

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas

Tese de Doutorado

Cooperação em projeto de P&D pré-competitivo
Um estudo no ambiente do Consórcio de Pesquisa da Tecnologia de
Processamento por Atrito e Mistura

Autor: Reinaldo Lopes Ferreira
Orientadora: Profa. Geralda Cristina Durães de Godoy

Junho 2019

Reinaldo Lopes Ferreira

**Cooperação em projeto de P&D pré-competitivo
Um estudo no ambiente do Consórcio de Pesquisa da Tecnologia de
Processamento por Atrito e Mistura**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas.

Área de Concentração: Metalurgia Física

Orientadora: Profa. Geralda Cristina Durães de Godoy

Belo Horizonte
Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
2019

F383c	<p>Ferreira, Reinaldo Lopes. Cooperação em projeto de P&D pré-competitivo - um estudo no ambiente do consórcio de pesquisa da tecnologia de processamento por atrito e mistura [recurso eletrônico] / Reinaldo Lopes Ferreira. - 2019. 1 recurso online (xii, 118 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientadora: Geralda Cristina Durães de Godoy.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.</p> <p>Anexos: f.111-118. Bibliografia: f. 103-110. Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Engenharia Metalúrgica - Teses. 2. Transferência de tecnologia - Teses. 3. Maturidade tecnológica - Teses. 4. Pesquisa e desenvolvimento – Teses. I. Godoy, Geralda Cristina Durães de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 669 (043)</p>
-------	---

*O verdadeiro sentido da vida
não é chegar primeiro,
mas chegar todos juntos ao mesmo destino.*

Phillip Patrik Dmitruk

À Eliana, Luciano e Ângelo,
pela paciência, motivação, carinho e fé.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que, diretamente ou não, contribuíram para a realização deste trabalho, principalmente:

Um agradecimento especial à minha orientadora Professora Geralda Cristina Durães de Godoy (UFMG), de quem, durante todo o projeto, recebi ajuda e apoio irrestritos, fundamentais para que eu pudesse realizá-lo com precisão e presteza; mestre e amiga que soube transcender o conhecimento acadêmico e ajudar na busca do ideal da construção de um ser humano e um profissional melhor.

Ao professor Eduardo Vasconcellos (FIA/USP), que em muito contribuiu com seu conhecimento sobre o tema central da pesquisa.

À Embraer, através do engenheiro Fernando Ferreira Fernandez, pela orientação e direcionamento do tema da pesquisa.

Às empresas membros do C2PA (Consórcio de Pesquisa da Tecnologia de Processamento por Atrito e Mistura), representadas por seus profissionais, que, de forma acolhedora, disponibilizaram parte de seu tempo para ceder informações relevantes para esta pesquisa:

- Embraer – Fernando Fernandez e Marcos Hideki Miyazaki
- Companhia Brasileira de Alumínio – Francisco Pinheiro
- CNPEM – Victor Pereira e Maysa Terada
- IPT – Hugo Borelli, Mário Batalha e André Ferrara
- FCA – Rodrigo Contieri e Ricardo Floriano
- UEPG – André Carvalho e Juliana Martins

Aos professores, funcionários e colegas do Departamento em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas da UFMG, pelos conhecimentos transmitidos, pelo acolhimento e amizade.

Ao professor João Martins (UFMG), meu orientador do mestrado, pelo incentivo à continuidade dos conhecimentos.

Aos professores Raoni Bagno, Marcelo Bronzo e Márcia Rapini (UFMG), pelas orientações.

Aos professores da UFMG Marcos Pinotti e Evando Mirra (*in memoriam*), com os quais aprendi que a pesquisa é uma atividade portadora de futuro, é um trabalho que pode ter impacto tanto na produção e difusão de conhecimento, quanto em questões importantes, relativas à sociedade.

Ao amigo e professor Carlos Pessoa, pelo incentivo e apoio, ambos fundamentais, à minha trajetória profissional.

Aos amigos e profissionais da comunicação escrita e visual, Ana Coutinho, Daniela Ank, Dila Bragança, Fátima Megale, Stela Catarina e André Augusto, pela competência peculiar e contribuição enriquecedora de cada um.

Aos meus pais Antônio Estanislau Ferreira e Irene Lopes Ferreira (*in memoriam*), minha eterna gratidão.

À minha companheira Eliana, por seu amor, paciência e estímulo. Esta tese surgiu através da sua sugestão quanto a um tema de pesquisa futuro. Muito obrigado por toda a ajuda e compreensão!

A Deus, presença constante em minha Vida...

Muito obrigado a todos vocês!

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABM	Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMR	<i>Academy of Management Review</i>
ANPII	Associação Nacional de Pesquisa e Inovação Industrial
C2MA	Consórcio de Manufatura e Materiais Avançados
C2PA	Consórcio de Pesquisa da Tecnologia de Processamento por Atrito e Mistura
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBA	Companhia Brasileira de Alumínio
CFSP	<i>Center for Friction Stir Processing</i>
CMR	<i>California Management Review</i>
CNPEM	Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
CT&I	Ciência Tecnologia e Inovação
CT&I	Ciência Tecnologia e Inovação
DPIs	Direitos de Propriedade Intelectual
EBSCO	Business Source Complete
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
FCA	Faculdade de Ciências Aplicadas
<i>FS</i>	<i>Friction surfacing</i>
<i>FSW</i>	<i>Friction stir welding</i>
GPP	Gerenciamento do Portfólio de Projetos
ICTs	Instituições de Ciência e Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
JIBS	<i>Journal of International Business Studies</i>
KETS	<i>Key Enabling Technologies</i>
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MST	<i>Measurement Science and Technology</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PI	Propriedade Intelectual
PMES	Pequenas e Médias Empresas
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
SIBRATEC	Sistema Brasileiro de Tecnologia
SMJ	<i>Strategic Management Journal</i>
SNI	Sistema Nacional de Inovação
<i>TWB</i>	<i>Tailor Welded Blanks</i>
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFSC	Universidade Federal de São Carlos
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE QUADRO E ILUSTRAÇÕES

Quadro 3.1	- Atividades chave e resultados no processo de formação de aliança em P&D.....	26
Figura 3.1	- Transferência do conhecimento.....	38
Figura 4.1	- O portfólio de inovação conecta a ideação ao desenvolvimento do produto.....	49
Figura 5.1	- Visão geral da escala de nível de maturidade tecnológica (TRL)...	59
Figura 5.2	- Apresentação gráfica do desafio de transição da tecnologia.....	64
Figura 5.3	- Ambiente de desenvolvimento de tecnologias pré-competitivas.....	65
Figura 6.1	- Fases da metodologia.....	67
Figura 7.1	- Ambiente do consórcio de pesquisa.....	73
Figura 7.2	- Fluxo do processo do consórcio C2PA.....	76
Figura 7.3	- Enxergando o futuro.....	79
Figura 8.1	- Vínculo do Consórcio C2PA.....	95

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

Reinaldo Lopes Ferreira nasceu em 16 de agosto de 1959 em Nova Lima, Minas Gerais. Casado, pai de dois filhos. Técnico metalurgista (1980), engenheiro mecânico pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (1993), Especialista em Engenharia Econômica (1994), Marketing (1997), Finanças (1999) pela Fundação Dom Cabral e Logística (1998) pelo Centro Universitário UNA. Defendeu mestrado em Engenharia da Produção na Universidade Federal de Minas Gerais, em 2005. Atuou em cargos de supervisão e gerência, em empresas de mineração, indústria de equipamentos médicos e odontológicos e operadores logísticos. Em instituições de ensino, atuou como professor associado e atualmente atua no segmento da indústria têxtil e do agronegócio, coordenando pesquisas em processos de inovação e tecnologia.

SUMÁRIO

1 Introdução.....	13
2 Objetivos.....	20
2.1 Objetivo geral.....	20
2.2 Objetivos específicos.....	20
3 Ambientes de cooperação em P&D pré-competitivo.....	21
3.1 História de consórcios P&D pré-competitivo.....	21
3.2 Formação de consórcios.....	23
3.3 Motivações para participação em consórcios.....	30
3.4 Barreiras à formação de consórcios de pesquisa.....	32
3.4.1 Compartilhamento de conhecimento/aprendizado.....	33
3.4.2 Tensões do processo de compartilhamento de conhecimento.....	39
3.4.3 Patentes/propriedade intelectual.....	41
4 Portfólio de inovação.....	46
5 Maturidade da inovação tecnológica.....	56
5.1 Escala TRL - <i>Technology Readiness Level</i>	58
5.1.1 Aplicações da escala TRL.....	60
6 Metodologia.....	66
6.1 Delineamento e perspectiva da pesquisa.....	67
6.2 Escolha da empresa.....	68
6.3 Unidade de análise.....	69
6.4 Coleta de dados.....	69
6.5 Tratamento dos dados.....	72
7 Case - O consórcio de pesquisa da tecnologia de processamento por atrito e mistura - C2PA.....	73
7.1 Formação.....	73
7.2 Propósito.....	76
8 Análise das entrevistas.....	80
8.1 Barreiras à implementação e desenvolvimento de consórcios.....	82
8.2 Critérios para seleção e priorização de tecnologias.....	90
8.3 A contribuição do modelo cooperativo dos consórcios de P&D pré-competitivo para o ambiente de P&D brasileiro.....	92
9 Conclusões.....	98
Referências.....	103
ANEXO A - Resumo de TRL: marcos e resultados alcançados.....	111
ANEXO B - Roteiro das entrevistas.....	114

RESUMO

Esta tese analisa a importância dos arranjos de pesquisa colaborativa e o impacto de projetos com perspectiva de longo prazo, operando com compartilhamento de risco e de investimentos. Diante das incertezas que cercam o ambiente de pesquisas de novas tecnologias, o modelo de consórcios de P&D pré-competitivos, objeto deste estudo, apresenta-se adequado, pois propicia trabalho colaborativo, a partir de interesses comuns dos participantes, tendo como estratégia integrar os pontos fortes dos parceiros e, assim, contribuir para maior nível de qualidade e diferenciação, com menores custos e melhor tempo. Esse modelo colaborativo de pesquisa facilita o desenvolvimento de tecnologias de ponta e sua essência consiste em testar as tecnologias nas fases pré-competitivas até o nível de maturidade que desperte o interesse de uma empresa participante, que, a partir da obtenção de domínio sobre determinadas tecnologias poderá, futuramente, aplicá-las em novos produtos ou melhorar produtos existentes. A avaliação da maturidade das tecnologias é feita por meio da escala do Nível de Prontidão Tecnológica (*Technology Readiness Level - TRL*), que ajuda a comparar diferentes tecnologias e facilitar a escolha da melhor ‘candidata’ para fazer parte do portfólio das empresas. Com base nesse panorama, e na constatação da existência de poucos exemplos do modelo de consórcio P&D pré-competitivo no Brasil, definiu-se como objetivos dessa pesquisa, caracterizar as barreiras à implementação e ao desenvolvimento de consórcios, bem como verificar, entre infinitas possibilidades de tecnologias, como as empresas participantes, ainda nas fases pré-competitivas, selecionam tecnologias que sejam portadoras de futuro, e que vão gerar ativo estratégico de valor ao seu negócio. Não foi objetivo desta pesquisa estudar a caracterização dos materiais no âmbito experimental de pesquisa da ciência e tecnologia. Realizada a partir de uma abordagem exploratória e tomando como unidade de análise o Consórcio de Processamento por Atrito e Mistura (C2PA), pioneiro nessa modalidade no Brasil, a pesquisa contemplou duas fases distintas, porém complementares: na primeira fase foi realizada a revisão da literatura, que em muito contribuiu para a compreensão e melhor condução da pesquisa da segunda fase, quando foram aplicadas as técnicas de observação participante e de entrevistas com representantes dos membros do consórcio. Os resultados do estudo de caso mostraram que as barreiras dos arranjos de cooperação de P&D tendem a refletir cada tipo de formação, por exemplo, as dificuldades estão relacionadas à quantidade participantes ou se as empresas são concorrentes ou não. Ao mesmo tempo, foram identificadas barreiras que, genericamente, podem ser associadas a consórcios com qualquer tipo de configuração. Quanto aos critérios de seleção das tecnologias desenvolvidas no consórcio, a pesquisa apontou que invariavelmente as decisões consideram a aplicabilidade da tecnologia para os projetos que já fazem parte do portfólio ou que serão futuramente desenvolvidas pelas empresas participantes. A principal conclusão do estudo indica que a adesão das empresas brasileiras ao modelo de consórcio de P&D pré-competitivo está associada sobretudo à mudança da cultura de P&D da indústria nacional, que privilegia *commodities*, a fim de atender às demandas imediatas do mercado, em detrimento da pesquisa de longo prazo, que promove inovação e, conseqüentemente, aumenta as chances de gerar maiores vantagens competitivas para as empresas e para o País.

Palavras-chave: Consórcio de P&D, Pré-competitivo, maturidade tecnológica, barreiras, seleção de tecnologias.

ABSTRACT

This dissertation analyzes the importance of collaborative research agreements and the impact of projects with a long-term perspective operating with risk and investment sharing. Given the uncertainties surrounding the new technologies research field, the Precompetitive R&D consortia model, object of this study, is adequate as it provides a collaborative work from shared interests among the members and has as strategy the integration of partners' strong suits, and thus contribute to a higher quality and differentiation level with lower costs and better time. This collaborative research model eases the development of cutting-edge technology. Its essence is the technologies testing from precompetitive stages to maturity levels which attract participating companies that, after mastering certain technologies, may eventually use them in new products or enhance existing products. The technologies maturity assessment is done with Technology Readiness Level (TRL) scale which helps comparing different technologies and helps in the selection of the best candidates to be part of the companies' portfolio. Based on this overview, and on the realization that there are few samples of precompetitive R&D consortium in Brazil, the goals were defined, namely, definition of hurdles to consortia implementation and development, analysis of how companies, among multiple possibilities, in precompetitive stage, select promising technologies that may generate a strategic valuable asset to their business. It was not a goal of this work to study the materials characterization in the experimental science and technology research setting. The research was conducted from an exploratory approach and considered as analysis unit the Friction Processing Consortium (C2PA), pioneer in this modality in Brazil. The research had two distinct complementary stages: the first stage was the literature review that really contributed to a better comprehension and handling of the second stage, which was when observation techniques and interviews with consortium members deputies were applied. The case study results showed that the barriers to R&D cooperation agreements usually reflect the different formation types, i.e., if the hurdles are related to the number of participants or if they are competing companies. At the same time, it was possible to identify barriers that can be generically associated with any consortium configuration. As to the selection criteria of technologies developed in the consortium, the research showed that the decision making consistently considered the technology suitability to the existing or future projects in the participating company portfolio. The main conclusion shows that the Brazilian companies accession to the precompetitive R&D consortium model is specially associated with the R&D culture change in the national industry that favors commodities in order to meet the immediate market demands instead of long-term research which promotes innovation and, consequently, increases the chances of generating greater competitive advantages to the companies and to the country.

Keywords: R&D Consortium, Precompetitive, Technology maturity, Barriers, Technologies selection.

1 Introdução

Está cada vez mais evidente que as empresas precisam estar preparadas para enfrentar a concorrência, especialmente as organizações cujo *core business* depende de produtos de alta complexidade tecnológica. E, nesse contexto, é notório que o avanço das tecnologias ocorre mais rapidamente em alguns setores, em comparação com outros – “o progresso tecnológico difere muito entre as indústrias” (KLEVORICK *et al.*, 1995, p. 185).

Independentemente do segmento, a capacidade das empresas para identificar oportunidades tecnológicas e explorá-las é um dos aspectos fundamentais para a determinação de vantagem competitiva, como salienta Porter (1989, p. 153): “De todas as coisas que podem modificar as regras da concorrência, a transformação tecnológica figura entre as mais proeminentes”.

Corroborando essa ideia, Eldred e McGrath (1997) defendem que o desenvolvimento de tecnologias pode ser caracterizado por dois conceitos: a tecnologia detectada no início do processo e o seu ponto de viabilidade, no final. Sendo assim, afirmam que a razão da implementação de um programa de desenvolvimento de novas tecnologias é propiciar que as tecnologias descobertas alcancem o seu ponto de viabilidade de mercado, já que, para determinadas empresas, o gerenciamento eficaz do desenvolvimento de novas tecnologias pode se tornar fonte de vantagem competitiva.

Também nesse sentido, Zobel, Lokshin e Hagedoorn (2016) declararam que, entre outros fatores, a probabilidade desconhecida de sucesso em pesquisa leva algumas empresas a combinar seus esforços, a fim de criar uma economia de escala e/ou de escopo, o que facilitará seu processo de busca para expandir as atividades de pesquisa, ou a sua competência, para um campo mais amplo. Os autores lembram que nenhuma empresa dispõe de competência abrangente em todos os campos da tecnologia, daí a avaliação da possibilidade de sinergia, para redução, minimização e compartilhamento das incertezas, que são inerentes a processos de P&D, especialmente quando dizem respeito a novas tecnologias.

Tal cenário é ainda mais evidente em se tratando de parcerias estratégicas para projetos de pesquisa colaborativa, em virtude da heterogeneidade dos participantes, das particularidades culturais, dos objetivos e interesse particulares de cada membro, além do papel, das *expertises* e das habilidades de cada um no projeto. Ao mesmo tempo, nos projetos de pesquisa colaborativa de pesquisa e desenvolvimento (P&D), essas mesmas diferenças podem contribuir para a interação e a aquisição de conhecimento entre as empresas participantes.

Observa-se que as estratégias de parceria têm sido muito discutidas dentro da área de conhecimento denominada inovação aberta. Chesbrough (2012) complementa essa visão, afirmando que o conhecimento pode ser encontrado em diversos parceiros – clientes, fornecedores, universidades, laboratórios, consórcios, consultorias, e até em empresas *startups*. O mesmo autor diz que “[...] as pessoas que buscam ideias novas precisam trabalhar em um cenário de receptividade em relação a todos os tipos de ideias e em uma perspectiva mais ampla com relação às necessidades de sua organização” (CHESBROUGH, 2012, p. 127).

Por isso, as alianças estratégicas se configuram como uma inovação que está transformando o foco da condução dos negócios de algumas organizações, sobretudo as que atuam globalmente, cujas relações de cooperação são amplas. Além de permitir que as empresas participantes mantenham recursos programados e compartilhem riscos, as alianças estratégicas, possibilitam a criação de oportunidades para o crescimento e incremento de competências e de poder de mercado (HAGEDOORN; SCHAKENRAAD, 1991).

A formação de consórcios de P&D tem sido tendência mundial, devido à maior complexidade científica, à “[...] convergência tecnológica e aos altos custos das atividades de pesquisa”. Por isso, as empresas estão se juntando em alianças estratégicas, com o objetivo de complementar suas competências e dividir custos e riscos, intrínsecos a todo processo de inovação (TIGRE, 2006, p. 96).

Como ressaltam Brocke e Lippe (2015), as atividades de investigação eram tradicionalmente realizadas principalmente por institutos de pesquisa e universidades, e apenas os resultados eram transferidos para a indústria; agora, as empresas estão ficando cada vez mais envolvidas em esforços conjuntos de pesquisa, com outras indústrias e com parceiros acadêmicos.

Segundo Fernandez *et al.* (2016, p. 974), a principal finalidade desses modelos de colaboração – tanto públicos, quanto privados – é “[...] trabalhar de forma colaborativa em projetos de escopo predefinido e de interesse comum”, nas áreas de pesquisa e desenvolvimento, a fim de aprimorar a competitividade tecnológica das empresas, já que contribuem para o desenvolvimento de tecnologia de ponta.

Longo e Oliveira (2000), por sua vez, descrevem a pesquisa cooperativa como caracterizada pela exploração de uma área temática ou de determinado projeto, com a finalidade de produzir inovação ou solucionar problemas de uma tecnologia. Os autores completam explicando que, juntos, universidades, institutos de pesquisa e empresas produzem novos conhecimentos e compartilham recursos financeiros e técnicos, podendo ter acesso a todas as informações geradas pelas pesquisas desenvolvidas.

De acordo com esse contexto, Longo e Oliveira (2000) relacionaram motivos que fazem empresas trabalharem em cooperação com universidades e institutos de pesquisa, entre os quais se destacam: redução de custos e tempo de pesquisa; acesso a laboratórios e instalações; acesso a recursos humanos qualificados; solução para problemas específicos; acompanhamento de “janelas ou antenas tecnológicas” sobre os avanços que estão ocorrendo em sua área de atuação, além de ter acesso antecipado a resultados de pesquisas.

Por outro lado, a literatura e o estudo de caso deste projeto de doutorado mostram que também existem dificuldades, que podem se tornar barreiras, especialmente na gestão desses arranjos colaborativos. Além da complexidade dos processos e requisitos que envolvem a formação de um consórcio de pesquisa, as principais barreiras, embora a

maioria possa ser prevista antes do início dos trabalhos, se tornam evidentes e potencializadas em momentos específicos do consórcio.

As barreiras podem ser diferenças culturais, geográficas ou organizacionais e podem se referir ao gerenciamento das questões relacionadas às pesquisas, quais sejam: geração e incremento de ideias, transferência de conhecimento, propriedade intelectual, linhas de fomento, bem como as decisões estratégicas, por parte das empresas, sobre a escolha das tecnologias que se encontram em estágios iniciais e que poderão vir a ser transformadas em um ativo estratégico de valor, como se observa nos trabalhos de Chiesa e Manzini (1998), Benedetti e Torkomian (2010), Smilor, Gibson e Avery (1989) e Ritala, Huizingh e Wijnbenga (2014). A escolha das tecnologias exige comportamento ativo frente ao futuro porque é o que vai orientar a tomada de decisão para o posicionamento estratégico das empresas em seus mercados.

Para as decisões de escolha com relação às tecnologias nas fases iniciais de desenvolvimento, é necessário medir a maturidade das tecnologias, o que é feito por meio da escala do nível de prontidão tecnológica (*Technology Readness Level* - TRL). O índice de prontidão tecnológica apresenta a maturidade de determinada tecnologia no decorrer do seu ciclo tecnológico (ANEXO A e Seção 5). Apesar de sua concepção ter como objetivo aplicações aeroespaciais, a TRL pode ser adaptada para outros tipos de ambiente, inclusive setores da indústria e de serviços.

Em termos de apropriação de resultados, Longo e Oliveira (2000) classificaram o modelo de pesquisas cooperativas em dois tipos: (1) cooperações *proprietary research*, que são aquelas em que uma empresa reúne parceiros para auxiliar no desenvolvimento das pesquisas e ela será a única detentora dos resultados das pesquisas; e (2) as alianças *non proprietary research*, nas quais os resultados das pesquisas são compartilhados por várias empresas. No segundo tipo as pesquisas ocorrem na fase pré-competitiva do desenvolvimento (LONGO; OLIVEIRA, 2000).

