o DOE (2011), o ciclo de vida de um projeto e sua relação com os níveis de TRL podem ser observados na Figura 2. Pode-se notar que a TRL1 corresponde ao conceito, elaborado ainda apenas como texto. As TRL2 e TRL3 correspondem à escala de laboratório, em que são feitas as peças e as simulações. A TRL4 corresponde à escala de bancada na qual os protótipos são testados, mantendo-se a simulação. Nas TRL5 e TRL6 passa-se à escala de projetos de engenharia mais complexos. Na TRL7 inicia-se a fase de comissionamento em escala real e na planta. Na TRL8, a tecnologia já é colocada em operação completamente no ambiente real. Na TRL9 está pronta para operação.

Figura 2: Aplicação dos níveis TRL a uma tecnologia na área de engenharia mecânica



Fonte: DOE (2011)

A evolução dos níveis de TRL nem sempre é linear como parece ser na Figura 2. Muitas vezes, essa evolução se comporta como um funil permeável de inovação aberta, no qual, ao longo do desenvolvimento de uma tecnologia, são identificadas outras oportunidades (incorporadas ao desenvolvimento da tecnologia) e geradas tecnologias novas, mas em grau de maturidade menor; e as que não se aplicam à tecnologia em desenvolvimento podem ser disponibilizadas externamente. Adicionalmente, cabe lembrar que quando uma tecnologia está num mercado e há a decisão de levá-la para outro mercado, ou todas as vezes que se faz engenharia reversa, é comum que uma tecnologia TRL9 caia para TRL6 ou TRL8.

### *Calculadoras TRL*

Na avaliação do nível TRL de uma tecnologia devem ser considerados diversos aspectos. Para fazê-lo de modo mais uniforme, foram criados programas automáticos, denominados de calculadoras TRL. Com esses *softwares*, o interessado responde a diversas perguntas e o *software* classifica a tecnologia em nível TRL.

As calculadoras TRL permitem que as empresas hierarquizem e/ou sistematizem seus portfólios de desenvolvimento de novos produtos que envolvam diversas tecnologias. Dessa forma, podem minimizar os riscos no desenvolvimento e identificar, no mercado, quais as melhores linhas de financiamento de acordo com o estágio que a tecnologia se encontra.

Assim uma calculadora TRL tem como premissa facilitar o enquadramento da tecnologia em seu nível, minimizando riscos ao seu desenvolvimento. Assim, uma calculadora de TRL é composta de questões que identificam pré-requisitos necessários para serem atendidos em cada nível. Essas calculadoras apresentam como vantagem o enquadramento do nível de maturidade de uma determinada tecnologia em um setor específico.

O Departamento de Defesa dos EUA (DOD) disponibiliza uma calculadora de TRL que se encontra na internet e a que está mais desenvolvida refere-se ao desenvolvimento de *software* e *hardware* utilizando a métrica da TRL, a última versão é a 2.2 (DOD-MRL, 2012).

No entanto, atualmente, considera-se que uma única calculadora TRL não atende a todas as peculiaridades das áreas tecnológicas. Assim, diversas calculadoras TRL específicas são necessárias.

Conforme foi dito por Velho *et al.* (2017), quando um setor é fortemente regulado, como o da área de saúde, as calculadoras TRL desse segmento devem seguir as especificações dos órgãos reguladores do país onde serão utilizadas. Por exemplo, na área de saúde é possível encontrar divisões em grandes subáreas, e isso torna necessário o aperfeiçoamento das questões para avaliação de cada nível de maturidade por subárea. De acordo com o DOD dos EUA, as tecnologias na área de saúde são subdivididas em quatro classes: medicamentos; produtos biológicos, inclusive vacinas; dispositivos médicos; e tecnologia da informação (TI)

médica e informática médica (IM) (DOD-TRA, 2005; COSTA; LEITE, 2017).

O Departamento de Seguridade Social (Department of Homeland Security – DHS) dos EUA refinou a calculadora desenvolvida pelo DOD, incluindo, além da TRL, o Nível de Maturidade de Manufatura (Manufacturing Readiness Level – MRL), que tinha sido inicialmente concebido pelo Escritório de Auditoria Governamental (Government Accountability Office – GAO) para estabelecer metas de custo, cronograma e qualidade no início da fabricação de novos produtos. Na sequência, o Painel de Tecnologia de Fabricação de Defesa Conjunta desenvolveu as definições de MLR e as Avaliações de Prontidão de Fabricação (DHS, 2009).

O DHS desenvolveu ainda a calculadora para o Nível de Prontidão Programática (Programmatic Readiness Level – PRL) para abordar as preocupações de gerenciamento de programas, como a documentação de marcos considerados vitais para o desenvolvimento bem-sucedido de produtos tecnológicos. A escala PRL segue as etapas básicas de engenharia de sistemas (DHS, 2009).

### ***Outros Tipos de Classificações em Níveis de Maturidade Tecnológica***

A escala de TRL teve excelente aceitação pelo mercado, mas apresenta algumas deficiências por ser estática e mostrar a tecnologia num determinado momento, não mostrando as dificuldades que a tecnologia terá para avançar rumo à maturidade.

Reinhart, Schindler e Krebs (2011) criticaram a metodologia TRL, pois acreditam que essa metodologia deveria fornecer meios mais precisos para descrever a profundidade em que a pesquisa e a tecnologia devem ser direcionadas.

Straub (2015) propôs uma atualização da métrica de TRL sugerida pela NASA inserindo mais um nível de maturidade e passando a ter 10 níveis de maturidade.

Bakke (2017) aponta alguns aspectos para os quais é necessário dar atenção especial quando se utiliza TRL:

- As visualizações de integração não estão incluídas na TRL, assim não se pode definir se as interfaces de integração das tecnologias individualmente estão prontas para se integrarem com sistemas superiores ou mais complexos.
- É preciso estar atento à capacidade de o sistema produzir um resultado operacional.
- A individualidade dos elementos e as suas propriedades tecnológicas (processos, métodos, algoritmos ou arquitetura) não são consideradas de forma adequada na métrica TRL.
- Para sistemas inteligentes, o TRL não mensura ou avalia seu nível de complexidade nem suas incertezas.
- Risco e grau de dificuldade para transição para o próximo nível não são levados em consideração na métrica TRL.
- A evolução contínua dos sistemas não é abarcada pelos níveis de maturidade da TRL, o que é típico em *software*, e introduz a necessidade de criação de métrica semelhante à TRL para *software*.
- Os aspectos de ciclo de vida não são considerados na transição do TRL9 para a fase de operação.
- Nos níveis TRL7 a TRL9 não são consideradas a obsolescência e nem a falta de funcionalidade em relação à mudança de expectativas com o passar do tempo, visto não haver como indicar essas probabilidades.

- A avaliação do enquadramento nos níveis de prontidão tecnológica TRL é realizada de forma subjetiva pela pessoa que faz a avaliação e pode afetar o resultado. Dentro dessa conclusão está a compreensão nominal de uma pessoa sobre o mundo e sua aceitação inerente aos riscos, o que também pode afetar o resultado.
- Não há um alinhamento entre os modelos de desenvolvimento e os níveis de maturidade TRL.
- Proliferação de parâmetros de prontidão (SRL, IRL, nível de prontidão de logística etc.) ocorreu devido à falta de consideração de sistemas complexos, cadeias de valor, variação de estruturas, fatores humanos e outras métricas importantes.

A cobertura TRL foi expandida de indicadores exclusivamente técnicos para incluir dimensões adicionais de métricas de prontidão, como: maturidade de *hardware* e *software*; maturidade do sistema; maturidade programática; maturidade de fabricação; e maturidade de integração (DHS, 2009; SMITH, 2004). Assim, diversas limitações no âmbito da TRL provocaram a criação de sistemas alternativos de mensuração de níveis de maturidade tecnológica. Segundo Bakke (2017), alguns deles são estes:

- Níveis de Prontidão de Fabricação, MRL;
- Nível de Preparação para Integração, IRL;
- Nível de Prontidão de Projeto (*Design*), DRL;
- Nível de prontidão de capacidade, CRL;
- Nível de prontidão de *software*, SRL;
- Nível de prontidão humana, HRL;
- Nível de prontidão de logística, LRL;
- Nível de prontidão operacional, ORL;

- Nível de prontidão para inovação, INRL;
- Nível de prontidão programática, PRL.

Atualmente é comum utilizar mais do que uma classificação. Um exemplo disso é o Departamento de Energia dos EUA (BAKKE, 2017) que utiliza diversas classificações.

## **Indicadores e Métricas Variados e sua Relação com Níveis de TRL**

As métricas para avaliar TRL são as mais diversas, pois podem ser de qualquer nível de maturidade. Os indicadores usualmente comparam métricas e, a depender dos valores obtidos, permitem classificar os níveis de TRL. De acordo com os autores Quintella (2011; 2017; 2018a), Quintella, Santos e Quintella (2017), Quintella (2018c), Silva *et al.* (2016), Felicíssimo *et al.* (2018) e Antunes *et al.* (2018), é possível citar como exemplos de métricas relacionadas as análises da tecnologia:

- o número de resumos em eventos;
- o número de trabalhos completos em eventos;
- o número de palavras-chave;
- o número de pedidos de patentes de invenção, patentes do tipo modelo de utilidade, marcas, desenhos industriais, entre outros tipos de propriedade industrial;
- os dados de balanços mobiliários de empresas;
- os dados de balanços sociais de empresas;
- os dados de bancos de jurisprudência;
- os dados de *releases* e *homepages* de empresas, portfólios, produtos e processos no mercado; e
- os dados de importação e de exportação.

Há ainda os seguintes exemplos de indicadores, segundo os autores Quintella (2011), Quintella (2017), Quintella, Santos e Quintella (2017), Quintella *et al.* (2018a), Quintella *et al.* (2018b), Antunes *et al.* (2018), Silva *et al.* (2016) e Felicíssimo *et al.* (2018):

- Razão entre patentes e artigos;
- Coeficiente angular de eixos cartesianos bidimensionais de artigos *versus* patentes;
- Curva S de Nolan de disseminação de artigos;
- Curva S de Nolan de disseminação de patentes;
- Curva S de Nolan de disseminação de produtos no mercado;
- Lapso de tempo entre aumento do preço do barril de petróleo e do desenvolvimento de tecnologias de recuperação avançada de petróleo;
- Índice de Desenvolvimento Humano e Produto Interno Bruto;
- Razão entre número de patentes de uma tecnologia de uma organização *versus* o país onde ela atua.

De modo geral, em relação aos indicadores, é possível descrever os níveis de TRL da seguinte forma:

- Na TRL1, as boas ideias acerca da tecnologia surgem a partir do conhecimento do estado da arte e da técnica e da inovação, por exemplo, nas perspectivas futuras e em partes de artigos e de documentos de patentes.
- Na TRL2, é comum ter mapeamentos de *big data* com palavras-chave acerca da tecnologia; a tecnologia é citada em resumos de congressos, *hackatons*, entre outros.

- Na TRL3, usualmente, existem publicações de artigos em revistas indexadas acerca da tecnologia.
- Na TRL4, são depositadas as patentes de invenção relacionada à tecnologia, e uma boa parte delas é denominada de “patentes acadêmicas” em que os titulares são organizações de ensino, pesquisa e extensão.
- Na TRL5, é comum haver licenciamentos da tecnologia, ou depósitos de patentes de invenção por empresas com ou sem titularidade com organizações acadêmicas, e também diversas patentes que solicitaram depósitos pelo Acordo de Cooperação em termos de Patentes (Patent Cooperation Treaty – PCT) visando já à exportação da tecnologia que está sendo desenvolvida.
- Na TRL6, são usuais as patentes de modelo de utilidade acerca da tecnologia, e é possível obter outros dados em balanços mobiliários e balanços sociais de empresas relacionados à tecnologia.
- Na TRL7, é verificado o potencial de comercialização, tem-se uma ideia melhor de valoração da tecnologia.
- Na TRL8 são essenciais os estudos de mercado acerca da tecnologia e vale a pena verificar *homepages* de importação e de exportação para comparar com tecnologias análogas já existentes que possam ser deslocadas do mercado pela nova tecnologia, estimando-se qual o mercado potencial que seria atingido.
- Na TRL9, a tecnologia está pronta para ser comercializada, o arcabouço legal e a permissão de comercialização são cruciais, especialmente para produtos com acesso a conhecimentos tradicionais e biodiversidade e produtos biotecnológicos destinados à saúde humana ou animal e à alimentação.

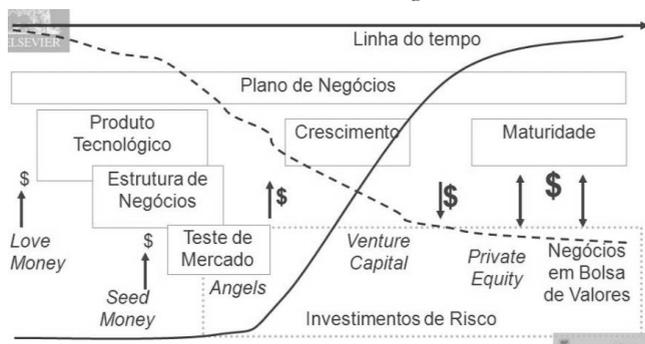
## Fonte de Financiamento para cada TRL

Outro aspecto para o qual a determinação do TRL de uma tecnológica contribui na tomada de decisão está relacionado à fonte de financiamento mais adequada para custear o próximo nível de maturidade. Cada fonte arca com um tipo de risco que está incorporado ao plano de negócio da organização.

Para uma tecnologia com maturidade de TRL4 a TRL7, é essencial obter financiamento para continuar o seu desenvolvimento. Diversas tecnologias não conseguem esse financiamento, por isso costuma-se denominar esses estágios de maturidade de “Vale da Morte”. Adicionalmente, nesses estágios ocorre também o momento em que as tecnologias, por motivos técnicos, não alcançam níveis mais avançados de TRL, ou seja, o risco é altíssimo.

A Figura 3 mostra um esquema genérico de fontes de recursos à medida que a TRL aumenta (FERRARI, 2010). Para baixas TRLs, existe o financiamento de agências governamentais e até de familiares, sendo usualmente denominado *love money*, pois a probabilidade de gerar inovação de base tecnológica (ou seja, chegar no TRL9) é muito baixa, servindo para financiar usualmente atividades de pesquisa de cunho predominantemente acadêmico. O *seed money* usualmente é empregado para as TRLs um pouco mais avançadas e serve, por exemplo, para apoiar empresas incubadas ou pré-incubadas. Num TRL ainda mais avançado, é possível conseguir capital-anjo (*angel capital*) que permitirá seguir em frente com o desenvolvimento. Nas TRLs mais maduras tem-se o *venture capital*, depois o *private equities* (partilha acionária da empresa com os agentes financiadores) e, finalmente, quando a tecnologia já no mercado, surgem os negócios na bolsa de valores.

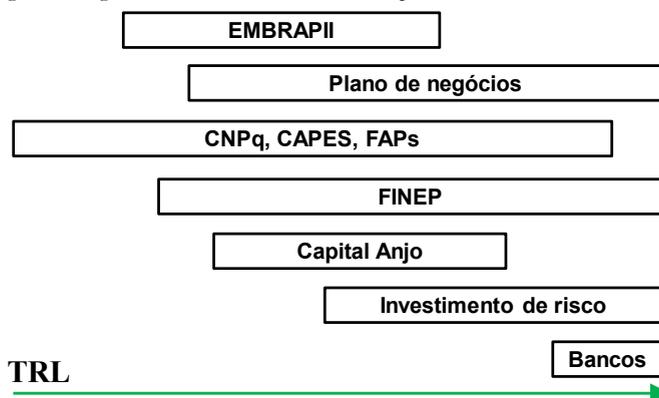
Figura 3: Fontes de financiamento para empresas de base tecnológica para aumentar o TRL de suas tecnologias



Fonte: Adaptada de Ferrari (2010)

A Figura 4 mostra um esquema aproximado de quais fontes de recursos financiam cada TRL no Brasil. Observa-se que há diversas possibilidades de financiamento no chamado “Vale da Morte”, no entanto, o número de empresas de base tecnológica no Brasil é muito pequeno, o que leva a crer que o Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCTI) do Brasil ainda não está atuando de modo a gerar impacto significativo, isso é comprovado pela balança comercial negativa de produtos de média alta ou de alta tecnologia.

Figura 4: Algumas fontes de financiamento para aumentar a TRL no Brasil



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

Existem diversas outras fontes de financiamento no Brasil e estão sendo criados ou podem ser criados novos programas e novas formas de apoio. Um exemplo é o Programa de Inovação Corporativa em Rede, realizado pela Anprotec com apoio do Sebrae Nacional, que visa à ampliação dos níveis de investimentos nas *startups* brasileiras em colaboração com grandes empresas, ampliando, desse modo, a oferta de capital semente e o apoio ao empreendedor para cruzar o vale da morte (ANPROTEC, 2018). Outros exemplos são: a Lei de Informática (Lei n. 8.248/91, Lei n. 10.176/01, Lei n. 11.077/04 e Lei n. 13.023/14); a Lei do Bem (Lei n. 11.196/05); os mecanismos de incentivos fiscais na área de energia e petróleo por meio da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2018); e, na área de energia elétrica, por meio da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2018); entre outros.

## Usos do TRL

Para exemplificar o uso do TRL serão apresentados dados de uso do TRL no Brasil relacionados às Plataformas de Conhecimento e à EMBRAPPII e à Norma ABNT NBR ISO 16290:2015 e dados de uso do TRL em diversos países.

### *Uso do TRL no Brasil: Plataformas de Conhecimento*

O Brasil possui pelo menos três grandes domínios nos quais o país poderá se transformar em um protagonista no cenário mundial devido ao acúmulo de competências e maturidade científica e tecnológica. Esses domínios estão nas áreas de Energia, de Agricultura e de Saúde.

Com o objetivo de proporcionar um salto de qualidade na CT&I brasileira foi criado o Programa Nacional de Plataformas

do Conhecimento (PNPC), lançado por meio do Decreto n. 8.269, de 25 de julho de 2014. As Plataformas do Conhecimento são articuladoras e otimizadoras de ecossistemas de inovação, de modo a promover a integração de agentes públicos e privados nos domínios da ciência, tecnologia e inovação. O programa também prevê, além do enfoque nas áreas de Energia, Agricultura e Saúde, uma abordagem sistêmica e ousada da Amazônia e sua biodiversidade, essenciais para alavancar o Brasil como potência ambiental.

Como exemplos internacionais de plataformas que inspiraram o modelo proposto, é possível citar o Digital Manufacturing and Design Innovation Institute (Chicago, EUA), o Next Generation Power Electronics Manufacturing Innovation Institute (Carolina do Norte, EUA), o Institute of Science and Technology da Austria (Áustria), o Advanced Manufacturing Research Center (Boeing/University of Sheffield, Inglaterra), o Graphene Research Centre (BASF/National University of Singapore), o Cambridge Science Park, o Sky Clean, o MIT Energy Initiative, entre outros.

O programa tenderá a reduzir o déficit brasileiro de infraestrutura científica, tecnológica e de inovação, com base em uma gama de desenvolvimentos que irá da pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada, até chegar aos novos processos tecnológicos e às soluções inovadoras para a economia e a sociedade.

Se for utilizada a metodologia de avaliação do grau de maturidade de tecnologias (Technology Readiness Levels – TRL), as plataformas terão como foco principal os níveis de TRL4 a TRL7. Estudos consistentes apontam que uma das principais fragilidades dos sistemas nacionais de inovação situa-se exatamente nesse intervalo, com destaque para o chamado “vale da morte”, no qual as ideias, os processos e os produtos perdem energia e apresentam descontinuidades em seu desenvolvimento.

### *Uso do TRL no Brasil: EMBRAPPII*

A Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPII) possui várias unidades localizadas estrategicamente. Cada unidade é constituída a partir de competências tecnológicas específicas de instituições de pesquisa científica e tecnológica, públicas ou privadas sem fins lucrativos, com experiência comprovada no desenvolvimento de projetos de inovação em parceria com empresas do setor industrial.

Com a finalidade de orientar a caracterização de projeto de Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PD&I) na fase pré-competitiva da inovação tecnológica na indústria, a EMBRAPPII utiliza TRL como referência do padrão de mensuração amplamente empregado para avaliar a maturidade tecnológica de um determinado projeto. A escala TRL da EMBRAPPII serve para orientar a caracterização da inovação tecnológica na indústria, e as entregas ou os resultados previstos nos projetos de PD&I contratados devem pertencer aos níveis de maturidade tecnológica de TRL3 a TRL6, atuando, portanto, exatamente no “Vale da Morte”. O Quadro 2 mostra como a EMBRAPPII conceitua cada nível de TRL.

Quadro 2: Níveis de TRL utilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPII)

TRL	DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE
1	Princípios básicos observados e reportados
2	Formulação de conceitos tecnológico e/ou de aplicação
3	Estabelecimento de função crítica de forma analítica ou experimental e ou prova de conceito
4	Validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório
5	Validação das funções críticas dos componentes em ambiente relevante
6	Demonstração de funções críticas do protótipo em ambiente relevante
7	Demonstração de protótipo do sistema em ambiente operacional
8	Sistema qualificado e finalizado
9	Sistema operando e comprovado em todos os aspectos de sua missão operacional

Fonte: EMBRAPPII (2015)

### ***Uso do TRL no Brasil: ABNT NBR ISO 16290:2015***

Existe uma norma brasileira, a ABNT NBR ISO 16290:2015, para definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação em sistemas espaciais, sendo aplicável principalmente a materiais relativos aos sistemas espaciais, embora as definições possam, em muitos casos, ser usadas em um domínio mais amplo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

### ***Usos do TRL em Diversos Países***

O Programa de Inovação e Comercialização do Canadá apoia inovações pré-comerciais, por meio da concessão de contratos para empreendedores dessas inovações, desde que a maturidade da tecnologia seja entre TRL7 e TRL9 (PWGS, 2011).

A Administração Federal de Aviação dos EUA faz referência a níveis de maturidade tecnológica e utiliza as definições da NASA (KROIS; MOGFORD; REHMANN, 2003).

O Departamento de Energia (DOE) dos EUA tem diversas escalas de mensuração de maturidade, a depender do campo de aplicação da tecnologia, e realiza avaliações tecnológicas de prontidão (TRA) e Planos de Maturação Tecnológica (PGT). O Departamento de Defesa (DOD) dos EUA usa as mesmas definições de TRL para diversos campos tecnológicos (GRAETTINGER *et al.*, 2002):

- *Software* – Software Technology Readiness Level;
- Biomédicos – Biomedical Technology Readiness Level;
- Manufatura – Manufacturing Readiness Level.

## Estudo de Caso: tecnologia de controle de qualidade da cadeia industrial do mel orgânico

O mel orgânico para exportação tem diversas especificações que garantem sua qualidade. O BIPP (Figura 5) é um equipamento com *software* embarcado e com capacidade de envio remoto de dados que utiliza *big data* para encontrar o padrão da florada e do local onde foi coletado o mel, prevendo seu tempo máximo de prateleira para que ainda seja comercializado como mel orgânico (LINHARES, 2016; LINHARES *et al.*, 2018).

Figura 5: Imagem do equipamento BIPP utilizado para validar a qualidade do mel orgânico e prever seu tempo de prateleira



Fonte: Linhares (2016)

O equipamento foi validado em cenário amostral da cadeia produtiva de mel do semiárido piauiense (Piauí, Brasil) por três indústrias de beneficiamento, quatro cooperativas, oito unidades de extração e por 58 apicultores.