Para Longo e Oliveira (2000) pesquisas pré-competitivas são aquelas cujos resultados contribuem tanto para a fase pré-comercial do produto quanto para a melhoria de

produtos existentes.

Em consenso, Fernandez *et al.* (2016) informam que uma das práticas utilizadas em países da América do Norte, da Europa e o Japão em pesquisa colaborativa, é o modelo dos consórcios de P&D pré-competitivo, formados pela junção de atividades sistemáticas, voltadas a diferentes temas de pesquisas em tecnologias.

Na mesma linha de pensamento, Trott (2012) afirma que o intuito dos consórcios de P&D pré-competitivos é compartilhar custos e riscos de pesquisas tecnológicas que estão em estágios iniciais, e sem nenhuma ideia específica do produto final, por isso o nome ‘pré-competitivos’, ou seja, aquelas tecnologias que estão prestes a ser concluídas e incorporadas a novos produtos. O modelo de consórcio propicia testar e analisar repetidamente a maturidade das tecnologias de interesse de cada empresa associada.

Além disso, Fernandez *et al.* (2016) consideram modelos de consórcios de P&D pré-competitivos aqueles que se caracterizam por grupos de empresas e setores, concorrentes ou não, que, em um ambiente de pesquisa industrial, conduzem linhas de pesquisas em caráter pré-competitivo, respondendo a questões que costumam surgir no início do processo de desenvolvimento, de forma colaborativa e contínua, o que proporciona mais intensidade de interações e mecanismos mais ricos de compartilhamento de conhecimento.

Desse modo, o movimento de formação de redes de colaboração tem proporcionado relacionamentos com atribuições cada vez mais relevantes e de prazo mais longo na geração de inovação, diferentemente das alianças implementadas por parcerias pontuais, que são realizadas sem a estrutura de um projeto comum. Na tentativa de aumentar o impacto dos esforços de inovação aberta, as parcerias colaborativas estão cada vez mais amplas e com participação maior de atores (GARNICA, 2014).

Baron, Ménière e Pohlmann (2014) compartilham dessa visão e declaram que, a partir da entrada de uma empresa em um consórcio, tanto a própria empresa como os outros consorciados, aumentam o nível dos esforços de inovação. Os autores estudaram a implantação de consórcios criados dentro de um consórcio já existente, que eles

chamaram de cooperação reforçada, com intuito de otimizar a gestão de P&D. Os resultados da pesquisa mostraram que “[...] a cooperação reforçada entre um subgrupo de empresas dentro de um consórcio pode melhorar a coordenação de P&D aumentando (diminuindo) a inovação” (BARON, MÉNIÈRE; POHLMANN, 2014, p. 32).

No Brasil, o modelo dos consórcios de P&D pré-competitivo é incipiente devido à sua complexidade prática e aos entraves culturais, burocráticos e financeiros, que permeiam o desenvolvimento de pesquisa científica e industrial no País, o que gera um *gap* no sistema brasileiro de inovação. Contudo, não se pode desconsiderar que, desde 2004, há um esforço sistematizado no País, no sentido de incentivar a criação de um Sistema Nacional de Inovação (SNI), inclusive com promulgação de legislação correspondente, representada pelo Marco Legal da Inovação, que tem o intuito de recuperar o atraso tecnológico do Brasil e “[...] promover o reconhecimento da inovação como fator de desenvolvimento” (ARAÚJO *et al.*, 2018, p. 3).

A despeito das dificuldades, organizações como a Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER), a Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), a Natura Cosméticos, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes (ANPII), a MAHLE Metal Leve S.A. e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) são pioneiras nessa modalidade de consórcio e já estão obtendo resultados satisfatórios.

Com base nesse cenário, a unidade de análise escolhida para a investigação deste projeto foi o Consórcio de Pesquisa da Tecnologia de Processamento por Atrito e Mistura (C2PA), que é focado na pesquisa e no desenvolvimento pré-competitivo de tecnologias de processamento por atrito e mistura, dos processos de deposição superficial por atrito (*friction surfacing* - FS) e de soldagem por agitação e fricção (*friction stir welding* - FSW), (CONVÊNIO, 2015). O C2PA é composto por duas empresas (membros industriais), uma faculdade, uma universidade e dois institutos de pesquisas (membros acadêmicos).

Diante das poucas contribuições na literatura sobre arranjos de pesquisa colaborativa, especialmente relacionados ao modelo de consórcio de P&D pré-competitivo no ambiente industrial brasileiro, o desafio desta pesquisa foi, tão somente, verificar até que ponto as barreiras podem influenciar e comprometer o desenvolvimento do consórcio – e das tecnologias resultantes das pesquisas –, bem como identificar quais os critérios utilizados para seleção e priorização das tecnologias desenvolvidas em estágios iniciais. Quanto às empresas participantes do consórcio, o interesse delas foi identificar tecnologias de materiais que propiciem a criação e a fabricação de peças mais sólidas, bem como a redução de tolerância e a redução de peso das peças.

Para cumprir os objetivos, além da revisão da literatura, a pesquisa foi baseada em participações em congressos, visitas técnicas, observação participante e entrevistas com pesquisadores e representantes das empresas associadas do consórcio analisado. Os dados primários foram obtidos por meio de um estudo de caso, atendendo recomendações para esse tipo de pesquisa (YIN, 2001), e as informações foram obtidas e analisadas utilizando-se o método qualitativo (TRIVIÑOS, 1987).

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Descrever a **operação de um consórcio P&D pré-competitivo** e **identificar fatores que possam afetar a efetividade** desse modelo.

2.2 Objetivos específicos

- a) Descrever o fluxo do **processo do consórcio**.
- b) Identificar as **principais barreiras** que podem **influenciar e comprometer** o desenvolvimento do consórcio.
- c) Verificar **quais critérios os membros industriais usam para selecionar e priorizar as tecnologias** a ser incorporadas ao portfólio da empresa.

3 Ambientes de cooperação em P&D pré-competitivos

3.1 História do consórcio P&D pré-competitivo

Os consórcios de projetos de P&D pré-competitivos são formados pela junção de atividades sistemáticas voltadas a diferentes temas de pesquisas em tecnologias. Consequentemente, são definidas frentes de pesquisas que seguirão para universidades, institutos de pesquisas e empresas que ambicionam fazer crescer seus portfólios tecnológicos, obtendo ganho competitivo. Esse conceito de consórcios é utilizado em países da América do Norte e da Europa, no Japão e no Brasil.

Em países da União Europeia e nos Estados Unidos surgiram os primeiros modelos de consórcios de projetos de P&D pré-competitivos. Em Cambridgeshire, na Inglaterra, localiza-se o *The Welding Institute* (TWI), um instituto de pesquisas tecnológicas de classe mundial, especializado em materiais (FERNANDEZ *et al.*, 2016). Nesses países, os modelos de consórcios mais utilizados são os que favorecem setores como o de agronegócio, de telecomunicações, de biotecnologia, de eletrônica, de fármacos, de engenharia de materiais e de aviação (BERMAN, 1990; ALTSHULER *et al.*, 2010; FERNANDEZ *et al.*, 2016).

Berman (1990, p. 5) designa a terminologia “clubes de pesquisas” ao modelo de cooperação de P&D. Sobre o conceito, o pesquisador diz que clubes de pesquisa “aumentam a competitividade tecnológica das empresas membros” e agilizam o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias.

Na definição de Klevorick *et al.* (1995), os modelos de cooperação são fontes de oportunidades de troca de conhecimento que contribuem para a realização de um

[...] conjunto de possibilidades de avanços tecnológicos, que podem ser medidos em termos da distribuição de valores e da melhoria dos parâmetros de função de produção ou atributos de produto que podem ser alcançados através de pesquisa e desenvolvimento (KLEVORICK *et al.*, 1995, p. 188, tradução nossa).

Sakakibara (2002, p. 1033), por sua vez, entende que os consórcios de pesquisa são uma alternativa para a estratégia de P&D das entidades participantes, visto que, cada vez mais, a “rede externa” tem sido considerada como local de inovação e aprendizagem. Para corroborar, o autor informa que, “[...] desde o final dos anos 1970, os governos dos países desenvolvidos têm adotado políticas para estimular o desenvolvimento de cooperativas de P&D”.

Com base em estudos de caso na França, Brocke e Lippe (2015) resumiram que o processo colaborativo é uma “[...] construção, que combina coordenação (ações de gestão intencional), cooperação (atitude dos membros do projeto/consórcio) e gestão dos recursos humanos”.

Na visão de Fernandez *et al.* (2016), os modelos de consórcios de projetos de P&D são aqueles que se caracterizam por grupos de empresas de diversos setores, que promovem um ambiente de pesquisa industrial, de forma colaborativa e contínua, em que projetos iniciam e acabam constantemente. Para esses pesquisadores, a finalidade é compartilhar custos e riscos, desenvolvendo tecnologias que são de interesse das empresas que compõem os consórcios.

Os mesmos pesquisadores lembram ainda que estudos demonstram que as alianças também propiciam maior facilidade para a obtenção de recursos financeiros e humanos, destinados aos projetos. Além disso, a interação entre os participantes promove novas formas de operação, além de proporcionar suporte e infraestrutura para “[...] aquisição e processamento de novos dados, com potencial para gerar novos conhecimentos científicos” (FERNANDEZ *et al.*, 2016, p. 975).

Dessa forma, uma parcela significativa dos consórcios de P&D está relacionada a tecnologias em fases iniciais de desenvolvimento – ou de maturidade –, uma vez que, segundo os pesquisadores,

[...] é muito caro para as entidades investir em tecnologias que ainda estão nos estágios iniciais, porque poucas terão utilidade prática. Assim, a maioria das parcerias conhecidas são constituídas para responder a questões que costumam surgir no início do processo de desenvolvimento (FERNANDEZ *et al.*, 2016, p. 981).

3.2 Formação de consórcios

A decisão de que determinada tecnologia deve ser adquirida externamente pressupõe identificar a maneira mais adequada para sua aquisição e todas as implicações que isso acarreta, haja vista a importância estratégica para o negócio das empresas. O desenvolvimento de uma nova tecnologia, por si só, é tarefa que exige muito cuidado e competência das empresas, principalmente se o processo de desenvolvimento for realizado por meio de consórcios.

Por isso, há algum tempo pesquisadores e profissionais têm dedicado atenção ao processo para a formação de parcerias para desenvolvimento de tecnologia. Sobretudo a escolha do parceiro certo exige um processo cuidadoso, pois é fundamental para o sucesso da colaboração.

Fundamentados por estudos de caso, Chiesa e Manzini (1998) concluíram que as características das diversas formas de colaboração devem ser analisadas sob a ótica da integração (flexibilização, controle, impacto, horizonte de tempo, custos) e do grau de formalização da parceria. Além disso, os pesquisadores destacaram outros três fatores principais que auxiliam na escolha do melhor modelo de colaboração:

1. *O objetivo da colaboração.* Quando a parceria não está focada especificamente em uma tecnologia, produto ou projeto, e os objetivos são amplos e complexos, o ideal são formas integradas de relacionamento, como *joint ventures* ou aquisições. Por outro lado, quando o objetivo é bem definido e limitado, as alianças ou a terceirização são mais indicadas.
2. *O conteúdo da colaboração.* As características do conteúdo são muito importantes para a escolha da forma de cooperação, por exemplo: a definição do conteúdo (área de pesquisa a ser explorada), a familiaridade das empresas com o tema da pesquisa, a relevância da vantagem competitiva das empresas participantes do consórcio, o ciclo de vida da tecnologia (nível de maturidade), o grau de risco inerente, a apropriação da inovação, a fase (inicial ou avançada) do processo de inovação, o nível de especialização dos ativos (controle para que os ativos possam ser

explorados pela empresa), além da divisão (ou não) dos ativos entre as empresas participantes.

3. *A tipologia dos parceiros envolvidos.* Conforme os objetivos e os interesses das empresas participantes da colaboração, as parcerias levam em consideração:
 - a) A verticalidade do modelo (fornecedores e consumidores/clientes normalmente propiciam redução de tempo e custos de projetos específicos) ou a horizontalidade do modelo (concorrentes costumam contemplar as fases iniciais do processo de inovação).
 - b) As diferenças culturais advindas de colaborações com parceiros de países diferentes, pois criam barreiras culturais, institucionais e sociais, por causa de transações de alto custo, o que pode dificultar o processo de colaboração. É desejável que o formato da colaboração seja integrado, sem risco de prejuízo para os recursos organizacionais e humanos das empresas envolvidas.
 - c) O poder de negociação entre os parceiros, já que o parceiro mais ‘poderoso’ tenderá a optar por modelos hierárquicos e formais de colaboração, a fim de impor suas condições desejadas aos menos ‘poderosos’.

Por seu lado, Benedetti e Torkomian (2010) desenvolveram pesquisa, cujo resultado indicou fatores que influenciam a cooperação entre empresas e universidades, que, por consequência, podem interferir no processo inovativo das empresas participantes desses consórcios. Sobretudo no que se refere a valores (culturais, organizacionais) e objetivos, os autores alertam para as particularidades de cada entidade envolvida, haja vista que podem gerar discordâncias no estabelecimento dos objetivos comuns a ser atingidos e, assim, potencializar conflitos entre as partes e provocar aumento das dificuldades na condução dos trabalhos.

Embora o estudo de Benedetti e Torkomian (2010) não seja totalmente conclusivo nem possa ser generalizado (restringe-se ao universo de pequenas empresas), os pesquisadores verificaram que, para esse caso, os mesmos aspectos que dificultam a formação da cooperação tendem a ser os que têm maior impacto negativo sobre os antecedentes da velocidade da inovação. Isso porque as empresas estão voltadas para as necessidades e exigências dos mercados em que atuam, enquanto as universidades se

preocupam, e se ocupam, exclusivamente com a pesquisa científica, sem muitas vezes pensar em aplicações imediatas, denominadas por alguns de “puras”, cujo processo tem ritmo incompatível (burocracia, validação, rigor científico) com a velocidade demandada pelas empresas (para atender consumidores e clientes).

Contudo, Benedetti e Torkomian (2010) reconhecem que as divergências entre as partes podem ser minimizadas conforme o estreitamento do relacionamento, porque a aproximação contribui para dirimir desconfianças e propiciar maior engajamento e envolvimento dos participantes.

Ring, Doz e Olk (2005) definiram etapas genéricas da formação de um consórcio e relacionaram uma série de questionamentos sobre esse processo, que, sendo respondidos, tendem a contribuir para o bom gerenciamento do desenvolvimento e manutenção de arranjos colaborativos (Quadro 3.1). São perguntas que compõem atividades que devem ser consideradas antes e ao longo da duração do consórcio, pois dizem respeito à importância da conscientização da convergência de interesses e aos relacionamentos estratégicos e sociais que interferem no andamento dos trabalhos. Ring, Doz e Olk (2005) asseguram que, quando a concepção do consórcio é baseada nesses princípios, há muito mais chances de sucesso.

Quadro 3.1 – Atividades-chave e resultados no processo de formação de aliança em P&D

Atividade gerencial	Perguntas-chave para a agenda gerencial
Desenvolvimento de consciência de interdependência ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Há novos entrantes ou aumento da concorrência nos mercados em que as empresas participam? • Há processo de desregulamentação ou privatização de mercados? • Há novos padrões tecnológicos que ameaçam suas posições competitivas? • Quão compatíveis são os motivos em relação ao desenvolvimento de novos produtos e a necessidade de novas fontes?
Descoberta de interesses convergentes	<ul style="list-style-type: none"> • Quão semelhantes são as características das potenciais indústrias ou empresas membros? • Os participantes têm ligações anteriores ou atuais? Elas são de natureza estratégica ou social? • Uma empresa, indivíduo ou agência governamental vê a necessidade de colaboração, e essa empresa, indivíduo ou agência governamental pode articular e conduzir a evolução da aliança, ajudando a desenvolver sua visão, missão ou cronograma?
Desencadeamento de colaboração	<ul style="list-style-type: none"> • Quem é contatado, por quais processos, com que lógica? Quando a assinatura é fechada?
Seleção de parceiros	<ul style="list-style-type: none"> • Quão semelhante é a visão dos potenciais membros sobre metas da aliança, sua estrutura e suas operações?
Busca de consenso na Visão e Missão, Metas, Objetivos, entre outros	<ul style="list-style-type: none"> • Quão ativos são os membros da aliança? Quais suas alternativas? Que compromisso de recursos eles fazem? A associação é por um período específico?
Definição de expectativas de continuidade	
Resultados	
Desenho de uma estrutura formal	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o tamanho da aliança? Há limites para adesão? Há um conselho de diretores? Onde está localizada a aliança? • Quais mudanças são feitas com relação aos profissionais designados para a aliança, seus orçamentos, sua associação? São criadas novas relações interorganizacionais? Quão satisfeitos estão os gerentes com a aliança?
Ampliação e aprofundamento da colaboração	

Fonte: RING, DOZ E OLK (2005). Tradução e adaptação do autor.

Segundo Ring, Doz e Olk (2005), embora, de modo geral, as “atividades gerenciais” das alianças obedçam a uma mesma sequência, seja qual for o caminho escolhido, elas podem tanto ganhar maior ou menor importância, quanto exigir mais, ou menos, esforços, a fim de que o consórcio tenha sucesso na sua formação e bom desempenho.

Ring, Doz e Olk (2005) ainda estabeleceram três possíveis tipos de formação de consórcios – “emergentes” (em desenvolvimento), “projetados” (estruturados) e

“integrados” –, que descrevem diferentes situações e momentos da colaboração. A seguir, caracteriza-se cada um desses modelos:

- *Emergente*. Determinado pela força dos interesses mútuos e sua convergência ao longo do tempo. De acordo com observações dos autores, esse tipo de formação ocorre geralmente, quando há fortes entrantes competitivos que ameaçam toda uma indústria, ou em situações de grandes discontinuidades ou interrupções tecnológicas, que desafiam sua base de conhecimento ou colocam em dúvida seu futuro.
- *Projetado*. Ocorre normalmente quando potenciais parceiros não mantêm relações estratégicas e, por estarem distantes uns dos outros, não percebem os interesses convergentes e, assim, perdem oportunidades de colaboração. Portanto, há necessidade de uma entidade desencadeante e orientadora para a conscientização da interdependência externa entre as partes e dos benefícios da criação da aliança. Além disso, essas entidades contribuem para a solução de diferenças e conflitos.
- *Integrado*. Nesse processo, os potenciais colaboradores já mantêm fortes relações sociais e estratégicas, bem como já estão cientes da convergência dos seus interesses. Dessa maneira, a formação desse consórcio não requer a mesma intensidade de esforços gerenciais dos modelos anteriores, pois, de acordo com conclusão dos autores, os membros desse tipo de colaboração já estão bastante enraizados em uma estrutura social comum.

Um estudo de caso realizado por Smilor, Gibson e Avery (1989) também apontou algumas implicações gerenciais do processo de formação de consórcio de pesquisa, a saber:

- Geralmente, os casos mais bem-sucedidos de arranjos de pesquisa colaborativa são iniciados por contatos pessoais, mas as relações organizacionais também são importantes, sobretudo para a formalização e manutenção dos processos.
- Interesses comuns em um projeto de pesquisa podem motivar uma comunicação efetiva entre os envolvidos diretamente nos processos e os acionistas, embora indivíduos possam ter opiniões completamente diferentes do projeto ou dos propósitos organizacionais.

- Oportunidades de contato casual podem ser catalisadores especialmente eficazes para a comunicação entre os acionistas dos consórcios, não apenas no ambiente de pesquisa (seminários, reuniões), mas em ambientes mais relaxados ou em encontros sociais.
- Muitas vezes é difícil identificar e manter o receptor apropriado para um determinado esforço de transferência de tecnologia. Normalmente, relacionamentos efetivos levam tempo para se desenvolver, e novos projetos exigem tempo de ‘aquecimento’ para que as informações fluam. Nas organizações em que os profissionais são frequentemente transferidos, é difícil estabelecer redes pessoais de longo prazo.
- As diferenças nas culturas, as motivações e os objetivos dos acionistas e dos consórcios criam importantes barreiras à cooperação e à transferência de tecnologia.

Smilor, Gibson e Avery (1989) complementam que a transferência de tecnologia é fundamental para a avaliação e eventual sobrevivência de um consórcio de pesquisa de desenvolvimento. Nesse sentido, a estrutura organizacional e, principalmente, os objetivos da pesquisa do consórcio, são barreiras claramente importantes à transferência de diferentes tipos de tecnologia. Quer dizer, dependendo das metas e das orientações dos pesquisadores e usuários, a transferência bem-sucedida pode ser analisada por diferentes perspectivas. Portanto, é imperativo observar alguns procedimentos gerenciais que determinarão o sucesso do consórcio, bem como da própria organização participante.

Por seu lado, partindo de visão generalizada da gestão de projetos, Brocke e Lippe (2015) destacam a importância da identificação e do gerenciamento adequado das incertezas inerentes aos projetos colaborativos de pesquisa. Ao mesmo tempo, os autores chamam atenção para os paradoxos na condução desse tipo de projeto, a seguir:

- Os projetos de pesquisa operam sob a interferência considerável de incertezas, o que requer liberdade e flexibilidade para gerar resultados inovativos. Por outro lado, incertezas precisam ser geridas com firmeza para evitar falhas.
- Pesquisas colaborativas promovem integração das percepções, das ideias e das visões. Contudo, a heterogeneidade dos parceiros leva a dificuldades para gerir

problemas com relação às diferenças interculturais, interorganizacionais ou interdisciplinares.

- O gerente de projeto tem autonomia limitada, devido à autonomia dos parceiros e da estrutura de governança. No entanto, certas tarefas, como a gestão da visão do projeto e a integração dos resultados, requerem o comprometimento e o envolvimento de todas as partes.

Com base nessas questões, Brocke e Lippe (2015) recomendam que a visão do projeto seja bem definida, devidamente comunicada e usada como dispositivo de concepção de todas as tarefas, a fim de reduzir as incertezas do trabalho de pesquisa e alinhar as diferentes visões das partes interessadas. Os pesquisadores ainda alertam para a importância da compatibilidade na seleção dos parceiros e sugerem que expectativas devem ser discutidas antecipada e abertamente, a fim de evitar agendas confusas e contraditórias. Ademais, é preciso manter flexibilidade, sem deixar de estabelecer estrutura firme de trabalho e manter o controle do nível do projeto. Para isso, é importante que seja nomeado um gerente de projeto capacitado, que seja um agente de conhecimento, seja capaz de dialogar, tenha atitude diplomática e excelente grau de conscientização técnica, bem como tenha um estilo de liderança participativo e que saiba delegar (BROCKE; LIPPE, 2015).