No seu desenvolvimento, foi aplicada a análise de maturidade tecnológica à tecnologia BIPP, com o propósito de monitorar e de controlar os fatores de risco da cadeia produtiva do mel. Foi coberto de TRL1 (ideação) a TRL9 (concretização da ferramenta computacional e equipamento com validação).

O Quadro 3 mostra os níveis de TRL com seus específicos contextos e evidências aplicados à tecnologia BIPP.

Quadro 3: Contextos e evidências para cada TRL de desenvolvimento da tecnologia BIPP

Nível	Contexto	Evidências
TRL1	A pesquisa científica identificou a necessidade tecnológica de encontrar mecanismos que impedissem os fatores de risco na produção do mel.	Início da transferência dos estudos científicos para uma pesquisa aplicada ao desenvolvimento de técnicas que observavam os agentes causadores e seus respectivos impactos.
TRL2	Início da atividade inventiva, identificando quais as potencialidades de transferir o conhecimento para sua usabilidade técnica, capaz de detalhar provas que venham a garantir a respectiva aplicação.	Foi desenvolvido um <i>software</i> de infraestrutura de geração de bando de dados, com a finalidade de compreender o comportamento dos dados ligados aos fatores de risco ao longo do tempo. A documentação gerou um volume de dados capaz de estabelecer relações em tratamentos estatísticos, assim surgiu a tecnologia de <i>Big data</i> aplicada aos fatores de risco do mel. Funcionalidades de análise das transformações de cor do mel e o aumento do HMF ao longo do tempo ou dos entraves logísticos, controle do aumento da umidade do mel. Desenvolvimento da funcionalidade de registro das análises laboratoriais dos componentes físico-químico-microbiológicos  Desenvolvimento do <i>hardware</i> que embarca o <i>software</i> .
TRL3	Estudo analítico para ajustar a tecnologia a um determinado contexto, em busca de resultados, em experiências que comprovem as ideias, as aplicações ou os conceitos formulados na teoria.	Prova de contexto na forma de Experiência de projeto, que se refere à atividade não repetitiva e única, não sendo possível basear resultados em tecnologias existentes, possibilitando os relatórios de: - índices estatísticos de relação entre os indicadores ligados aos fatores de risco do mel (umidade do mel, umidade relativa do ar e temperatura); - determinação gráfica e estatística das condições ideais para a produção e condicionamento do mel; - emissão contínua de relatórios sobre a iminência dos riscos de fermentação do mel, ou de aumento do HMF.

Nível	Contexto	Evidências
TRL4	<p>Execução de um parâmetro de análise com baixa exigência, com a finalidade de perceber se o conteúdo formulado anteriormente se encontra consistente na tecnologia.</p>	<p>Esta ação foi derivada da prova de conceito e os testes seguintes, aos iniciados na etapa anterior, serviram para determinar as funcionalidades na prática, além de perceber as potenciais aplicações ao sistema no decorrer de seus testes.</p> <p>Correspondeu ao conjunto de correções em laboratório, integrando os elementos tecnológicos básicos, com a finalidade de conceber o desempenho desejável para garantir que o processamento dos dados, com a finalidade de emitir, com eficácia, os relatórios de monitoramento dos fatores de risco do mel e o controle de qualidade.</p>
TRL5	<p>Configuração da tecnologia com maior fidelidade dos componentes testados na prova de conceito e na operacionalização em laboratório, em relação aos parâmetros teóricos da pesquisa científica que originou a tecnologia.</p>	<p>Os ajustes foram baseados na percepção do comportamento dos usuários em uma amostra de três indústrias de beneficiamento, quatro cooperativas, oito unidades de extração e 58 apicultores, ao serem submetidos ao contato com a tecnologia, e na produção das informações consideradas relevantes para o monitoramento dos fatores de risco.</p> <p>A maior vantagem percebida ao validar a tecnologia foi a capacidade de armazenar e, posteriormente, transmitir os dados de forma integrada, para percepção das possíveis variações ao longo do processo logístico e da ocorrência dos fatores de risco.</p> <p>A maneira como o processamento ocorreu possibilitou também o envio imediato para a nuvem (<i>cloud computing</i>), permitindo que imediatamente ao seu registro tanto a indústria quanto a certificadora tenham acesso aos dados em tempo real e, dessa forma, seja possível planejar a logística de forma ainda mais eficiente.</p> <p>Constatou-se a capacidade do <i>Big data</i>, ao automatizar o confronto dos dados, de gerar previsões sobre a produção de mel de uma determinada região, prever a possibilidade de fermentação e de aumento do HMF com base em análises laboratoriais e no processamento dos dados dos indicadores naturais.</p>

Nível	Contexto	Evidências
TRL6	Correspondeu à fidelidade da demonstração da tecnologia, capaz de compor, a partir de então, um instrumento representativo de sistema (protótipo), para ser apresentado em um ambiente operacional ou simulado de mercado.	A fidelidade da demonstração possibilitou o pedido de registro de patente, submetida ao registro no INPI, em cotitularidade entre os inventores, o Instituto Federal do Piauí (IFPI) e a Universidade Federal da Bahia (UFBA).
TRL7	Apresentação do protótipo, com fidelidade próxima ao do modelo final, ou no mínimo funcionalidades comprovadamente finalizadas, capaz de oferecer uma experiência de uso ao público a ser apresentada, com a finalidade de assegurar a confiança.	O protótipo da tecnologia foi apresentado em reunião com representantes do governo do estado do Piauí, representantes de indústrias de beneficiamento do mel do referido estado e de suas respectivas centrais de cooperativas.  Tais representações reúnem a produção de 564 apicultores distribuída em 874 apiários, produzindo para o mercado nacional e internacional, correspondendo o terceiro maior produtor e exportador de mel do Brasil.
TRL8	Correspondeu às correções e, contudo, ao final da etapa de desenvolvimento tecnológico, cujo aporte demonstra, em sua forma final, as condições esperadas para a transferência de tecnologia.	Após a apresentação, as observações acerca das funcionalidades e etapas de usabilidade do protótipo foram sugeridas e acompanhadas pela equipe gestora da indústria e de suas respectivas centrais de cooperativas de produção de mel.  Em virtude de conhecimento e no caso de tais envolvidos a tecnologia demonstrou essa etapa como etapa final de desenvolvimento com a possibilidade de cumprir a última fase de sua análise de maturidade.
TRL9	Tecnologia melhorada e pronta para a real e operacional atuação no mercado. Disponibiliza modelos de negócios específicos: a integração a outras tecnologias existentes, ou por meio de sua transferência tecnológica, ou por contratos empresariais de licenciamento.	Para evidenciar a última etapa das análises de maturidade, o aporte tecnológico de <i>software</i> e <i>hardware</i> com a finalidade de monitorar e prever os fatores de risco da produção do mel, além de controlar sua qualidade, está em formato de <i>startup</i> , aberta a negociações por meio do endereço eletrônico: <www.bipp.com.br>.

Fonte: Linhares (2016)

## Considerações Finais

Este texto apresentou um breve histórico dos níveis de prontidão na escala Technology Readiness Level (TRL), discutiu cada um dos níveis de TRL e apresentou alguns *softwares* que funcionam como calculadoras TRL, determinando o nível de prontidão das tecnologias. Outras escalas de maturidade e/ou prontidão, como MRL, IRL, DRL, CRL, SRL, HRL, LRL, ORL, INRL e PRL foram mostradas. Indicadores e métricas utilizados para determinar os níveis de TRL foram listados e relacionados com os diversos níveis de TRL, e foram discutidas fontes de financiamento para cada nível de TRL. Deu-se enfoque a alguns usos mais comuns de TRL no Brasil, como nas Plataformas de Conhecimento, na EMBRAPPI e na norma ABNT NBR ISO 16290:2015, além de citar alguns usos em outros países. Como exemplo, foi apresentado um estudo de caso do desenvolvimento da tecnologia BIPP de controle de qualidade da cadeia industrial do mel orgânico.

No Anexo A, estão apresentados outros exemplos de escalas de TRL: ESA da Comunidade Europeia (ISO standard 16290 Space systems – Instrumentos e sistemas espaciais); Comunidade Europeia para o programa HORIZON 2020; Níveis de TRL – API 17N da Indústria de petróleo e gás; Níveis de TRA – Departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos da América do Norte.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 16290:2015. **Sistemas espaciais**: definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação. 2015. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=344747>. Acesso em: 5 ago. 2018.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. [2018]. Disponível em: [www.aneel.gov.br/](http://www.aneel.gov.br/). Acesso em: 5 ago. 2018.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. [2018]. Disponível em: [www.anp.gov.br/](http://www.anp.gov.br/). Acesso em: 5 ago. 2018.

ANPROTEC. **Pré-Lançamento do Programa de Inovação Corporativa em Rede**. [2018]. Disponível em: <http://anprotec.org.br/site/2018/05/anprotec-e-sebrae-realizam-pre-lancamento-de-programa-que-visa-ampliar-investimentos-para-startups-em-parceria-com-grandes-empresas/>. Acesso em: 5 ago. 2018.

ANTUNES, A. M. S. *et al.* Métodos de Prospecção Tecnológica, Inteligência Competitiva e Foresight: principais conceitos e técnicas. *In*: RIBEIRO, Núbia Moura. (Org.). **Prospecção Tecnológica**. 1. ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2018. v. 1, p. 19-108.

BAKKE, K. **Technology Readiness Levels Use and Understanding**. Master Thesis. University College South-East Norway. [2017]. Disponível em: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2452831>. Acesso em: 21 jun. 2018.

BRASIL. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). **Plataformas demonstradoras tecnológicas aeronáuticas, experiências com programas internacionais, modelagem funcional aplicável ao Brasil e importância da sua aplicação para o País**. Brasília, DF: ABDI, 2014.

COSTA, I. M. P.; LEITE, H. J. D. Nível de Maturidade Tecnológica (NMT) aplicado às tecnologias em saúde. *In*: BRASIL. **Avanços, Desafios e Oportunidades no Complexo Industrial da Saúde em Serviços Tecnológicos**. Brasília,

DF: Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde, 2017.

CROSBY, P. B. **Quality is free: the art of making quality certain**. New York: New American Library, 1979.

DAWSON, B. **The Impact of Technology Insertion on Organisations**. [2007]. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20120426001612/http://www.hfidtc.com/research/process/reports/phase-2/HFIDTC-2-12-2-1-1-tech-organisation.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2018.

DHS – DEPARTMENT OF HOMELAND SECURITY SCIENCE AND TECHNOLOGY READINESS LEVEL CALCULATOR (Ver 1.1). **Final Report and User’s Manual**. September 30, 2009. Prepared for Department of Homeland Security Science and Technology.

DOD-MRL. DEPARTMENT OF DEFENSE, MANUFACTURING TECHNOLOGY PROGRAM. Manufacturing Readiness Level (MRL) **Deskbook Version 2.2.1**. October, 2012. Disponível em: [http://www.dodmrl.com/MRL\\_Deskbook\\_V2\\_21.pdf](http://www.dodmrl.com/MRL_Deskbook_V2_21.pdf). Acesso em: 21 jun. 2018.

DOD-TRA. DEPARTMENT OF DEFENSE. Technology Readiness Assessment (TRA) **Deskbook**. 2005. Prepared by the Deputy Under Secretary of Defense for Science and Technology (DUSD(S&T)). Disponível em: [https://spacegrant.org/SEModules/Technology%20Mods/TRA-TRL\\_2005%20DoD.pdf](https://spacegrant.org/SEModules/Technology%20Mods/TRA-TRL_2005%20DoD.pdf). Acesso em: 21 jun. 2018.

DOE. Technology Readiness Assessment Guide (DOE G 413.3-4). United States Department of Energy, Office of Management. Sep., 15, 2011.

**EMBRAPII. Manual de Operação das unidades**

**EMBRAPII**, julho, 2015. Disponível em: [http://embrapii.org.br/wp-content/uploads/2014/10/manual\\_embraapii\\_unidades\\_versao\\_4-0\\_final\\_revisado.pdf](http://embrapii.org.br/wp-content/uploads/2014/10/manual_embraapii_unidades_versao_4-0_final_revisado.pdf). Acesso em: 2 set. 2016.

**ESA. Technology Readiness Level (TRL) – The ESA Science Technology Development Route**. European Space Agency, Future Missions Office, Technology Preparation Section. [2018]. Disponível em: <http://sci.esa.int/sci-ft/50124-technology-readiness-level/>. Acesso em: 5 ago. 2018.

FAST-BERGLUND, Åsa *et al.* Using the TRL-methodology to design supporting ICT-tools for production operators. **Procedia CIRP**, [S.l.], v. 17, p. 726-731, 2014.

FELICÍSSIMO, K. *et al.* Patents related to the treatment and diagnosis of bruxism. **Expert Opinion on Therapeutic Patents**, [S.l.], v. 28, p. 561-571, 2018.

FERRARI, R. **Empreendedorismo para computação: criando negócios de tecnologia**. Capítulo 7 – Viabilizando meu negócio com dinheiro dos outros. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2010. Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/335802>. Acesso em: 10 set. 2018.

GRAETTINGER, C. P. *et al.* **Using the Technology Readiness Levels Scale to Support Technology Management in the DOD's ATD/STO Environments: a Findings and Recommendations Report Conducted for Army CECOM (CMU/SEI-2002-SR-027)**. Carnegie Mellon Software Engineering Institute. September 2002.

HORIZON. **Technology readiness levels (TRL). European Commission, G.** Technology readiness levels (TRL). HORIZON 2020 – WORK PROGRAMME 2014-2015 General Annexes, Extract from Part 19 – Commission Decision C (2014) 4995. 2014.

KROIS, P.; MOGFORD, R.; REHMANN, J. **FAA/NASA Human Factors for Evolving Environments: Human Factors, Attributes and Technology Readiness Levels**. April, 2003.

LINHARES, M. V. D. **Uso de big data e criação de tecnologia (software e hardware), com prova de conceito e validação, para identificar, diagnosticar e prever os fatores de riscos no controle de qualidade da cadeia produtiva e industrial do mel com prospecção tecnológica visando transferência da tecnologia**. 2016. 318p. Tese (Doutorado em Biotecnologia – RENORBIO) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

LINHARES, M. V. *et al.*, C. M. Apropriação intelectual da tecnologia (*software e hardware*) do controle de qualidade da cadeia industrial de mel. **Revista GEINTEC: Gestão, Inovação e Tecnologias**, [S.l.], v. 8, p. 4.259-4.270, 2018.

MANKINS, J. C. Advanced Concepts Office. Office of Space Access and Technology NASA. **White Paper**. April 6, 1995.

MANKINS, J. C. Technology Readiness Assessments: a Retrospective. **Acta Astronautica**, [S.l.], v. 65, n. 9-10, p. 1.216-1.223, 2009.

MARTINEZ, F. **ASCE as a supportive tool for API RP 17N – 27/jun/12 – ASCE usersforum**. 2012. Disponível em: [http://www.adelard.com/asce/user-group/27-Jun-2012/Astrimar\\_ASCE\\_user\\_group\\_27062012.pdf](http://www.adelard.com/asce/user-group/27-Jun-2012/Astrimar_ASCE_user_group_27062012.pdf). Acesso em: 16 jun. 2016.

NASA. The TRL scale as a Research&Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations, 30 de abril de 2014, NASA. [2014]. Disponível em: [www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl](http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl). Acesso em: 16 jun. 2016.

PWGS. Technology Readiness Level. **Public Works and Government Services Canada**, Office of Small and Medium Enterprises. 2011-08-12.

QUINTELLA, C. M. A revista Cadernos de Prospecção e os níveis de maturidade de Tecnologias (TRL). **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 10, p. 1-2, 2017.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Busca de Anterioridade. In: Núbia Moura Ribeiro. (Org.). **Prospecção Tecnológica**. 1ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2018a, v. 1, p. 109-140.

QUINTELLA, C. M. *et al.* **Captura de CO<sub>2</sub>**: Panorama (Overview) – Mapeamento Tecnológico da Captura de CO<sub>2</sub> baseado em patentes e artigos. 1. ed. Salvador, BA: Editora da UFBA, 2011. v. 1. 113p.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Dez Anos da Estratégia de Estado para Consolidação do Sistema Nacional de Inovação Brasileiro: contribuição dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT). In: SOUZA, Elias Ramos de. (Org.). **Políticas Públicas de CT&I e o Estado Brasileiro**. 1. ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2018b. v. 1, p. 21-58.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Gestão de Inovação Tecnológica Baseada em Propriedade Intelectual. In: Elias Ramos de Souza. (Org.). **Políticas Públicas de CT&I e o Estado Brasileiro**. 1. ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2018c. v. 1, p. 59-140.

QUINTELLA, C. M.; MUSSE, A. P. S.; QUINTELLA, V. M. Indústria de Baixo Carbono: captura e sequestro de carbono e o mundo das Empresas Startups. In: RIBEIRO, Núbia Moura. (Org.). **Prospecção Tecnológica**. 1. ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2018. v. 1, p. 141-180.

QUINTELLA, C. M.; SANTOS, P. J. R.; QUINTELLA, V. M. Veículos híbridos: avaliação de maturidade tecnológica trl 4 a 7 através de mapeamento patentário. **Cadernos de Prospecção**, v. 10, p. 600-614, 2017.

QUINTELLA, Heitor Luiz Murat de Meirelles; ROCHA, Henrique Martins. Nível de maturidade e comparação dos PDPs de produtos automotivos. **Produção**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 199-217, jan./abr., 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v17n1/13.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2018.

REINHART, G.; SCHINDLER, S.; KREBS, P. Strategic Evaluation of Manufacturing Technologies. *In*: HESSELBACH, J.; HERRMANN, C. (Ed). **Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 179-84.

SADIN, S. R.; POVINELLI, F.; ROSEN, R. The NASA technology push towards future space missions. **Acta Astronautica**, [S.l.], v. 20, p. 73-77, 1989.

SILVA NETO, A. M. **Método para Avaliação do grau de maturidade no processo de desenvolvimento de produtos da indústria metal mecânica**. 2015. 162 p. Dissertação (Mestrado Profissional) – Curso de estrado Profissional e Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de Produção – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, 2015. Disponível em: [http://www.fcmfmpep.org.br/site/sites/default/files/dissertacoes/turma2/Almiro\\_dp\\_078\\_2015.pdf](http://www.fcmfmpep.org.br/site/sites/default/files/dissertacoes/turma2/Almiro_dp_078_2015.pdf). Acesso em: 21 jun. 2018.

SILVA, E. S. *et al.* Advances in patent applications related to allergen immunotherapy. **Expert Opinion on Therapeutic Patents**, [S.l.], April, p. 657-688, 2016.

SMITH, J. An Alternative to Technology Readiness Levels for Non-Developmental Item (NDI) Software. **Technical Report CMU/SEI 2004-TR-013**, Carnegie Mellon Software Engineering Institute, Pittsburg, PA, 2004.

STRAUB, J. *In search of technology readiness level (TRL) 10.* **Aerospace Science and Technology**, [S.l.], v. 46, p. 312-320, 2015.

VALERDI, R.; KOHL, R.J. **An Approach to Technology Risk Management. Paper presented at the Engineering Systems Division Symposium**, Cambridge, MA, March 29-31 2004. Disponível em: [http://www.academia.edu/248390/An\\_Approach\\_to\\_Technology\\_Risk\\_Management](http://www.academia.edu/248390/An_Approach_to_Technology_Risk_Management). Acesso em: 6 dez. 2018.

VELHO, S. R. K. *et al.* Nível de Maturidade Tecnológica: uma sistemática para ordenar tecnologias. **Parc. Estrat.**, Brasília, DF, v. 22, n. 45, p. 119-140, jul./dez., 2017.

## ANEXO A – Exemplos de escalas de TRL

*A.1. Níveis de TRL – ESA da Comunidade Europeia (ISO standard 16290 Space systems - Instrumentos e sistemas espaciais)*

Nível	Descrição
TRL1	Princípios básicos observados e relatados
TRL2	Conceito de tecnologia e/o sua aplicação formulados
TRL3	Funcionamento crítico analítico ou experimental e/ou prova experimental do conceito
TRL4	Validação laboratorial de componentes ou protótipo no laboratório
TRL5	Validação de funcionalidade crítica em ambiente relevante
TRL6	Funções críticas da tecnologia demonstrada no ambiente relevante
TRL7	Demonstração de desempenho do protótipo no ambiente operacional
TRL8	Sistema real concluído e aceite para o voo ("voo qualificado")
TRL9	Sistema real "voo comprovado" por meio de operações de missão bem-sucedidas

Fonte: ESA (2018)

*A.2. Níveis de TRL – Comunidade Europeia para o programa HORIZON 2020*

Nível	Descrição
TRL1	Princípios básicos observados
TRL2	Conceito de tecnologia formulado
TRL3	Prova experimental do conceito
TRL4	Validação de tecnologia no laboratório
TRL5	Validação de tecnologia no ambiente relevante (ambiente industrial relevante no caso das tecnologias facilitadoras essenciais)

Nível	Descrição
TRL6	Tecnologia demonstrada no ambiente relevante (ambiente industrial relevante no caso das tecnologias facilitadoras essenciais)
TRL7	Demonstração do protótipo do sistema no ambiente operacional
TRL8	Sistema completo e qualificado
TRL9	Sistema real testado em ambiente operacional (produção competitiva no caso de tecnologias-chave, ou no espaço)

Fonte: Horizon (2015)

### A.3. Níveis de TRL – API 17N da Indústria de petróleo e gás

Nível	Descrição
TRL0	Ideia ou conceito não comprovados. Nenhuma análise ou teste foram realizados.
TRL1	Conceito demonstrado. Funcionalidade básica demonstrada pela análise, referências a recursos partilhados com a tecnologia existente ou através de testes em subcomponentes individuais ou subsistemas. Mostrou que a tecnologia pode alcançar objetivos específicos com testes adicionais
TRL2	Conceito validado. Projeto de conceito ou novas características de projeto validados por meio de modelo ou de testes em pequena escala em ambiente de laboratório. Mostrou que a tecnologia pode cumprir os critérios especificados de aceitação com testes adicionais.
TRL3	Nova tecnologia testada protótipo construído e funcionalidade demonstrada através de testes ao longo de um número limitado de condições de funcionamento. Estes testes podem ser feitos em uma versão em escala de soluções escaláveis.
TRL4	Tecnologia qualificada para a primeira utilização do protótipo em escala real construído, e tecnologia qualificada por meio de testes em ambiente pretendido, simulado ou real. A nova tecnologia/ <i>hardware</i> está pronta para a primeira utilização

Nível	Descrição
TRL5	Integração da tecnologia testada em protótipo em escala real construído e integrado no sistema operacional, destinado à interface completa e testes de funcionalidade.
TRL6	Tecnologia de protótipo em escala real instalado construído e integrado no sistema operacional. Interface completa e programa de funcionalidade de teste no ambiente pretendido. A tecnologia demonstrou um desempenho aceitável e fiabilidade ao longo de um período de tempo.
TRL7	Tecnologia comprovada integrado no sistema operacional pretendido. A tecnologia tem operado com sucesso com um desempenho aceitável e confiabilidade dentro dos critérios pré-definidos.

Fonte: Martínez (2012)

#### A.4. Níveis de TRA – Departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos

Nível de TRL	Descrição	Informação científica e tecnológica
1. Princípios básicos observados e relatados	O mais baixo nível de maturidade tecnológica. A pesquisa científica começa a ser traduzida para pesquisa aplicada e desenvolvimento (P&D). Pode incluir estudos teóricos de propriedades básicas de uma tecnologia.	Pesquisa publicada que identifica os princípios que estão na base desta tecnologia. Referências a quem, onde, quando.
2. Conceito de tecnologia e/ou aplicação formulado	Invenção iniciada. Uma vez que os princípios básicos são observados, as aplicações práticas podem ser inventadas. Aplicações são especulativas, e pode não haver prova ou análise detalhada para apoiar as hipóteses. Exemplos limitados a estudos analíticos.	Publicações ou outras referências que delineiam o aplicativo que está sendo considerado e que fornecem análises para apoiar o conceito.

Nível de TRL	Descrição	Informação científica e tecnológica
3. Função crítica analítica e experimental e/ou prova característica do conceito	A P&D concreta é iniciada. Inclui estudos analíticos e laboratoriais para validar as previsões de análise de elementos separados da tecnologia. Exemplos incluem componentes que ainda não estão integrados ou representativos.	Resultados dos testes laboratoriais realizados para medir os parâmetros de interesse e comparação com as previsões analíticas para subsistemas críticos.  Referências a quem, onde e quando esses testes e comparações foram realizados.
4. Validação de componentes e/ou ensaios em ambiente de laboratório	Componentes tecnológicos básicos são integrados para estabelecer como vão trabalhar juntos, ainda com "baixa fidelidade" em comparação ao sistema real. Por exemplo, a integração de <i>hardware</i> "ad hoc" no laboratório.	Conceitos do sistema que foram consideradas e os resultados de testes de ensaio(s) em escala de laboratório.  Referências a quem fez este trabalho e quando.  Fornecer uma estimativa de quanto os ensaio e os resultados dos testes são diferentes dos objetivos esperados do sistema.
5. Validação de componentes e/ou placa de ensaio no ambiente relevante	A fidelidade dos ensaios com a realidade aumenta significativamente.  Os componentes básicos tecnológicos estão integrados com os elementos de suporte razoavelmente realistas de modo que pode ser testado em um ambiente simulado.	Os resultados dos testes de ensaios em laboratório são integrados com outros elementos de suporte em um ambiente operacional simulado.  Como é que o "ambiente relevante" diferente do ambiente operacional esperado?  Como os resultados dos testes se comparam com as expectativas?  Quais problemas, se houverem, foram encontrados?  O ensaio foi refinado para quase coincidir com os objetivos do sistema esperados?

Nível de TRL	Descrição	Informação científica e tecnológica
6. Sistema/modelo do subsistema ou demonstração do protótipo em um ambiente relevante	Modelo representativo do protótipo ou sistema é testado em um ambiente relevante mais próximo da realidade, representando um passo a mais na maturidade tecnológica. Por exemplo, testes em laboratório de alta fidelidade ou em ambiente operacional simulado.	<p>Os resultados de testes de laboratório de um sistema protótipo que está perto da configuração desejada em termos de desempenho, variáveis como peso, volume, etc.</p> <p>Como o ambiente de teste é diferente do ambiente operacional?</p> <p>Como o teste se compara com as expectativas?</p> <p>Quais problemas, se houverem, foram encontrados?</p> <p>Quais são/eram os planos, opções ou ações para resolver problemas antes de passar para o próximo nível?</p>
7. Demonstração do protótipo do sistema em um ambiente operacional.	Protótipo perto do sistema operacional planejado. Demonstração de um protótipo de sistema real em um ambiente operacional (por exemplo, em um avião, em um veículo, ou no espaço).	<p>Os resultados do teste de um protótipo de sistema em um ambiente operacional.</p> <p>Como realizou os testes?</p> <p>Como o teste se compara com as expectativas?</p> <p>Quais problemas, se houverem, foram encontrados?</p> <p>Quais são/eram os planos, opções ou ações para resolver problemas antes de passar para o próximo nível?</p>

Nível de TRL	Descrição	Informação científica e tecnológica
8. Sistema real concluído e qualificado por meio de teste e demonstração	A tecnologia foi comprovada para o trabalho em sua forma final e sob as condições esperadas. Em quase todos os casos, este TRL representa o fim do desenvolvimento verdadeiro sistema. Exemplos incluem teste de desenvolvimento e avaliação (Development Test and Evaluation – DT&E) do sistema em seu sistema de armas e destina-se a determinar se ele atende às especificações do projeto.	Os resultados dos testes do sistema na sua configuração final sob a gama esperada de condições ambientais no qual ele vai ser esperado para operar.  Avaliação para determinar se ele irá atender suas necessidades operacionais.  Quais problemas, se houverem, foram encontrados?  Quais são/eram os planos, opções ou ações para resolver problemas antes de finalizar o <i>design</i> ?
9. Sistema Real comprovado por meio de operações de missões bem-sucedidas.	Aplicação real da tecnologia em sua forma final e em condições de missão, como aquelas encontradas no teste operacional e avaliação (OT&E). Exemplos incluem o uso do sistema em condições operacionais de missão.	Teste operacional e avaliação (Operational test and evaluation – OT&E).

Fonte: DOD-TRA (2005)

## ***ROADMAP: HISTÓRICO E FORMATOS***

*Suzana Borschiver*

Diante do cenário de elevada competitividade, mas composto de vastas oportunidades de investimento, as empresas necessitam lidar, cada vez mais, com ações que nortearão seu desempenho. O ambiente em que essas empresas estão inseridas também é muito incerto, e as estratégias adotadas desempenham um papel importante na manutenção de suas atividades. Nesse cenário dinâmico e incerto, a tecnologia é um importante ativo para muitas empresas e deve ser parte de uma discussão central durante a execução dos processos de planejamento estratégico. Estudiosos do tema relatam que muitos gestores se conscientizam da importância estratégica da tecnologia em gerar valor e vantagem competitiva para as suas companhias à medida que o custo, a complexidade e o ritmo das mudanças tecnológicas aumentam e a competição e as fontes de tecnologia tornam-se globalizadas.

As mudanças tecnológicas são a resposta a diversas forças que orientam as demandas locais e globais, que podem ser de natureza política, social, econômica ou tecnológica. A previsão dessas mudanças não é simples e as ferramentas de inteligência competitiva e prospecção tecnológica podem ser utilizadas para guiar a tomada de decisão das empresas.

A inteligência competitiva é um processo de análise e de repasse de informações do ambiente interno e externo para toda a organização, funciona por meio de um processo sistemático que converte os dados e as informações em conhecimento estratégico. Sua aplicação nas empresas reduz a incerteza na tomada de decisão, prevê mudanças estruturais da indústria, previne

surpresas tecnológicas, identifica ameaças e oportunidades, avalia de forma objetiva sua posição competitiva atual e futura e fornece uma vantagem competitiva pela redução do tempo de reação.

O processo de geração de inteligência se baseia em quatro passos:

1. a coleta de dados, que são os elementos da informação e representam fatos, textos, gráficos, imagens etc.;
2. o processamento desses dados, de maneira a gerar informação relevante e confiável;
3. o conhecimento é obtido por meio da interpretação e da integração de diversos dados e informações;
4. a inteligência é a síntese e a aplicação do conhecimento à determinada situação e subsidia a tomada de decisão dos gestores de uma corporação.

Com esse diferencial competitivo, a empresa pode analisar o seu ambiente setorial, identificar tendências e usá-las como base para a análise de cenários, considerando os aspectos políticos, legais, tecnológicos e socioculturais. Essa análise pressupõe a existência de uma sistemática de inteligência competitiva que permita a busca, a coleta, a análise e a disseminação de informações para o acompanhamento do comportamento de variáveis externas e das estratégias adotadas pelos atores relevantes que atuam no ambiente.

Os estudos de prospecção tecnológica fornecem as principais tendências no contexto mundial, permitindo a segmentação das tecnologias por setor da economia. Eles auxiliam na identificação de tecnologias promissoras e úteis para uma organização específica, além de apontar para possibilidades de negócios e parcerias. Esses estudos devem ser utilizados para a compreensão e a solução de problemas de alto grau de

complexidade em um longo período. A análise prospectiva é o conjunto de atividades e de métodos utilizados com o objetivo de antever o comportamento das variáveis socioeconômicas, políticas e tecnológicas e suas interações.

Criar os vínculos existentes entre objetivos estratégicos e os ativos tecnológicos pela organização deve considerar simultaneamente questões sobre mercados, produtos, serviços, processos e tecnologias. Entretanto, um dos desafios para as empresas também é desenvolver processos e sistemas eficazes para a garantia de que os investimentos tecnológicos estejam alinhados com as suas necessidades no presente e no futuro. Dessa maneira, a gestão da tecnologia se apresenta como uma atividade essencial em qualquer negócio, auxiliando as organizações a planejarem e a executarem as operações com mais eficácia e ainda se prepararem para o futuro, reduzindo os riscos comerciais e as incertezas.

## Histórico

O *Roadmap* Tecnológico pode ser visto como uma representação visual que permite o gerenciamento do futuro da tecnologia e tem sido desenvolvido para os mais diversos públicos e especificidades. Trata-se de um plano estratégico que descreve os passos que uma organização deve seguir para alcançar os resultados e os objetivos declarados. O *Roadmap* descreve claramente as ligações entre as tarefas e as prioridades de ação a curto, médio e longo prazo e apresenta um roteiro eficaz que conecta tecnologia, produtos e mercados em níveis elevados de abstração. É uma poderosa e versátil ferramenta para gestão e planejamento, sobretudo quando se trata de explorar os vínculos ativos entre recursos tecnológicos, objetivos organizacionais e desenvolvimento das tecnologias, criando visões prospectivas e contribuindo para a elaboração de conjuntos de ações encadeadas em um horizonte temporal.

As raízes do método que resulta no *Roadmap* podem ser creditadas à indústria automobilística norte-americana, porém as primeiras empresas a aplicarem esse método de maneira bem-sucedida foram as grandes corporações de tecnologia Corning e Motorola no final da década de 1970 e início dos anos 1980. Essas empresas tinham como objetivo alinhar o desenvolvimento dos seus produtos e os suportes tecnológicos. Motorola, Lucent Technologies, Philips, BP, Samsung, LG, Rockwell, Roche and Domino Printing são apenas alguns poucos exemplos de empresas que têm empregado o *Roadmap* Tecnológico como componente-chave de suas ferramentas de inovação.

Devido ao pioneirismo da Motorola, a mais citada definição de *Roadmap* Tecnológico é a de Robert Galvin, ex-presidente da Motorola:

[...] an extended look at the future of a chosen field of enquiry composed from the collective knowledge and imagination of the brightest drivers of change in that field. Roadmaps communicate visions, attract resources from business and government, stimulate investigations, and monitor progress. They become the inventory of possibilities for a particular field<sup>1</sup>. (GALVIN, 1998, p. 803)

Assim sendo, o *Roadmap* Tecnológico pode ser entendido como uma visão prospectiva de futuro, baseada no conhecimento de especialistas, que tem como principal objetivo apoiar o planejamento estratégico da empresa, uma vez que traz um conjunto de oportunidades para aquele campo de atuação. O *Roadmap* Tecnológico possibilita que as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) sejam conduzidas de forma mais

---

<sup>1</sup>Tradução da citação “[...] um olhar voltado para o futuro de um campo de pesquisa escolhido, composto do conhecimento coletivo e da imaginação dos mais brilhantes impulsionadores da mudança nesse campo. Os *roadmaps* comunicam visões, atraem recursos das empresas e do governo, estimulam as investigações e monitoram o progresso. Eles se tornam o inventário de possibilidades para um campo particular”.

sistemática, definindo planos para o desenvolvimento de tecnologias, a partir da identificação de lacunas entre o estágio atual de desenvolvimento tecnológico da empresa e o nível que se espera alcançar.

Dessa forma, os *Roadmaps* Tecnológicos, também conhecidos pela sua denominação em inglês *Technology Roadmaps*, estão ganhando popularidade como ferramentas para gerenciamento do futuro da tecnologia. Eles têm sido desenvolvidos para diferentes tipos de público e de especificidades, sendo caracterizados por prever o que é possível ou provável de acontecer e por planejar a articulação da ação.

A primeira publicação acadêmica sobre o processo de criação de *Roadmaps* tecnológicos, o Technology Roadmapping (TRM), data do final de 1980, de autoria de Willyard e Mccless (1987), que apresentou o método e suas vantagens no planejamento tecnológico para empresas. Apesar do elevado enfoque tecnológico e de forte componente confidencial inicial, devido às possibilidades de conectar tecnologias, produtos e mercados e de produzir uma visão multidimensional de uma organização, o escopo de utilização do TRM se expandiu. Atualmente, é possível encontrar referências de *Roadmaps* para produtos, políticas, inovação, estratégias, competências, entre outras aplicações. *Technology Roadmaps* vêm adquirindo destaque porque eles conectam tecnologias, produtos e mercados.

Genericamente, a expressão *road map* refere-se a um *layout* de caminhos ou rotas que existem ou podem existir em um espaço geográfico particular para auxiliar os viajantes no planejamento da viagem, a fim de atingir um destino específico. Essa definição ajuda a compreender o método Technology Roadmapping, que consiste em representar graficamente a rota de evolução das tecnologias, dos produtos e dos mercados existentes (hoje) e que será construída (futuro), auxiliando os líderes (viajantes) de uma

organização no planejamento e no alinhamento das ações de desenvolvimento com as metas do negócio (destino).

Parece adequado, então, definir Technology Roadmapping (TRM) como o método, o *roadmapping* como o processo de aplicação do método, e o *roadmap* como o resultado obtido em forma de mapa que é gerado ao final do processo de aplicação do método. Vale dizer que trabalhos escritos em português, assim como o levantamento de pesquisas desenvolvidas no Brasil, realizado por Oliveira e Fleury (2009), empregam as palavras *Roadmap*, *Roadmapping* e TRM, pois acredita-se que a tendência é utilizar os termos em inglês.

De acordo com Kappel (2001), apontar uma definição para o *Roadmapping* tem se tornado uma tarefa bastante desafiadora, dada a explosão de popularidade do termo, já que qualquer tipo de documento prospectivo tem recebido a denominação de *Roadmap*. Uma distinção básica, nesse sentido, é que o *Roadmapping* (processo) pode ser feito com diferentes objetivos, enquanto os *Roadmaps* (documentos gerados nesse processo) podem remeter diferentes aspectos de um problema de planejamento.

Ainda sobre conceitos relacionados ao tema, segundo Phaal, Farrukh e Probert (2004), o *Technology Roadmapping* representa uma metodologia poderosa para o suporte do gerenciamento e do planejamento tecnológico, especialmente para explorar e comunicar interações dinâmicas entre recursos, objetivos organizacionais e mudanças no ambiente. De acordo com Garcia e Bray (1997), o Technology Roadmapping fornece um modo de desenvolver, organizar e apresentar informação sobre requerimentos críticos e desempenho desejável de alvos que devem ser satisfeitos no tempo planejado. Segundo Petrick e Echols (2004), o Technology Roadmapping consiste em uma ferramenta que capacita organizações a tomarem decisões mais sustentadas, previne desperdício de tempo e de recursos preciosos

e ajuda a reduzir o risco associado a incertezas, proporcionando um aumento do número de decisões acertadas.

Assim como ocorre para o *Roadmapping*, o termo *Roadmap* é usado em diversos modos, geralmente descrevendo um plano para o futuro, porém variando imensamente em seus objetivos e estilos. Muller (2005) descreve que o *Roadmap* é uma visualização do futuro integrando todos os aspectos relevantes do negócio, como mercado, produtos, tecnologia, processo e pessoas, considerando a dimensão de tempo. Kappel (2001) relata que o diferencial dos *Roadmaps* perante os demais documentos estratégicos numa corporação nada mais é do que a revelação explícita do domínio de tempo para cada elemento que o *Roadmap* contém. Resumindo, os *Roadmaps* fornecem um quadro para pensar no 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.

Ao longo deste texto, a definição adotada para o termo Technology Roadmapping é a de um método flexível, cujo objetivo principal é auxiliar no planejamento estratégico de desenvolvimento de mercado, produto e tecnologia de maneira integrada no decorrer do tempo; enquanto o termo Technology Roadmap refere-se ao documento gerado pelo processo de Technology Roadmapping.

O *Roadmap* Tecnológico é parte de uma metodologia que garante o alinhamento entre os investimentos em tecnologias e o desenvolvimento de novas capacidades, de forma que o capital seja empregado de acordo com as demandas futuras do mercado. Essa é uma ferramenta que traz um suporte importante ao gestor da área de inovação, permitindo definir a evolução tecnológica da empresa com antecedência. A ferramenta estabelece a relação entre tecnologias, seus produtos e serviços, assim como a relação com os objetivos de mercado ao longo do tempo. Como resultado,

o posicionamento da empresa em termos tecnológicos pode ser mantido ou aprimorado.

O *Roadmap* Tecnológico auxilia os agentes, seja uma indústria ou uma organização, a descreverem o ambiente futuro em termos dos objetivos e planos internos da companhia e mostra como esses objetivos podem ser alcançados ao longo do tempo. Seu maior benefício é o de prover informação para a realização das melhores decisões de investimento tecnológico. Essa ferramenta fornece um modo de identificar, avaliar e selecionar alternativas tecnológicas que podem ser usadas para satisfazer a necessidade existente.

Nesse sentido, esse método vem auxiliar na estruturação do processo de planejamento, permitindo a visualização de lacunas no planejamento estratégico por meio do alinhamento entre as metas futuras e as atividades presentes na organização ou no setor. Isso possibilita a identificação e a priorização dos diferenciais competitivos sustentáveis e a alocação correta dos recursos tecnológicos e humanos.

## Formatos de *Roadmaps*

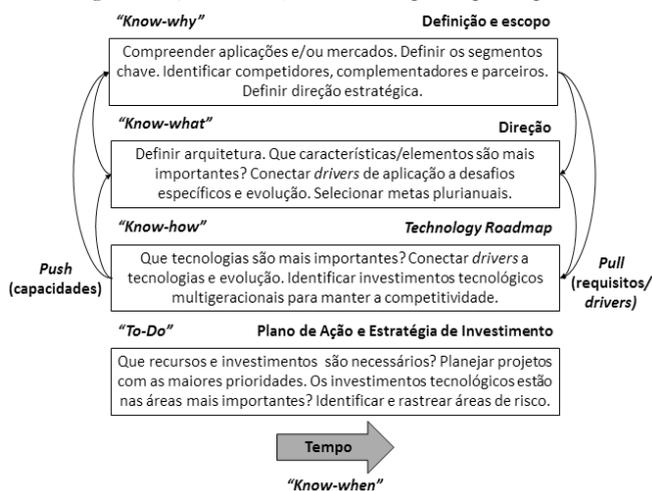
A natureza visual dos *Roadmaps* é uma de suas características mais importantes, já que auxilia na discussão construtiva dos processos de prospecção tecnológica. Há diversas maneiras de representar um *Roadmap* e alguns de seus tipos e formatos serão descritos neste capítulo.

A Figura 1 mostra o modelo de uma arquitetura comum de *Roadmapping*, como explicado a seguir:

- A primeira parte define o domínio do *Roadmap*, o escopo, os objetivos, a estratégia para alcançá-los. Esse é o “por que” (*why*) do *Roadmap*.

- A segunda parte define o direcionamento, ou seja, esse é “o quê” (*what*) do *Roadmap*. O direcionamento inclui desafios, a arquitetura do processo e sua evolução e medidas de *performance* (alvos) a serem alcançadas.
- A terceira parte descreve a evolução das tecnologias que serão utilizadas para alcançar os objetivos. Esse é o “como” (*how*) do *Roadmap*.
- A quarta parte define o plano de ação e os riscos, e lista de ações (*to do*) do *Roadmap*. O plano de ação identifica os desenvolvimentos-chave, os recursos necessários e os riscos.

Figura 1: Quadro de ação de *Roadmap* em quatro partes



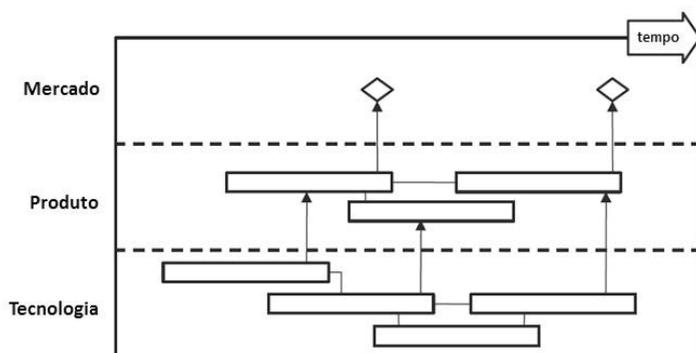
Fonte: Adaptada de Borschiver e Silva (2016)

Robert Phaal é um importante autor desse tema, e seus estudos apontam que o *Roadmapping* tem sido amplamente adotado em indústrias. Com isso, os *Roadmaps* podem assumir variadas formas de acordo com o motor que impulsiona o mapeamento: *technology push*, ou seja, uma ótica divergente, buscando por

oportunidades, ou *market pull*, objetivando criar um produto para atingir um público-alvo definido.

Segundo Phaal, Farrukh e Probert (2003), o modelo genérico padrão é o proposto pela European Industrial Research Management Association (EIRMA), como exibido na Figura 2. Esse modelo genérico é formado por uma linha temporal no eixo horizontal e por três camadas no eixo vertical que, tipicamente, representam as dimensões de mercado, produto e tecnologia. Na imagem, é possível visualizar os relacionamentos existentes entre as três camadas e sua evolução e/ou restrições ao longo do tempo.

Figura 2: Technology Roadmap genérico



Fonte: Adaptada de Borschiver e Silva (2016) e Phaal, Farrukh e Probert (2003)

Albright e Kappel (2003) consideram que os *roadmaps* devem possuir quatro áreas de enfoque: mercado, produto, tecnologia e plano de ação.

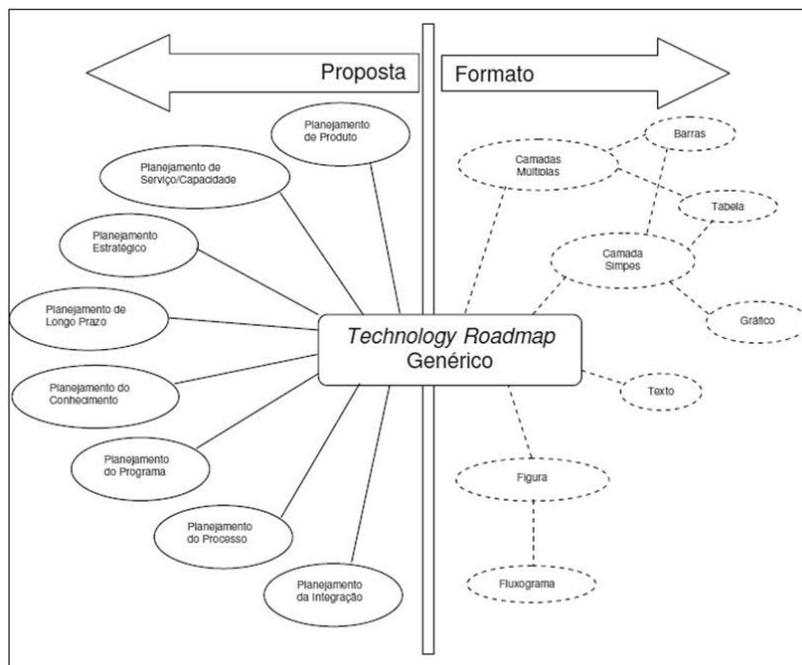
Quanto às tipologias, Garcia e Bray (2007) classificam os *roadmaps* em três tipologias: o que é dirigido pelas necessidades de produto e/ou processo; o que fornece a posição competitiva da empresa e de suas competidoras quanto ao desenvolvimento e comercialização de uma tecnologia nova ou emergente; e o que objetiva identificar problemas e suas consequências para o planejamento estratégico e orçamento focado em um determinado assunto.