Igualmente, Branstetter e Sakakibara (2002) citam questionamentos de uma pesquisa realizada por eles, cujo objetivo foi estabelecer um índice para o nível de centralização da organização de consórcios. Eles acreditam que a checagem desses aspectos contribuiu para o planejamento e o gerenciamento organizacional da aliança. Os autores perguntaram:

- Houve um laboratório central de pesquisa para o projeto?
- Até que ponto a pesquisa do consórcio foi realizada de forma centralizada e/ou realizada separadamente pelas empresas?
- Com que frequência ocorreram os encontros entre os pesquisadores das empresas?
- Até que ponto os gestores do consórcio tentaram manter o projeto sob controle rígido?

Chiesa e Manzini (1998) destacaram que, assim como há diferentes modelos de colaboração tecnológica, são distintas as implicações organizacionais e gerenciais. Para eles, a escolha de um formato organizacional definitivo resulta da combinação dos requisitos de cooperação identificados com as características de soluções organizacionais diferentes, o que, conseqüentemente, possibilita a adequação do modelo de colaboração aos objetivos de cada empresa envolvida.

3.3 Motivações para participação em consórcios

Além das oportunidades de desenvolvimento de inovações coletivas – que poderiam ser inviáveis sem a colaboração –, a busca e a integração de conhecimento valioso são fatores essenciais para a decisão de participação em consórcios de P&D.

Harrigan e Newman (1990) acreditam que os estímulos ou incentivos são determinantes para a formação de consórcios assim como as necessidades relacionadas a recursos e outros atributos. As probabilidades para a formação de futuras alianças também despertam interesse de participação.

Rosenkopf, Metiu e George (2001) corroboram essa ideia, afirmando que empresas participam de consórcios com o intuito de não somente implementar projetos de P&D, mas também identificar prováveis parceiros para futuras *joint ventures* ou alianças.

Baron, Ménière e Pohlmann (2014), por sua vez, ressaltam que as *joint ventures* de P&D possibilitam o desenvolvimento de inovações proprietárias, que vão além da normalização vigente, o que contribui para o consenso em torno da tecnologia candidata que deve ser incluída nas normas seguidas pelas organizações. Os autores acreditam que as *joint ventures* de P&D capacitam as empresas para cooperar de forma mais simples.

Nesse sentido, a opinião de Harrigan e Newman (1990) é de que, antes da definição do tipo de consórcio a ser formado, é necessário analisar os aspectos que dizem respeito aos interesses e às expectativas das entidades envolvidas, já que a adequação é ponto-

chave para a estratégia final. Entre eles, estão fatores de mercado (por exemplo, conforto, conectividade) e questões referentes às novas tecnologias que serão desenvolvidas para atender às demandas dos participantes. Além disso, deve-se levar em consideração as *performances* operacional (custo, estrutura) e técnica (capacidade tecnológica).

De acordo com a análise de Eisner, Rahman e Korn (2009), as motivações para adesão a consórcios de P&D decorrem de dois interesses comuns das empresas participantes: o compartilhamento de riscos e a oportunidade de *networking*. Os autores afirmam que a razão do compartilhamento de riscos está relacionada com a possibilidade de dividir o alto custo fixo de P&D, principalmente em se tratando de projetos com alto grau de incertezas. Do outro lado, a possibilidade de *networking*, seria mais um motivo que leva empresas a se juntarem a outras, porque diz respeito à busca por colaboração com o propósito de agregar valor e criar oportunidades de crescimento.

Na visão de Aloysius (1999), diante da dificuldade de reduzir as despesas com P&D, o objetivo das empresas deve ser direcionado para o aumento da eficiência do desenvolvimento das pesquisas, o que é possível por meio do compartilhamento dos custos de P&D entre os membros das alianças.

Ritala, Huizingh e Wijnbenga (2014) apresentaram outros fatores levados em consideração para a participação em consórcios. Estudando modelos com participantes concorrentes e com não concorrentes, eles identificaram aspectos que os diferenciam em termos de metas, riscos e custos, a saber:

- *Processos de compartilhamento de conhecimento e tipos de conhecimento.* Em consórcios sem competidores envolvidos, o processo de compartilhamento era aberto e sem restrições e sem preocupação com a apropriação do conhecimento, ao passo que em consórcios “cooperativos” (junção dos termos em inglês *cooperation* e *competition*), o compartilhamento era mais seletivo e as escolhas, mais cuidadosas, por exemplo, sobre qual conhecimento partilhar e com quais empresas.

- *Potencial de inovação.* No formato envolvendo concorrentes, as metas eram incrementais, objetivando o desenvolvimento de novos produtos, serviços e tecnologias intercompatíveis.

Segundo esses pesquisadores, as questões relacionadas ao tipo de conhecimento a ser compartilhado – e com quem –, além dos prováveis benefícios que podem ser obtidos, são fundamentais para auxiliar na decisão sobre o tipo de consórcio mais adequado às metas e estratégias de cada empresa.

3.4 Barreiras à formação de consórcios de pesquisa

A literatura ainda resente de dados e estudos específicos e aprofundados a respeito das barreiras encontradas pelas empresas inovativas, decorrentes de seus ambientes internos, bem como das barreiras advindas de arranjos colaborativos para a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias. No entanto, a partir de estudos de caso, não necessariamente com esse propósito, alguns pesquisadores identificaram aspectos vistos que podem dificultar o processo de formação de consórcios de pesquisa e de transferência de conhecimento.

De acordo com o referencial teórico em que esses arranjos colaborativos foram baseados, além da complexidade dos processos e requisitos que envolvem a formação dos consórcios de pesquisa, as principais barreiras se tornam evidentes e potencializadas durante a progressão do consórcio, embora a maioria possa ser identificada antes do início dos trabalhos.

São muitos os desafios para o gerenciamento da transferência de tecnologia em ambientes de arranjos colaborativos e, entre esses, Smilor, Gibson e Avery (1989) destacam principalmente a diversidade de tecnologias e os estilos de gerenciamento. Os autores lembram que, normalmente, os profissionais que compõem e gerenciam os consórcios são empregados de diferentes organizações e com diferentes *backgrounds*. Ademais, os programas de pesquisa são baseados em diferentes tecnologias e têm

diferentes objetivos. Para os autores, as diferenças de cultura e de tecnologias costumam frustrar o sentido de unidade e acabam inibindo o livre fluxo de ideias.

A burocracia, as diferenças culturais, geográficas e organizacionais fazem parte (e não podem ser ignoradas) das dificuldades vivenciadas pelos participantes, sejam empresas, sejam universidades, sejam institutos de pesquisa. Entretanto, tem papel determinante para o sucesso do consórcio o gerenciamento das questões diretamente relacionadas às pesquisas (geração e incremento de ideias, transferência de conhecimento, decisões operacionais e estratégicas sobre as tecnologias, entre outras) e aos impactos de seus resultados.

Nesse sentido, o compartilhamento do conhecimento – existente ou adquirido durante as pesquisas – e as decisões a respeito dos direitos de propriedade intelectual se destacam como as maiores preocupações entre as empresas participantes. Esses aspectos estão comentados a seguir.

3.4.1 Compartilhamento de conhecimento/aprendizado

Os processos de um consórcio de tecnologia indicam que, em algum momento, haverá transferência de conhecimento entre os participantes, e as empresas membros devem estar preparadas para as decisões a esse respeito. Smilor, Gibson e Avery (1989) afirmam que o mais importante para o sucesso da transferência de conhecimento em um consórcio de pesquisa é saber gerenciar o fluxo de ideias das empresas participantes. É um processo contínuo que abrange o melhor da mente das pessoas envolvidas.

Independentemente do tipo ou do volume de conhecimento compartilhado, Powell e Grodal (2005, p. 75) salientam que “[...] as partes colaboram em uma divisão do trabalho que é mutuamente gratificante e pode resultar em aprendizado dos participantes uns com os outros e na realização de tarefas que não poderiam ser cumpridas individualmente”. Os autores citam outra maneira de compartilhamento de conhecimento que é quando a informação existente na rede – seja conhecimento,

problemas ou soluções – é recomposta de formas diferentes, possibilitando a geração de algo novo, uma “novidade”, que as entidades não poderiam produzir por conta própria.

O conhecimento adquirido entre as entidades também pode contribuir para o desenvolvimento de produtos ou processos interrompidos, além de poder vir a ser aplicado em inovações futuras. Na concepção de Hamel (1991), os consórcios podem ser oportunidades para um parceiro internalizar as habilidades ou competências de outro e criar competências para a próxima geração.

Nesse contexto, Santoro (2000) defende que o aprendizado é mais propício em arranjos entre empresas e universidades do que entre empresas, porque as universidades têm por missão promover conhecimento para a indústria. E segundo o autor, é improvável em parcerias indústria-indústria, pois a rentabilidade está em jogo para todas as empresas participantes do consórcio.

Igualmente, Brocke e Lippe (2015) mencionam que estudiosos têm se dedicado a reconhecer fatores que melhoram a colaboração entre os membros dos consórcios, bem como contribuem para o gerenciamento da diversidade, que é típica dos arranjos de inovação aberta. Eles destacam que os fatores de sucesso para a colaboração estão relacionados a requisitos comuns a projetos dessa natureza, que são: confiança, nível de comprometimento, liderança, transparência, comunicação e monitoramento.

Santoro e Gopalakrishnan (2001) completam a lista acima, afirmando que a transferência de tecnologia e o aprendizado tornam-se mais evidentes quando, além de estabelecer confiança, as empresas parceiras estão próximas geograficamente e têm políticas favoráveis.

Amparada pelos resultados de seu estudo de caso realizado na Hewlett Packard (HP), Zell (2001) relacionou algumas barreiras à transferência interna de inovação, mas que, como demonstraram outros pesquisadores (CHIESA; MANZINI, 1998; RING; DOZ; OLK, 2005; RITALA; HUIZINGH; WIJBENGA, 2014) coincidem com situações nas quais os envolvidos são agentes externos, como nos consórcios de pesquisa, em que

empresas, universidades, institutos de pesquisa se juntam, a fim de desenvolver ideias e tecnologias, dividindo riscos e despesas, compartilhando conhecimento e experiências.

As barreiras à transferência de inovação identificadas por Zell (2001) são as seguintes:

- *A própria inovação.* Pode ser incompatível com a cultura ou com a estrutura da empresa e, principalmente, porque a inovação pressupõe muitas incertezas, por exemplo, a respeito das vantagens (ou prejuízos) que podem gerar, ou do impacto financeiro que pode causar.
- *Transferência da inovação.* Pode haver resistência quando a inovação (mudança) parte das esferas superiores (modelo *topdown*), pois os empregados podem não ter o compromisso ou não estar preparados adequadamente. Também pode haver dificuldades para transferência quando a comunicação é deficiente ou inexistente.
- *Implementação da inovação.* Vários problemas podem parar a execução da inovação: falta de capacitação e comprometimento dos envolvidos, falta de recursos para treinamento dos empregados, falta de liderança dos gestores responsáveis, *turnover* de gestores de projeto e de empregados, falta de políticas e práticas necessárias para suportar as mudanças geradas pela inovação.
- *Limitações humanas.* As deficiências humanas que dificultam a disseminação de inovação estão associadas, sobretudo, à síndrome do ‘não inventou aqui’, isto é, envolvidos nos projetos de pesquisa resistem a adotar ideias que não sejam de sua autoria.

As conclusões de Zell (2001, p. 7) sobre o estudo na HP dizem respeito à importância de as empresas inovativas criarem “um ambiente capaz de aprender”, ou seja, assegurar que o conhecimento flua de forma adequada e necessária. Segundo a autora, o ambiente confiável permite que os envolvidos cometam erros e possam partilhá-los, a fim de evitar que se repitam.

Zell (2001) também chama atenção para a necessidade de que, para o processo de aprendizagem perdurar, as iniciativas nesse sentido estejam alinhadas com as estratégias da empresa e com os benefícios reais dos seus clientes. Da mesma forma, é preciso

acompanhar e medir a eficácia do aprendizado, com relação aos investimentos aplicados e aos resultados obtidos.

Parolin, Vasconcellos e Bordignon (2006) também estudaram processos internos de inovação de empresas e identificaram barreiras semelhantes às de Zell (2001), referentes à cultura organizacional das empresas, bem como a características individuais de comportamento dos gestores e funcionários envolvidos nos projetos de inovação e das condições de que a organização dispõe e disponibiliza (estrutura, clima organizacional, apoio dos superiores).

Outro enfoque não menos relevante é relativo à utilização do modelo de consórcio de projetos de P&D como meio de internalizar e/ou externalizar tecnologias criadas a partir da disseminação dos resultados das pesquisas (SAKAKIBARA, 2002). No entanto, as indústrias que atuam em ambientes altamente competitivos, com alto nível de globalização e com avançadas capacidades técnicas precisam incorporar a inovação aberta às suas estratégias e, ao mesmo tempo, adotar mecanismos de sigilo para proteger suas inovações.

Ritala, Huizingh e Wijnbenga (2014) já alertaram que o compartilhamento de conhecimento causa tensões (o que partilhar, com quem), especialmente em arranjos de P&D em que há integrantes concorrentes. Esse é mais um desafio para as empresas membros de consórcios de pesquisa.

Smilor, Gibson e Avery (1989) reforçam a constatação das dificuldades no processo de transferência de tecnologia entre membros de alianças colaborativas, que, segundo eles, não acontece de maneira linear; pelo contrário, normalmente o “movimento de ideias é caótico e desordenado”, já que envolve vários níveis de interação entre as empresas, pesquisadores e outras pessoas. Por isso, eles afirmam que o sucesso da transferência de tecnologia está no desafio de gerenciar ‘esse clima’. Os autores também acreditam que, para facilitar o processo transferência, é importante que as interações entre as empresas membros e os pesquisadores sejam constantemente desenvolvidas, nutridas e mantidas.

Para Klevorick *et al.* (1995, p. 188), os consórcios influenciam o aumento do fluxo de P&D do “estoque de conhecimento” das entidades envolvidas. Os autores afirmam que ‘estoques’ precisam ser constantemente reabastecidos, mantendo alta intensidade de P&D ao longo do tempo. A rapidez com que ocorre a renovação é o que distingue entidades com elevadas oportunidades tecnológicas daquelas em que “tais possibilidades são limitadas”.

De acordo com Klevorick *et al.* (1995, p. 189-192), são três as fontes de reabastecimento para oportunidades tecnológicas:

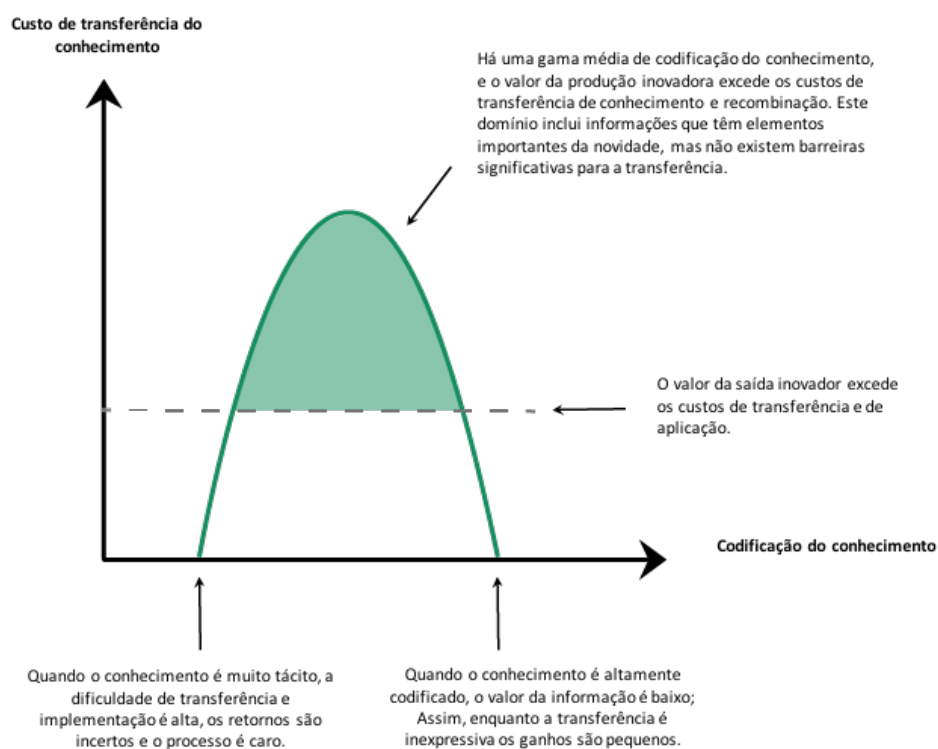
1. *Avanço do conhecimento científico.* A mais importante e poderosa fonte de oportunidades tecnológicas, principalmente por causa dos expressivos avanços tecnológicos ocorridos desde as últimas décadas do século XIX, que teve a “ciência formal” como base do conhecimento. Por isso, “[...] a educação de uma nova geração de cientistas industriais pode ser vista como a maior contribuição das universidades, o local da maior atividade científica de base, para o avanço técnico”.
2. *Avanços tecnológicos originários de fora da indústria.* Dizem respeito às contribuições de melhoria que, direta ou indiretamente, outros agentes fornecem ao novo produto ou ao processo em desenvolvimento. Podem ser outras indústrias, de setores diferentes, assim como fornecedores ou clientes. Incluem também laboratórios governamentais, universidades, entidades profissionais e técnicas, e inventores independentes.
3. *Feedbacks de tecnologia.* Referem-se a novos conhecimentos que enriquecem oportunidades tecnológicas futuras. Ou seja, “[...] o que uma empresa aprende com o seu próprio P&D pode ser reforçado por *feedback* de outras entidades que fazem uso do novo produto ou processo”. No entanto, os autores chamam a atenção para o fato de que as evidências mostram que, embora as contribuições sejam importantes para o melhor desenvolvimento de P&D e avanços tecnológicos de algumas indústrias, não se pode garantir que somente os *feedbacks* propiciem tal progresso.

É necessário observar que, nos arranjos colaborativos, a transferência de conhecimento não ocorre somente no processo de desenvolvimento da tecnologia de interesse das entidades envolvidas, mas também pela troca de experiências e de *expertises*

desconhecidas ou pouco exploradas por uma entidade sozinha. Nesse caso, o compartilhamento se traduz em complementação de capacidades, que se reforçam quando se juntam.

Em outra análise, Powell e Grodal (2005, p. 76) argumentam que o custo da transferência de conhecimento é proporcional ao tipo de conhecimento transferido e ao grau de codificação do conhecimento adquirido, bem como ao nível de inovação alcançado. Eles concluíram que “quando o conhecimento envolve um grau moderado de complexidade, os benefícios derivados da transferência podem ser maiores” (POWELL; GRODAL, 2005, p. 76), como mostra a Figura 3.1.

FIGURA 3.1 – Transferência do conhecimento



Fonte: POWELL; GRODAL, 2005, p. 76. Tradução e adaptação do autor.

Os autores afirmam ainda que a “comunicação é crítica para a troca de informações” e que ela é prejudicada quando as entidades envolvidas têm graus diferentes de capacidade de absorção ou de reconhecimento do valor de novas informações, quer

dizer, da “capacidade de assimilá-las e aplicá-las para fins comerciais” (POWELL; GRODAL, 2005, p. 76).

Omidvar, Edler e Malik (2017) ratificam essa visão, afirmando que a capacidade de absorção (CA) passou a ser pré-condição para o aprendizado no ambiente de conhecimento. Na definição desses pesquisadores, a capacidade de absorção está relacionada à habilidade das empresas em adquirir, assimilar e aplicar o conhecimento externo adquirido.

A partir de estudo de caso, Omidvar, Edler e Malik (2017, p. 680) chegaram à conclusão que “[...] os mecanismos de aprendizagem não permitem somente aprender, mas também contribuem para a capacidade de aprender o futuro”, quer dizer, desenvolver a capacidade de aprendizado ao longo do tempo, em diferentes estágios da colaboração, em diferentes tipos de fronteiras. Eles defendem que a aprendizagem desenvolvida em uma colaboração permite que em futuros consórcios, a capacidade de absorção de conhecimento já se inicie em nível mais alto.

Nesse sentido, o estudo de Omidvar, Edler e Malik (2017, p. 681) descobriu que o desenvolvimento da “aprendizagem transformadora” exige, além da sintonia dos esforços coletivos, um profundo envolvimento das empresas participantes, inclusive no que se refere à mudança das práticas predominantes. Eles ainda concluíram que, para usufruir de todos os benefícios das colaborações de P&D, é fundamental que as empresas incentivem sistematicamente a transferência de conhecimento intraorganizacional, bem como novas práticas durante e após as colaborações.

3.4.2 Tensões do processo de compartilhamento de conhecimento

Na avaliação de Corsaro, Cantú e Tunisini (2012) as redes de P&D são formadas por “atores heterogêneos”, com comportamentos diferentes, porque podem ter metas divergentes, bem como diferentes tipos de motivações, recursos e capacidades. Por isso,

os consórcios representam contextos sobrecarregados de tensão, que podem afetar os processos de busca e integração de conhecimento.

Fundamentados em pesquisas, Alexy, George e Salter (2013), e Ghosh e Rosenkopf (2014) argumentaram que a integração de conhecimento em redes de P&D é um processo delicado, em que ocorrem atritos, tensões e contradições.

Yami e Nemeh (2014) alertam que as redes de P&D estão longe de ser estáveis e fáceis de gerenciar. É importante destacar que as tensões que emergem dos desenhos e das configurações organizacionais dos consórcios de P&D podem afetar a capacidade e a disposição dos “atores” para implementar a busca e integração de conhecimento (RITALA; HUIZINGH; ALMPANOPOULOU, 2017).

Ritala, Huizingh e Almpanopoulou (2017) declaram que as preocupações com que tipo de conhecimento pode ser compartilhado – e com quem – estão relacionadas com o perfil dos integrantes do consórcio, ou seja, se são concorrentes ou não. Eles observam que a colaboração entre empresas concorrentes – “coopetição” –, apesar de causar mais tensões e restrições no processo de compartilhamento de conhecimento, é o modelo que mais tem sido implementado nos últimos anos, sobretudo, em setores relacionados à inovação.

Nesse sentido, Branstetter e Sakakibara (2002) afirmam que o potencial de propagação de P&D é maior entre empresas que atuam na mesma área tecnológica. Eles acreditam que um ambiente com maior nível de competição provoca redução efetiva do nível de incremento de P&D, o que acaba reduzindo o potencial de sucesso do consórcio.