A natureza visual do *roadmap* é uma de suas características mais importantes, auxiliando na discussão construtiva dos processos de prospecção tecnológica, e, conforme o objetivo ou o segmento empresarial, há diversas formas de representar um *roadmap*.

O formato do *roadmap* deve estar alinhado com os objetivos da aplicação do método e a sua definição auxilia na consistência dos resultados gerados e em sua compreensão, permitindo a melhor tomada de decisão pelos líderes da organização.

Phaal, Farrukh e Probert (2004) examinaram um conjunto de dezenas de Technology Roadmaps e os agruparam em 16 grandes áreas em função de seu propósito e formato, explicitados na Figura 3.

Figura 3: Caracterização dos Roadmaps: propósito e formato



Fonte: Adaptada de Phaal, Farrukh e Probert (2004) e de Borschiver e Silva (2016)

No estudo de Phaal, Farrukh e Probert (2004), os autores avaliaram um conjunto de 40 *Roadmaps*. A partir dessas análises, foi possível identificar oito áreas principais de aplicação em função de seu propósito e oito áreas relativas aos seus formatos:

Propósito (*Purpose*):

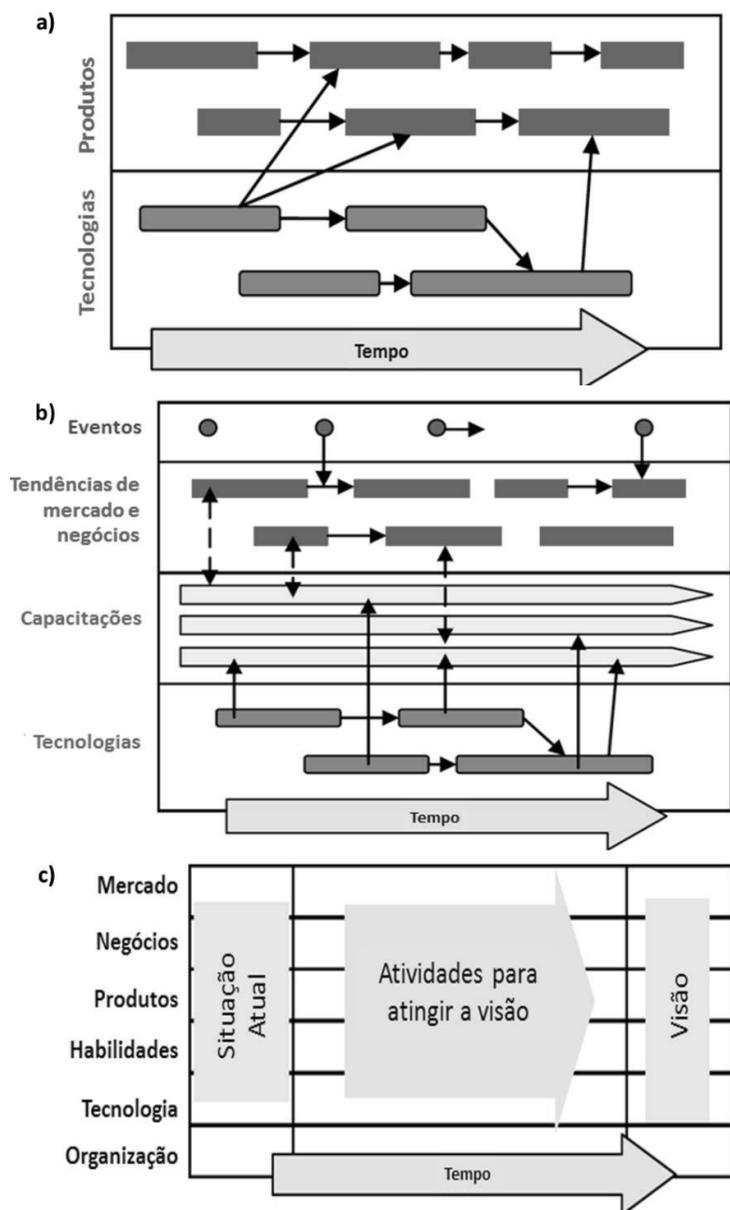
- Planejamento de produtos;
- Planejamento de serviços e capacitações;
- Planejamento estratégico;
- Planejamento de longo prazo;
- Capacitações e planejamento de conhecimento;
- Planejamento integrado;
- Planejamento de projeto;
- Planejamento de processos.

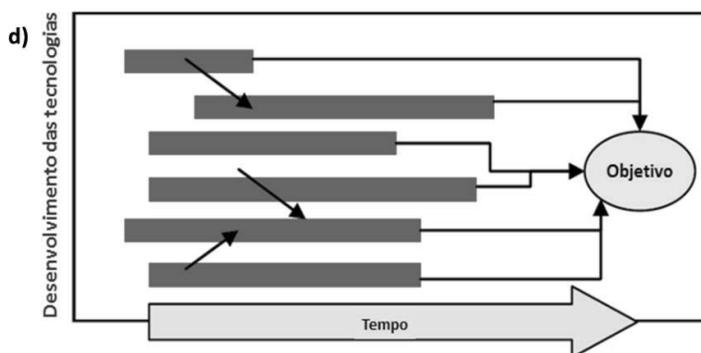
Formato (*Format*):

- Múltiplos Níveis;
- Barras;
- Gráfico;
- Fluxo;
- Figura;
- Tabela;
- Único nível;
- Texto.

A Figura 4 e a Figura 5 ilustram as principais variações de Technology Roadmaps existentes em termos de propósito.

Figura 4: Roadmap de: a) Planejamento de Produtos; b) Planejamento de Serviços e Capacitações; c) Planejamento Estratégico; d) Planejamento de Longo Prazo





Fonte: Adaptada de Bernal *et al.* (2009) e de Borschiver e Silva (2016)

Essas principais variações de *Technology Roadmaps* existentes em termos de propósito serão discutidas a seguir.

**Planejamento de produtos (*Product Planning*):** esse é um dos tipos mais comuns de *Roadmap* Tecnológico, no qual um conjunto de diferentes produtos é relacionado às tecnologias necessárias ao seu desenvolvimento.

- **Exemplo:** o *Roadmap* apresentado na Figura 4a é o modelo Philips, amplamente utilizado por essa indústria. Esse exemplo demonstra como os *roadmaps* são utilizados para conectar o planejamento tecnológico ao desenvolvimento de produtos.

**Planejamento de serviços e capacitações (*Service/capability planning*):** é amplamente utilizado por empresas de fornecimento de serviços. Tem como foco tecnologias que auxiliam no desenvolvimento de recursos da empresa para a prestação de determinado serviço.

- **Exemplo:** o exemplo apresentado pela Figura 4b foi utilizado para investigar o impacto do desenvolvimento tecnológico nos negócios de uma agência de correios.

Esse mapa foca nas capacidades organizacionais como ponte entre a tecnologia e os negócios, ao invés dos produtos.

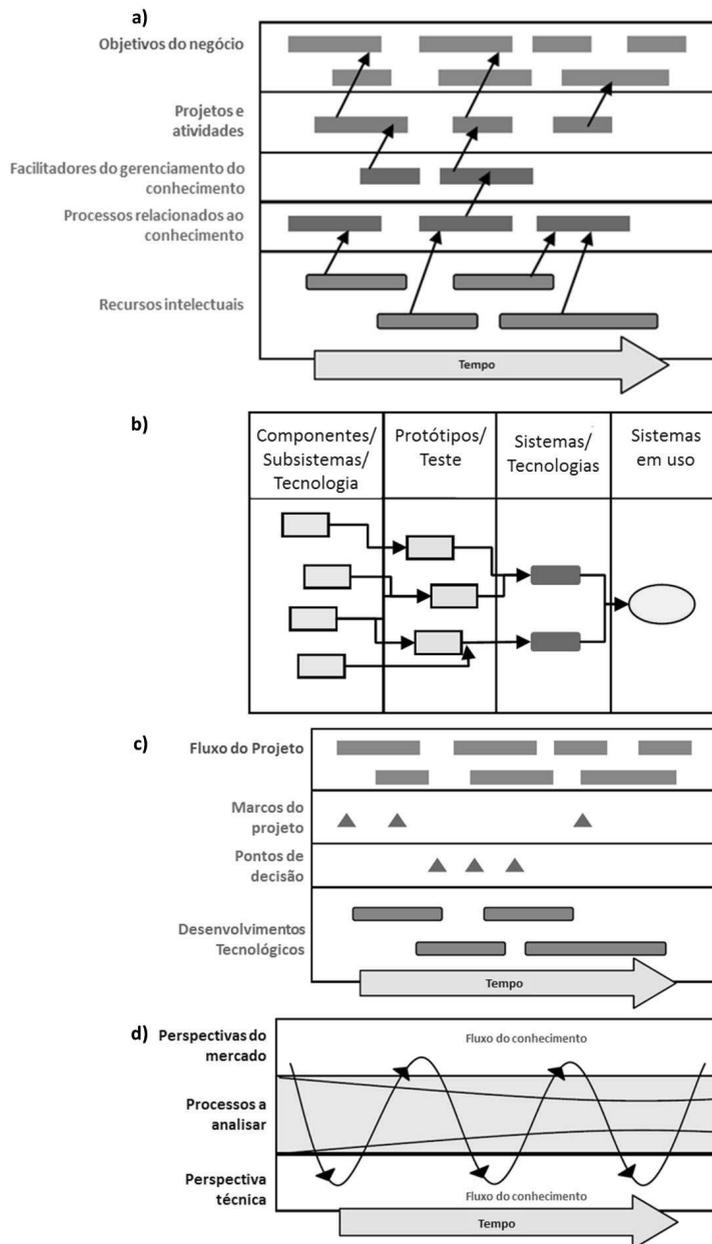
**Planejamento estratégico (*Strategic Planning*):** esse tipo de *roadmap* apresenta diferentes oportunidades ou ameaças de mercado e tendências do negócio em nível estratégico. Tem como objetivo desenvolver uma visão de futuro do negócio em termos de mercado, negócio, produto, tecnologias, habilidades requeridas, entre outros. As lacunas podem ser identificadas comparando-as com a situação atual e as opções estratégicas, que podem ser exploradas de forma a transpô-las.

- **Exemplo:** a Figura 4c ilustra uma representação do formato do modelo *T-plan*. Esse é um dos processos de aplicação de TRM mais citados na literatura, o concebido pelos acadêmicos britânicos Robert Phaal, Clare J. P. Farrukh e David R. Probert, descrito no *Manual T-Plan (The fast start to Technology Roadmapping)*.

**Planejamento de longo prazo (*Long-range planning*):** esse *roadmap* é utilizado para suportar atividades que requerem um planejamento de longo prazo. Geralmente, é aplicado para estudos prospectivos em nível setorial ou nacional (*foresight*), servindo como radar para identificação de potenciais tecnologias e mercados disruptivos.

- **Exemplo:** o exemplo apresentado pela Figura 4d ilustra o *Roadmap* desenvolvido pela Integrated Manufacturing Technology Roadmapping (IMTR) Initiative, que foca nos sistemas de informação e como o desenvolvimento de tecnologias potencialmente converge para o objetivo preestabelecido.

Figura 5: Roadmap de: a) Capacitações e planejamento de conhecimento; b) Planejamento integrado; c) Planejamento de projeto; d) Planejamento de processos



Fonte: Adaptada de Bernal *et al.* (2009) e Borschiver e Silva (2016)

Continuando, serão discutidas a seguir mais algumas variações de Technology Roadmaps existentes em termos de propósito.

**Capacitações e planejamento de conhecimento (*Knowledge asset planning*):** esse *Roadmap* permite alinhar o capital intelectual da empresa aos objetivos do negócio.

- **Exemplo:** o exemplo ilustrado pela Figura 5a foi desenvolvido pelo Artificial Intelligence Applications Unit da University of Edinburgh. Esse tipo de *Roadmap* permite que a organização identifique suas questões críticas em relação ao conhecimento e à inter-relação com suas habilidades internas, tecnologias e competências requeridas para entender as demandas futuras de mercado.

**Planejamento integrado (*Integration planning*):** por meio desse tipo de *Roadmap*, é possível ter uma visão a respeito da integração e da evolução das tecnologias e como elas integram produtos e sistemas para criar novas tecnologias.

- **Exemplo:** a Figura 5b ilustra um dos *Roadmaps* da NASA para o programa *Origins*, utilizado para explorar como o universo e a vida contida nele se desenvolveram. Esse mapa especificamente objetivou o gerenciamento do desenvolvimento de um programa para o Next Generation Space Telescope (NGST), com foco no fluxo tecnológico. Esse *Roadmap* apresenta como a tecnologia alimenta sistemas de teste e a demonstração para apoiar missões científicas.

**Planejamento de projeto (*Programme planning*):** esse *Roadmap* possibilita o alinhamento de diferentes atividades de um projeto.

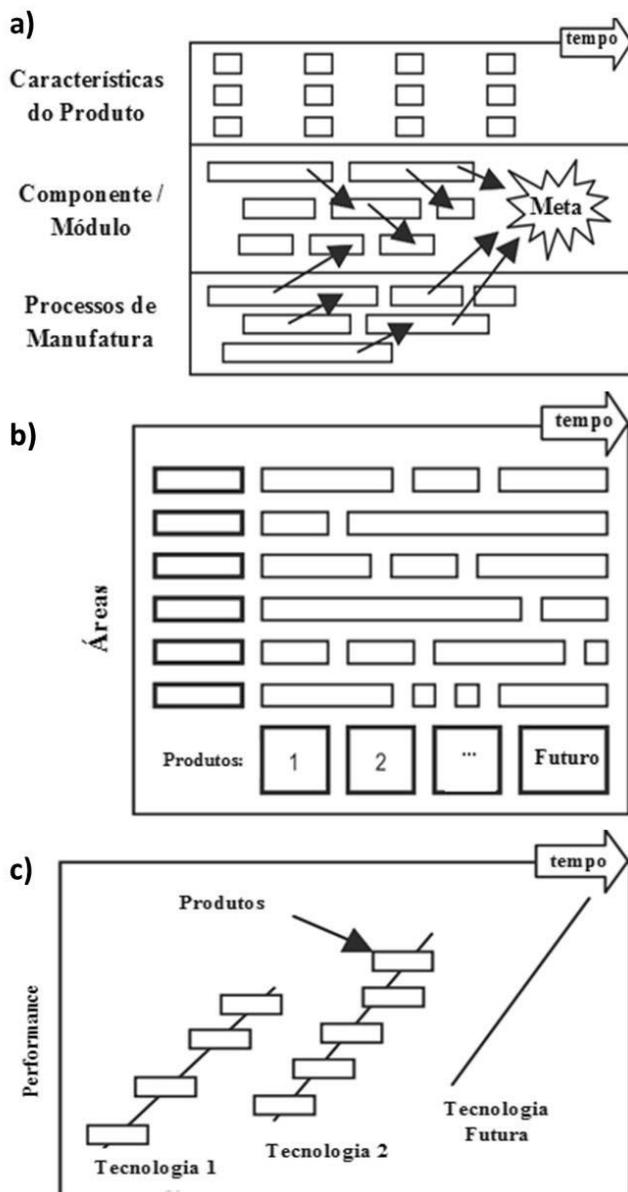
- **Exemplo:** a Figura 5c apresenta outro dos *Roadmaps* da NASA para o programa *Origins*. Esse mapa também objetivou o gerenciamento do desenvolvimento de um programa para o Next Generation Space Telescope (NGST), apresentando as relações entre o desenvolvimento tecnológico e as fases e marcos do programa.

**Planejamento de processos (*Process planning*):** esse tipo de *Roadmap* permite gerenciar conhecimento com foco em uma área particular da empresa.

- **Exemplo:** a Figura 5d apresenta um tipo de *Roadmap* para fazer suporte ao planejamento de produto, focando no fluxo de conhecimento necessário para facilitar o desenvolvimento e a introdução efetivo de um novo produto, incorporando perspectivas técnicas e comerciais.

Outro fator que contribui para a variedade de *Roadmaps* observados é o formato gráfico selecionado para comunicar o mapa. Logo, além da diversidade de aplicações, o *Roadmap* pode assumir oito tipos de formatos, como apresentado pelas Figuras 6 e 7.

Figura 6: Formatos de *Roadmaps*: a) Múltiplos Níveis; b) Barras; c) Gráfico; d) Fluxo; e) Figura; f) Tabela



Fonte: Adaptada de Phaal, Farrukh e Probert (2004) e Borschiver e Silva (2016)

Os tipos de formatos assumidos pelos *Roadmaps* serão discutidos a seguir.

**Múltiplos Níveis (*Multiple layers*):** é o formato mais comum que compreende vários níveis (*layers*) como tecnologia, produto e mercado. A evolução de cada nível pode ser explorada com a conexão entre os subníveis facilitando a integração.

- **Exemplo:** o exemplo ilustrado pela Figura 6a apresenta o *Roadmap* Philips. Esse mapa demonstra como tecnologias de produto e processo se integram para apresentar suporte ao desenvolvimento de funcionalidade em produtos futuros.

**Barras (*Bars*):** vários mapas são expressos na forma de barras, tanto para o nível quanto para o subnível. Esse formato tem a vantagem de ser simples e de condensar as saídas do mapa de forma a facilitar a comunicação, integração do mapa e o desenvolvimento de um software de suporte à geração do *Roadmap*.

- **Exemplo:** a Figura 6b ilustra o *Roadmap* clássico da Motorola, que apresenta a evolução das tecnologias e as características do rádio automobilístico. A Motorola subsequentemente desenvolveu novos níveis de *Roadmapping*, com mapas formando parte de um conhecimento corporativo e de sistemas de gerenciamento de negócios, suportados por *softwares* e sistemas de tomada de decisão integrados.

**Gráfico (*Graphs*):** esse tipo de *Roadmap* é utilizado quando o desempenho do produto ou da tecnologia pode ser quantificado e expresso em um gráfico para cada subnível. Esse tipo de gráfico normalmente é chamado de curva de experiência e está intimamente relacionado com as curvas “S”.

- **Exemplo:** o mapa apresentado pela Figura 6c ilustra como um conjunto de produtos e tecnologias coevoluem.

**Fluxo (*Flow charts*):** é um tipo específico de figura em forma de fluxo, representando objetivos, ações e saídas.

- **Exemplo:** a Figura 7a apresenta um dos *Roadmaps* da NASA, que ilustra como a visão da organização pode se relacionar a sua missão, questões científicas fundamentais, áreas de negócios primárias, objetivos de curto, médio e longo prazo, e a contribuição para as prioridades nacionais dos Estados Unidos.

**Figura (*Pictorial representations*):** alguns *Roadmaps* adotam formas criativas para representar e comunicar a integração, utilizando figuras como metáfora para representar a evolução de produtos e tecnologias (por exemplo, árvores).

- **Exemplo:** o exemplo ilustrado pela Figura 7b é o *roadmap* Sharp, relacionado ao desenvolvimento de produtos e famílias de produtos, com base em um conjunto de tecnologias de visores de cristais líquidos.

**Tabela (*Tables*):** em alguns casos, todo o mapa ou as camadas se utilizam de tabelas, geralmente expressando o desempenho quantitativo do produto ou da tecnologia em função do tempo.

- **Exemplo:** a Figura 7c ilustra o *Roadmap* tipo tabela elaborado pela EIRMA, que inclui as dimensões de performance de produto e tecnologia.

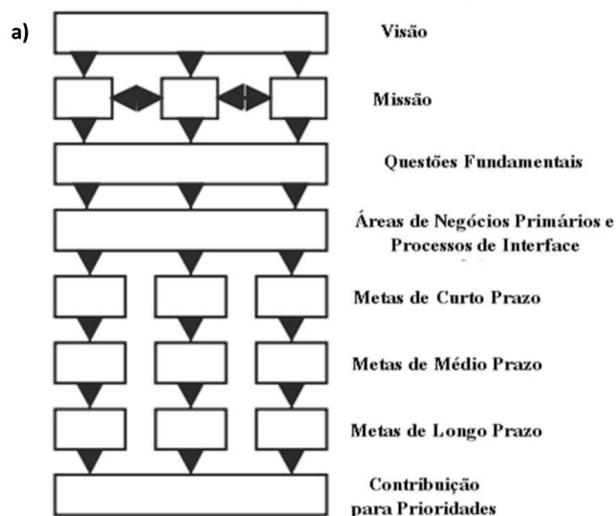
**Único nível (*Single layer*):** esse formato é uma variação do tipo múltiplos níveis, a qual se utiliza de uma única camada. A desvantagem desse formato é que não mostra a conexão entre os níveis.

- **Exemplo:** o *Roadmap* da Motorola apresentado na Figura 6b também é um exemplo de mapa de único nível, que objetiva a evolução tecnológica associada à de um produto e suas características.

**Texto (*Text*):** alguns *Roadmaps* são totalmente, ou em grande parte, baseados em texto e relatórios de apoio, descrevendo a mesma questão abordada nos formatos gráficos.

- **Exemplo:** Os *technology white papers* da Agfa-Gevaert Group promovem a compreensão entre as tendências de mercado e tecnologia que influenciarão o setor óptico.

Figura 7: Formatos de *Roadmaps*: a) Fluxo; b) Figura; c) Tabela





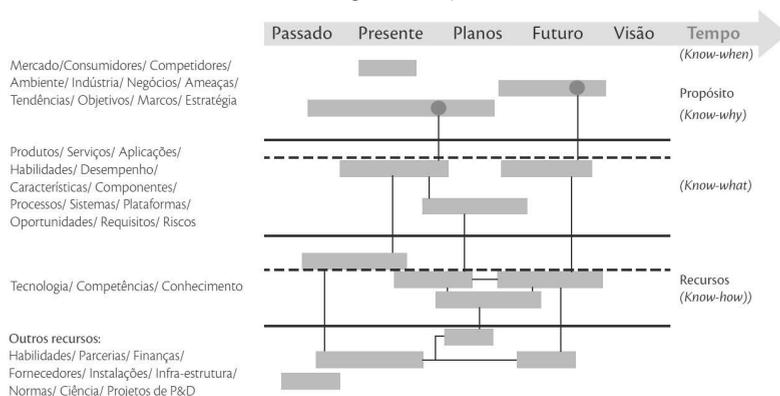
Tendo apresentado as principais possibilidades de aplicações e de formatos dos *Roadmaps*, a metodologia sugerida para construção de *Roadmaps* parte da estruturação genérica proposta pela EIRMA e identificada por Phaal. Utilizando essa visão generalizada, pode-se construir a base para a customização do mapa de acordo com a necessidade da aplicação, sem engessar um modelo específico em nossa abordagem.

Retomando a visão genérica apresentada pela Figura 8, a fim de demonstrar flexibilidade de aplicações dessa estrutura, a representação desse *Roadmap* pode conter ilustrações de várias camadas e subcamadas (temas estratégicos); sendo identificadas três camadas externas (incorporando os temas das subcamadas) e permitindo a generalização e a aplicação do conhecimento em diversas situações, conforme explicitado a seguir:

1. As camadas superiores do *Roadmap* tratam dos propósitos (*know-why*) que cada organização aspira com os fatores que influenciam cada propósito. Usualmente, no nível empresarial, essa camada contém as perspectivas externa e interna. Alguns assuntos encontrados normalmente nesse nível são: mercado, consumidores, competidores, ambiente, indústria, negócio, tendências, motivação, ameaças, objetivos, marcos e estratégia.
2. As camadas intermediárias do *Roadmap* dizem respeito aos mecanismos utilizados para o alcance dos objetivos, sendo de extrema importância, pois funcionam como uma ponte entre o propósito e os recursos, determinando o que fazer (*know-what*). Em nível empresarial, essas camadas tratam de produtos, serviços, operações, entre outros, e estão ligadas diretamente à geração de receita.

3. As camadas inferiores do *Roadmap* tratam dos recursos (incluindo os recursos tecnológicos) que precisam estar ordenados e integrados para o desenvolvimento dos mecanismos de entrega (*know-how*). Nessa camada serão empregadas técnicas de como fazer (*know-how*), utilizadas para atender à demanda estipulada nas camadas superiores. Outros recursos abordados nesse nível são: habilidades, parcerias, fornecedores, instalações, infraestrutura, organização, normas, ciência, finanças e projetos de P&D.

Figura 8: Technology Roadmap genérico para a conexão entre recursos para os objetivos



Fonte: Lopes Jr. *et al.* (2011 *apud* PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2005)

Por fim, vale a pena ressaltar que as formas gráficas dos *Roadmaps* são poderosos mecanismos de comunicação. Entretanto, apresentam a informação de uma forma altamente sintetizada e condensada. O *Roadmap* deve, portanto, se apoiar em uma documentação apropriada.

## Considerações Finais

Como foi ilustrado neste capítulo, há diversas possibilidades de *design* do *Roadmap*. Porém, é interessante observar que essas possibilidades nem sempre se adaptarão exclusivamente a uma das categorias citadas neste texto, já que podem conter elementos de múltiplos tipos, variando o formato ou o propósito, e resultando numa figura híbrida. A seleção de sua arquitetura deve ser feita de forma a comunicar de maneira eficiente os objetivos propostos.

O grande número de formas de *Roadmaps* existentes costuma ser um dos motivos da dificuldade observada nas empresas para a aplicação da metodologia de *Roadmapping*. Geralmente, os mapas devem ser adaptados para as necessidades específicas da empresa e para o contexto de negócio na qual ela se encontra. Adicionalmente, há pouco suporte prático disponível e as empresas geralmente reinventam o processo, embora tenha surgido alguns esforços para compartilhar experiências.

Bray e Garcia (1997), EIRMA (1997), Groenveld (1997) e Strauss, Radnor e Peterson (1998) resumem as principais etapas do processo de *Roadmapping* tecnológico. Esses autores indicam que o desenvolvimento de um processo eficaz de *Roadmapping* dentro de uma empresa depende de uma visão e do compromisso significativos para o que é um processo iterativo e inicialmente exploratório. No entanto, essas fontes não incluem orientações detalhadas sobre como aplicar a abordagem. Uma tentativa de preencher essa lacuna foi feita pelo desenvolvimento da abordagem de início rápido da *T-Plan*, concebido por Robert Phaal, Clare J. P. Farrukh e David R. Probert.

No processo de aplicação proposto por Phaal, Farrukh e Probert (2001), a ideia é possibilitar uma primeira tentativa de aplicação do TRM. Os objetivos propostos pela metodologia incluem o suporte à inicialização do processo, a criação dos

vínculos principais entre recursos tecnológicos e direcionadores de negócio e a identificação de lacunas de conhecimento sobre o mercado, os produtos e os serviços e sobre as tecnologias que serão utilizadas. O resultado é um *Roadmap* tecnológico capaz de facilitar a comunicação entre a área técnica e a área comercial.

## Referências

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

ANDRADE, C. C. A.; MONTE, L. L.; SILVA, A. R. P. **Aplicação do Technology Roadmapping em empresa automobilística**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2009. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/artigos08/21\\_SEGET.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos08/21_SEGET.pdf)>. Acesso em: 2 fev. 2018.

BERNAL, L. *et al.* **Technology Roadmapping Handbook**: International SEPT Program. Leipzig: University of Leipzig, 2009.

BRAY, O. H.; GARCIA, M. L. Technology roadmapping: the integration of strategic and technology planning for competitiveness. **Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)**, 27-31 de julho, 1997.

BORSCHIVER, S.; SILVA, A. L. R. **Technology Roadmap – Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia**. 1. ed. [S.l.]: [s.n.], 2016.

CARDOSO, F. S. **Elaboração de Roadmaps Tecnológicos da Produção de Biogás a partir de Palha e Vinhaça**. 2017. 328p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2017.

COELHO, G. M. *et al.* Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: Technology Roadmapping – um olhar sobre formatos e processos. **Parcerias Estratégicas**, [S.l.], v. 21, p. 199-234, 2005.

DRUMMOND, P. H. F. **O planejamento tecnológico de uma empresa de base tecnológica de origem acadêmica por intermédio dos métodos Technology Roadmapping (TRM), Technology stage-gate (TSG) e processo de desenvolvimento de produtos (PDP) tradicional.** 2005. 156p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

EIRMA. Technology roadmapping – delivering business vision, Working group report, **European Industrial Research Management Association**, Paris, 52, 1997.

FINCH, J.; BUNDUCHI, R. **Technology Roadmapping and SMEs: a Literature Review.** British Academy Conference, 2012.

GALVIN, R. Science roadmaps. **Science**, [S.l.], v. 280, n. 5.365, p. 803, 1998.

GARCIA, M. L.; BRAY, O. H. **Fundamentals of Technology Roadmapping.** Sandia National Laboratories. [1997]. Disponível em: <[www.sandia.gov/PHMCOE/pdf/Sandia'sFundamentalsofTech.pdf](http://www.sandia.gov/PHMCOE/pdf/Sandia'sFundamentalsofTech.pdf)>. Acesso em: 4 nov. 2018.

GIORDANO, C. S. S. **Avaliação do Technology Roadmapping (TRM) como métodos de apoio ao planejamento tecnológico: estudo de caso do centro de tecnologia SENAI Ambiental.** 2011. 170p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2011.

GROENVELD, P. Roadmapping integrates business and technology. **Res. Technol. Manag.**, [S.l.], v. 40, n. 5, p. 48-55, 1997.

KAPPEL, T. A. Perspectives on Roadmaps: how organizations talk about the future. **The Journal of Product Innovation Management**, [S.l.], v. 18, p. 39-50, 2001.

LANFER, S. **Technology-Roadmapping in a Project-driven organization**. 2012. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – School of Management and Governance (SMG), University of Twente, 2012.

LEE, S.; PARK, Y. Customization of Technology Roadmaps according to Roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. **Technological Forecasting & Social Change**, [S.l.], v. 72, p. 567-583, 2005.

LOPES JR., E. P.; TAVARES, L. E. S.; PESSOA, A.V. B. M. Roadmap Tecnológico: proposta de uma métrica para levantamento de demandas e ofertas tecnológicas. **Parcerias Estratégicas**, [S.l.], v. 16, p. 281-296, 2011.

LOUREIRO, A. M. V. **O Emprego do Método Technology Roadmapping em Adesivos e Selantes Aplicados à Construção Civil**. 2010. 331p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2010.

MATTOS NETO, P. **Planejamento de novos produtos por intermédio do método Technology Roadmapping (TRM) em uma empresa de base tecnológica do setor de internet móvel**. 2005. 142p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

MULLER, G. **Roadmapping**. Embedded Systems Institute, jul. 2005. Disponível em: <[www.gaudisite.nl](http://www.gaudisite.nl)>. Acesso em: 2 jan. 2007.

OLIVEIRA, M. G.; FLEURY, A. L. **Pesquisas sobre TRM no Brasil**. Portal de Conhecimentos, 2009.

PETRICK, I. J.; ECHOLS, A. E. Technology Roadmapping in review: A tool for making sustainable new product development decisions. **Technological Forecasting & Social Change**, [S.l.], v. 71, p. 81-100, 2004.

PETRIE, E. M. Elementary patent mapping. **SpecialChem**, abril 2010. Disponível em: <<http://www.specialchem4adhesives.com/resources/articles/article.aspx?id=3592>>. Acesso em: 2 jul., 2018.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Developing a Technology Roadmapping System. **Proceedings of the 2005 PICMET**, Portland, 2005.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Technology Roadmapping – A planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting & Social Change**, [S.l.], v. 71, p. 5-26, 2004.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. **T-Plan: The fast start to Technology Roadmapping – Planning your route to success**. Cambridge University, Institute of Manufacturing, UK, October, 2001.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Technology Roadmapping – A planning framework forevolution and revolution. **Technological Forecasting & Social Change**, [S.l.], v. 71, n. 1-2, p. 5-26, 2003.

PHAAL, R.; MULLER, G. An architectural framework for Roadmapping: Towards visual strategy. **Technological Forecasting & Social Change**, [S.l.], v. 76, n. 1, p. 39-49, 2009.

RINNE, M. Technology Roadmaps: Infrastructure for innovation. **Technological Forecasting & Social Change**, [S.l.], v. 71, p. 67-80, 2004.

SENAI/PR. **Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense**: Roadmapping da indústria agroalimentar – 2015. Curitiba: SENAI/PR, 2007.

SENAI/PR. **Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense**: Roadmapping de plásticos – horizonte de 2018. Curitiba: SENAI/PR, 2008.

SILVA, H. G.; AFONSO, M. **Energia solar fotovoltaica**: Contributo para um Roadmapping do seu desenvolvimento tecnológico. IET Working Papers Series 10/2009, Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

STRAUSS, J.; RADNOR, M.; PETERSON, J. Plotting and navigating a non-linear roadmap: knowledge-based roadmapping for emerging and dynamic environments. **Proceedings of the East Asian Conference on Knowledge Creation Management**, 6-7 de março, Singapura, 1998.

WILLYARD, C. H.; MCCLESS, C. W. Motorola's Technology Roadmapping. **Process. Research Management**, [S.l.], p. 13-19, set./oct., 1987.

# FERRAMENTAS PARA ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS DE PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM DOCUMENTOS DE PATENTE

*Silvia Beatriz Beger Uchôa*

*João Paulo Lima Santos*

*Tatiane Luciano Balliano*

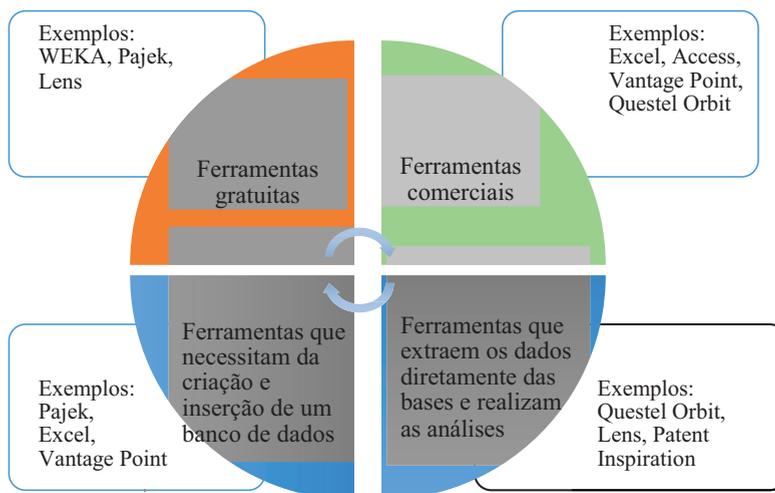
A prospecção tecnológica a partir de informações contidas em documentos de patente e, também, em artigos científicos pode envolver um elevado número de dados. Esse grande volume de dados pode conter informações importantes, mas os dados na forma bruta em geral são pouco úteis e, portanto, há a necessidade de utilização de técnicas específicas para extrair as informações que interessam em cada contexto. Para isso, existem diversas ferramentas que permitem a extração de informações com base em dados, favorecendo uma boa análise. Os dados extraídos das bases de dados de patentes, ou de outras bases, podem ser associados a fatos, e as informações obtidas por esses dados que receberam um tratamento podem mostrar tendências.

A escolha da ferramenta depende do objetivo da prospecção tecnológica, da área e do tema pesquisado. Não há ferramenta universal, e a decisão de escolha depende do objetivo, como já citado, mas também das condições do interessado, pois existem ferramentas gratuitas e ferramentas pagas, ou ferramentas comerciais. Basicamente, é possível dividi-las em ferramentas que exigem a criação prévia de um banco de dados e a inserção desses dados para realizar o tratamento e obter as informações desejadas; e as que extraem os dados diretamente das bases de dados e realizam as análises. As primeiras podem parecer mais

trabalhosas em um primeiro momento, mas também podem permitir maior flexibilidade nas análises.

Na Figura 1 são apresentados exemplos de diversas ferramentas de acordo com suas funções e características. Nesse aspecto, há ferramentas que permitem realizar algumas análises gratuitamente, porém outras necessitam realizar um pagamento em forma de assinatura por determinado tempo ou por demanda de análises.

Figura 1: Exemplos de ferramentas para tratamento e análise de dados



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

Ao se escolher uma ferramenta, de acordo com o objetivo de cada estudo, deve-se levar em consideração a abrangência geográfica dos dados coletados. Segundo Amparo, Ribeiro e Guarieiro (2012), para que haja eficácia desse processo de coleta e análise de dados, deve haver a identificação precisa das necessidades do usuário e de sua adequação às orientações estratégicas referentes à gestão da informação; ou seja, na busca,

na seleção e no tratamento da informação de interesse, para permitir, entre outras coisas, a visualização de tendências e de subsídios ao processo decisório.

Atualmente há ferramentas que utilizam o aprendizado de máquina (*machine learning*) incorporado a algumas bases de dados ou à própria ferramenta e que possibilitam a geração de informações de análises e tendências. *Machine Learning* é um campo de inteligência artificial que confere aos computadores a capacidade de “aprender” sem que sejam explicitamente programados. Esses algoritmos permitem que o computador possa melhorar seu desempenho na execução de uma tarefa por meio da análise de conjuntos de dados passados. Mas a aplicação de métodos de aprendizagem de máquina (*machine learning*) no tratamento de dados visando à análise de patentes ainda é pouco convencional. Essa ferramenta tem grande potencial para realizar tarefas de revisão repetidas e demoradas, mas questiona-se a capacidade desses métodos em lidar com as ambiguidades linguísticas inerentes aos documentos patentários.

Neste capítulo serão abordadas diversas ferramentas para análise e tratamento dos dados de prospecção tecnológica, procurando identificar as vantagens e as facilidades oferecidas no uso delas, fornecendo um panorama geral, com o objetivo de facilitar a escolha no momento de decisão. Inicia-se a abordagem com ferramentas de uso consagrado e que fazem parte de pacotes de *software*, como o MS Excel, e outras de uso gratuito, como o Pajek e Treemap, todas exigindo a elaboração de um banco de dados para realizar as análises. Em seguida, aborda-se um grupo de ferramentas que trabalham a partir de um banco de dados próprio, fornecendo algumas análises de dados de patentes, como o PatentScope e o Lens.

## Ferramentas Gratuitas ou de Uso Consagrado

Nesta seção serão abordadas ferramentas gratuitas e de uso consagrado, normalmente inseridas em pacotes de programas de computador adquiridos por usuários, a exemplo da Microsoft®, ou a partir de ferramentas de edição de planilhas com funções similares.

### *Excel*

O Excel é um editor de planilhas eletrônicas produzido e comercializado pela empresa Microsoft®, faz parte do módulo MS Office e pode ser instalado em computadores, tablets e smartphones. Embora seja um editor de planilhas, seu uso pode ir muito além de planilhas, por exemplo, no tratamento de dados numéricos e alfanuméricos, em análises estatísticas, construção de gráficos dos mais variados tipos e ainda pode possibilitar a organização de grandes volumes de dados da maneira que o usuário preferir.

O Excel permite a análise dos dados inseridos na planilha eletrônica com construção de gráficos, uso de filtros, cruzamento de dados, além de possibilitar a formatação desses dados para uso em outros *softwares*. Trata-se de um *software* pago, mas de fácil acesso, pois é muito frequente que, na compra de computadores, a instalação deste já esteja inclusa.

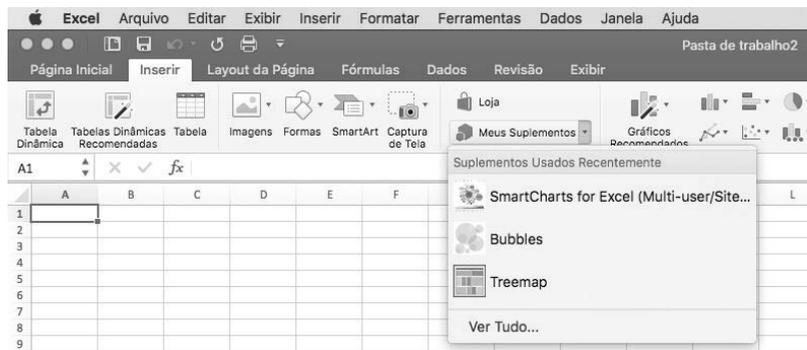
No que diz respeito à prospecção tecnológica, aos estudos prospectivos e/ou aos estudos de futuro, faz-se necessária a aquisição e a manipulação de volumes de dados muitas vezes gigantescos que devem ser agrupados, obedecendo a uma lógica determinada pelo objetivo do estudo. Nesse aspecto, o programa

Excel pode atender à necessidade do usuário, mas com algumas restrições, visto que existem ações que esse *software* não é capaz de executar. No entanto, se for necessária a realização de estudos prospectivos e a única ferramenta disponível seja o Excel, o trabalho pode ser realizado de modo criterioso, com qualidade e de modo bastante completo.

A vantagem em usar o Excel para estudos prospectivos com dados de documentos de patentes, como já foi mencionado, é o fato de o acesso a essa ferramenta ser muito amplo. No entanto, a desvantagem é a de que o usuário deverá idealizar, editar e executar a construção dos gráficos e tabelas que contêm os dados objetos de análise, o que não ocorre quando se usam ferramentas criadas para essa finalidade, pois essas ferramentas, em geral, possibilitam a realização de buscas de anterioridade, análise dos documentos recuperados e combinações de informações por meio de gráficos e de tabelas que são criados nesse mesmo ambiente.

Para a organização de dados obtidos a partir de um mapeamento tecnológico em documentos de patentes, é necessário antes verificar se estão à disposição todos os recursos que esse *software* dispõe, e assegurar-se disso, pois a depender da versão será necessário fazer a instalação de módulos complementares. Essa etapa é bastante simples, não precisa acessar nada além das próprias janelas do programa. Nesse caso em específico, se não houver o módulo necessário, basta escolher o módulo “análise de dados”, na janela “inserir”, na opção “suplementos” (Figura 2). Com a instalação desse módulo, algumas opções de gráficos que outrora não estavam disponíveis tornam-se acessíveis e passam, então, a ser mais uma opção de análise, como é o caso do mapa de árvores (*treemap*) (Figura 2), que se torna disponível apenas nas versões mais atuais do Excel, ou para aqueles que fizeram a instalação desses módulos suplementares.

Figura 2: Local de acesso à instalação dos módulos suplementares e gráficos que se tornam disponíveis após essa instalação



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

Para a análise de dados de patentes no Excel, é preciso que seja criado um arquivo, preferencialmente, de texto no formato de dados estruturados em padrão de extensão .txt ou .dat, contendo as informações da busca de patentes. A partir da planilha, pode-se começar a realizar as análises desejadas.

O exemplo apresentado a seguir trata da busca utilizando os termos (*efavirenz and ritonavir*), no campo do resumo da patente, utilizando o *Derwent Innovation Index* (DII). Na busca realizada na data de 16 de junho de 2016, foram encontrados 463 resultados, sendo apresentado um segmento da planilha de resultados na Figura 3.

Figura 3: Planilha excel com dados da busca pelos termos *efavirenz and ritonavir*