Com base em amplo estudo sobre as tensões nos processos de busca e a integração de conhecimento em consórcios de P&D, Ritala, Huizingh e Almpanopoulou (2017) descobriram que o comportamento dos atores relativo aos processos de conhecimento tem forte relação com a percepção acerca das tensões inerentes às redes de colaboração. Os autores também descobriram que o papel da empresa (central ou periférica) na rede, bem como as características do arranjo (sobretudo a proximidade do nível de

conhecimento), afetam como as tensões são percebidas e os tipos de solução e mecanismos que são adotados para resolver as tensões.

3.4.3 Patentes/propriedade intelectual

Ao adquirir uma tecnologia desenvolvida interna ou externamente, a empresa deve considerar o nível de controle que ela exige. Em projetos de pesquisas cujos resultados são promissores, é provável que a empresa queira manter estrito controle interno. Por outro lado, em um projeto com problemas, que exige técnicas específicas em uma área que extrapola o escopo dos negócios da empresa envolvida, é mais indicado contratar parceiros externos, como institutos de pesquisas, instituições acadêmicas, entre outros (TROTT, 2012).

A disseminação de conhecimento altamente valioso para potenciais concorrentes pode comprometer a posição de mercado e, quando isso ocorre, as empresas costumam buscar proteção formal de propriedade intelectual (principalmente por meio de patentes) antes de se engajarem nesse tipo de parceria. Nesses casos, observa-se princípios e requisitos previstos em acordos internacionais que regulamentam a proteção de conhecimentos novos nos países signatários.

De acordo com Czarnitzki, Hussinger e Schneider (2015), para aderir a um consórcio de P&D, as empresas devem considerar o tipo de parceiros do arranjo de colaboração e o tamanho da empresa, porque são fatores que podem provocar incertezas com relação a direitos de propriedade intelectual (DPIs), o que, conseqüentemente, leva à redução da colaboração entre os participantes, inclusive afetando a produção de conhecimento.

Da mesma maneira, o alto nível de incerteza em colaborações de P&D resulta em ameaça de expropriação de conhecimento que não esteja garantido por algum mecanismo de proteção, o que acaba reduzindo o poder de barganha entre os parceiros, além de aumentar os custos de pesquisa e provocar informações discrepantes. Consórcios de P&D em que os direitos de propriedade intelectual são incertos

diminuem a colaboração entre as empresas membros concorrentes, o que, por esse motivo, não ocorre em arranjos estabelecidos com fornecedores, consumidores e universidades, já que, nesse tipo de arranjo, os participantes não concorrem no mesmo mercado (CZARNITZKI; HUSSINGER; SCHNEIDER, 2015).

Zobel, Lokshin e Hagedoorn (2016) também ressaltam a necessidade de proteção das atividades de inovação das empresas, destacando os mecanismos de apropriação, que podem variar (formal ou informalmente), conforme o grau e as características de abertura e de inovatividade apresentados. Os autores lembram que o processo de inovação é imprevisível, por isso as decisões sobre a implementação de estratégias de apropriação devem ser tomadas antes ou, no máximo, concomitantemente às ações relacionadas à inovação da empresa. À medida que novos conhecimentos são criados e combinados, as questões acerca da proteção das atividades de inovação se tornam particularmente relevantes.

Segundo Zobel, Lokshin e Hagedoorn (2016), os mecanismos formais de apropriação são aqueles baseados na propriedade intelectual (patentes, marcas registradas, direitos autorais e direitos de *design*) e os mecanismos informais de apropriação são sigilo, prazo e complexidade, e estão baseados em conhecimento confidencial geralmente tácito. Os mecanismos formais dão às empresas inovadoras direitos limitados no tempo para explorar suas descobertas, suas invenções e seus novos projetos protegidos por lei, enquanto os mecanismos informais permitem que as empresas inovadoras se beneficiem das vantagens do pioneirismo por meio da comercialização antecipada de inovações ou se beneficiem de novos produtos e processos complexos que são difíceis de ser imitados por outras empresas em curto período de tempo.

A escolha do mecanismo de apropriação pode ser influenciada pelo tamanho da empresa, suas características ou o setor da indústria. Mas também depende do grau de novidade das inovações das empresas – as atividades inovadoras das empresas podem ser ‘radicais’ (referem-se a produtos que são novos no mercado) ou ‘incrementais’ (relacionadas a produtos adaptados, aperfeiçoados ou aprimorados, originários de

conhecimento tecnológico comum existente) (ZOBEL; LOKSHIN; HAGEDOORN 2016).

Estudo realizado por Czarnitzki, Hussinger e Schneider (2015) mostrou que nos ambientes em que os direitos de propriedade intelectual (DPIs) são incertos, as pequenas empresas são as mais afetadas. Isso porque a possibilidade de expropriação do conhecimento não compensa os ganhos da colaboração, ainda que para esse segmento o compartilhamento de recursos e de riscos seja muito importante, além da aprendizagem que a colaboração proporciona e que é potencialmente maior para as pequenas empresas.

Czarnitzki e Fier (2003) afirmam que as pequenas e médias empresas (PMEs) tendem a se beneficiar mais da propagação de conhecimento que ocorre no ambiente dos consórcios, bem como das tecnologias desenvolvidas. Segundo os autores, isso torna mais provável a solicitação de patentes.

Por sua vez, Buss e Peukert (2015) destacam que há diferentes mecanismos de proteção formal e que, no caso das relações de terceirização da P&D, a eficácia para evitar vazamentos varia conforme o país. Esses autores afirmam que as empresas que usam medidas de proteção formal de propriedade intelectual (PI) correm menos riscos de violação.

Baseados em suas pesquisas, Buss e Peukert (2015) identificaram alguns fatores que demonstram o efeito da alocação de direitos de propriedade sobre a probabilidade de violação de propriedade intelectual:

- *Terceirização Horizontal (com concorrentes) X Vertical (com fornecedores e clientes)*. Resultados de estudos desses pesquisadores indicaram que os arranjos horizontais apresentam menos problemas de violação de PI do que os verticais, porque, segundo eles, em acordos horizontais há uma ligação mais direta entre as empresas envolvidas no produto (objeto da pesquisa em desenvolvimento).

- *Papel da proteção de PI.* Nesse caso, a preocupação refere-se às medidas de proteção de PI que as empresas adotam antes de aderir a um arranjo de terceirização vertical, e como isso afeta ou interfere na relação entre terceirização e infração.
- *Diferenças entre indústrias.* Estão relacionadas às diferenças de acesso aos mecanismos formais de proteção de PI e à natureza da terceirização da P&D em todos os tipos de indústria. Isso significa que a escolha da proteção de PI do arranjo de P&D pode ser completamente diferente do que seria específica ou individualmente para cada uma das empresas envolvidas.

Em se tratando de conhecimento, Buss e Peukert (2015) revelam que as indústrias com uso intensivo de conhecimento estão mais propensas a sofrer violações de PI quando terceirizam P&D, o contrário do que ocorre com as indústrias que exigem menos transferência de conhecimento, cuja inovação molda o produto final de forma mais direta. A verdade é que, como afirmam Zobel, Lokshin e Hagedoorn (2016), à medida que as empresas se tornam mais abertas em seus processos de inovação, elas precisam proteger cada vez mais seus conhecimentos.

Os estudos de Buss e Peukert (2015) ainda concluíram que, em relação a produtos em estágio inicial, uma empresa pode lucrar com colaboradores externos (embora sob risco de perder o controle sobre a propriedade intelectual inicial) e, ao mesmo tempo, pode garantir vantagem competitiva no mercado final de produtos.

Para Czarnitzki e Fier (2003), o principal objetivo da pesquisa é fazer com que os resultados de P&D sejam utilizados de maneira eficaz e eficiente. Dessa maneira, eles lembram que, de acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), as estatísticas demonstram que a capacidade tecnológica e de inovação de um país é medida pelo número de patentes registradas.

Os mesmos pesquisadores declaram ainda que as patentes representam papel fundamental no processo de inovação, não somente com o intuito de proteger invenções, mas também como fonte de informação para o planejamento e a implementação de P&D.

Portanto, de acordo com Czarnitzki e Fier (2003), as patentes têm importante papel no processo de inovação, não somente como instrumento de proteção para as invenções, mas também como fonte de informação para o planejamento de iniciativas de pesquisa e desenvolvimento.

Branstetter e Sakakibara (2002) concordam: para eles, os registros de patentes proporcionam um índice mais direta e facilmente mensurável da produção inovadora resultante dos consórcios de pesquisa.

4 Portfólio de inovação

Segundo Burgelman, Christensen e Wheelwright (2012, p. 488), “[...] tomar decisões do tipo prossegue/não prossegue com relação aos projetos”, em um ambiente de P&D, vai além do estímulo à geração de ideias. O processo envolve também combinar e agrupar ideias que permitirão às empresas abranger de forma eficiente as áreas necessárias ao desenvolvimento dos novos produtos e processos. Ao mesmo tempo, é primordial criar e definir alternativas para complementar ou somar aos resultados das pesquisas e das opções que surgem naturalmente.

Porém, muitas vezes o sucesso do novo produto depende das atividades de pré-desenvolvimento, ou o chamado *front-end* dos projetos. Khurana e Rosenthal (1998) esclarecem que o modelo contempla em suas primeiras atividades a geração de ideias, a análise de mercado e a avaliação tecnológica. Essas atividades dão suporte às fases subsequentes do processo que, se bem elaboradas, fundamentam um caminho capaz de orientar melhor as decisões de desenvolvimento do novo produto.

Paralelamente a essas questões, a gestão de portfólio de projetos em tecnologia é tema de crescente interesse entre as empresas e os institutos de pesquisas. Para que uma empresa obtenha o máximo retorno dos investimentos em desenvolvimento, é essencial que seja criado e proposto de acordo com o negócio da organização o *mix* correto de projetos, isto é, aqueles que utilizam os recursos sustentados por novas tecnologias.

Cooper (2013) define gestão de portfólio da seguinte maneira:

Trata-se de um processo dinâmico de decisões por meio do qual a lista dos projetos de novos produtos (e de desenvolvimentos) ativos de uma empresa é constantemente examinada e atualizada. [...] O processo de decisão do portfólio é caracterizado por informações imprecisas e mutáveis, oportunidades dinâmicas, considerações estratégicas e metas múltiplas, interdependência entre projetos e múltiplos locais e tomadores de decisão (COOPER, 2013, p. 295).

Nesse processo, novos produtos são avaliados, selecionados e priorizados. E haverá os produtos que podem ser acelerados, ‘mortos’ ou ‘despriorizados’. Dessa forma, recursos

são alocados e realocados para projetos ativos (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997, p. 1).

Contudo, esses pesquisadores ressaltam que o gerenciamento de portfólio não se resume à decisão de prosseguir ou não com a pesquisa e desenvolvimento. Há muitas outras implicações, que acabam por transformar as decisões ao longo do percurso em alguns dos maiores desafios da gestão de empresas.

Primeiro, porque o gerenciamento de portfólio está relacionado a eventos e oportunidades futuras, o que indica situações de incerteza. Segundo, devido ao dinamismo do ambiente de decisões, no qual o *status* e as perspectivas dos projetos mudam constantemente, à medida que novas informações se tornam disponíveis. Também porque projetos de portfólio estão em diferentes estágios de conclusão e concorrem entre si por recursos. Por fim, os recursos alocados são limitados, e a decisão de financiar um projeto pode significar tirar recursos de outro (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997a).

Em consenso, Terwiesch e Ulrich (2008) chamam atenção para o fato de que o planejamento de portfólio exige a execução de várias tarefas, que precisam estar (ou ser) balanceadas ao longo do desenvolvimento dos projetos da empresa. Ao mesmo tempo, eles lembram que é no planejamento de portfólio que as oportunidades – de inovação e de mercado – coincidem com os objetivos da empresa. Haja vista que, enquanto os pesquisadores/inventores se preocupam com o sucesso das oportunidades individuais, os gestores estão focados em atingir as metas financeiras correspondentes à empresa como um todo.

De todo modo, o principal preceito do gerenciamento de portfólio é o equilíbrio, uma forma de alcançar os resultados financeiros necessários, em meio a ambientes/mercados com demandas competitivas e informações incompletas (TERWIESCH; ULRICH, 2008).

Do outro lado, Cooper (2001) destaca que o mau gerenciamento do portfólio pode gerar:

- Foco de curto prazo nos esforços de desenvolvimento: concentração de esforços em pequenos projetos;
- Escolha de projetos errados que consomem muitos recursos;
- Excesso de projetos e pessoas que acabam exaurindo os recursos do processo de inovação.

Na mesma linha de pensamento, Dickinson, Thornton e Graves (2001) advertem que, embora as ferramentas e os usos do gerenciamento de portfólio tenham mudado ao longo dos anos, a necessidade primordial das empresas é a mesma, ou seja, alocar recursos limitados para os projetos, de modo a equilibrar risco, retorno de investimento e alinhamento com a estratégia corporativa.

As empresas se deparam com duas questões para promover o alinhamento estratégico do portfólio de projetos (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997):

- Ajuste estratégico: fazer com que todos os projetos sejam consistentes com a estratégia do negócio;
- Distribuição de gastos: fazer com que a repartição dos gastos reflita as prioridades estratégicas da empresa.

Nesse sentido, Terwiesch e Ulrich (2008) apontam que os responsáveis pela inovação nas empresas tentam encontrar equilíbrio, conjugando as estratégias existentes para avaliar oportunidades, junto com maneiras de explorar as possibilidades que as inovações proporcionam para redefinição das estratégias. Isso pode se dar por meio da abordagem *top-down*, quando a estratégia existente molda o portfólio de inovação, ou pela abordagem *bottom-up*, modelo pelo qual a inovação é utilizada para redefinir as estratégias.

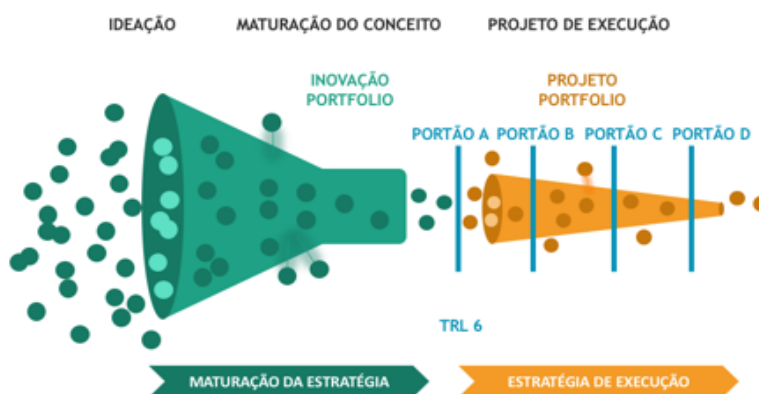
Como sugere Mathews (2010), é relevante atentar para as diferenças entre portfólio de projeto e portfólio de inovação, já que eles se distinguem não somente pelos objetivos,

mas também por outras particularidades. Ele destaca especialmente a importância do portfólio de inovação para a implementação da estratégia das empresas.

Enquanto o portfólio de projeto está direcionado à execução e entrega de produtos, o portfólio de inovação se dedica ao desenvolvimento de estratégias de portfólio coerentes, bem como ao amadurecimento e à seleção de conceitos. O portfólio de inovação agrega processos de ideação por meio dos quais os conceitos são desenvolvidos e convertidos em produtos (MATHEWS, 2010).

Como atesta Mathews (2010), o portfólio de inovação conecta os eventos de ideação existentes, nos quais nascem as ideias. Por outro lado, é nos processos do portfólio de projetos que conceitos já amadurecidos são desenvolvidos até se tornarem produtos ou serviços, conforme representado na Figura 4.1.

FIGURA 4.1 – O portfólio de inovação conecta a ideação ao desenvolvimento de produto



Fonte: MATHEWS (2010, p. 31). Tradução do autor.

Entre outras diferenças, Mathews (2010, p. 32) observa que, no portfólio de projetos, a condução dos processos se baseia em estratégias definidas, com baixas taxas de atrito ou incertezas. Contrariamente, o portfólio de inovação é iniciado a partir de uma estratégia fracamente definida, o que Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001) chamaram de “intenção estratégica”.

Mathews (2010) completa dizendo que a entrega de um portfólio de inovação consiste em uma estratégia bem articulada e, se estiver associada a um conjunto de conceitos promissores, produz importantes perspectivas de projetos de P&D para as empresas e igualmente contribui para tomadas de decisão sobre investimentos fundamentadas em estratégias maduras e factíveis para novos produtos e mercados (MATHEWS, 2010).

Da mesma forma, Christensen (2012) chama atenção para estudos que apontam que novos negócios de risco bem-sucedidos trocaram suas estratégias comerciais por iniciativas com objetivo de aprender sobre o mercado de interesse – suas necessidades ou quão grandes eles podem se tornar. O autor defende que, para ambientes de inovação de ruptura, as empresas adotem um “planejamento direcionado para a descoberta” (de novos mercados, clientes e aplicações), identificando as hipóteses em que seus planos de negócio e expectativas estão fundamentados. Com isso, evita-se o dispêndio desnecessário de tempo e dinheiro, o que também possibilita adquirir vantagem competitiva pelo pioneirismo.

Portanto, de acordo com Christensen (2012), é preciso reconhecer as incertezas de um mercado em desenvolvimento e, para enfrentar as mudanças tecnológicas disruptivas, é necessário direcionar o planejamento e as estratégias para o aprendizado e não para a execução. Segundo esse autor, as empresas estão acostumadas a trabalhar inovação em contexto incremental, cujos mercados e necessidades dos clientes já são conhecidos, e a maneira de administrar a inovação nesse tipo de ambiente é diferente quando se trata de tecnologia de ruptura.

Para Christensen (2012), o fato de os mesmos processos de análise e de tomada de decisão da inovação incremental serem aplicados para tecnologias de ruptura pode ter “efeito paralisante” nas empresas, uma vez que o emprego inadequado de *marketing*, investimentos e equívocos na própria administração acaba por incapacitar as empresas para criar novos mercados em que as tecnologias disruptivas são utilizadas em primeiro lugar.

Ghapanchi *et al.* (2012) advertem que estratégias eficazes de avaliação e seleção de projetos podem impactar diretamente a produtividade e a lucratividade da organização. Ao mesmo tempo, eles lembram que algumas das características mais críticas dos investimentos em projetos de tecnologia/ inovação são o alto grau de risco e as incertezas associadas a eles.

Por isso, Ghapanchi *et al.* (2012) chamam atenção para o fato de que as metodologias para seleção de portfólios devem considerar as interações e as interdependências entre os projetos e que, antes de tomar qualquer decisão de avaliação de investimento, devem ser avaliadas as interações dos projetos, no que diz respeito aos recursos que eles usam e os produtos que produzem, já que depois da implementação é difícil selecionar projetos para investimento, controlar o desenvolvimento e medir o retorno dos negócios.

Do mesmo modo, são essenciais a percepção e o apoio da alta administração quanto às incertezas desse ambiente, e ao mesmo tempo é necessário que os tomadores de decisão estejam dispostos a correr os riscos inerentes, pois descobrir novos mercados para tecnologias de ruptura implica prováveis fracassos ao longo do processo de P&D (CHRISTENSEN, 2012).

Nesse contexto, Mathews (2010) argumenta que a dificuldade para alinhar conceitos com a estratégia – que ainda não está definida – pode ser superada com a reunião dos conceitos do estágio inicial em torno da estratégia específica e, oportunamente, proceder ao descarte dos grupos que não estejam em conformidade com os objetivos traçados pela empresa. Entretanto, a definição dos critérios para a entrada no portfólio de inovação requer um nível mais baixo possível, para evitar que os conceitos com potencial de sucesso sejam eliminados prematuramente.

Mathews (2010) ainda lembra que, além de sistematizar o amadurecimento dos conceitos em estágio inicial, o portfólio de inovação auxilia na preparação da estrutura organizacional para o processo de incorporação e desenvolvimento da inovação.

Especificamente com relação a portfólios de inovação e com intuito de organizar as informações coletadas ao longo dos processos dos projetos do portfólio, Mathews (2011, p. 2) sugere a implementação de uma “arquitetura do portfólio de inovação”, que está alinhada e é projetada para comportar o processo de inovação não linear. Para o autor, uma estrutura de transição de informações organizada por fases é capaz de acomodar o processo complexo e efervescente de amadurecimento de conceitos, que surgem dentro de um portfólio de inovação.

No entanto, para definir a arquitetura do portfólio de inovação, Mathews (2010, p. 33) adverte que é preciso considerar alguns “desafios conceituais”:

- Pelo menos no início do processo, conceitos têm pouco valor, e a maioria tem poucos dados disponíveis;
- Nem todos os conceitos podem ser aplicáveis, mas todos devem ser desenvolvidos até certo ponto, a fim de que seja identificado algum conceito válido;
- É difícil determinar o valor de um conceito específico sem uma estratégia bem articulada (que ainda não existe);
- A grande mistura de conceitos torna a comparação desafiadora.

Mathews (2011) defende que, em uma estrutura de fases, coletar e organizar informações sobre um conceito inovador é tão significativo quanto acompanhar a maturação das ideias surgidas. A estrutura de fases permite garantir eficiência no uso do tempo do analista partilhando as informações tão logo elas estejam disponíveis.

De acordo com Mathews (2011), o portfólio de inovação tem quatro fases, cada uma caracterizada por acrescentar detalhes às informações de conceito:

- *Fase 0 (zero)*. Propicia triagem em que características qualitativas são atribuídas a ‘conceitos-candidatos’;
- *Fase 1*. Reúne informação quantitativa inicial no nível de estimativas da ordem aproximada de grandeza (*rough order of magnitude* - ROM) para cada um dos atributos;
- *Fase 2*. Exige mais detalhes na forma de valor de alcance, em que três cenários estão claramente delineados;

- *Fase 3.* Propicia formato para estimar fluxos de caixa anuais para todos os cenários.

Os atributos utilizados para avaliar os conceitos são o pilar da arquitetura do portfólio de inovação, e identificar adequadamente os atributos é um passo fundamental para o processo de desenho do portfólio. Os atributos contribuem para responder às questões de *performance* mais relevantes acerca das perspectivas de um conceito, por isso o ideal é coletar o máximo de dados dos atributos, o suficiente para tomar uma decisão a respeito do conceito (MATHEWS, 2011).

A conclusão de Mathews (2011) é que o processo do portfólio de inovação proporciona um sistema estruturado para avaliar o potencial valor de cada um dos vários conceitos que uma empresa deve considerar antes de selecionar aqueles que farão parte dos projetos que serão financiados.