F1	A	B	C	D	E	F
	Número do documento	Título	Inventores	DEPOSITANTES	Classificação Internacional da Patente	Ano da prioridade
1	WO2016057882-A2	Treating or reducing incidence of CRUM A	CRUM A (CRUM-Individual)	AE61-031/005; AE61-031/195; AE61-031/204		2014
2	US2016101079-A1; WO2	Treating or reducing incidence of CRUM A	CRUM A (CRUM-Individual); SOLOMON S	SOLOMON S (SOL- AE61-031/198; AE61-031/044; AE61-045; AE61-045)		2014
3	WO2016023082-A1	New substituted heterocyclic com	PORTER C; SIMPSON J; TREVASKIS N; Q	UNIV MONASH (MONU-C)	AE61-031/56; AE61-031/568; AE61-005	2014
4	WO2016031516-A1	Treating HIV-related disorder e.g.	DOMINGUEZ C; MUNOZ J; TOLEDO-SHE	CHD FOUND INC (CHD-Non-standar)	C07D-405/00; C07D-405/14	2014
5	WO2016008374-A1	Treating HIV infection in human a	GELIZUNAS R; HESSELGESSER J E	GELIZUNAS R (GELE-Individual); HESSELGESSER J (HESSELGESSER-Individual)	AE61-031/437; AE61-031/4885; AE61-0	2014
6	US2015374723-A1	Pharmaceutical composition used	AGNEW B; GRAHAM D; SINGH U; GREC	AGNEW B (AGNE-Individual); GRAHAM D (GRA- AE61-031/655; AE61-031/7088; AE61-0		2011
7	WO2015187998-A2	Method of treating HIV in indivi	CHANDA S K; COSFORD N D P; DIAZ A; F	SALK INST BIOLOGICAL STUDIES (SALK- C); SAN AE61-031/551; AE61-031/554		2014
8	WO2015181387-A1	Use of substituted cyclic diamine	BLOND A; CALVEZ V; CORROT E; MARCI	CNRS CENT NAT RECH SCI (CNRS-C); INSERM IF AE61-031/4292; AE61-031/445; AE61-0		2014
9	WO201514367-A2	Treating fibrosis or fibrotic diseas	LEFEBVRE E	TOBIRA THERAPEUTICS INC (TOBI-Non-standar	AE61-031/747; AE61-031/4164; AE61-0	2014
10	WO2015121413-A1	Active pharmaceutical ingredient	URBAN A; WILDUM S	ACURIS GMBH & CO KG (AICU-Non-standar)	AE61-031/437; AE61-031/519; AE61-03	2014
11	US2015225448-A1; US91	New cyclochrome P450 monoxygen	DESAI M C; HONG A Y; LIU H; VIVIAN R	DESAI M C (DESA-Individual); HONG A Y (HONI AE61-031/426; AE61-038/005; AE61-045; AE61-045)		2007
12	WO2015092001-A1	Reactivating latent retroviral infec	LIU L; CHEN Z; CHEN J; LIANG J; ZHENG	VERSITECH LTD (VERS-Non-standar)	AE61-031/352; AE61-031/12; AE61-031	2013
13	WO2015090889-A1	Ex vivo method for predicting an	CHAMPAIN C; CHORGHASEM M	EMPRIMO CORP (EMPR-Non-standar)	8011-031/18; C07D-487/22; G01N-033/1	2013
14	WO2015053531-A1	New indole derivative and naphth	JORGENSEN W L; ANDERSON K S	JORGENSEN W L (JORG-Individual); ANDERSON K (ANDERSON-Individual)	AE61-031/513; AE61-045/06; C07D-239; 2013	
15	BR120012009317-A2	Preparing inclusion compounds in	PASSOS J J; SINISTERRA MILAN R D; SOL	UNIV FEDERAL MINAS GERAIS UFMG (UFVIM-Non-standar)	AE61-031/131; AE61-031/41; AE61-031; AE61-031	2012
16	WO2015038596-A1	New substituted heterocyclic com	LIOTTA D C; PAINTER G R; BLEUMLING	C UNIV EMORY (UEMR-C)	AE61-031/706; AE61-031/7068; AE61-0	2013
17	WO2015035033-A1	New substituted thioether compo	APPELLA D; HASSINK M D; KUMAR P; S	LUS DEPT HEALTH & HUMAN SERVICES (USHS-Non-standar)	AE61-031/18; AE61-031/14; C07C-323/3	2013
18	BR1201200229-A2	Oil in water nanoemulsion compo	MAKSUBI C R E; LUNJON R B; BUCCO	DE UNIV FEDERAL RIO DE JANEIRO UFRJ (UFRJ-Non-standar)	AE61-031/706; AE61-047/10; AE61-047/6	2013
19	WO2015021336-A2; WO	New tricyclic benzoxazole comp	ALLEY M R K D; BARROS-AGUIRRE D; GR	ANACOR PHARM INC (ANAC-Non-standar); G	AE61-031/65; C07F-005/02; C18-035/1	2013
20	US2015018139-A1	Composition used to treat e.g. aci	LARSON D	SOLUTIONS INT LLC (SOLI-Non-standar)	AE61-031/327; AE61-030/60; AE61-031; AE61-031	2013
21	WO2014240840-A1	New binding agent specific for pat	SANTANGELO P; VILLINGER F	UNIV EMORY (UEMR-C); GEORGIA TECH RES C	AE61-039/398; AE61-047/48; AE61-051; AE61-051	2013
22	US2015011488-A1	Acceleration of healing of genital	PRESTON D; MURPHY R B	CACAO BIO-TECHNOLOGIES LLC (CACA-Non-standar)	AE61-031/02; AE61-031/553; AE61-036; AE61-036	2011
23	WO2014205327-A2; WO	Preventing/treating Staphylococci	TORRES V J; REYES-KOBLES T; ALONZO	F UNIV NEW YORK STATE UNIVNYC (UNY-Non-standar)	AE61-031/74; AE61-038/10; AE61-039/7	2013
24	US2014371179-A1	Composition, useful for treating e	SIMMONS C V	PROFESSIONAL COMPOUNDING CENTERS AME	AE61-031/58; AE61-045/06	2013
25	WO2014201426-A2; WO	Activating latent retrovirus includi	PLANELLES V; BOSQUE-PARDOS A; IRELI	UNIV UTAH RES FOUN (UTAH-C)	AE61-031/327; C07D-249/18	2013
26	US2014363518-A1; US85	Treating viral disease caused by e	GHWI A M; MERZOUK A; ABDULKAKDI	BIOPREP SOLUTIONS INC (BIOP-Non-standar)	AE61-035/62; AE61-045/06; AE61-055/1	2012
27	WO2014189648-A1; CA2	Preventing or delaying ris	COOPER E G; DE SOUZA M S; EUBANKS	COOPER HUMAN SYSTEMS LLC (COOP-Non-standar)	AE61-031/747; AE61-031/64; AE61-031	2013
28	US2014348787-A1	Oral pharmaceutical composition	SIMMONS C V	PROFESSIONAL COMPOUNDING CENTERS AME	AE61-031/486; AE61-031/58; AE61-045; AE61-045	2013
29	BR2009671-C	Use of substituted cannabidi acid	KORTHOUT H A A J; BROERS C A M; VAN	PYTAGORAS BV (PYTA-Non-standar)	AE61-031/02; AE61-031/05; AE61-031/1	2012
30	WO2014183347-A1	Treating HIV-1 infection in human	COX S W; COATES J A V	AVEXA LTD (AVEX-Non-standar)	AE61-031/53; AE61-031/52; AE61-031; AE61-031	2013
31	WO2014186581-A1; CA2	Composition, useful to treat viral	MENNING M M; DALZIEL S M; MANNIN	TOBIRA THERAPEUTICS INC (TOBI-Non-standar)	AE61-031/736; AE61-031/55; AE61-031; AE61-031	2013
32	US2014341923-A1	New isolated fully human monoc	CHAH-HUI P	CHAH-HUI P (CHAH-Individual)	AE61-039/126; AE61-045/06; C07C-014	2012
33	US2014328792-A1	Treatment or prevention of viral	infect	ZASLOFF M (ZASL-Individual)	AE61-031/576; AE61-045/06	2010

Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

Para realizar as análises, é possível fazer uso das inúmeras funções do Excel, por exemplo, para saber os escritórios ou países de prioridade dos depósitos, pode ser utilizada a função **CONT.SE**, seguida da sigla do escritório ou país aplicado à coluna da prioridade. Essa ação permite realizar a contagem do número de depósitos realizado em cada país, quando verifica-se a frequência com que cada sigla de escritório ou país se repete na coluna/linha em análise. O exemplo do resultado dessa contagem é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Número de depósitos (prioridade) por país/escritório de depósito

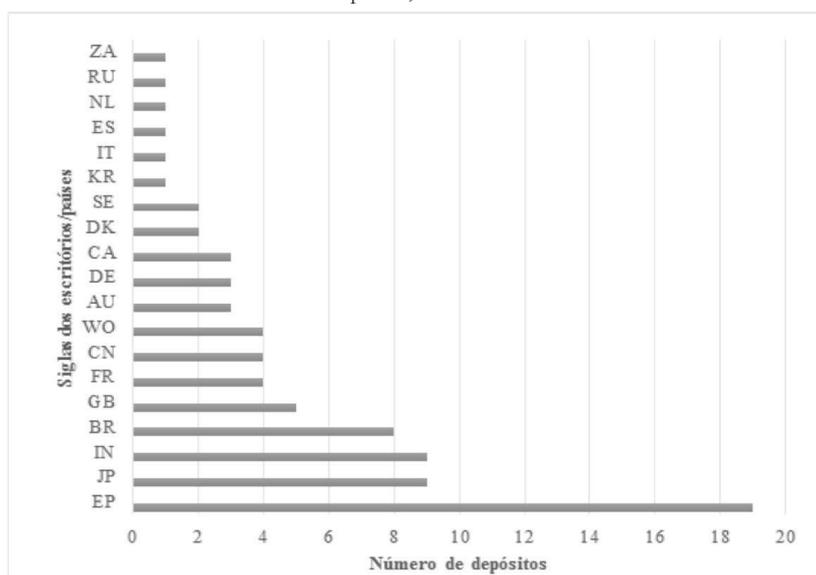
País/escritório	US	EP	JP	IN	BR	GB	FR	CN	WO	AU
<b>Número de depósitos</b>	382	19	9	9	8	5	4	4	4	3
País/escritório	DE	CA	DK	SE	KR	IT	ES	NL	RU	ZA
<b>Número de depósitos</b>	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1

Nota: Foram utilizadas as siglas para países e escritórios empregadas pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI, 2016)

Fonte: Elaborado pelos autores deste capítulo (2018)

Após obter os dados de depósitos de patentes em cada escritório, é possível elaborar gráficos que podem ser de barras verticais ou horizontais (Figura 4).

Figura 4: Número de depósitos (prioridade) por país/escritório de depósito, exceto EUA



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

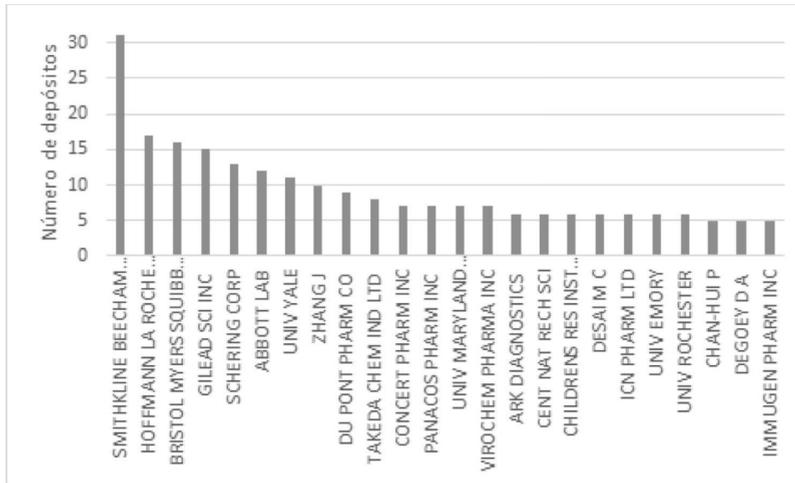
Nesse exemplo é possível verificar que os dados empregados para a análise compreendem o número de depósitos em função do país de prioridade. A partir dos dados, verificou-se que o número de depósitos no escritório dos Estados Unidos da América (EUA) foi muito superior ao de outros países (382); e, assim, optou-se por excluir esse dado da tabela e alertar para essa exclusão, pois se esses dados estivessem junto aos outros na elaboração do gráfico (Figura 4), apenas os valores dos EUA ficariam visíveis, comprometendo a análise. Dessa forma, na

Figura 4, excluídos os valores relativos ao escritório americano, percebe-se que o segundo escritório que recebe maior número de depósitos de pedidos de patentes relacionados aos fármacos (*ritonavir* e *efaviren*) é o escritório europeu de patentes (EP).

Vale ressaltar que uma boa análise com apresentação adequada é muito importante. No entanto, isso não é tudo, pois a partir de estudos, como o desse exemplo, o leitor ou o analista deverá ser capaz de concluir ou formar ideias em relação ao tema. No caso desse exemplo, fica claro que os maiores números de documentos prioritários foram depositados nos escritórios dos EUA e da Europa, sugerindo que os maiores depositantes utilizam os escritórios de patente americanos e europeus, e os cidadãos/empresas dessas nacionalidades seriam os maiores depositantes. No entanto, os números da análise podem não refletir necessariamente isso, pois mesmo não sendo americano, um cidadão pode escolher os EUA como país para primeiro depósito de pedido de patente. Sendo assim, por que alguém escolheria os EUA e a Europa como prioridade unionista dos depósitos de suas patentes relacionadas a fármacos retrovirais? Vários são os pontos que podem motivar esses resultados, entre os quais, é possível citar estes: os principais consumidores e seu poder de compra, o grau de escolaridade e, ainda, a localização das maiores indústrias do ramo farmacêutico.

A Figura 5 apresenta os maiores depositantes de pedidos de patentes sobre retrovirais, foi escolhido o número mínimo de cinco depósitos de patentes para serem representados na figura. A soma dos documentos apresentados na Figura 5 chega a quase 50% do total. Os demais depositantes apresentaram participação inferior a cinco depósitos cada.

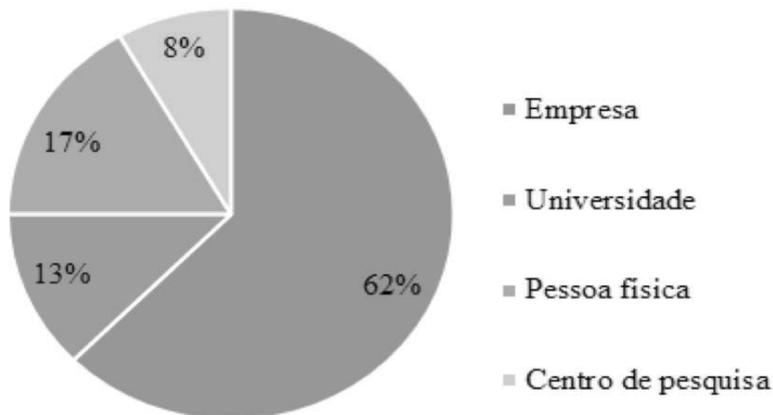
Figura 5: Maiores depositantes e a respectiva quantidade de patentes depositadas



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

Entre os maiores depositantes, a grande maioria corresponde a empresas (62%), os demais são pessoas físicas (17%), universidades (13%) e centros de pesquisa (8%) (Figura 6).

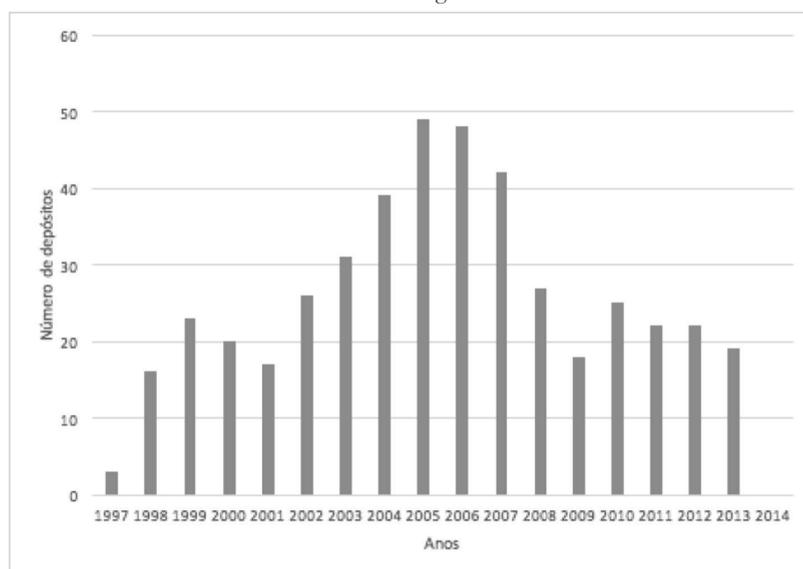
Figura 6: Classificação dos maiores depositantes de patente



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

Outra representação gráfica muito utilizada em análises de dados de patentes é a evolução temporal dos depósitos de pedidos de patentes, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7: Distribuição dos depósitos de pedidos de patentes de retrovirais ao longo dos anos



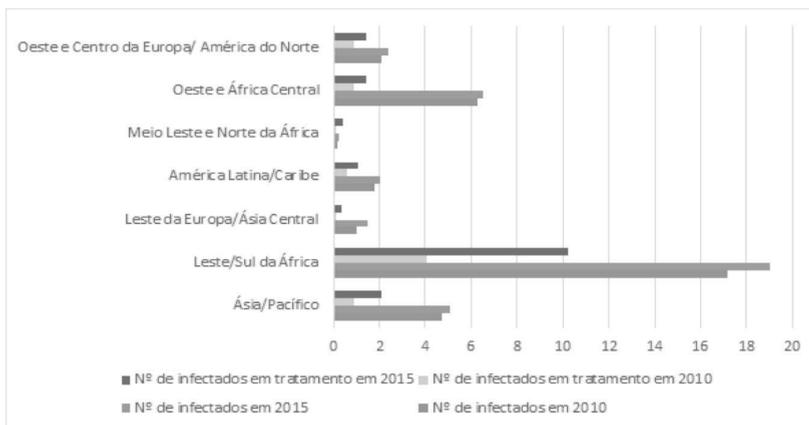
Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

A combinação de informações relacionadas aos dados de prospecção tecnológica, aliada ao conhecimento específico do tema a ser estudado, permite a avaliação de cenários de tendências. Por exemplo, a Figura 8 permite concluir que embora exista um número maior de pessoas vivendo com HIV na África, quase metade dessas pessoas vivem sem fazer uso de terapias retrovirais (principalmente a parte central), o que não ocorre de maneira tão contundente em outros lugares, por exemplo, nas Américas, onde há pessoas doentes que estão em tratamento, mas também mostra um número expressivo de pessoas contaminadas que não realizam o tratamento com retrovirais. No entanto, esse número, quando comparado com os da África, se mostra bem abaixo,

sugerindo que o mercado americano possa ser vantajoso no que se refere à parte financeira.

Para essa conclusão foram necessárias informações sobre o número de depósitos de pedidos de patentes, depositantes, o país de primeiro depósito, além da necessidade de obter conhecimento técnico do objeto de busca, mostrando que, para cada objetivo em um estudo prospectivo, poderá ser necessário um conjunto de informações diferentes.

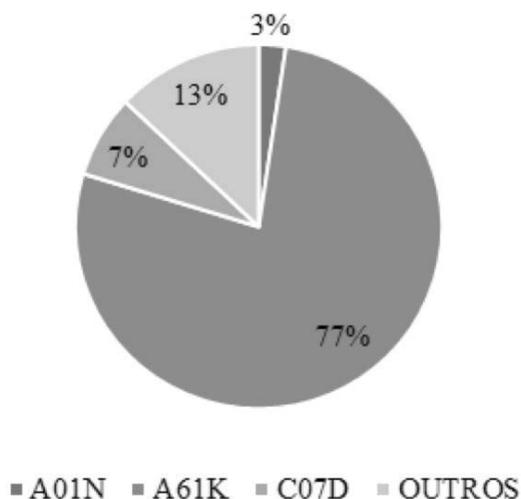
Figura 8: Número de pessoas que vivem com HIV e fazem terapia com retrovirais



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

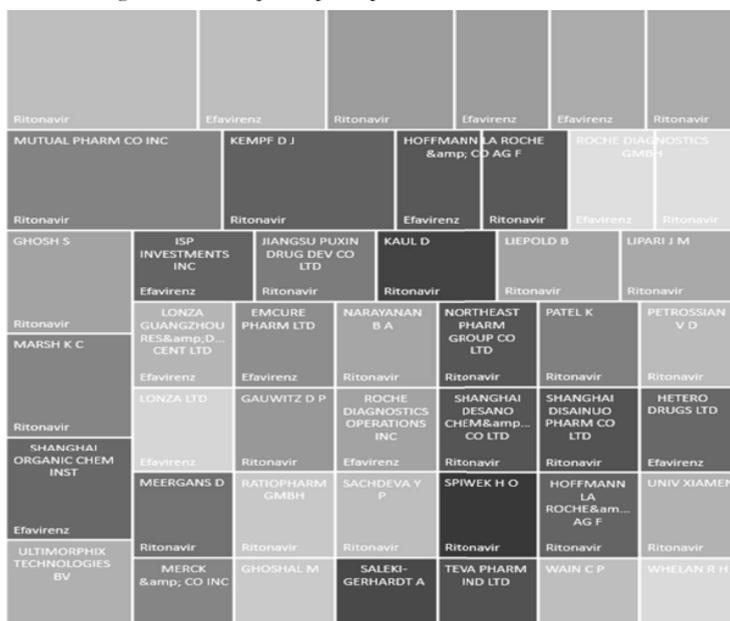
Além dos gráficos já apresentados, serão apresentadas outras possibilidades de extração de informações a partir das buscas realizadas, utilizando, por exemplo, a Classificação Internacional de Patentes (CIP). Na Figura 9 é possível observar que a maior parte das patentes depositadas, relacionadas ao tema em estudo (ritonavir e efaviren), é classificada na seção “Necessidades Humanas” (A), seguida pela seção “Química” (C). Além disso, a Figura 10 mostra um gráfico de relações hierarquizadas dos fabricantes desses fármacos, conhecido como *treemap*, que permite visualizar os principais atores desse cenário.

Figura 9: Subclasses da Classificação Internacional de Patentes dos depósitos analisados



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

Figura 10: Treemap dos principais fabricantes dos fármacos



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

A partir dos exemplos mostrados, é possível afirmar que os programas de edição de planilhas, como o Excel, permitem a elaboração de inúmeros gráficos para a visualização dos resultados. O uso da planilha é relativamente simples, exigindo do usuário um conhecimento relativo aos resultados que necessita, sendo exibidos tutoriais na página do desenvolvedor que facilitam a sua aplicação.

### *Access*

As ferramentas de gerenciamento de dados, a exemplo do Microsoft Access, permitem a elaboração de um banco de dados e seu gerenciamento, por meio de cruzamentos de dados e árvores de decisão, porém, a maioria apresenta limitação no volume de informações a ser tratada em cada arquivo.

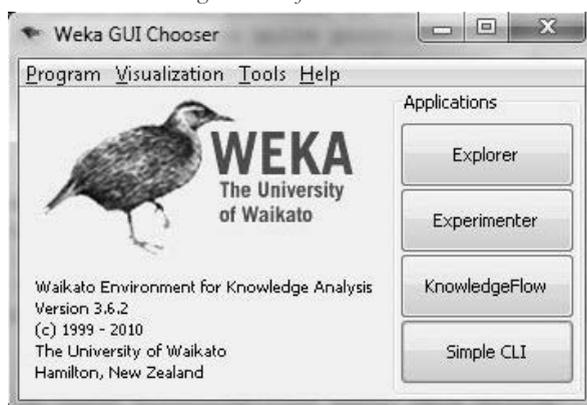
### *WEKA*

WEKA é a sigla de Waikato Environment for Knowledge Analysis. Trata-se de uma coleção de algoritmos de aprendizagem de máquina para realizar tarefas específicas de mineração de dados, desenvolvida pela Waikato University da Nova Zelândia. O aprendizado de máquina permite que o computador analise automaticamente um grande número de dados, decidindo qual a informação é mais relevante e, dessa forma, possa encontrar padrões nesses dados, fundamentando as tomadas de decisão de forma rápida e acurada (WEKA, 2013).

Os algoritmos permitem estudos estatísticos de dados bibliográficos contidos em diferentes bases de dados, por meio da visualização de gráficos, mapas e redes de relacionamentos. Para tanto, é necessário que previamente o usuário importe ou prepare uma base de dados local em arquivo de texto (extensão .txt).

O acesso aos algoritmos é realizado por meio de uma licença GNU, obtida no endereço eletrônico: <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>. Na Figura 11, é possível observar a logomarca do projeto WEKA.

Figura 11: *Software WEKA*



Fonte: WEKA (2013)

A aplicação dos algoritmos WEKA permite o tratamento de um grande número de dados, não sendo restrito à análise de documentos de patentes.

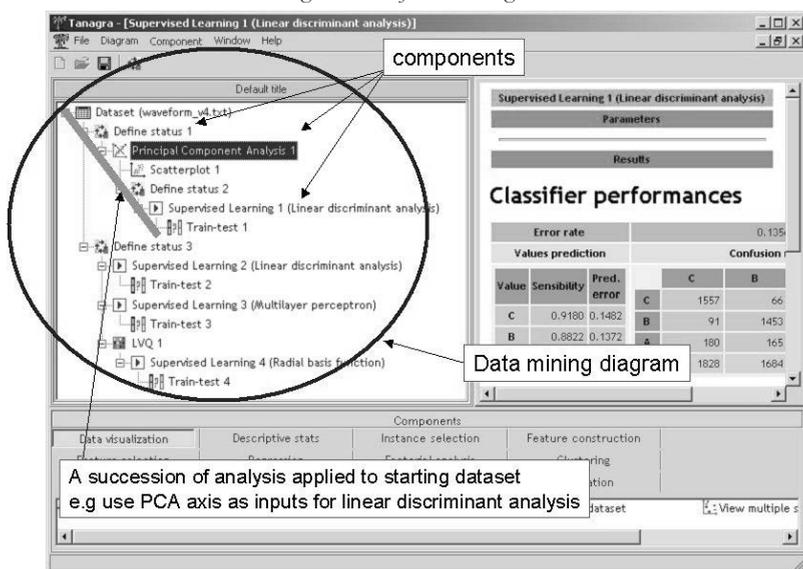
### *Tanagra*

Trata-se de um *software* livre criado pela Universidade de Lyon, na França, de código fonte aberto, que possibilita a inclusão de algoritmos pelo próprio usuário. Esse *software* permite a organização de dados em formato .txt e .xls, a partir de tabelas (RAKOTOMALALA, 2005).

O Tanagra suporta várias tarefas-padrão de mineração de dados, como: visualização, realização de estatísticas descritivas, seleção de instâncias, seleção de recursos, construção de recursos, regressão, análise fatorial, agrupamento, classificação e aprendizado de regras de associação.

O acesso aos algoritmos é realizado por meio de uma licença GNU, obtida no endereço eletrônico: <<http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/tanagra/>>. Na Figura 12 é apresentada a interface do projeto Tanagra.

Figura 12: *Software Tanagra*



Fonte: Tanagra (2018)

## *Pajek*

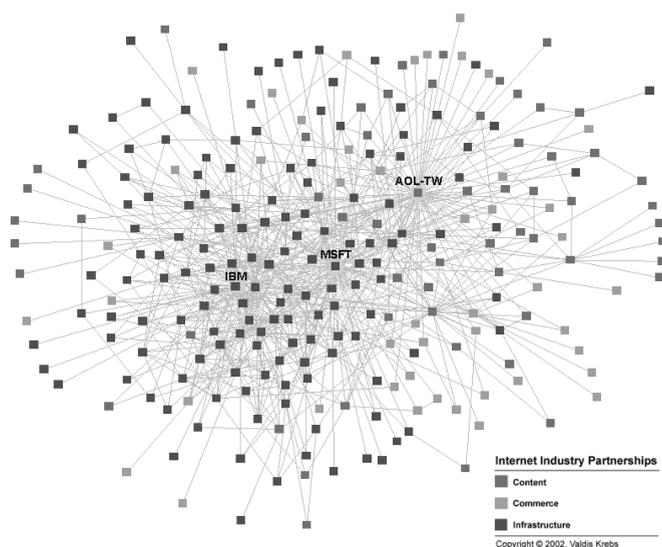
Trata-se de um programa em código aberto para o sistema operacional Windows, desenvolvido para análise e visualização de grandes redes, com milhares de nós. A palavra Pajek significa aranha em esloveno. Encontra-se disponível no endereço eletrônico: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>.

A geração de dados para a criação de uma rede no Pajek pode ser feita de forma manual, estabelecendo os vértices, as linhas de ligação e os arcos, por meio de um arquivo de texto que deve ter a extensão .net.

Podem ser obtidas informações, como a formação de *clusters*, compreendida como o conjunto de componentes, vizinhanças de vértices importantes, núcleos etc., numa rede. Também é possível selecionar vértices que pertencem a um mesmo grupo e mostrá-los separadamente, possivelmente com as partes do contexto e realizar medidas de redes.

Na Figura 13 é mostrado um exemplo de rede criada utilizando o programa baseado em empresas de internet nos Estados Unidos da América, na qual os pontos na cor em azul significam empresas que trabalham com infraestrutura; na cor vermelha, as que trabalham com conteúdo; e na cor amarela; as que trabalham com comércio. São dados referentes ao período de 1998 a 2001, com 219 vértices e 631 vizinhanças, sendo que as vizinhanças representadas pelas linhas que unem os vértices são consideradas quando as empresas apresentam algum tipo de parceria (KREBS, 200?).

Figura 13: Exemplo de rede criada utilizando o Pajek para empresas de internet nos Estados Unidos



Fonte: Orgnet (2002)

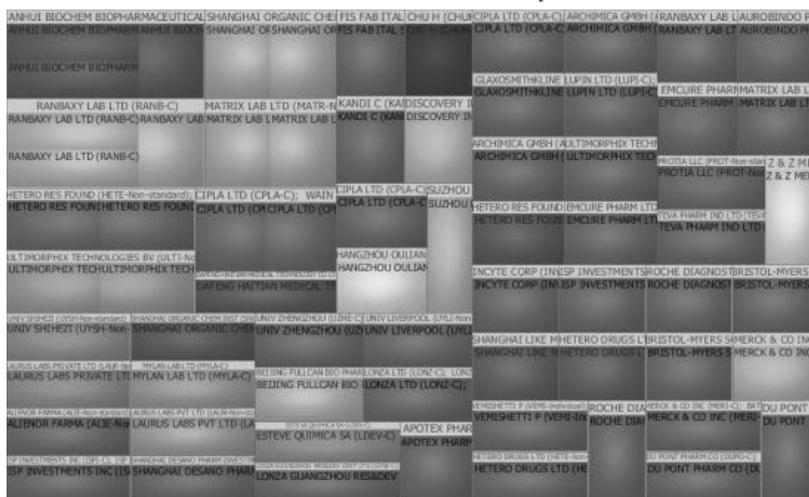
No caso de análise na área de patentes, o Pajek poderia ser utilizado, por exemplo, para verificar a ocorrência de uma rede de depositantes ou de inventores, e de suas relações, no desenvolvimento de uma dada tecnologia.

### Treemap

O *software* Treemap permite uma visualização espacial de estruturas hierárquicas com diferentes opções gráficas e filtros. Diversas páginas eletrônicas permitem a elaboração desse tipo de gráfico. Os arquivos de entrada podem apresentar formato .txt ou .xls. A ferramenta pode ser obtida a partir do endereço eletrônico: <<http://www.cs.umd.edu/hcil/treemap/TMDemolicense.shtml>>.

Na Figura 14 é possível observar um gráfico construído a partir de documentos de patentes recuperados da página do Escritório Europeu de Patentes (EPO), por meio do Espacenet, e que continham em seus títulos os termos efavirenz e ritonavir.

Figura 14: Gráfico tipo *treemap* para documentos de patente recuperados para os termos efavirenz e ritonavir no Espacenet



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

### *Lens*

Essa ferramenta está acessível no endereço eletrônico <<https://www.lens.org/lens/>> e trata-se de um serviço prestado pela Cambia, uma organização sem fins lucrativos em parceria com a Universidade de Queensberry, na Austrália.

Por meio dessa ferramenta, pode ser realizada uma busca simples ou estruturada, usando os filtros: data de publicação ou de depósito, jurisdição e tipo de documento. A ferramenta permite que a busca de dados seja feita com, entre outros parâmetros, uso do radical das palavras-chave, família de patentes, opções de linguagem de busca e documentos com texto completo ou não. A ferramenta também permite que se escolham campos específicos do documento, como Inventores, Detentores (limitado aos EUA), Título, Resumo, Reivindicações, Depositantes, Citações não patentárias, Número de publicação e de depósito. A ferramenta permite ainda realizar operações de refinamento de busca, limitando os resultados a novos termos de interesse.

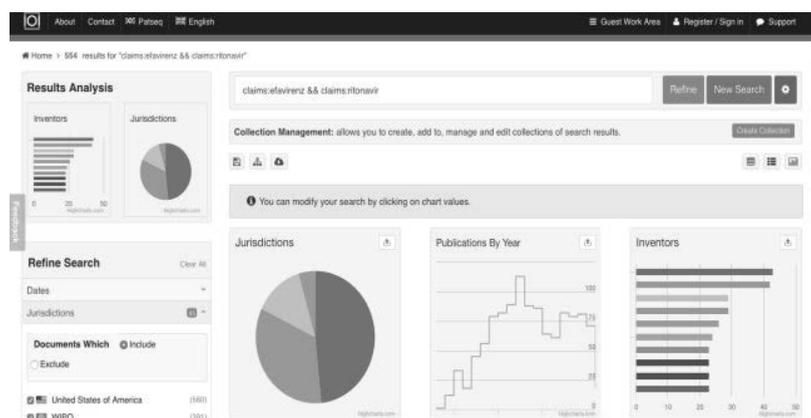
A base de dados da ferramenta Lens contempla informações dos seguintes escritórios:

- Escritório Europeu de Patentes (EPO): dados bibliográficos desde 1980 até a data presente, totalizando mais de 81 milhões de documentos de aproximadamente 100 jurisdições.
- Escritório Americano de Patentes (USPTO): dados de depósitos no USPTO desde 1976, contendo texto completo e imagens. As patentes depositadas no USPTO contemplam mais de 14 milhões de documentos.

- Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI): dados de depósitos no WIPO via PCT desde 1978, contendo texto completo e imagens.
- Escritório Australiano de patentes.

A Figura 15 apresenta os resultados de busca na ferramenta Lens para os temas de busca efavirenz e ritonavir.

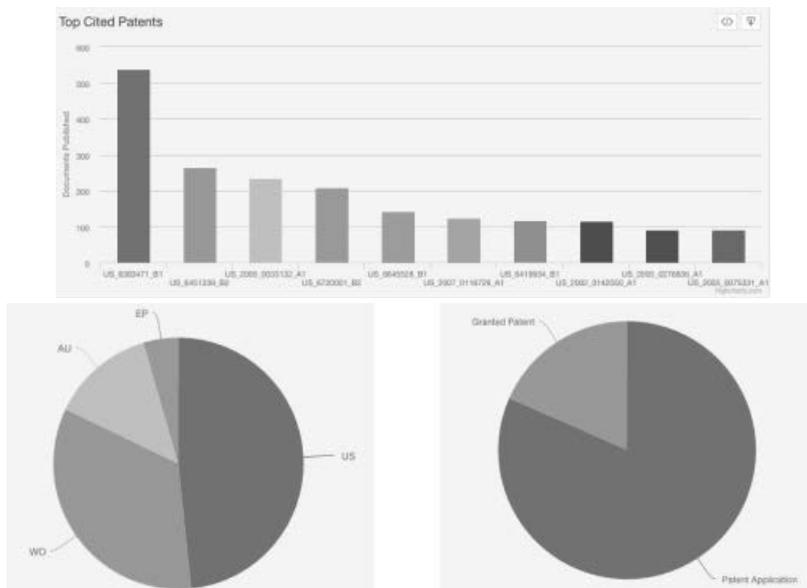
Figura 15: Gráfico para documentos de patente recuperados para os termos efavirenz e ritonavir no Lens



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

A partir da ferramenta de busca e de análise de dados Lens, é possível o resgate de informações específicas sobre os termos de busca. A Figura 16 mostra o estabelecimento de um *ranking* de citação de patentes relacionadas aos termos de busca efavirenz e ritonavir. É possível também obter a informação da situação atual dos pedidos de patentes, avaliando a distribuição em função do país de depósito e a avaliação da proporção entre os pedidos concedidos e em análise.

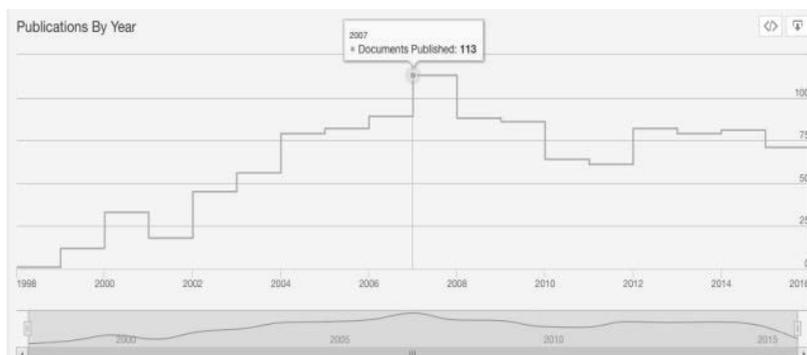
Figura 16: Gráfico de análises auxiliares de patente recuperados para os termos efavirenz e ritonavir no Lens



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

O Lens também permite a avaliação do histórico de depósito de patentes por ano de publicação, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17: Histórico de depósito de patentes recuperados para os termos efavirenz e ritonavir no Lens



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

### *WIPO Patentscope*

A base de dados da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI – em inglês World Intellectual Property Organization (WIPO) – é denominada PatentScope e permite fazer consultas em 71 milhões de documentos de patentes de coleções nacionais e regionais, incluindo 3,4 milhões de pedidos de patentes publicados via Acordo de Cooperação em termos de Patentes – em inglês Patent Cooperation Treaty (PCT).

O Quadro 2 apresenta um resumo dos documentos disponíveis para consulta no PatentScope da WIPO.

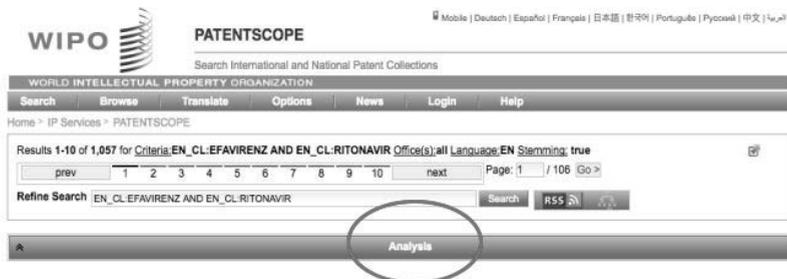
Quadro 2: Número de documentos disponíveis no PatentScope

Pais/ Escritório	Dados bibliográficos	Resumo	Documentos em imagens	OCR (texto integral) indexado	Número de registos
WIPO (pedidos via PCT)	20.10.1978 - 03.08.2018	20.10.1978 - 03.08.2018	3346976	Número total de registos: 3343157 inglês: 1999893 francês: 119820 espanhol: 23718 alemão: 358364 coreano: 84197 japonês: 537930 chinês: 197702 russo: 17772 português: 3761	3346976

Fonte: Adaptado de PatentScope (2018)

A partir dos resultados de buscas no PatentScope, é possível realizar a avaliação prévia de resultados por meio da ferramenta de análise disponível, conforme apresentado na Figura 18.

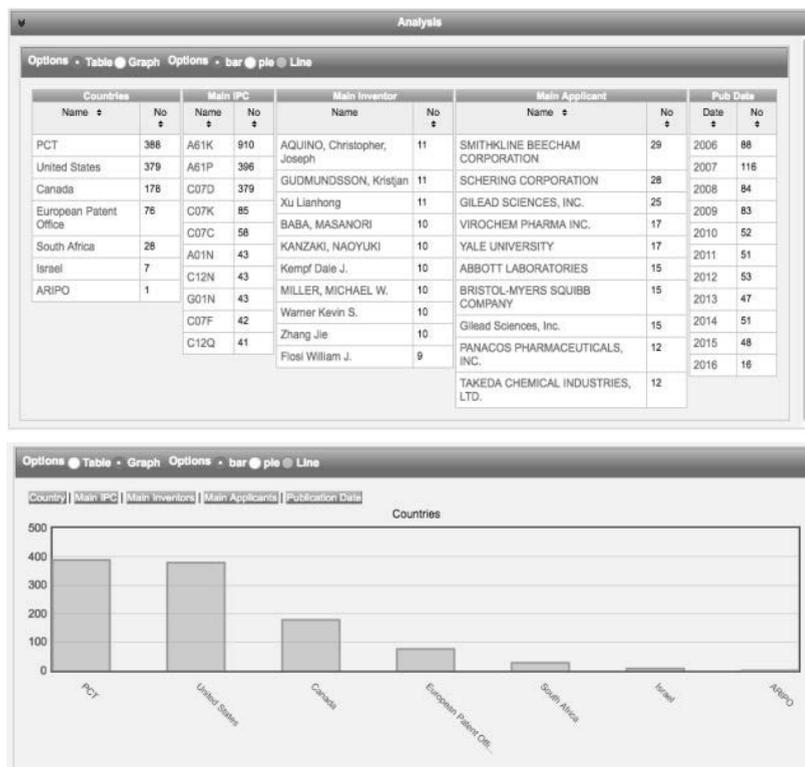
Figura 18: Ferramenta de avaliação no PatentScope



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

Os resultados podem ser apresentados em forma de tabelas ou gráficos de barras ou de pizza, limitados aos 500 primeiros resultados, conforme apresentado na Figura 19.

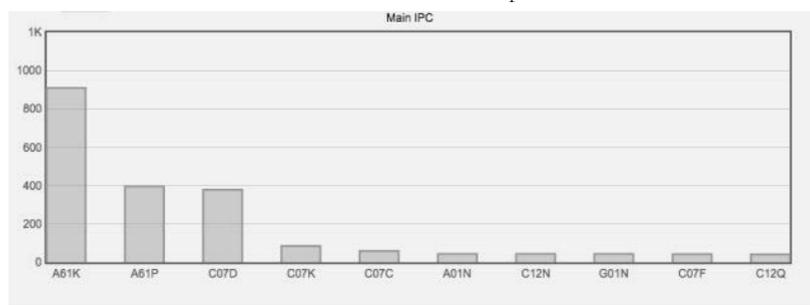
Figura 19: Apresentação de resultados no PatentScope



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

No endereço eletrônico da WIPO, com a ferramenta PatentScope, pode-se obter informações específicas sobre os resultados de busca, a exemplo dos principais códigos IPC, principais depositantes e inventores e avaliação do histórico de data de publicação dos pedidos de patentes resgatados na busca. A Figura 20 apresenta os principais IPCs dos termos efavirenz e ritonavir, obtidos a partir do PatentScope.

Figura 20: Principais IPCs recuperados para os termos efavirenz e ritonavir no PatentScope



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

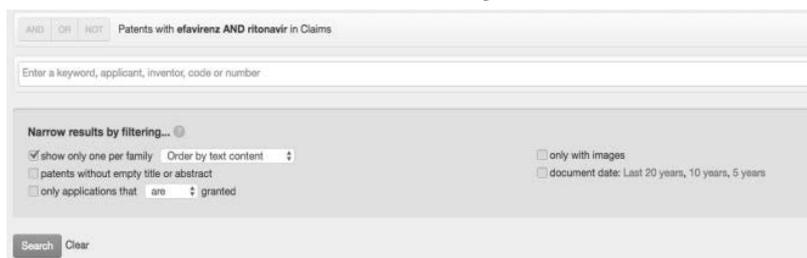
### *Patent Inspiration*

A ferramenta Patent Inspiration permite a realização de algumas análises a partir de uma base de aproximadamente 76 milhões de patentes. Algumas análises são gratuitas, enquanto outras análises mais sofisticadas são pagas.

O banco de dados do Patent Inspiration, como a maioria dos bancos de dados de patentes comerciais, é baseado no banco de dados DOCDB do escritório Europeu de Patentes – European Patent Office (EPO). O banco de dados DOCDB contém dados bibliográficos de mais de 102 países. Os dados bibliográficos incluem títulos, resumos, inventores, citações, citações de literatura, classificações de código e informações de família. O banco de dados é atualizado semanalmente.

A busca pode ser realizada a partir da construção de termos de consulta com estrutura booleana (Figura 21).

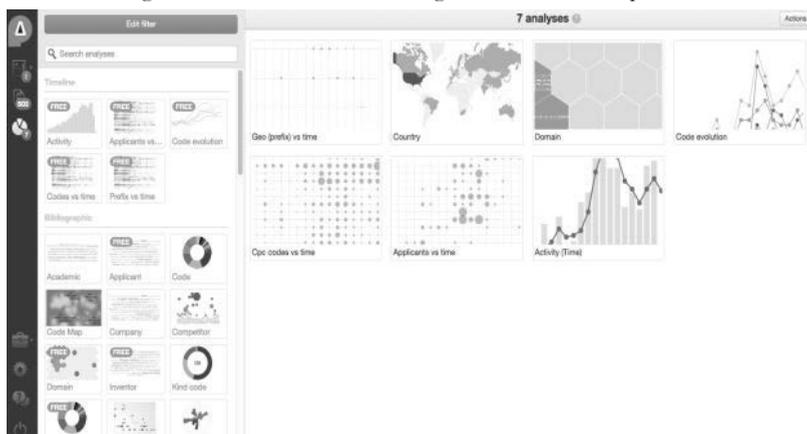
Figura 21: Edição de parâmetros de busca para os termos efavirenz e ritonavir no Patent Inspiration



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

A interface gráfica contempla uma ferramenta de processamento de informações de resultados de busca que permite a construção de gráficos específicos. Alguns dos gráficos são disponíveis gratuitamente, conforme apresentado na Figura 22.

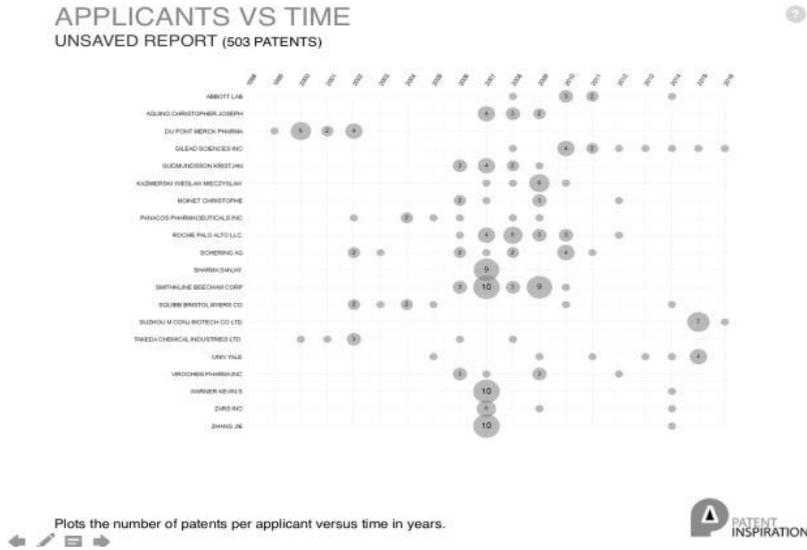
Figura 22: Ferramenta de análise gráfica no Patent Inspiration



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

A Figura 23 ilustra a apresentação gráfica da evolução temporal do depósito de patentes a partir dos maiores depositantes para os termos de busca Efavirenz **AND** Ritonavir.

Figura 23: Demonstração de análise gráfica no Patent Inspiration



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

A Figura 24 ilustra outra aplicação obtida a partir do Patent Inspiration, representando a distribuição de publicação de depósito de patentes por país de prioridade.

Figura 24: Demonstração de análise gráfica no Patent Inspiration



Fonte: Elaborada pelos autores deste capítulo (2018)

## Ferramentas Exclusivamente Pagas

Há disponibilidade de algumas ferramentas de análise exclusivamente pagas, a exemplo da PatSeer e do *software* Orbit Intelligence, da Questel. A escolha ideal da ferramenta dependerá naturalmente da necessidade e das condições disponíveis para o usuário.

## Referências

AMPARO, Keize Katiane dos Santos; RIBEIRO, Maria do Carmo Oliveira; GUARIEIRO, Lilian Lefol Nani. Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 195-209, out./dez., 2012.

KREBS, V. **Networks/Pajek: Examples**. [200?]. Disponível em: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/pics/examples.htm>. Acesso em: 1º set. 2016.

ORGNET. **Business Ecosystems**. Copyright © 2002, Valdis Krebs. Disponível em: <http://www.orgnet.com/netindustry.html>. Acesso em: 13 dez. 2018.

PATENTSCOPE. [2018]. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int>. Acesso em: 4 ago. 2018.

RAKOTOMALALA, Ricco. TANAGRA: un logiciel gratuit pour l'enseignement et la recherche. **Actes de EGC'2005**, RNTI-E-3, [S.l.], v. 2, p. 697-702, 2005.

TANAGRA. **Un logiciel de data mining gratuit pour l'enseignement et la recherché**. [2018]. Disponível em: <http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/tanagra>. Acesso em: 5 nov. 2018.

WEKA. **Data Mining:** Practical Machine Learning Tools and Techniques. 2013. Disponível em: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/book.html>. Acesso em: 2 abr. 2017.