Com o objetivo de contribuir para que as empresas alcancem o alinhamento do portfólio de tecnologia com a estratégia do negócio, Say, Fusfeld e Parish (2003) desenvolveram uma ferramenta para obtenção de resultado eficaz e compreensível tanto para as equipes técnicas quanto para os responsáveis pela área de negócios. Para eles, o valor da ferramenta é instigar as empresas a identificar e questionar as características dos seus processos para a composição do portfólio de projetos, a fim de que estejam relacionados com a estratégia do negócio.

A ferramenta estabelece dez “dimensões do alinhamento”, e a característica mais importante da sua utilização é garantir que o portfólio de projetos esteja em conformidade com a estratégia do negócio, o que é alcançado por meio de diálogo contínuo até que o alinhamento seja alcançado (SAY; FUSFELD; PARISH, 2003, p. 33). São elas:

1. Tamanho e natureza dos objetivos de negócios futuros (mercados);
2. Requisitos de tempo de reunião;
3. Retorno sobre ativos existentes (pessoas, competências, tecnologia, P&D, equipamentos, capital de giro, propriedade intelectual, marca, tecnologia da informação);

4. Investimento em novos ativos;
5. Alinhamento do portfólio com equilíbrio dos objetivos do negócio (extensões de linha v. novos produtos v. produtos exploratórios v. processos v. serviço/soluções);
6. Novo objetivo para taxa de vendas;
7. Necessidade de novos mercados ou áreas de negócios v. áreas de negócio existentes;
8. Produtos/Processos novos e melhorados v. redução de custos;
9. Alinhamento com tolerância para negócios de risco;
10. Compromisso organizacional.

Por serem genéricas, as dimensões podem ser aplicadas a vários segmentos, embora os autores ressaltem que cada empresa deve identificar quais dimensões se aplicam ao seu negócio.

Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1997) declaram que a estratégia e a alocação de recursos para novos produtos devem estar perfeitamente conectadas. Eles concordam que a estratégia de um negócio é operacionalizada por meio das decisões das empresas sobre onde aplicar o dinheiro. Os pesquisadores reforçam essa ideia, observando que o gerenciamento de portfólio tem três objetivos principais:

- Maximização do valor do portfólio, com relação a um objetivo, como a lucratividade, por exemplo;
- Equilíbrio no portfólio, que pode ser em diversas dimensões, como risco *vs.* recompensa, aplicação dos recursos por tipo de projeto, mercado e linha de produto;
- Conexão para a estratégia (ajuste de estratégia e alocação de recursos, *que* refletem a estratégia do negócio (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1997).

Os autores complementam que nenhum dos três objetivos parece ser predominante e nenhum modelo de portfólio ou abordagem parece capaz de alcançar todos os três objetivos.

A visão de Kaiser, El Arbi, e Ahleman, (2015), por sua vez, é baseada em uma teoria, testada por eles em pesquisa, cujo fundamento principal consiste no pressuposto de que o gerenciamento bem-sucedido do portfólio de projetos e, conseqüentemente, a

implementação efetiva da estratégia, está intrinsecamente associado ao alinhamento estrutural da organização com as necessidades do Gerenciamento do Portfólio de Projetos (GPP). Para Kaiser, El Arbi, e Ahleman, (2015), há o reconhecimento de que o ambiente é fator determinante de estratégias bem-sucedidas, portanto a adaptação da estratégia ao ambiente é importante, já que as mudanças organizacionais desencadeiam ajustes nas estratégias.

Com base nos resultados da pesquisa, Kaiser, El Arbi, e Ahleman, (2015) observaram o impacto da implementação do GPP sobre as estruturas das empresas, antes e depois das transformações ocorridas no ambiente. Também foi constatado que, em momentos de ameaças estratégicas, as empresas tendem a centralizar o desenvolvimento e a execução das estratégias. E cada empresa tem objetivos e metas específicos que norteiam a definição de critérios para a seleção dos projetos que irão compor o portfólio. No caso da pesquisa realizada pelos autores, as decisões da seleção são baseadas em fatores derivados da estratégia.

De acordo com a teoria de Kaiser, El Arbi, e Ahleman, (2015), as informações originadas e geradas nos projetos e no portfólio geral desencadeiam as mudanças e a adaptação estruturais, por conseguinte conduzem à definição e à implementação eficaz das estratégias da organização. Os autores explicam que a utilização de informações estratégicas como ponto de partida para o projeto de GPP possibilita que as organizações sejam capazes de estabelecer relação estreita entre a estratégia e os processos de gerenciamento de portfólio de projetos e, desse modo, possam implementar estratégias com sucesso.

Não é fácil determinar qual o processo de gerenciamento de portfólio é o mais adequado para cada empresa, porém Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1997) recomendam alguns processos de decisão que parecem ter funcionado para algumas das organizações que fizeram parte das suas pesquisas. São os seguintes:

- *Planejamento corporativo.* Processo pelo qual os recursos da empresa são distribuídos entre as unidades de negócio, cada uma com sua própria missão e estratégia.

- *Desenvolvimento de estratégia no nível da unidade de negócio.* Normalmente a estratégia das unidades de negócio também inclui novas estratégias de produto, que especificam novos objetivos para o produto, foco de atuação, ou planos e prioridades afins.
- *Novo processo de produto das unidades de negócio.* Processo formal ou *roadmap* do desenvolvimento de novos produtos desde a ideia até o seu lançamento no mercado.
- *Revisão de portfólio.* Revisão periódica do portfólio de todos os projetos, ativos ou ‘em espera’, a fim de identificar o destino dos recursos e a adequação da aplicação.

Na busca pela escolha certa da aplicação dos investimentos, as empresas podem recorrer ao *benchmarking* da *performance* do gerenciamento de portfólio de projetos dos concorrentes. A partir dos resultados de estudo de caso realizado por ele, Menke (2013) sugere que o *benchmarking* possibilita alcançar e/ou adequar as melhores práticas do gerenciamento de portfólio de projetos, objetivando melhorar esses processos e tornar o GPP da empresa mais eficaz.

Para isso, Menke (2013) alerta que o cuidado na escolha dos participantes do estudo de *benchmarking* é muito importante para a identificação e a validação das melhores práticas. Pesquisas realizadas pelo autor apontaram que muitas empresas promovem mudanças significativas nos seus processos e práticas de gerenciamento de portfólio de projetos, a partir do aprendizado resultante do *benchmarking*.

5 Maturidade da inovação tecnológica

Não se pode deixar de refletir acerca da complexidade dos processos de desenvolvimento e de aplicação de inovações tecnológicas e, sendo assim, Chiaroni, Chiesa e Frattini (2010) e Chesbrough (2012) enfatizam a necessidade de atenção ao nível de incerteza que a abertura de um sistema de inovação pode gerar, já que quanto mais fontes de ideias uma entidade desenvolvedora de tecnologias tiver, mais avaliações serão necessárias. Dessa maneira, conhecer os estágios de maturidade do desenvolvimento de cada tecnologia possibilita soluções favoráveis para os projetos inovadores, por meio da minimização de riscos e perdas de investimentos (VERGANI, 2012).

O desconhecimento do nível de maturidade de uma tecnologia torna imprevisível sua aplicação, com falsos entendimentos e chances de erro. Por isso, os desenvolvedores de tecnologias precisam de métodos avaliativos e de acompanhamento do desenvolvimento de suas pesquisas, a fim de reduzir os impactos das incertezas.

Vale lembrar que falhas em projetos de materiais e equipamentos podem ser responsáveis por grandes catástrofes. Lima (s.d.) cita três exemplos marcantes, que tiveram repercussão mundial:

- *O naufrágio do navio Titanic*. Devido ao “alto teor de enxofre presente na composição química do aço, ocorreu a fragilização do material pela baixa temperatura de operação”;
- *O acidente que provocou a morte do piloto Ayrton Senna*. “[...] soldagem mal executada na barra de direção do seu carro”;
- *A explosão do ônibus espacial Columbia*. “[...] descolamento de um grande pedaço de espuma do tanque de combustível”.

Um exemplo recente refere-se ao rompimento de duas barragens de rejeitos de minério de ferro, em Mariana (2015) e Brumadinho (2018), cidades de Minas Gerais, Brasil, em que o fenômeno tixotropia (liquefação estática), apontado como responsável, não estaria na lista dos itens a serem controlados para a segurança de barragens. Esses são

exemplos que demonstram o valor de uma ferramenta/metodologia que funcione como termômetro da prontidão tecnológica.

Para analisar os estágios de maturidade das tecnologias, aplica-se a escala do nível de prontidão tecnológica (*Technology Readiness Level - TRL*), “[...] um sistema de medição sistemática que dá suporte à avaliação da maturidade de uma determinada tecnologia e a comparação consistente de maturidade entre diferentes tipos de tecnologia” (MANKINS, 1995, p. 1).

Na interpretação de Mankins (2009), o método de avaliação da prontidão tecnológica ou avaliação da maturidade tecnológica (*Technology Readiness Assessment - TRA*) deve ser aplicado em vários momentos do “ciclo de vida” de uma nova tecnologia, ou seja, em todos “[...] os pontos quando uma organização busca determinar a maturidade de uma nova tecnologia e/ou sua capacidade, incluindo níveis exigidos de engenharia ou de desempenho relacionado à economia” (MANKINS, 2009, p. 1217, tradução nossa).

5.1 Escala TRL

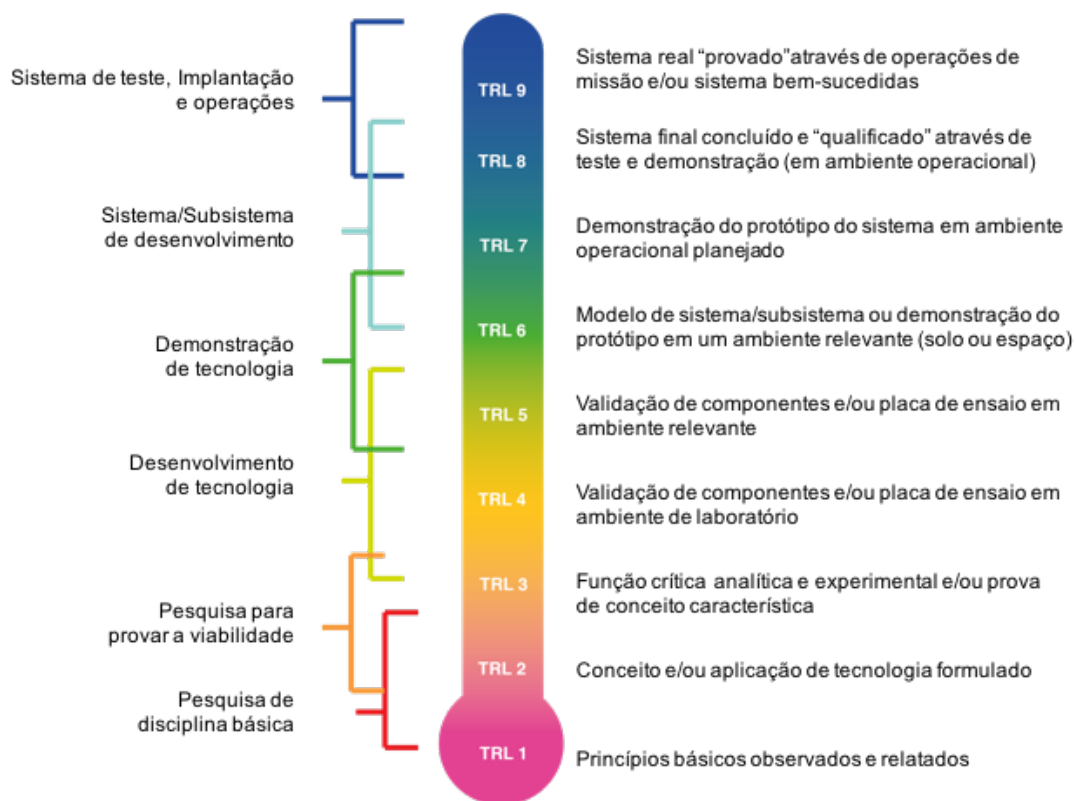
A metodologia de avaliação da prontidão tecnológica (*Technology Readiness Assessment - TRA*), desenvolvida na década de 1980 pela Agência Espacial Norte-Americana (*National Aeronautics and Space Administration - NASA*), é representada pela escala do nível de prontidão tecnológica (*Technology Readiness Level - TRL*), que permite atribuir a maturidade das tecnologias (MANKINS, 2009).

A escala TRL propicia o monitoramento dos processos de desenvolvimento e de produção de tecnologias novas e existentes. A escala mostra um panorama momentâneo da prontidão ou maturidade da tecnologia em estudo, além do seu grau de avanço até ser incorporada a um produto industrial.

Como mostra a Figura 5.1, a escala TRL ordena nove níveis que uma nova ideia, conceito ou achado científico deve percorrer, desde a descoberta da tecnologia até o

momento do início da aplicação em um produto ou sistema já existente, ou, se for o caso, até tornar-se um produto inteiramente novo ou inédito.

FIGURA 5.1 – Visão geral da escala de nível de maturidade tecnológica (TRL)



Fonte: MANKINS (2009, p. 1218).

Os primeiros níveis, entre o TRL1 e o TRL3, correspondem às etapas de concepção da inovação, por isso, nessas fases, as universidades são os principais associados do projeto, já que são os locais típicos para a geração de ideias. Nos estágios intermediários, entre o TRL 4 e o TRL 6, os institutos de pesquisa se integram, visto que são etapas de desenvolvimento do produto inovador. Para os estágios mais prontos/maduros, correspondentes ao TRL 7 até o TRL 9, os locais de desenvolvimento mais apropriados são as indústrias, pois são etapas de acabamento da inovação (MANKINS, 1995; GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE - GAO, 1999).

Para a *European Association of Research and Technology Organizations* (EARTO, 2014), a escala TRL é uma maneira de ‘processualizar’ a avaliação de uma nova

tecnologia, que “ajuda a entender a economia da tecnologia”, especialmente por se tratar de uma ferramenta cujos resultados de aplicação apontam para onde devem ir os investimentos e quais tecnologias se mostram competitivas ou não.

Na visão de Carmack *et al.* (2017, p. 177), a escala TRL “[...] auxilia na comparação de tecnologias candidatas, promovendo a disciplina da tomada de decisão”. Além disso, os autores enfatizam que os níveis de prontidão tecnológica (TRL) fazem parte do processo necessário à execução da avaliação da prontidão tecnológica (TRA), que produz informações sobre as fases de desenvolvimento da tecnologia, bem como sobre a investigação e o desenvolvimento necessários para conduzir a tecnologia ao nível desejado de maturidade.

Há que registrar que a escala TRL foi originalmente imaginada para o setor aeroespacial, mas tem sido aplicada em diversos segmentos de mercado com o propósito de acompanhar e identificar os estágios de maturação de novas tecnologias, até o momento em que estejam prontas para o desenvolvimento e o lançamento dos produtos derivados ou suportados por elas (EARTO, 2014; FERNANDEZ *et al.*, 2016; CARMACK *et al.*, 2017).

5.1.1 Aplicações da escala TRL

Projetos de inovação tecnológica apresentam ciclos de vida longos e são, por natureza, complexos e envolvem etapas de desenvolvimento específicas, o que gera desafios para os investidores, os pesquisadores e os projetista, principalmente porque estão direcionados ao comportamento clássico de desenvolvimento de produtos, com base em princípios predefinidos, racionais e na visão da maximização da utilidade e da funcionalidade do produto final (LEMOS; CHAGAS JR., 2016).

Além da longa duração dos ciclos de vida e da complexidade natural, há que ponderar a respeito dos riscos dos projetos inovadores, que, segundo Chesbrough (2012), baseiam-

se nos conceitos de ‘falsos positivos’ e ‘falsos negativos’, definidos por Elmquist, Fredberg e Ollila (2009) da seguinte forma:

[...] falsos positivos são ideias/tecnologias que foram julgadas como boas oportunidades, porém se mostraram um fracasso; e falsos negativos são ideias que, erroneamente, foram julgadas como não tendo nenhum potencial de sucesso (ELMQUIST; FREDBERG; OLLILA, 2009, p. 13).

Paulson, O’Connor e Robeson (2007, p. 17) afirmam que tão maiores são as incertezas adicionadas ao processo de desenvolvimento de produtos, “[...] quanto mais inovadoras e imaturas são as tecnologias a serem utilizadas ou incorporadas a ele”. Esse panorama exige das empresas monitoramento constante do processo de amadurecimento da tecnologia, além de planos de mitigação de todo e qualquer risco.

A escala TRL foi concebida para auxiliar o planejamento de sistemas tecnológicos de alto nível (como o espacial), que dependem do desenvolvimento sincronizado e bem-sucedido das tecnologias envolvidas. O relatório elaborado pelo Government Accountability Office (GAO, 1999) resumiu as principais razões para medir e avaliar a maturidade de uma tecnologia:

- *Melhor prática.* A falta de amadurecimento de novas tecnologias acarreta custos e problemas de cronograma. “[...] amadurecer uma nova tecnologia antes que ela seja incluída em um produto é, talvez, o principal determinante do sucesso do produto final” (GAO, 1999, p. 12).
- *Gerenciamento de riscos.* O resultado da medição da maturidade de uma tecnologia é considerado um indicador de risco: “[...] entregar produtos que atendam a metas rigorosas de custos, cronograma e desempenho”, e “o baixo nível de prontidão (baixo TRL) representa um alto risco porque há muitas incógnitas que ainda precisam ser resolvidas no desenvolvimento da tecnologia” (GAO, 1999, p. 24).
- *Gestão de programas.* Assim como contribui para a gestão dos riscos, a medição do nível de maturidade auxilia na gestão geral de um programa/projeto. A diferença entre ‘onde você está’ e ‘onde você precisa estar’ aponta para o que ainda necessita ser gerenciado.

Por seu lado, a EARTO (2014) acredita na eficácia da TRL para avaliar a elegibilidade de projetos de inovação com base na sua maturidade. Todavia, a TRL requer adaptações antes da sua utilização em cada contexto. Por isso, a entidade adverte para algumas limitações da TRL, a saber:

- *'Prejuízos' da maturidade da tecnologia.* O alcance da maturidade exige pesquisas adicionais, porque “[...] uma tecnologia em fase de produção-piloto pode cair momentaneamente para o estágio de viabilidade tecnológica (e exigir pesquisas), como falhas no *design* do produto, surgidas por causa de problemas na fabricação” (EARTO, 2014, p. 7).
- *Abordagem de maturidade de tecnologia única.* Relacionada à origem da ferramenta que foi desenvolvida para atender a uma tecnologia específica.
- *Foco no desenvolvimento de produto, em vez de fabricação, comercialização e mudanças organizacionais.* Na concepção, a escala TRL era orientada para o desenvolvimento de produtos, mas, em algumas adaptações, a fabricação também foi inserida no processo. Daí, se o objetivo original muda para algo mais abrangente, como a avaliação da elegibilidade para obter recursos, “[...] estes aspectos também devem ser parte das atividades que podem ser financiadas (por exemplo, avaliação da viabilidade econômica)” (EARTO, 2014, p. 8).
- *Especificidade do contexto de escalas TRL.* De acordo com a EARTO (2014, p. 8), “[...] a escala pode ser usada para fins de planejamento e comunicação, mas também como uma ferramenta de apoio para a tomada de decisão sobre investimentos”. Assim, diferentes finalidades levam a necessidades operacionais diferentes. E isso é possível por meio de adaptações aos propósitos de cada organização.

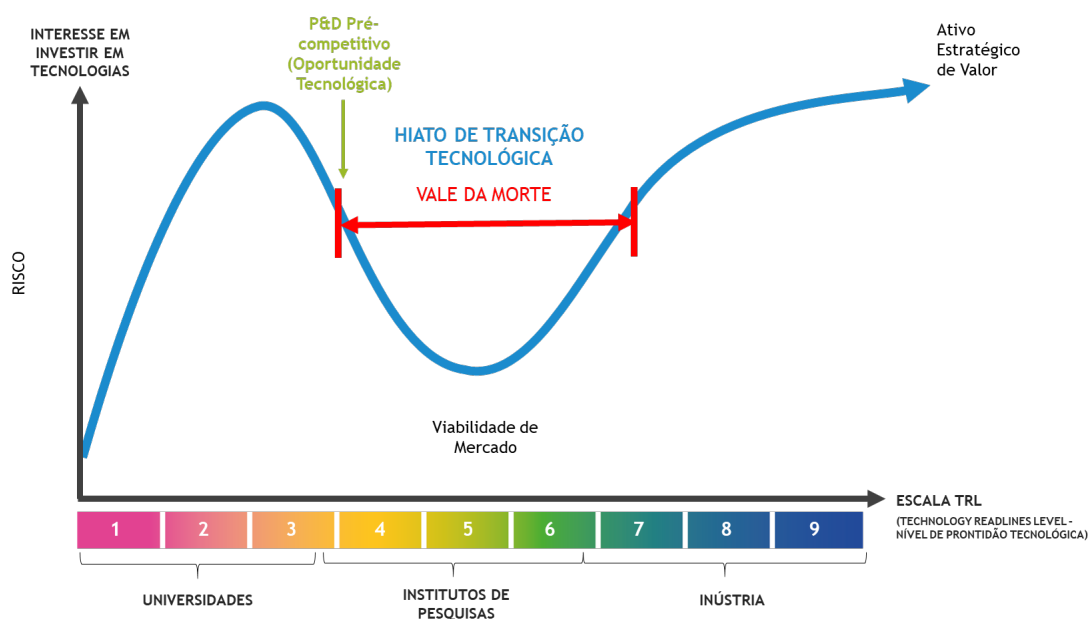
A Comissão Europeia também adotou a TRL e, a partir de um estudo a respeito de tecnologias facilitadoras essenciais (*Key Enabling Technologies - KET*), passou a recomendar a escala como “ferramenta para avaliar os resultados e expectativas dos projetos” (EARTO, 2014, p. 5). Essa decisão ocorreu motivada pela proposta de a Europa desenvolver estratégias capazes de atrair mais investimentos em pesquisa, tecnologia, inovação e fabricação, o que deu origem ao programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), denominado *Horizonte 2020* (EARTO, 2014, p.

6). Além de promover a Europa, esse programa tinha como objetivo descobrir maneiras de diminuir o nível de incertezas das aplicações tecnológicas e de inovação.

Markham (2002) alerta para a lacuna gerada entre o reconhecimento e o desenvolvimento da inovação tecnológica e seu correto emprego em produtos industriais. Essa lacuna se refere à capacidade das organizações de transpor a etapa existente entre a concepção da tecnologia até sua viabilização para o mercado, denominada de vale da morte pelo autor.

A Figura 5.2 apresenta um esquema unificado, relacionando os processos de amadurecimento da tecnologia com o nível de investimentos necessários para ultrapassar o vale da morte. Os investimentos iniciais são maiores porque são direcionados para a busca nas primeiras fases de desenvolvimento das tecnologias. À medida que se atinge níveis intermediários de maturidade, há uma redução drástica dos investimentos, até que a tecnologia atinja estabilidade, que é a confirmação definitiva do conceito inicial. Ao alcançar a fase 6, é produzido um protótipo funcional, com requisitos definidos, como se fosse a finalização do desenvolvimento, mas não é o produto final, pois, para que os processos de produção sejam efetivados, é necessário aumento significativo de investimentos (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2018).

FIGURA 5.2 – Apresentação gráfica do desafio de transição da tecnologia

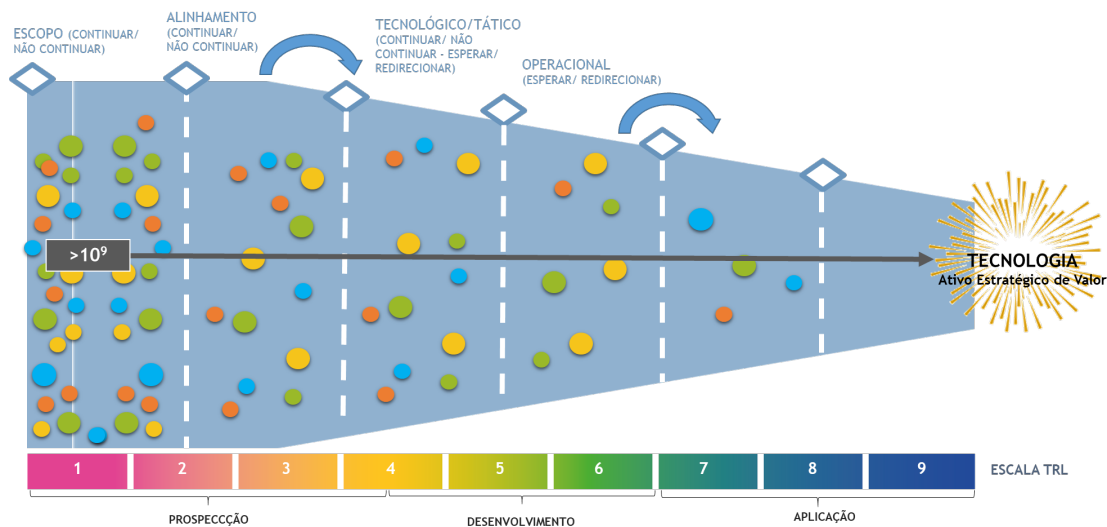


Fonte: TACKETT (2015). Adaptação do autor.

O portfólio de projetos auxilia nessa tarefa, já que é elaborado para afunilar as ideias dos primeiros conceitos e contribuir para o desenvolvimento de produtos, no sentido de adequá-los a uma estratégia (MATHEWS, 2010). O objetivo é focar em ideias inovadoras, afunilá-las dentro do processo de desenvolvimento de produtos e estabelecer um sistema de gerenciamento do processo, avaliando, selecionando e priorizando as novas ideias.

O processo de afunilamento pode ser observado na Figura 3.1, que representa o ambiente de desenvolvimento de tecnologias pré-competitivas, no qual as tecnologias passam por vários estágios de avaliação da sua maturidade, que é feita pela escala do Nível de Prontidão Tecnológica (*Technology Readness Level* - TRL). A escala TRL é um importante instrumento para aferir o índice de maturidade tecnológica no decorrer do seu ciclo de vida e para avaliação de projetos de empresas ou propostas acadêmicas, cujo processo de desenvolvimento está na fase inicial e que podem gerar tecnologias com potencial de futuro (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2018). Além disso, em alguma medida, a TRL contribui para superar o vale da morte, uma vez que a escala auxilia na descoberta de maneiras para reduzir o grau de incertezas de novas tecnologias.

FIGURA 5.3 – Ambiente de desenvolvimento de tecnologias pré-competitivas



Fonte: Elaboração do autor.

Ainda com relação ao processo acima (Figura 5.3), observa-se que na fase pré-competitiva (até nível 4, aproximadamente) do desenvolvimento das tecnologias, a universidade tem atuação predominante, como desenvolvedora científica e tecnológica, pois é quando se iniciam as experimentações em laboratório. O processo de desenvolvimento prossegue (nos níveis 4, 5, 6 e até o 7, aproximadamente) com a integração dos institutos de pesquisa, momento em que as tecnologias são aprimoradas, embora não se tenha clareza de todos os riscos relacionados à continuidade do processo, até a fase final. Por fim, os níveis 7, 8 e 9 se destinam aos processos de industrialização, testes e controle de riscos, fases que tipicamente acontecem na indústria. Mesmo que cada fase ocorra em ambientes diferentes, pode-se dizer que o processo de desenvolvimento de tecnologias pré-competitivas é único, já que o trabalho das empresas, universidades e institutos de pesquisa é integrado (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2018).

6 Metodologia

A proposta metodológica deste projeto se concentrou na utilização de recursos capazes de prospectar o maior número possível de informações acerca da importância de estratégias de cooperação em projetos de P&D pré-competitivos, sobretudo no que tange às barreiras relativas à implementação e ao desenvolvimento dos consórcios de P&D, bem como à seleção e priorização de tecnologias para serem incorporadas ao portfólio das empresas.

A metodologia empregada foi de natureza qualitativa, que emprega abundantemente perguntas do tipo ‘como?’ e ‘por quê?’, por serem as mais indicadas quando se quer compreender um fenômeno, em vez de buscar a determinação de frequências ou incidências. Uma pesquisa baseada nesse tipo de perguntas pode usar como método o estudo de caso, a história ou o experimento (EISENHARDT, 1989).

De acordo com Vergara (2000) e Gil (2002), pode-se definir a amostra desta tese como não probabilística, pois não é baseada em nenhum tipo de procedimento estatístico e depende exclusivamente de critérios e procedimentos qualitativos.

O objetivo foi interpretar os fatos e as informações concernentes ao tema de estudo do projeto. As informações foram analisadas sob o ângulo qualitativo que, conforme demonstrou Triviños (1987), é um método que permite a exploração de dados e a descoberta de resultados de mais riqueza e mais próximos da realidade que se quer compreender.

O projeto foi constituído por cinco fases ilustradas e descritas a seguir na Figura 6.1.

Figura 6.1 – Fases da metodologia

Fonte: Elaboração do autor.

6.1 Delineamento e perspectiva da pesquisa

Segundo Vergara (2000), as pesquisas podem ser classificadas sob dois critérios básicos: os fins e os meios.

Quanto aos fins, esta pesquisa se enquadra como exploratória, uma vez que a investigação esteve direcionada a uma área sobre a qual há pouco conhecimento sistematizado. Cervo e Bervian (2003, p. 69) ressaltam que os estudos exploratórios “[...] não elaboram hipóteses a serem testadas no trabalho, restringindo-se a definir objetivos e a buscar maiores informações sobre determinado assunto de estudo”.

Para Triviños (1987, p. 109), o estudo exploratório não elimina o cuidadoso tratamento científico necessário em qualquer trabalho de pesquisa. “Este tipo de investigação, por exemplo, não exige a revisão da literatura, as entrevistas, o emprego de questionários etc., tudo dentro de um esquema elaborado com a severidade característica de um trabalho científico”.

Quanto aos meios, esta pesquisa se define como estudo de caso, porque é restrita a poucas unidades e explora o tema em profundidade e detalhamento. Segundo Yin (2001, p. 32), “[...] estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. De acordo com o autor, os estudos de caso são frequentemente utilizados em pesquisas relacionadas às áreas das ciências sociais, são um modelo adotado em dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Esta pesquisa se caracteriza-se também como descritiva, tendo como formato final a estrutura de um relatório, que contém registros e análises das informações e dados coletados durante o período de desenvolvimento do projeto. Enquadra-se, ainda, como pesquisa bibliográfica, já que foi realizado um estudo sistematizado com base em publicações, tais como livros, jornais, revistas, mídia eletrônica e relatórios de empresas.

6.2 Escolha da empresa

Compuseram o universo da pesquisa as empresas industriais, as universidades e os institutos de pesquisa que participam como membros do Convênio de Cooperação Científica e Tecnológica VDT055-12 (CONVÊNIO, 2015), intitulado Consórcio de Pesquisa da Tecnologia de Processamento por Atrito e Mistura (C2PA), que tem como objetivo promover a pesquisa e o desenvolvimento pré-competitivo da tecnologia de processamento por atrito e mistura. No caso específico, as tecnologias de deposição superficial por atrito (*friction surfacing* - FS) e de soldagem por agitação e fricção (*friction stir welding* - FSW).

A escolha desse convênio de cooperação (sediado na cidade de Campinas, estado de São Paulo) ocorreu pela identificação entre o tema de estudo desta tese e o interesse dos membros participantes desse consórcio, por se unirem em um esforço de cooperação objetivando (1) apoiar o desenvolvimento pré-competitivo em tecnologia de processamento por atrito e mistura; e (2) manter um mecanismo através do qual o ambiente universitário e de pesquisa seja utilizado para realizar pesquisas com objetivo de avançar, desenvolver e promover o estudo dos princípios e da tecnologia de processamento de fricção, ciência e engenharia, utilizando-se de pesquisa, desenvolvimento, educação e troca de tecnologia entre acadêmicos, indústria, institutos de pesquisas.

6.3 Unidade de análise

Para este projeto, definiu-se como unidade de análise o consórcio C2PA e os processos referentes às atividades de pesquisa desenvolvidas durante o período de análise.

Nos estudos de caso, a unidade de análise pode ser composta por indivíduos, grupos ou organizações, ou por projetos, sistemas ou processos decisórios específicos. A determinação da unidade de análise deve ser resultante de exame cuidadoso das questões da pesquisa. Para Yin (2001), a unidade de análise está associada ao modo como a questão central e os objetivos da pesquisa foram inicialmente definidos.

6.4 Coleta de dados

Segundo Voss, Tsikrzktsis e Frohlich (2002, p. 206), a coleta de dados do estudo de caso é feita por meio da “triangulação”, ou seja, “uso e combinação de diferentes métodos para estudar o mesmo fenômeno”: entrevistas, questionários, observações diretas, análise de conteúdo de documentos e pesquisa de arquivo.

Este projeto se baseou em duas fases distintas de coleta de dados. A primeira foi a da pesquisa conceitual (revisão bibliográfica), referente ao tema da pesquisa. Para selecionar o material utilizado, procedeu-se a uma leitura preliminar (pré-análise) de publicações, visando avaliar o grau de pertinência em relação aos objetivos do trabalho.

As fontes utilizadas foram as seguintes:

- Livros nacionais e internacionais;
- Artigos publicados nos principais periódicos nacionais (UFSC, Unicamp, USP e UEPG) e internacionais (MST, SMJ, AMR, CMR e JIBS), na área de materiais, administração e de engenharia de produção;
- *Websites*: principais palavras-chave utilizadas, isoladamente ou combinadas, na pesquisa: *consortia* [consórcio]; *cooperative strategy* [estratégia de cooperação]; *innovation* [inovação]; *product development* [desenvolvimento de produto];

cooperative P&D [P&D cooperativo]; *barriers in collaborative environments* [barreiras em ambientes colaborativos] e *Technology Readiness Level* [nível de maturidade tecnológica];

- Teses e dissertações brasileiras;
- Anais de congressos e outros eventos;
- Bases de dados eletrônicas, com conteúdo de alguns dos principais periódicos nacionais – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), internacionais *Business Source Complete* (EBSCO) e *Science Direct*;
- Participação em congressos e outros eventos, como feiras ou encontros; *Open Day* C2PA;
- Entrevistas com pesquisadores de várias universidades no Brasil, tais como: UFMG, CNPEM-LNNano, IPT, FCA Unicamp Limeira, USP e UEPG;
- Visitas técnicas a centros de pesquisas, como o IPT, CNPEM-LNNano;
- Visitas técnicas às empresas Embraer e Companhia Brasileira de Alumínio.

A segunda fase constituiu a coleta de dados propriamente dita por meio de entrevistas em profundidade com membros do C2PA, e da técnica de observação participante. As entrevistas e as observações aconteceram em períodos aleatórios, entre o primeiro semestre do ano 2016 e o primeiro semestre de 2019, em etapas diferentes do estudo, conforme a disponibilidade das empresas, a necessidade do pesquisador (para cumprir os objetivos do estudo) ou em função de circunstâncias relevantes que aconteceram durante o desenvolvimento das pesquisas do consórcio.

Enquanto as entrevistas em profundidade foram realizadas com a participação direta de uma pessoa (entrevistado) envolvida no consórcio estudado, a observação participante aconteceu a partir da presença do pesquisador no local pesquisado, e a sua observação possibilitou a visão do ambiente “através dos olhos dos pesquisados” (HAGUETTE, 1999, p. 67).

Para as entrevistas, as questões de interesse do estudo foram relacionadas em roteiro de perguntas e tópicos específicos (ANEXO B) para as abordagens necessárias, de modo a orientar e facilitar a condução da investigação pelo pesquisador (VERGARA, 2000;

GIL 2002).

Nesse sentido, Yin (2001) e Voss, Tsikrzktsis e Frohlich (2002) chamam a atenção para o fato de que, além de um bom *script*, os estudos de caso dependem não apenas da capacidade do pesquisador para selecionar o local e os métodos de coleta dos dados, mas também de sua habilidade para promover e facilitar a integração com o(s) entrevistado(s) e fazer mudanças no desenho da pesquisa, quando necessário.

Foram entrevistados os principais executivos das entidades membros participantes do consórcio estudado, aqueles mais indicados tanto para informar sobre a organização quanto para depor a respeito do desenvolvimento do consórcio. As entrevistas foram previamente agendadas e acordadas entre o pesquisador e os entrevistados.

Cada um dos entrevistados foi solicitado a discorrer sobre o processo de formação do consórcio e sobre sua participação, suas aprendizagens, dificuldades, as principais barreiras e seus impactos nas relações e no gerenciamento do desenvolvimento e da manutenção do consórcio. Além disso, foram perguntados sobre as estratégias adotadas para as decisões a respeito da escolha das tecnologias em desenvolvimento na fase pré-competitiva do desenvolvimento.

Quanto à técnica das observações, foram realizadas durante as reuniões ordinárias do consórcio, em eventos *Open Day* (promovidos pelo C2PA, a fim de divulgar o conceito, o desempenho e as vantagens do consórcio e para prospectar novos associados) e durante as visitas técnicas às instalações das indústrias, universidades e institutos de pesquisas membros participantes, que permitiram ao pesquisador conhecer as instalações e obter informações importantes sobre as pesquisas em desenvolvimento, sobre a gestão de equipamentos e os processos operacionais das pesquisas, bem como conhecer os laboratórios, os testes e as análises.

Todas as visitas, as entrevistas e as observações foram registradas, com o conhecimento e permissão dos participantes do estudo de caso. Assim, de acordo com cada situação, o pesquisador teve liberdade para decidir sobre a melhor maneira de registrar: por meio de

áudio, vídeo, foto ou anotações, que puderam ser aplicadas isoladamente ou combinando dois ou mais instrumentos.

6.5 Tratamento dos dados

Segundo Vergara (2000), o tratamento dos dados deve ser feito de forma a estruturar e analisar as informações obtidas e balizá-las frente às fontes conceituais.

Para responder aos objetivos propostos pelo projeto, a análise dos resultados da pesquisa reuniu os dados coletados nas entrevistas em profundidade e nas observações, tendo como base as referências teóricas consultadas. Os resultados da pesquisa estão apresentados na forma descritiva, nos capítulos 8 e 9 desta tese.

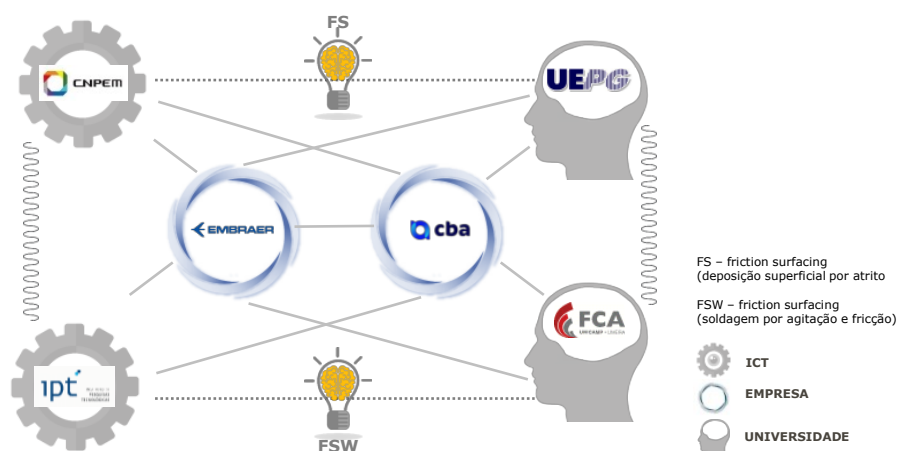
Vale registrar que o foco da análise dos resultados da coleta de dados foram os processos de formação e desenvolvimento do arranjo de colaboração, portanto não há nenhuma referência aos resultados das pesquisas de materiais desenvolvidas pelo consórcio, já que não faz parte dos objetivos deste projeto.

7 O Consórcio de Pesquisa da Tecnologia de Processamento por Atrito e Mistura (C2PA)

7.1 Formação

O objeto deste estudo foi o Consórcio de Pesquisa da Tecnologia de Processamento por Atrito e Mistura (C2PA), denominado Convênio de Cooperação Científica e Tecnológica, constituído em 2016. O consórcio é composto pelos membros industriais Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) e Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) e pelos membros acadêmicos Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Centro Nacional de Pesquisas em Energias e Materiais (CNPEM) por meio do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e da Universidade Estadual de Campinas - Limeira (Unicamp), (CONVÊNIO, 2015), conforme a Figura 7.1.

FIGURA 7.1 – Ambiente do consórcio de pesquisa



Fonte: Elaboração do autor.

Sobre os membros do Consórcio C2PA

- Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER). Trata-se da única empresa aeronáutica estabelecida fora dos países desenvolvidos a se posicionar entre as líderes globais do setor, com fortíssima competitividade mundial. É ligada ao Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e a mais de 50 parcerias, com diversas instituições que agregam conhecimento de experimentos, projetos e ideias. Mantém equipes de inovação, com o “[...] objetivo de trabalhar em conjunto e incentivar as empresas que estão desenvolvendo novas tecnologias e modelos de negócios que podem influenciar significativamente a indústria aeroespacial no futuro” (EMBRAER, 2019).

- Companhia Brasileira de Alumínio (CBA). A empresa faz parte da *holding* VOTORANTIM, que possui negócios em setores importantes da economia, no Brasil e em mais 19 países. A CBA atua em toda a cadeia de valor do alumínio, desde a extração da bauxita até a transformação do metal. As soluções ofertadas abrangem produtos primários (bauxita, alumina e hidrato) e produtos transformados (folha fina, folha revestida, folha grossa e tiras, chapas e bobinas). Uma nova estratégia provocou mudanças, visando acelerar ações, a fim de impulsionar a competitividade da empresa. Assim, “[...] mais do que vender alumínio, a CBA oferece soluções e serviços desenvolvidos em parceria com os clientes em um processo de cocriação” (VOTORANTIM, 2017, p. 44).

- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). É vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo. A partir de doze centros tecnológicos, o instituto atua nas áreas de inovação, pesquisa e desenvolvimento, serviços tecnológicos, desenvolvimento e apoio metrológico, informação e educação em tecnologia. Atende a clientes públicos e privados, de forma multidisciplinar, nos segmentos de energia, transporte, petróleo e gás, meio ambiente, construção civil, cidades, saúde e segurança. É referência na área metrológica e tem ampliado sua atuação nas áreas de nanotecnologia, novos materiais, estruturas leves e bioenergia (INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2019).

- Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). É uma organização social, supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que mantém parcerias com setores produtivos em PD&I, transferência de tecnologias e materiais e prestação de serviços tecnológicos. O CNPEM atua a partir de quatro laboratórios, que são referências mundiais e abertos à comunidade científica e empresarial: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), que opera a única fonte de luz síncrotron da América Latina; Laboratório Nacional de Biociências, que desenvolve pesquisas em áreas de fronteira da biociência; Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia de Bioetanol (CTBE), dedicado a investigar novas tecnologias para a produção de etanol celulósico; e o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), cujo foco é a realização de pesquisas com materiais avançados (CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS, 2019).

- Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Abriga a AGIPI (Agência de Inovação e Propriedade Intelectual), órgão suplementar da reitoria da Universidade, que também é intermediadora da prestação de serviço entre a UEPG e as empresas interessadas. Os serviços prestados pela AGIPI englobam prospecção de mercado, relacionada a desenvolvimento de novos produtos, incluindo viabilidade econômico-financeira, ensaios e testes de laboratório com fins de certificação e controle de qualidade, além de estudos de processos existentes e execução de serviços técnicos para terceiros (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, 2019).

- Unicamp Limeira - Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA). É uma unidade de ensino e pesquisa não departamental, alinhada em todos os âmbitos à Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). É constituída por cursos de graduação, núcleos de graduação, programas de pós-graduação, laboratórios e centros de pesquisa, organizações estudantis e pelas diretorias de apoio técnico e administrativo. Na pesquisa, a FCA mobiliza a qualificação e a experiência de seu quadro docente para a produção do conhecimento com a habilidade de intervenção, gestão e planejamento de mudanças e inovações para os setores público e privado (FACULDADE DE CIÊNCIAS

APLICADAS, 2019).

A Figura 7.2 representa o fluxo de formação e das principais atividades do consórcio, desde o seu início até o momento da decisão de escolha das tecnologias a serem incorporadas ao portfólio das empresas (membros industriais).

FIGURA 7.2 – Fluxo do processo do consórcio C2PA



Fonte: Elaboração do autor.

7.2 Propósito

O consórcio C2PA foi criado com a finalidade de pesquisar duas técnicas alternativas de processamento por atrito e mistura.