# ÍNDICE REMISSIVO

## A

---

ABNT 6, 11, 16, 38, 41, 46  
Access 12, 50, 104  
Acordo de Cooperação em Termos de Patentes 112  
Administração Federal de Aviação dos EUA 41  
Aferidor de Maturidade da Gerência de Qualidade 21  
Agência Espacial Europeia 23  
Agência Nacional de Energia Elétrica 38, 47  
Agência Nacional do Petróleo 38, 47  
Agências Governamentais 14, 23, 36  
Angel Capital 36  
Anprotec 8, 38, 47  
API 17N 16, 27, 46, 55  
Aprendizado de Máquina 93, 104  
Artigos Científicos 91  
Avaliação Tecnológica 20, 22  
Avaliações de Prontidão de Fabricação 30  
Avaliações Tecnológicas de Prontidão 41

## B

---

Balancos Sociais de Empresas 33, 35  
Bancada 27  
Banco de Dados 16, 91, 93, 104, 114  
Banco de Dados DOCDB 114  
Bancos de Jurisprudência 33  
Barras 71, 78, 79, 98, 113  
Big Data 34, 42, 43, 44, 50, 127  
BIPP 16, 42, 43, 45, 46

## C

---

Calculadoras TRL 11, 15, 28, 29, 46  
Capacitações e Planejamento de Conhecimento 71, 75, 76

Capital-anjo 36  
Ciclo de Vida 27, 31  
Classificação Internacional de Patentes 102, 103  
Comissionamento da Tecnologia 24  
Competitividade 18, 60  
Competitividade Empresarial 18  
Critical Technology Elements 19  
CRL 15, 32, 46

## D

---

Data Mining 117  
Demonstração 23, 24, 26, 45, 54, 55, 58, 59, 76, 116  
Demonstração Preliminar 24  
Departamento da Defesa dos EUA 23  
Departamento da Energia dos EUA 23  
Departamento de Seguridade Social 30  
Department of Defense 27, 48  
Department of Energy 27, 48  
Department of Homeland Security 30, 48  
Derwent Innovation Index 96  
Desenhos Industriais 33  
DOD 16, 25, 27, 29, 30, 41, 46, 48, 49, 59  
DRL 15, 32, 46

## E

---

EMBRAPII 11, 16, 38, 40, 46, 49, 126  
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial 40  
Engenharia Mecânica 27, 28  
Engenharia Reversa 28  
Escritório Americano de Patentes 109  
Escritório de Auditoria Governamental 30  
Escritório Europeu de Patentes 99, 108, 109, 114

Espacenet 108  
Estudos Prospectivos 17, 74, 94, 95  
European Commission 27, 49  
European Industrial Research  
Management Association 69, 87  
European Space Agency 27, 49  
Excel 12, 16, 93, 94, 95, 96, 97, 104

## F

Ferramentas Comerciais 91  
Ferramentas Gratuitas 12, 91, 94  
Ferramentas Pagas 91  
Figura (Pictorial representations) 21, 22,  
23, 27, 28, 36, 37, 42, 67, 68, 69, 70, 71,  
72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83,  
84, 85, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101,  
102, 103, 105, 106, 107, 108, 110, 111,  
112, 113, 114, 115, 116  
Financiamento 11, 13, 15, 19, 29, 36, 37,  
38, 46  
Fluxo 71, 76, 77, 78, 80, 81

## G

Gargalos Tecnológicos 19  
Gestão do Risco 20  
Government Accountability Office 30  
Gráfico (Graphs) 6, 71, 77, 78, 79, 98,  
102, 108, 110, 111  
Grau de Maturidade 18, 23, 28, 39, 52

## H

Hackatons 34  
HORIZON 2020 16, 46, 49, 55  
HRL 15, 32, 46

## I

Incentivos Fiscais 38  
Indicadores 11, 15, 32, 33, 34, 43, 44,  
46, 128  
Indústria Automobilística 63  
Indústria de Petróleo e Gás 16, 27, 46,  
55, 129

Inovação 7, 8, 13, 14, 15, 17, 18, 23, 28,  
33, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 47, 48, 50, 51,  
63, 64, 66, 125, 126, 127, 128, 129  
Inovação Aberta 28  
INRL 15, 33, 46  
IRL 15, 32, 46  
ISO standard 16290 Space systems 16,  
27, 46, 54

## L

Lei de Informática 38  
Lei do Bem 38  
Lens 12, 16, 93, 109, 110, 111  
Love Money 36  
LRL 15, 32, 46

## M

Machine Learning 93, 117  
Manufacturing Readiness Level 30, 41,  
48  
Marcas 33  
Market Pull 69  
Maturidade Tecnológica 11, 13, 15, 18,  
20, 21, 22, 24, 25, 30, 32, 40, 41, 42, 47,  
52, 53, 56, 58  
Mel Orgânico 11, 16, 42, 46  
Metodologia 8, 16, 30, 39, 65, 66, 83,  
85, 125  
Modelo de Utilidade 33, 35  
Múltiplos Níveis 71, 78, 79, 81

## N

Níveis de Maturidade Tecnológica 18,  
20, 25, 30, 32, 40, 41  
Níveis de Prontidão de Fabricação 32  
Nível de Maturidade de Manufatura 30  
Nível de Maturidade Tecnológica 21, 47,  
53, 56  
Nível de Preparação para Integração 32  
Nível de Prontidão de Capacidade 32  
Nível de Prontidão de Logística 32  
Nível de Prontidão de Projeto 32

Nível de Prontidão de Software 32  
Nível de Prontidão Humana 32  
Nível de Prontidão Operacional 32  
Nível de Prontidão para Inovação 33  
Nível de Prontidão Programática 30, 33  
Norma ABNT NBR ISO 16290 38, 46

---

**O**

Orbit Intelligence 117  
ORL 15, 33, 46

---

**P**

Pajek 12, 16, 93, 106, 107, 108, 117, 129  
Palavras-chave 33, 34, 109  
Patent Cooperation Treaty 35, 112  
Patentes 33, 34, 35, 51, 91, 93, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 125, 126, 127  
Patentes Acadêmicas 35  
Patentes de Invenção 33, 35  
Patent Inspiration 12, 114, 115, 116  
PatentScope 12, 16, 93, 112, 113, 114, 117  
PatSeer 117  
Pesquisa Básica 24, 39  
Pesquisa e Desenvolvimento 19, 40, 63, 128  
Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação 40  
Pesquisa Exploratória 24  
Planejamento de Longo Prazo 71, 72, 74  
Planejamento de Processos 71, 75, 77  
Planejamento de Produtos 71, 72, 73  
Planejamento de Projeto 71, 75, 77  
Planejamento de Serviços e Capacitações 71, 72, 73  
Planejamento Estratégico 60, 63, 66, 67, 69, 71, 72, 74, 86, 129  
Planejamento Integrado 71, 75, 76  
Planejamento Tecnológico 64, 65, 73, 87  
Planos de Maturação Tecnológica 41  
Plataformas de Conhecimento 11, 15, 38, 46

Private 36  
PRL 15, 30, 33, 46  
Programa de Inovação Corporativa em Rede 38, 47  
Programa de Inovação e Comercialização do Canadá 23, 41  
Programa Nacional de Plataformas do Conhecimento 38  
Programmatic Readiness Level 30  
Prospecção Tecnológica 6, 8, 12, 13, 15, 16, 17, 47, 50, 51, 60, 61, 67, 70, 91, 93, 94, 101, 117, 126, 128, 129  
Protótipo 24, 25, 26, 45, 54, 55, 56, 58  
Prova de Conceito 24, 25, 44, 50

---

**R**

Relação Custo/Benefício 18  
Resumos em Eventos 33  
Roadmapping 64, 65, 66, 67, 68, 74, 79, 85, 86, 87, 88, 89, 90  
Roadmap Tecnológico 16, 62, 63, 66, 67, 73, 86, 88, 129

---

**S**

Saúde 29, 35, 38, 39, 47, 48, 127, 129  
Sebrae Nacional 38  
Seed Money 36  
Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia 37  
SRL 15, 32, 46

---

**T**

Tabela 71, 78, 80, 81, 98  
Tanagra 12, 105, 106, 117  
technology push 52, 68  
Technology Readiness Assessment 23, 48  
Technology Readiness Level 15, 20, 21, 41, 46, 48, 49, 51, 53  
Technology Roadmap 66, 69, 84, 86, 129  
Technology Roadmapping 64, 65, 66, 74, 86, 87, 88, 89, 90  
Texto 27, 46, 66, 71, 81, 85, 96, 104, 106, 109, 112

T-Plan 74, 85, 89  
Trabalhos Completos em Eventos 33  
Treemap 12, 16, 93, 95, 102, 103, 108  
TRL 11, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25,  
27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38,  
39, 40, 41, 43, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54,  
55, 56, 59

## **U**

---

Único Nível 71, 81  
Universidade de Queensberry 109

## **V**

---

Vale da Morte 36, 37, 38, 39, 40  
Valoração da Tecnologia 35  
Vantagem Competitiva 60, 61

## **W**

---

Waikato Enviroment for Knowledge  
Analysis 104  
WEKA 12, 104, 105, 117  
World Intellectual Property Organization  
112

# SOBRE OS AUTORES

## **André de Góes Paternostro**

Mestrando em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT). Mestre Profissional gratuito em cadeia nacional ([www.profnit.org.br](http://www.profnit.org.br)) pelo ponto focal UFBA. Doutorando em Energia e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Bahia. Mestrado em Regulação da Indústria de Energia pela Universidade Salvador (trancado) e Pós-Graduado no MBA em Relações Internacionais pelo Centro Universitário da Bahia. Investindo na carreira para atuar na área de Energia e Meio Ambiente com ênfase em Hidrogênio e Mercado de Crédito de Carbono. Gerente de Projetos com 10 anos de experiência na elaboração, na execução e no monitoramento de projetos: sociais, inovação tecnológica, energias renováveis (eólica, solar e biocombustíveis) e acadêmicos (mestrado e doutorado). Habilidades adquiridas na área de gestão como *Balanced Score Card*, ISO 9000, estudo de viabilidade técnica e econômica, plano de ação e de negócios, orçamento, Project Model Canvas (PMC), Business Model Canvas – Modelo de Negócio, Metodologia PMI, plano de contas, avaliação 360°, ciclo PDCA, geoprocessamento; na área de energia: regulação da indústria de energia setores elétrico e petróleo e gás e biocombustíveis, geração e comercialização de energia, biogás de aterro, projetos de viabilidade de plantas eólicas, eficiência energética; na área ambiental: redução das emissões de gases de efeito estufa, reuso de materiais recicláveis; impacto ambiental, logística reversa, certificação LEED; na área social: elaboração de Projetos Técnico Social, Diagnostico Socioeconômico com georeferenciamento, Técnica Grupo Focal, atuação com população vulnerável (catadores de materiais recicláveis, população moradores de rua); na área de inovação: pesquisa e prospecção de patentes nos seguintes seguimentos: veterinário, mesas cirúrgicas, TI, confecção, resíduos sólidos, efluentes; biocombustíveis; Energia renováveis.

## **Cristina Maria Assis Lopes Tavares da Mata Hermida Quintella**

Bacharel em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Físico-Química (Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro). Doutora interdisciplinar em Ciências Moleculares (University of Sussex, UK) com diversas capacitações em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia (PI e TI) pela OMPI e INPI. É Professora titular da Universidade Federal da Bahia, onde coordena o LabLaser/IQ/UFBA, desde 1994, e atua principalmente em: dinâmica e cinética molecular; espectroscopias; interfaces; biotecnologia, produção e transporte de petróleo; CO<sub>2</sub>; instrumentação. Seu grupo ganhou o Prêmio Petrobras de Tecnologia quatro anos consecutivos (2003 a 2006) em três temas distintos e o Prêmio Inventor Petrobras em 2008 e 2010. É inventora de 41 patentes, sendo quatro internacionais pelo PCT, e concedidas nos EUA, Grã-Bretanha, Japão e Rússia. Várias tecnologias que desenvolveu são inovação tecnológica utilizadas pela sociedade, por exemplo,

pelas empresas Químis, Petrobras, Cosern, e outras mais novas de base tecnológica atuando, por exemplo, no EMBRAPPII. No momento é Bolsista de Produtividade Desen. Tec. e Extensão Inovadora do CNPq – Nível 2. Tem atuação em negociação; prospecção tecnológica; PI e TT; implantou e coordenou o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) na UFBA (2005 a 2014); foi a primeira Coordenadora de Inovação da UFBA (2010 a 2014); coordena desde 2004 a Rede NIT-NE que compreende 52 instituições dos nove Estados do NE do Brasil e de outros estados. Atualmente é Presidente da Associação Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (FORTEC) (2014-18). Orientou e orienta mais de 24 DRs, 29 MSs, 104 ICs e 83 orientações tecnológicas (ITI e DTI), além de 11 supervisões de pós-doutoramento. Possui 21 anos de experiência na coordenação de projetos individuais (CNPq), institucionais (PIBIC/UFBA, Núcleo de Propriedade Intelectual UFBA-UFPA-UFES-CEFETBA) e interinstitucionais (PADCT3, CYTED/LCDs, CTPetro/CNPq, CTPetro/FINEP, CTHidro/FINEP, CTInfra/FINEP, TIB/Verde e Amarelo/CNPq), participou da elaboração e do Comitê Gestor do PRODOC multi-institucional da Bahia; coordenou o PIBIC institucional. Dentro da rede NIT-NE foi responsável junto ao CNPq por mais de 180 bolsas DTI e ITI dos bolsistas atuantes em cada NIT sob orientação imediata dos Coordenadores de NITs. Idealizou e coordenou a criação do SISBIC UFBA – Sistema de Avaliação de Mérito das Bolsas de Iniciação da UFBA que é utilizado até hoje. Criou o Portal da Inovação da Rede NIT-NE/APPITTe com cadastro de usuários, de organizações, de Propriedade Intelectual, Transferência de tecnologia, gestão remota técnica e financeira de projetos, sistema de *e-mails*, relatórios de gestão, ferramentas dos Núcleos de Inovação Tecnológica, entre outros, e que, em maio/18 compreendia tinha 2.998 usuários, 1.591 inventores cadastrados; 52 organizações de todo o Brasil (academia, governo e empresas); 800 PI cadastradas em diversos e múltiplos setores empresariais ([www.portaldainovacao.org](http://www.portaldainovacao.org)). Propôs e está Coordenadora Acadêmica Nacional do PROFNIT – Mestrado Profissional gratuito em cadeia nacional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação ([www.profnit.org.br](http://www.profnit.org.br)) que compreende 28 Pontos Focais em 20 estados do Brasil, com 620 alunos regulares e mais de 300 docentes, devendo chegar a mil discentes ao final de 2018.

### João Paulo Lima Santos

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Alagoas (2005), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2008) e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2011). Atuou como Pesquisador no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (2009-2011), lotado na divisão de patentes de engenharia civil, atuando na análise técnica de pedidos de patentes. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Alagoas e professor do Mestrado Profissional PROFNIT Ponto Focal UFAL. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia de Petróleo, atuando principalmente nos seguintes temas: engenharia de poço, métodos numéricos e propriedade industrial.

### Kenya Karla Felicíssimo Gonçalves

Professora do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT) do Ponto Focal UFBA, no Instituto de Química. Delegada no Brasil da World Sleep Society (Sociedade Mundial do Sono), por meio da World Association of Sleep Medicine (Associação Mundial de Medicina do Sono). Doutora em Biotecnologia pelo Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia (UFBA), pelo programa RENORBIO. Revisora do periódico *Cadernos de Prospecção* (ISSN 1983-1358). Certificada em Odontologia na Medicina do Sono pela Associação Brasileira do Sono. Membro das World Sleep Society/World Association of Sleep Medicine (WSS/WASM). Especialista em Ortodontia e Radiologia pelo Ministério da Defesa (Academia Brasileira de Medicina Militar). Graduada em Odontologia pela Universidade de Ribeirão Preto, SP (UNAERP). Pioneira na Bahia no tratamento do ronco e da apnéia do sono com aparelho intraoral (AIO). Clinicamente atua na área de Odontologia do Sono, no diagnóstico e tratamento de crianças e adultos portadores de distúrbios do sono. Também em DTM (disfunção temporomandibular), bruxismo, Ortodontia e zumbido. Premiada como inventora UFBA na categoria **Inventora Independente**. Inventora de patentes depositadas no Brasil e no exterior. Empreendedora e CEO da *Startup* MK Inovare, instalada no Parque Tecnológico da Bahia. Coordenadora de projetos de desenvolvimento de produtos inovadores junto à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no Programa RHAÉ. Atualmente, empenha esforços para inserir ao mercado o NEW AIO (aparelho para ronco) e no desenvolvimento de APPs aplicativos na área sono e zumbido; e novos materiais biodegradáveis para uso na indústria médica.

### Marcus Vinícius Dantas Linhares

Doutor em Biotecnologia Industrial pela RENORBIO (UFBA). Mestre em Ciências da Educação pela ULHT/UFPE – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia/Universidade Federal de Pernambuco. Professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Campus Picos. Possui graduação em Administração de Empresas; MBA em Gestão Empresarial e Especialização em Educação, Desenvolvimento e Políticas Educativas. Pesquisador-Chefe da Rease Informática, onde atua com aceleração de *Startups* e *Spinoffs* nas áreas de Biotecnologia, *Big Data* e Empreendimentos de Base Tecnológica. Responsável pelo Núcleo Avançado de Educação Empreendedora (NAVE). Bicampeão do Prêmio Educação Empreendedora Brasil, uma iniciativa Endeavor e Sebrae (nos anos de 2010 e 2012). Campeão do Prêmio Tecnologias que Transformam, iniciativa da Fundação Telefônica/VIVO (2013). Autor do livro: *C.H.O.Q.U.E.: Tratamento para o Surto Empreendedor*. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Inovação, Educação Empreendedora e Empreendedorismo Digital.

### **Nubia Moura Ribeiro**

Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia (1983). Mestre em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1987). Doutora em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2004). É professora do Instituto Federal da Bahia (cedida à UNILAB) e do Doutorado em Difusão do Conhecimento, em parceria com a UFBA. Foi Diretora do Campus de São Francisco do Conde da UNILAB, Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Guardação do IFBA, Coordenadora da câmara Interdisciplina da FAPESB. Tem experiência na área de Química, Educação, Inovação, Propriedade Intelectual e Gestão do Conhecimento, atuando principalmente nos seguintes temas: propriedade intelectual, gestão da inovação, gestão social do conhecimento, educação em química, biodiesel e cromatografia.

### **Silvia Beatriz Beger Uchôa**

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso (1984). Mestre em Arquitetura e Planejamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (1989). Doutora em Química e Biotecnologia Área de concentração Físico Química pelo Instituto de Química e Biotecnologia da UFAL (2007). Atualmente é professora titular da Universidade Federal de Alagoas e Vice-coordenadora do Mestrado Profissional PROFNIT Ponto Focal UFAL. Foi coordenadora do Núcleo de Inovação Tecnológica e de Programas Especiais da PROPEP/UFAL, coordenando o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação PIBITI de 2010 a janeiro de 2016. Foi vice-coordenadora do FORTEC Regional NE de abril de 2010 a abril de 2012.

### **Suzana Borschiver**

Engenheira Química e Licenciada em Química pela UERJ-1985/1988. Mestre e Doutora em Engenharia Química pela UFRJ, 1997/2002, na área de Gestão e Inovação Tecnológica. Possui dois Projetos de Pós-Doutorado Empresarial: em 2006, com a Oxiteno, intitulado *Indicadores de PD&E para uma empresa química*, e, em 2015, intitulado *Matérias Primas Renováveis e CCS (Carbon, Capture and Storage)*, com a Braskem. Professora Associada da EQ da UFRJ e coordenadora do Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos (NEITEC). Atua na graduação e na pós-graduação como membro permanente da Pós-Graduação em Tecnologia em processos químicos e Bioquímicos, no Mestrado Profissional em Petroquímica, em Engenharia Ambiental, com a Escola Politécnica da UFRJ e no Mestrado Profissional em Gestão, Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria Farmacêutica, na FioCruz. É professora e coordenadora da disciplina Prospecção Tecnológica no Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT). Membro da Comissão de Tecnologia da ABIQUIM, da Comissão de Petroquímica do IBP e do Conselho Consultivo da ABEQ. Realizou em 2009 um estágio Docente pelo Programa EBW – Euro Brazilian Windows de três meses na Universidade do Porto, Portugal, no departamento de Engenharia Industrial e Gestão, onde ministrou cursos de Prospecção Tecnológica no INESC-PORTO. Tem experiência na área de Gestão e

Inovação Tecnológica, com ênfase em Organização Industrial e Estudos Industriais, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão e informação tecnológica, estudos de cadeias produtivas, prospecção tecnológica, (com utilização de *software* de base de dados como Pajek, Mangrove, Vantage Point e Viso) comércio exterior e *Roadmap* Tecnológico. Coordenadora do I e do II Workshop sobre Inovação e Sustentabilidade na Indústria Química Brasileira (2009 e 2010) do curso de extensão da EQ e do curso de especialização GETIQ (Gestão Empresarial para a Indústria Química (EQ/UFRJ e ABIQUIM). Coordenadora Técnica e Perita em diversos projetos como o (1) Projeto da UE; Redes de Centros Tecnológicos e Apoio às pequenas e Médias Empresas Brasileiras, coordenado pela Finep em 2006; (2) Prioridade e Pensa Rio, da Faperj, direcionados para oportunidade de produção de biocombustível e bioprodutos, por meio das microalgas; (3) Prospecção Tecnológica e *Roadmap*, respectivamente com a Fábrica Carioca de Catalisadores (FCC), na área de catalisadores industriais e com o Senai, na área de Automação Industrial, IoT, Bioprodutos, Tintas e Adesivos; (4) Estudo de prospecção tecnológica sobre Janelas de Oportunidades para a Indústria Sucroquímica e Alcoquímica Brasileira para a Cosan, (9%) estudo de prospecção tecnológica sobre captura de Co2 para a GE; e (5) um estudo sobre Química Verde, para a FAPERJ. Em 2013 elaborou sete projetos de *Roadmap* Tecnológico para a GE, 15 para o Senai Nacional. Faz parte do grupo de pesquisa do CNPq – Gestão do Conhecimento e Prospecção em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz. Líder e pesquisadora de grupos de pesquisa do CNPq. Representante do Programa de Recursos Humanos da ANP/MCTI-PRH41/UFRJ – Engenharia Ambiental na Indústria de Petróleo e Gás e Biocombustíveis no Grupo de Trabalho Empreendedorismo e Inovação. Membro das Comissões de Inovação Tecnológica e de Integração Universidade Empresa da ANPEI. Especialista em elaboração de Mapas do Conhecimento e *Roadmap* Tecnológico. Autora de inúmeros artigos, capítulos de livro e do livro *Technology Roadmap: Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia*.

### **Tatiane Luciano Balliano**

Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Alagoas (2005). Mestre em Química e Biotecnologia, área de concentração Físico-química (cristalografia de raios X) pela Universidade Federal de Alagoas (2006). Doutora em Física Aplicada (Biomolecular) pela Universidade de São Paulo (2010). Atualmente é professora adjunta IV na Universidade Federal de Alagoas no Instituto de Química e Biotecnologia e tem experiência em Cristalografia de Raios X (pequenas e macromoléculas e materiais policristalinos), Química de Produtos Naturais, desenvolvimento de produtos e materiais para aplicação em saúde humana e veterinária. Na área de gestão em ciência, tecnologia e inovação, desenvolve atividades ligadas à propriedade intelectual, transferência de tecnologia e empreendedorismo inovador. Orientadora do quadro permanente de PPGs em Química e Biotecnologia do IQB/UFAL, da Rede Profnit e colaboradora da Engenharia Química (PPGEQ/UFAL).