O CNPEM e a UEPG pesquisaram uma técnica para recobrimentos superficiais resistentes ao desgaste e/ou à corrosão de componentes ou estrutura, fabricadas em ligas de alumínio, utilizando o processo de união por **deposição superficial por atrito** (*friction surfacing* - FS), processo que ocorre no estado sólido, ou seja, em que não há fusão dos metais (substrato e haste consumível). Nesse caso, uma haste consumível é utilizada para produzir um depósito sobre a superfície do componente ou estrutura (substrato). Inicialmente, a haste consumível é submetida a um movimento rotacional desejado e, logo após, é colocada em contato com o substrato sob uma elevada força axial, dando início ao processo de atrito. O calor gerado pelo atrito entre a haste

consumível, e o substrato faz com que ocorra o aquecimento, portanto a plastificação do consumível. Após ocorrer a plastificação, o substrato ou o consumível é submetido a um movimento transversal relativo (avanço) fazendo com que ocorra o depósito de uma camada do consumível no substrato (PEREZ, 2016).

O IPT e a Unicamp pesquisaram simultaneamente uma técnica para união de chapas ou estruturas fabricadas em alumínio, utilizando o processo de **soldagem por agitação e fricção** (*friction stir welding* - FSW), que é realizado no estado sólido (diferentemente dos processos convencionais em que existe a presença da fase líquida) e que produz soldas pela rotação ou pelo movimento relativo de duas peças sob forças compressivas, produzindo calor e deformando plasticamente o material na superfície de atrito. A partir dessa técnica, é possível obter juntas com menores distorções e maior resistência mecânica, proporcionando aplicações na indústria automobilística e aeroespacial (GENICOLO, 2007).

Essas técnicas pesquisadas geraram projetos sucessivos, cujos resultados foram compartilhados e poderão apresentar potencial de aplicação da tecnologia nos negócios de cada empresa participante. Entre esses projetos, destacam-se: soldagem de materiais dissimilares como Al-Al; Al-Mg, Al-Aço; soldagem com diferentes espessuras (*Tailor Welded Blanks* - TWB); e oportunidade de inclusão de nanopartículas.

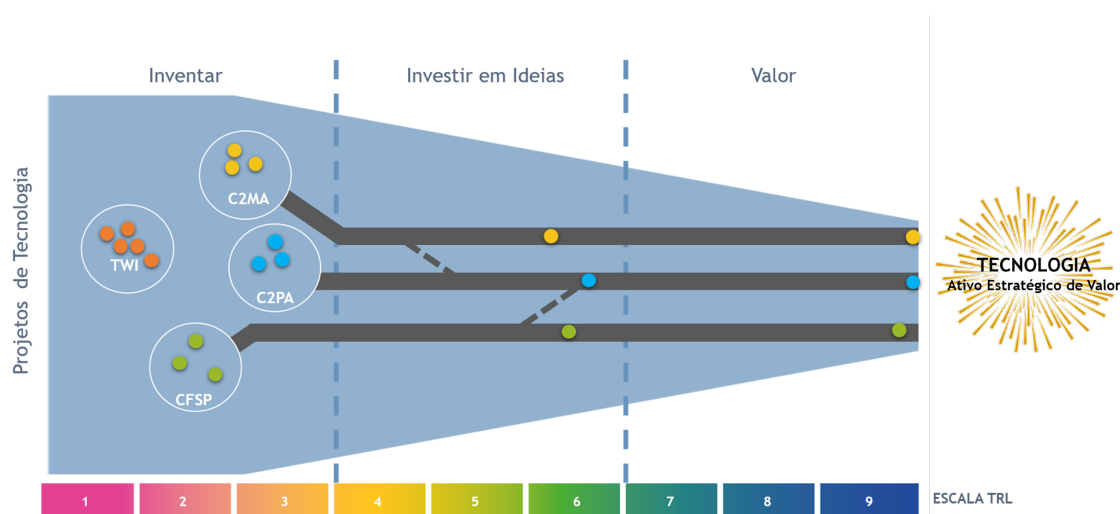
Embora essas técnicas já existam, ainda há muitas possibilidades para investigação e desenvolvimento nessa área. Nesse sentido, o interesse específico das empresas, a fim de atender às demandas do seu mercado, é identificar tecnologias de materiais que tornem possível a criação e a fabricação de peças mais sólidas, a redução de tolerância e, principalmente, a redução de peso das peças, pois a tendência atual de mercado está centrada na busca de alívio de peso e na melhoria de desempenho.

As expectativas para os esforços de cooperação do C2PA também incluem: (1) incentivar o desenvolvimento pré-competitivo em tecnologia de processamento por atrito e mistura; (2) manter um mecanismo pelo qual os ambientes universitário e de pesquisa sejam utilizados para realizar pesquisas com intuito de avançar, desenvolver e

promover estudo dos princípios e da tecnologia de processamento de fricção. Além disso, pretende-se que o C2PA contribua para estimular a ciência e a engenharia por meio de pesquisa, desenvolvimento, educação e troca de tecnologia entre acadêmicos, indústria e entidades governamentais (CONVÊNIO, 2015).

Enxergando o futuro, a EMBRAER e a CBA esperam que as pesquisas realizadas pelo consórcio C2PA possam alavancar o desenvolvimento de novos materiais que possibilitem a criação de ativos estratégicos de valor, direcionados e oportunos ao mercado, o que lhes garantirá competitividade e posicionamento à frente de seus concorrentes. Por isso, o foco nas fases pré-competitivas de desenvolvimento, entre infinitas possibilidades de tecnologias, já que os primeiros níveis de maturidade tendem a proporcionar tecnologias com sinais de mudança com maior diversidade e potencial de aplicação para o futuro. A Figura 7.3 ilustra esse processo.

FIGURA 7.3 – Enxergando o futuro



Fonte: Elaboração do autor.

Tal visão é corroborada por Correia Neto e Leite (2015), para quem a empresa inovadora é a aquela que é pioneira no processo de desenvolvimento, incorporação ou integração de novas tecnologias ao seu portfólio. Os autores ressaltam os altos custos e os riscos que essa postura acarreta, pois, principalmente nas fases de desenvolvimento, podem ocorrer reveses e dificuldades técnicas irreversíveis, inclusive com perda total do investimento. Por outro lado, esse posicionamento pode propiciar vantagens competitivas estratégicas, firmando liderança entre os concorrentes.

8 Análise das entrevistas

A despeito da complexidade e da falta de investimentos e de cultura de pesquisa de longo prazo no Brasil, as grandes empresas, especialmente aquelas com atuação global, e as principais universidades e os institutos de ciência e tecnologia (ICTs) nacionais se esforçam para, de alguma maneira, manter programas de pesquisa e desenvolvimento. De modo especial para as empresas, essa é uma forma de sustentar e incrementar suas vantagens competitivas.

Em se tratando de pesquisa em fases pré-competitivas, as dificuldades são ainda maiores, porque seu custo é elevado, e os resultados são obtidos após longo período de desenvolvimento, em oposição, sobretudo, ao ritmo e às expectativas da indústria, que se empenha para atender demandas urgentes do mercado.

No entanto, verificou-se que, até o período de realização das entrevistas com os representantes dos associados, as dificuldades haviam sido em menor número, em comparação com os resultados positivos obtidos. Vale salientar que, no período em análise, os membros industriais do consórcio eram representados por apenas duas empresas, o que certamente reduz as diferenças de interesses e os atritos de relacionamento.

De certo modo, Branstetter e Sakakibara (2002) confirmam tal situação: asseguram que o potencial de propagação de P&D é maior entre empresas que atuam na mesma área tecnológica e que um ambiente com maior nível de competição provoca redução do nível de incremento de P&D, o que acaba reduzindo o potencial de sucesso do consórcio.

Superando essas adversidades, o consórcio C2PA, que embasa este estudo de caso, foi formado em 2011, graças à vontade e à iniciativa de alguns pesquisadores da EMBRAER e do CNPEM, que, de alguma maneira, queriam incentivar a parceria entre empresas e universidades. Assim, o interesse dos pesquisadores foi não somente pelo desenvolvimento de uma tecnologia específica, mas também pela oportunidade de

incutir nos ambientes acadêmico e industrial um modelo de pesquisa colaborativa e, conseqüentemente, disseminar a cultura de pesquisa de longo prazo entre as empresas brasileiras.

Essa constatação é corroborada por Longo e Oliveira (2000), que afirmam que os benefícios da reunião de universidades, empresas e institutos de pesquisa em um projeto de P&D vão além da produção de novos conhecimentos, na medida em que há também compartilhamento de recursos financeiros e técnicos.

A questão da ‘sinergia’ entre os membros do C2PA é ponto de consenso entre os entrevistados, tanto por parte dos membros industriais quanto pelos membros acadêmicos. As declarações deixam claro o clima de harmonia existente, o que alguns definem como ‘amizade’. Reforçando a avaliação sobre a relação entre os associados, os entrevistados ressaltam que, ainda que haja divergências, predominam a compreensão e as soluções negociadas. Até porque, segundo alguns, “[...] não tem como trabalhar nesse nível de pesquisa e não ser flexível” e não estar “aberto a ideias”. Há quem avalie que as discordâncias são “saudáveis” e, por vezes, importantes para “puxar, empurrar o consórcio”.

Em concordância, Eisner, Rahman e Korn (2009) entendem que a oportunidade de *networking* está associada à busca por colaboração com o propósito de agregar valor e criar oportunidades de crescimento para os envolvidos.

Ainda que esse modelo de colaboração seja incipiente no Brasil e que alguns membros industriais não tenham prosseguido com a participação no consórcio, o entusiasmo e a dedicação dos participantes são notórios. Os relatos dos entrevistados indicam que essa postura contribui para o bom relacionamento entre os associados porque a interação, cordial e de confiança, acaba refletindo no desempenho e nos resultados das pesquisas. Um exemplo prático do entusiasmo e do impacto positivo entre os participantes é que incentivou a criação de nova área de pesquisa e uma nova disciplina em uma das universidades que fazem parte do consórcio.

Esse aspecto da formação do C2PA reflete percepção de Smilor, Gibson e Avery (1989), que acreditam que, entre outros fatores, os casos de pesquisa colaborativa mais bem-sucedidos são originados de contatos pessoais, ainda que eles reconheçam que as relações organizacionais também tenham relevância.

Assim como qualquer arranjo colaborativo, o consórcio C2PA resente dos desafios que o desenvolvimento conjunto de tecnologias impõe. A seguir, estão comentados alguns desses desafios, mencionados nas entrevistas.

8.1 Barreiras à implementação e ao desenvolvimento de consórcios

Com relação às dificuldades enfrentadas, a visão geral é que o andamento do consórcio tem seguido satisfatoriamente, e eventuais problemas ocorridos são considerados típicos do processo, alguns dos quais já previstos em contrato, inclusive. Constatou-se que a situação mais difícil vivida pelo consórcio, até o momento, deveu-se à saída de um dos membros acadêmicos, o que, em certa medida, atrasou alguns processos (embora não tenha havido prejuízo para a pesquisa) e deixou o consórcio com apenas um instituto de pesquisa para as análises e as validações. Caso ocorra algum imprevisto com relação à participação do instituto que permanece, o andamento dos trabalhos pode sofrer prejuízos mais abrangentes.

Ao mesmo tempo, ainda que no início da formação do consórcio houvesse a expectativa da participação de mais membros industriais, o consórcio tem operado com apenas duas empresas. Por outro lado, as perspectivas para o ano 2019 são otimistas, com a manifestação de interesse de novos membros industriais. Paralelamente, universidades e instituições de ciência e tecnologia (ICTs) (membros acadêmicos), que já são representados em maior número de participantes, têm demonstrado interesse em participar do consórcio. O C2PA tem chamado atenção a partir de eventos de divulgação, como *'Open-day'*, palestras em empresas e associações como a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABM) e a Society of Automotive Engineers (SAE), além de publicação de artigos.

Baron, Ménière e Pohlmann (2014) acreditam que, independentemente da sua formação, a participação em um consórcio de P&D proporciona aos envolvidos, seja membros industriais, seja acadêmicos, o aumento do nível de esforços em inovação.

Nesse contexto, quando instados a citar barreiras à implementação e ao desenvolvimento do consórcio, os entrevistados comentaram situações predominantemente genéricas – prováveis a qualquer arranjo colaborativo – e não necessariamente referentes ao C2PA.

De maneira geral, Ring, Doz e Olk (2005) estabeleceram uma série de fatores que, segundo eles, podem afetar o desenvolvimento e dificultar o sucesso do consórcio. Os autores referem-se a atividades gerenciais que, em alguns casos, coincidem com as barreiras identificadas pelos participantes dos C2PA, por exemplo, o “desenho de uma estrutura formal” e a busca de consenso na visão e missão, metas, objetivos, entre outros.

A esse respeito, cada entrevistado, mesmo tendo conhecimento dos propósitos dos vários membros participantes do consórcio, procurou enfatizar preocupações e dificuldades específicas da entidade que representa, aquelas observadas durante os processos realizados no período em análise. Dessa maneira, foi possível perceber que, comparado aos outros membros, o instituto de pesquisa foi o membro mais afetado com a saída de outros participantes, pois a situação provocou contratemplos financeiros e de cronograma para os testes e as validações. Foi uma circunstância pontual, que causou transtornos aos processos embora as questões citadas tivessem sido solucionadas.

Segundo os entrevistados do estudo de caso, estas são as barreiras:

1. *Barreira de cultura*

- Falta de cultura de investimento em desenvolvimento de tecnologias de longo prazo: As empresas estão mais acostumadas a responder às demandas do mercado, que são urgentes;

- Falta de cultura de desenvolvimento de pesquisa industrial básica: O ambiente de pesquisa científica é proeminente, mas a pesquisa industrial, que gera novos produtos e serviços, ainda é “tímida”;
- Falta de cultura de parcerias entre empresas e universidades: O *timing* da indústria (curto prazo) é diferente do da academia.

Benedetti e Torkomian (2010) falam da diferença de velocidade da inovação entre empresas e universidades. Enquanto as empresas estão voltadas para as necessidades e as exigências dos mercados, as universidades se preocupam, e se ocupam, exclusivamente, com a pesquisa científica, cujo processo tem ritmo incompatível com a velocidade demandada pelas empresas.

Por sua vez, Correia Neto e Leite (2015) lembram que as empresas que assumem postura inovadora, desenvolvendo ou incorporando novas tecnologias estão sujeitas a altos custos e riscos; por outro lado, esse posicionamento pode propiciar vantagens competitivas estratégicas, firmando liderança entre os concorrentes.

Ainda que não tenham sido citadas pelos entrevistados, considera-se importante mencionar as diferenças culturais advindas de colaborações com parceiros de países diferentes (o que pode ocorrer em arranjos colaborativos entre empresas brasileiras e multinacionais, por exemplo), pois podem criar barreiras culturais, institucionais e sociais, o que pode dificultar o processo de colaboração (CHIESA; MANZINI, 1998).

2. *Barreira de cronograma*

- Cumprimento de prazos: O consórcio é caracterizado por “trabalho em conjunto”. Se há atraso em alguma etapa ou “entrega”, os processos seguintes ficam comprometidos.

As etapas genéricas da formação de um consórcio sugeridas por Ring, Doz e Olk (2005) preveem que o desencadeamento do processo de colaboração depende, entre outras questões, da atenção dada à articulação e à condução do cronograma previsto.

3. *Barreira financeira*

- Investimento alto: Pesquisa de tecnologia em fase pré-competitiva é cara, e a instabilidade da economia brasileira provoca nas empresas insegurança para investir em desenvolvimento de tecnologias de risco;
- Falta de recursos: Falta de recursos ou atraso nos aportes podem comprometer o cumprimento dos prazos previstos, bem como obrigar que projetos/pesquisas sejam preteridos, o que, antes, com recursos previstos, seria realizado.
- Um dos entrevistados ressaltou que nos países em que a formação de consórcios de P&D é mais organizada, a questão financeira deixou de ser barreira e passou a ser considerada “dificuldade gerencial”, que está relacionada à capacidade de atrair mais sócios e adequar o volume de pesquisas ao orçamento disponível.

Nesse sentido, Tigre (2006, p. 96) declara que as empresas estão se juntando em alianças estratégicas, objetivando complementar suas competências e dividir os altos custos e riscos, intrínsecos a todo processo de inovação.

Parolin, Vasconcellos e Bordignon (2006) também ressaltam o complexo processo de financiamento de P&D no Brasil, especialmente os advindos de recursos federais, que são vinculados a agências estaduais e a órgãos governamentais, que, por sua vez, dependem de decisões político-partidárias.

Ghapanchi *et al.* (2012) advertem que as estratégias eficazes de avaliação e seleção de projetos podem impactar diretamente a produtividade e a lucratividade da organização. Ao mesmo tempo, eles lembram que algumas das características mais críticas dos investimentos em projetos de tecnologia/inovação são o alto grau de risco e as incertezas associadas a eles.

4. *Barreiras de estrutura*

- Jurídica: é importante que o consórcio esteja respaldado legalmente e que as cláusulas estejam registradas de forma clara e conforme acordo entre os participantes. É garantia para a solução de conflitos e situações inesperadas;
- Governança: Necessária não somente para fazer cumprir o contrato, mas também para atuar nas questões conflitantes. O responsável pela governança

deve ter posicionamento firme e atuante. Há quem entenda que a governança de um consórcio deve ser assumida por um membro industrial, que é a parte governança mais interessada no desenvolvimento da tecnologia e a que detém os recursos financeiros;

Corroborando essa percepção, Brocke e Lippe (2015) afirmam que é importante que seja nomeado um gerente de projeto capacitado, que seja um agente de conhecimento, seja capaz de dialogar, tenha atitude diplomática e excelente grau de conscientização técnica, bem como tenha um estilo de liderança participativo e que saiba delegar.

- Recursos humanos: Empresas não têm estrutura interna, pessoas, preparadas, acostumadas, habituadas a fazer pesquisa de longo prazo – geralmente o que ocorre é “testou, não deu certo, joga fora”.

Baseados em estudos de caso na França, Brocke e Lippe (2015) resumiram que o processo colaborativo é uma construção, que combina coordenação (ações de gestão intencional), cooperação (atitude dos membros do projeto/consórcio) e gestão dos recursos humanos.

Sobre essa questão, Ring, Doz e Olk (2005), perguntam: Quais mudanças são feitas com relação aos profissionais designados para a aliança, seus orçamentos, sua associação? São criadas novas relações interorganizacionais? Quão satisfeitos estão os gerentes com a aliança?

- Tempo de dedicação ao consórcio: Profissionais designados para o consórcio nem sempre atuam com dedicação integral. Geralmente, eles têm que dividir o tempo com suas obrigações diárias na empresa.

De forma abrangente, Smilor, Gibson e Avery (1989) lembram que, no geral, os profissionais que compõem e gerenciam os consórcios são empregados de diferentes organizações e com diferentes *backgrounds*. Esses autores ainda

complementam, declarando que, normalmente, relacionamentos efetivos levam tempo para se desenvolver; novos projetos exigem tempo de ‘aquecimento’ para que as informações fluam. Em organizações em que os profissionais são frequentemente transferidos, é difícil estabelecer redes pessoais de longo prazo.

- **Membros participantes:** O número de participantes pode afetar positiva ou negativamente o consórcio. No caso de representantes industriais, ter mais ou ter menos participantes indica o volume de investimentos que o consórcio receberá, bem como a probabilidade de conflitos de interesses e de objetivos (sobretudo se forem empresas concorrentes). Há quem avalie que, havendo somente dois membros industriais (como ocorre no C2PA), a tomada de decisão pode sobrecarregar as partes ou, em caso de divergência, o consenso pode ser mais difícil, já que as posições ficam polarizadas. Em se tratando dos ICTs, a participação de muitos institutos pode ser considerada desnecessária (“vários institutos fazendo a mesma coisa”). Por outro lado, havendo poucos ou somente um representante (como acontece neste momento no C2PA), o consórcio pode “ficar refém” desse parceiro e correr risco de comprometer as pesquisas, se ocorrer algum impedimento com esse único instituto.

Nesse contexto, Smilor, Gibson e Avery (1989) afirmam que interesses comuns em um projeto de pesquisa podem motivar uma comunicação efetiva entre os envolvidos diretamente nos processos e os acionistas, embora indivíduos possam ter opiniões completamente diferentes do projeto ou dos propósitos organizacionais.

5. *Barreira de mercado*

- Ao contrário do que ocorre normalmente (empresas atendem às demandas do mercado), o desenvolvimento de tecnologias pré-competitivas pode vir a exigir a criação de novo(s) mercado(s) para absorver os produtos gerados a partir de uma nova tecnologia. É importante ressaltar que o desafio implica riscos e requer mudanças significativas para as empresas, tanto de *mindset* (pesquisa de longo

prazo) como desse paradigma (criar mercado ao invés de criar produto para atender ao mercado).

Remete a Terwiesch e Ulrich (2008), que observam que as empresas tentam conjugar as estratégias existentes para avaliar oportunidades (a estratégia existente molda o portfólio de inovação) com maneiras de explorar as possibilidades que as inovações proporcionam para redefinição das estratégias (a inovação é utilizada para redefinir as estratégias).

Nessa questão, Correia Neto e Leite (2015, p. 16) recomendam que as empresas tenham postura definida com relação à inovação, caso contrário, as decisões tendem a ser inconsistentes, baseadas apenas em “modismos e em pressões do mercado”.

Os empecilhos para compartilhamento de conhecimento, que, a princípio, é previsto para qualquer arranjo colaborativo, não foi considerado barreira no consórcio C2PA, por dois motivos: (1) os membros industriais não são concorrentes, portanto, conforme disseram os entrevistados, não há preocupações excessivas quanto à troca de informações e aprendizado; (2) por se tratar de fase pré-competitiva do desenvolvimento, a tecnologia ainda não está definida e, assim, não há restrição para a troca de ideias entre os associados sobre o potencial de aplicabilidade da tecnologia para cada um. Mesmo assim, foi ressaltado que o compartilhamento não deve explicitar os verdadeiros propósitos das empresas com relação à tecnologia em desenvolvimento.

Os cuidados com o que vai ser compartilhado – e com quem – devem ser observados principalmente em fases mais avançadas do desenvolvimento, quando a tecnologia já apresenta perspectivas promissoras. Nesse momento, as empresas associadas que vislumbrarem oportunidades para determinada tecnologia, deverão caminhar para a internalização dos processos de P&D, a fim de direcionar seus esforços de desenvolvimento da tecnologia de acordo com os interesses específicos do seu negócio/mercado.

Nesse contexto, Smilor, Gibson e Avery (1989) afirmam que o mais importante para o sucesso da transferência de conhecimento em um consórcio de pesquisa é saber gerenciar o fluxo de ideias das empresas participantes. É um processo contínuo que abrange o melhor da mente das pessoas envolvidas.

De maneira mais ampla, Brocke e Lippe (2015) relacionam essas questões com o gerenciamento da diversidade, presente em qualquer arranjo de inovação aberta e, nesse contexto, os autores destacam os fatores para o sucesso dos consórcios de cooperação, tais como: confiança, nível de comprometimento, liderança, transparência, comunicação e monitoramento.

Hamel (1991) vai além dessa percepção e destaca que os consórcios podem ser oportunidades para um parceiro assimilar as habilidades ou competências de outro e, assim, criar competências para as próximas gerações. Ou, como acreditam Powell e Grodal (2005), a colaboração entre as partes pode resultar em aprendizado e permitir a realização de tarefas que não seriam possíveis de cumprir individualmente.

Outro aspecto que também não foi tratado como barreira pelos entrevistados, mas que eles reconhecem que seria, se fosse um consórcio com outras características – entre concorrentes e/ou com tecnologias com níveis elevados de maturidade (acima de TRL4) – diz respeito à propriedade intelectual (PI), que não é o caso do C2PA. Isso porque, até que um dos membros industriais decida incorporar alguma das tecnologias ao seu portfólio, e internalizar o desenvolvimento, não há preocupação em proteger ou patentear as descobertas já obtidas. Registre-se que a Lei da Propriedade Industrial nº 9.279/1996 prevê, no seu artigo 8º, que a invenção que atenda aos requisitos da patenteabilidade possa ser protegida por patente, mesmo que ainda não tenha sido desenvolvida e se tornado uma inovação pronta para ser levada ao mercado consumidor.

Em se tratando de propriedade intelectual, Czarnitzki, Hussinger e Schneider (2015) alertam as empresas para considerarem o tipo de parceiros do arranjo de colaboração e o tamanho da empresa, já que as incertezas decorrentes de direitos de propriedade

intelectual (DPIs) podem levar a limitações na colaboração entre os participantes, inclusive comprometer a produção de conhecimento.

8.2 Critérios para seleção e priorização de tecnologias

No que se refere aos critérios para seleção das tecnologias desenvolvidas no consórcio prevalece o consenso entre os entrevistados, que comentaram as seguintes questões:

1. As decisões podem diferir conforme o objetivo de cada participante do consórcio com relação à tecnologia desenvolvida, mas estarão, invariavelmente, associadas à sua aplicabilidade às demandas específicas do segmento de atuação de cada indústria membro. Ou, se identificada como “promissora”, a tecnologia será incorporada ao portfólio da empresa interessada para, em algum momento futuro, gerar inovação e negócio. Para isso, é feita comparação com as tecnologias da empresa e com as linhas de produto existentes, os requisitos e as necessidades dos produtos que ainda serão produzidos, futuramente.

Ainda assim, Dickinson, Thornton e Graves (2001) afirmam que a necessidade primordial das empresas é a mesma, ou seja, alocar recursos limitados para os projetos, de modo a equilibrar risco, retorno de investimento e alinhamento com a estratégia corporativa.

2. A identificação dos requisitos de “promissora” são fundamentais para decidir sobre a incorporação de uma tecnologia ao portfólio da empresa, mas essa decisão também é facilitada pelo conhecimento das estratégias ou dos propósitos da empresa com relação àquela tecnologia.

A seleção de determinada tecnologia não implica que ela vá ser desenvolvida imediatamente. Segundo depoimento, mais importante que a “pressa” para investigar a tecnologia incorporada, é saber o que se pretende com ela ou qual seu potencial de aplicação em algum produto, que pode ocorrer logo ou em cinco ou dez

anos. Por isso, Khurana e Rosenthal (1998) afirmam que as atividades de pré-desenvolvimento (geração de ideias, análise de mercado, avaliação tecnológica) são fundamentais no suporte para as fases subsequentes, pois auxiliam no caminho para orientar as decisões de desenvolvimento de um novo produto.

3. Consórcios de P&D pré-competitivos proporcionam “enxergar o futuro, bem lá na frente” e, por consequência, contribuem para gerar vantagem competitiva. Do contrário, as empresas continuarão “copiando os outros”.

Fazendo uma analogia, um dos entrevistados ressaltou que, no Brasil, a cultura das empresas é adquirir tecnologias quando seu nível de maturidade se encontra entre os níveis 7, 8 e 9 na escala TRL, é o que ele chamou de **varejo**. Porém, o ‘estágio’ de varejo não significa que a tecnologia está ‘pronta’, o que indica que a decisão de escolha por essa tecnologia é tomada com base em modismos e pressão do mercado. Na realidade, as tecnologias deveriam ser incorporadas em seu ‘estágio’ de **atacado**, ou seja, no nível de maturidade 4 (aproximadamente), quando as possibilidades de desenvolvimento são maiores e mais promissoras.

Tal cenário remete a gerenciamento de portfólio, o que, para Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1997), está relacionado a eventos e oportunidades futuras e situações de incerteza. Segundo os autores, as perspectivas dos projetos mudam constantemente, e os recursos alocados são limitados, fazendo com que a decisão de financiar um projeto signifique tirar recursos de outro.

4. Além de mudar a mentalidade das empresas para a conscientização da importância de realizar pesquisa de longo prazo, o fato de o desenvolvimento se referir a novas tecnologias faz com que os critérios de seleção ou priorização de tecnologia sejam decididos em função da própria tecnologia (o que ela pode gerar) e não por determinantes impostas pelo mercado. A estratégia passa de “copiar receita” para ultrapassar a fronteira do desenvolvimento tecnológico, superando concorrentes e criando novos mercados (para os novos produtos inovativos). E são as empresas, de

acordo com seu perfil de negócio e interesses que nortearão a evolução, mudanças e alterações nas pesquisas.

Referindo-se ao portfólio de inovação, Mathews (2010) afirma uma estratégia bem articulada, se associada a um conjunto de conceitos promissores, produz importantes perspectivas de projetos de P&D para as empresas e, assim, contribui para tomadas de decisão sobre investimentos, fundamentadas em estratégias maduras e factíveis para novos produtos e mercados.

De todo modo, segundo relatos, as decisões para seleção ou priorização de novas tecnologias costumam ser baseadas, prioritariamente, “na técnica”, ou seja, nas opiniões e no conhecimento de engenheiros e de outros profissionais técnicos envolvidos no desenvolvimento das pesquisas. Há reconhecimento de que em determinado momento as decisões passam a ser políticas, pois deverá ser avaliado o impacto da decisão sobre a escolha, já que, considerando o portfólio de inovação das empresas, algum projeto será preterido, em função da priorização de outro.

8.3 A contribuição do modelo cooperativo de consórcios de P&D pré-competitivos para o ambiente de P&D brasileiro

As empresas cujos produtos dependem de insumos ou processos inovativos estão sempre buscando se manter atualizadas e desenvolver tecnologias que otimizem seus processos e aumentem a competitividade de seus produtos e negócios.

Baseados nesse contexto, Branstetter e Sakakibara (2002) chamam atenção para o fato de que se a inovação tecnológica é a força mais importante para impulsionar o crescimento econômico em longo prazo. As políticas públicas direcionadas para promover e incentivar a inovação tecnológica são determinantes nesse processo.

No que diz respeito ao Brasil, embora haja esforços para implementar e manter programas de P&D contínuo (especialmente em segmentos que têm relação com

tecnologias), o cenário de inovação ainda ressoante de mais iniciativas dos principais agentes – da academia, dos institutos de pesquisas, dos governos ou das empresas, no sentido de alavancar apoio e investimentos.

Em seus artigos, Parolin, Vasconcellos e Bordignon (2006, p. 3) demonstram preocupação com essa situação porque, de acordo com os autores, o País carece de iniciativas que gerem “[...] capacidade de aprendizagem dinâmica sobre processos de gestão e que viabilizem, ou atuem, como facilitadores de inovação”. Esses autores também ressaltam o complexo processo de financiamento de P&D nacional, especialmente os advindos de recursos federais, que são vinculados a agências estaduais e a órgãos governamentais, que, por sua vez, dependem de decisões político-partidárias.

Pode-se dizer que tal apreensão é justificada, haja vista que empresas brasileiras, reconhecidas como inovadoras (Braskem, Cristália, Embraer, Marcopolo, Natura, Oxiteno, Weg, entre outras) têm buscado estabelecer parcerias de desenvolvimento tecnológico além das fronteiras do Brasil, por meio de redes multiplicadoras de soluções tecnológicas universais (NAMBISAN; SAWHNEY, 2011; CHESBROUGH, 2012; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2013).

Dados da pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016, p. 62) reforçam esse contexto, mostrando que apenas 0,9% das empresas industriais inovadoras utilizaram programas de financiamento do governo para projetos de P&D e inovação tecnológica em parceria com universidades ou institutos de pesquisa. Com o agravante que, de acordo com a mesma pesquisa, o segmento industrial destinou a maior parte (31,4%) dos recursos de financiamentos do governo para compras de máquinas e equipamentos, o que pressupõe inovações apenas incrementais ou de baixa tecnologia.

A despeito desses dados, pode-se destacar que:

- Os resultados do estudo de caso desta tese indicam que a relevância da formação do C2PA está no foco em P&D pré-competitivo, nas fases iniciais do desenvolvimento das tecnologias, o que exige pesquisas de longo prazo, diferentemente do que as

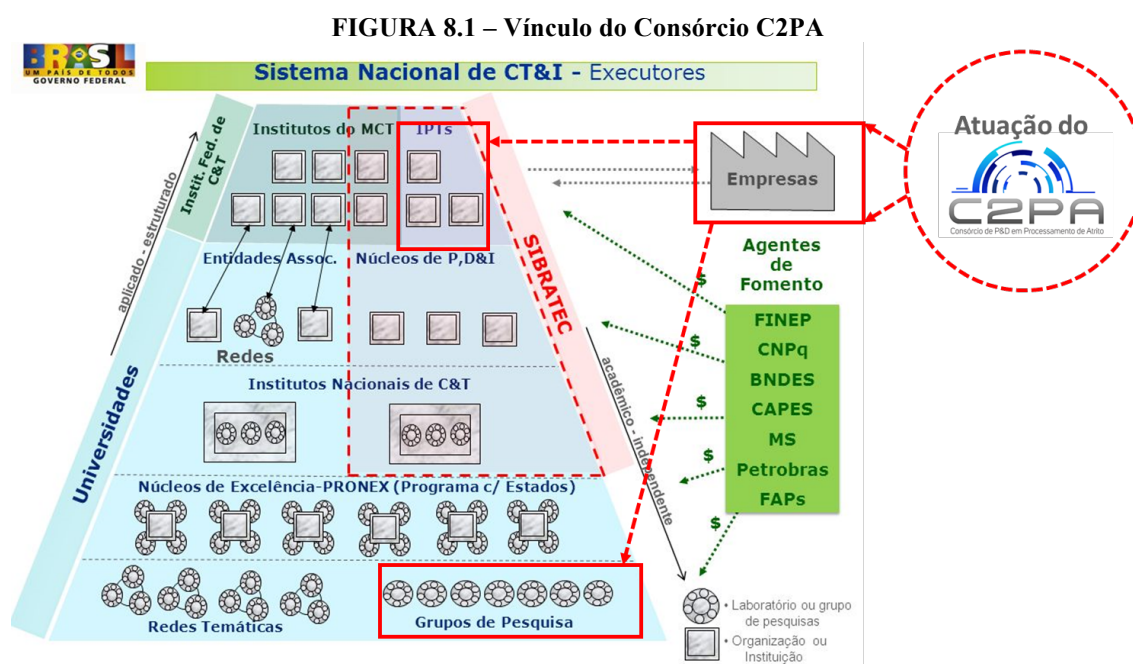
empresas brasileiras estão habituadas, ou seja, atender prontamente as demandas do mercado, em vez de se antecipar aos concorrentes, criando e produzindo com objetivo de oferecer produtos ou serviços inovativos e inéditos.

- É consenso que a opção das associadas do C2PA por projetos de pesquisa de longo prazo já é constatação suficiente para identificar mudança (por que não, evolução) de mentalidade e de procedimentos com relação às estratégias das empresas participantes deste consórcio. Na avaliação dos membros industriais, esta é a principal contribuição do C2PA, quer dizer, constatar “[...] a maturidade das empresas para perseguir alvos de longo prazo, de especificar metas, planos e visões de longo prazo. E compor isso num ambiente colaborativo”.
- Apesar de outros arranjos colaborativos já terem sido implementados no Brasil, as dificuldades para estruturação (perfil dos membros, instalações, cronogramas, planejamento em geral etc.), e formalização (contratos, questões jurídicas) de consórcios no País ainda se fazem presentes: “tudo tem que ser criado”.
- Os arranjos de cooperação induzem à “multiplicação de conhecimento”, de visão crítica e diversa, o que “amplifica” as possibilidades de novas ideias. Nesse sentido, os consórcios “abrem portas” para “explorar outros ramos tecnológicos da cadeia produtiva” ou, simplesmente, para obter “uma dica” para outros estudos sobre tecnologias, diferentes das pesquisadas no C2PA.

Esses e outros aspectos positivos, relacionados pelos entrevistados do estudo de caso, contribuem para descrever a importância do consórcio para as empresas participantes e para o Brasil. Cada empresa associada tem sua perspectiva própria, mas todos concordam que a reunião do conhecimento acadêmico, com o “ferramental” dos ICTs e o “*drive*” que a indústria proporciona, no sentido de direcionar as pesquisas para aplicação às demandas do mercado, “é a receita para o sucesso” na busca de competitividade de mercado.

Essa percepção coincide com programas de incentivo do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), cuja estratégia é promover e consolidar o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e promover áreas importantes para o crescimento do País. Como mostra a Figura 8.1, o sistema de

CT&I em operação no Brasil reúne grupos de pesquisa e redes temáticas, a maioria instalados nas universidades públicas, junto com núcleos de excelência, responsáveis pelo conhecimento científico-tecnológico e, por fim, parte desse sistema é formado pelo Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC), ao qual estão vinculadas empresas e, no caso deste projeto, o consórcio C2PA. A seguir, a representação gráfica desse sistema (SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIAS, 2011).



Fonte: SBPC, 2011, p. 63. Adaptação do autor.

Reforçando essa perspectiva, um entrevistado explicou que o material (FS e FSW), base para as pesquisas que estão sendo desenvolvidas pelo C2PA não é o que impulsiona os objetivos e as estratégias das empresas no consórcio, mas esses materiais cumprirão a função de facilitadores para o desenvolvimento de prováveis novos produtos, que serão gerados futuramente pelos membros industriais do consórcio.

Por isso, a decisão deste projeto de doutorado de dedicar atenção às fases anteriores à criação de novos produtos, visto que não só a literatura, mas as conclusões do estudo de caso apontam para a importância do gerenciamento dos processos de desenvolvimento das tecnologias, devido às incertezas e aos riscos próprios dos arranjos de colaboração de pesquisa.

Brocke e Lippe (2015) ratificam a necessidade de identificação e de gerenciamento adequado das incertezas e das contradições que as acompanham, por exemplo, é preciso liberdade para gerar inovação, ao mesmo tempo que a gestão dos processos requer firmeza; a colaboração não só integra, mas também gera dificuldades, pela heterogeneidade dos parceiros.

A seguir, os aspectos que definem a relevância dos consórcios, na visão dos entrevistados. Para eles, esse modelo de cooperação propicia:

- Criação e alavancagem de núcleos de excelência em tecnologia em processamento por atrito na fase pré-competitiva;
- Domínio de tecnologia inovadora;
- Aumento da interação entre pesquisadores de empresas, institutos de pesquisas e universidades sobre temas e práticas de P&D e inovação;
- Constante transferência de conhecimento técnico-científico entre os membros do consórcio;
- Aumento da produção de artigos científicos;
- No caso dos ICTs, aumento de relacionamento com empresas, o que pode gerar parcerias futuras, bem como manter em atividade maquinário e recursos humanos;
- Interação com parceiros que “dominam o assunto”, a partir de diversas perspectivas;
- União de competências entre os membros do consórcio;
- Compartilhamento de custos e riscos da tecnologia;
- Aumento da qualidade dos indicadores de P&D e de inovação, no contexto nacional;
- Desenvolvimento da indústria nacional, a custo baixo;
- Criação de uma cultura de estar à frente dos competidores, em vez de seguir o líder de mercado;
- Aumento da capacidade dos membros do consórcio para buscar soluções, a partir da visão geral das tendências tecnológicas de outras indústrias e mercados;
- Melhoria da eficiência tecnológica dos membros participantes do consórcio;
- Aumento da capacidade dos membros de consórcios para desenvolver tecnologia de inovação;
- Formação de pessoas qualificadas em tecnologias avançadas;

- Alavancagem de novas infraestruturas competitivas, por meio de novos processamentos, com potencial para geração de novos conhecimentos científicos;
- Escolha de “rotas de tecnologia” mais relevantes dentro de segmentos dos setores industriais;
- Aumento de investimentos em P&D e, a partir disso, a criação de uma cultura impulsionadora de “facilitadores de inovação”;
- Domínio das variáveis do processo;
- Divulgação (*Open-Day*) da tecnologia pesquisada para a comunidade empresarial e científica não participante.

A lista desses aspectos reforça a relevância da implementação de consórcios desse tipo para o Brasil, sobretudo para as empresas nacionais. A opinião comum entre os entrevistados do estudo de caso é que esse modelo de colaboração já está provocando “mudança de *mindset*”, e instigará as empresas a “pensar em pesquisa, [em] pesquisa aplicada a seu portfólio, mas não com vistas em curtíssimo prazo”. Ademais, o consórcio pré-competitivo faz gerar novas tecnologias e a “geração de tecnologias é o que mantém as empresas na vanguarda”.

9 Conclusões

Certamente, entre as várias contribuições que o consórcio C2PA está proporcionando à indústria brasileira, uma das mais importantes se refere à divulgação, ao incentivo e ao desenvolvimento da pesquisa de longo prazo e em fases pré-competitivas, o que adiciona componente de inovação ao trabalho dos pesquisadores e, sobretudo, das empresas. Pelo menos entre os atores que estão engajados no ambiente de PD&I, essa é uma informação que provoca otimismo com relação ao que está por vir.

Não bastasse, o C2PA tem conseguido não somente revigorar, ainda que restritamente aos parceiros do consórcio, o ambiente científico, além de aumentar a aproximação e a integração entre a indústria, os institutos de pesquisa e o meio acadêmico, o que contribui para maximizar os recursos financeiros e para difundir conhecimento entre os envolvidos.

O C2PA também tem mostrado que adversidades podem ser superadas com vontade, dedicação e competência, além de um bom plano de governança do consórcio e de gerenciamento dos processos de pesquisa e desenvolvimento das tecnologias de interesse do grupo.

Por outro lado, mesmo neste consórcio com poucos membros participantes, foi possível identificar as dificuldades surgidas durante o processo de formação e de desenvolvimento. Como revelou no estudo de caso, as barreiras à implementação e à manutenção de um consórcio de P&D pré-competitivo ultrapassam a falta de investimentos (que costuma ser citada como principal dificultador), pois há outras, que antecedem o processo de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, a saber:

- No Brasil, antes de enfrentar as barreiras inerentes ao ambiente interno dos consórcios e aos processos para sua operacionalização, os interessados na formação desse tipo de arranjo colaborativo precisam vencer os obstáculos decorrentes das políticas de incentivo às pesquisas de inovação e, sobretudo, da falta de cultura e de compreensão dos governos e de empresas acerca da importância da pesquisa de

longo prazo para o desenvolvimento e competitividade do País e da indústria nacional. Nesse sentido, considera-se imprescindíveis ações de incentivo e fomento por parte dos governos federal e estaduais.

- Embora haja reconhecimento de que é imperativo ser competitivo no mercado mundial, percebe-se que, na prática, os esforços com vistas à criação e ao desenvolvimento de um ambiente de inovação no Brasil ainda não são suficientes para comparar a P&DI nacional às conquistas dos países mais adiantados nessa área. A indústria brasileira ainda concentra sua produção em *commodities*. Os entrevistados evidenciaram essa situação quando, entre outros momentos, comentaram a “falta de paciência” das empresas para realizar pesquisa de longo prazo.
- Contrariamente ao propósito de consórcios de P&D pré-competitivos (“olhar para o futuro”), a postura de inovação da maioria das empresas brasileiras tende a ser baseada nas pressões do mercado e nas demandas – urgentes – requeridas por seus clientes. Daí a necessidade de mudança de *mindset* das empresas e, nesse sentido, a participação e engajamento da alta direção é fundamental para que os outros níveis da hierarquia, principalmente os envolvidos nos projetos de inovação, percebam a dimensão das atividades inovativas para o negócio da empresa e, por isso, assumam o seu papel nesse processo. Em várias entrevistas do estudo de caso, ouviu-se que o Brasil precisa deixar de “sempre copiar o outro” e começar a “ser vanguarda”. É a inovação que propicia esse cenário: evoluir de produção de *commodities* para a criação e a produção de produtos e serviços inovativos. Destaque-se que uma das empresas membro do C2PA vivenciou essa mudança de *mindset*, a partir da sua participação no consórcio.
- Assim, a sinergia entre os profissionais do consórcio com diferentes *expertises* contribui para a geração de produtos inovadores, o que seria menos provável se fossem desenvolvidos isoladamente (por apenas uma empresa). Ademais, a reunião de mentes criativas e inovadoras cria a “massa crítica”, que multiplica e amplifica o conhecimento e as ideias, otimizando a capacidade de produzir resultados positivos

e promissoras para as empresas participantes. Igualmente, o compartilhamento de conhecimento pode transformar a opinião das empresas a respeito de tecnologias que antes não despertavam interesse, mas que podem passar a ser vistas como “promissoras” e compatíveis com as estratégias e negócio das empresas. Essas novas tecnologias podem vir a ser consideradas “portadoras de futuro”, ou seja, capazes de induzir à descoberta e criação de novos mercados consumidores.

- Por outro lado, observou-se que as demandas dos participantes do consórcio privilegiam seus próprios interesses. Enquanto a visão dos membros industriais está voltada para decisões sobre qual ou quais projetos de seu portfólio poderão incorporar as novas tecnologias desenvolvidas no C2PA, os membros acadêmicos e os institutos de pesquisa estão se empenhando para serem lembrados (escolhidos) quando as empresas estiverem nas fases de prototipagem e validações ou tiverem novos projetos de P&D. Sendo assim, o trabalho conjunto entre empresas e universidades ultrapassa a divisão de custos. É importante que as universidades se empenhem em desenvolver pesquisas que estejam em sintonia com os interesses da indústria, no sentido de possibilitar o atendimento às demandas do mercado, sem correr risco de ‘cair’ no Vale da Morte.

Pode não ser uma tarefa fácil, já que nem sempre as empresas têm claros os seus objetivos, assim como as universidades e os institutos de pesquisa falham na iniciativa de ‘vender’ suas competências e capacidades. Com base no contexto do estudo de caso, pode-se dizer que o consórcio (configuração e objetivos) pode ser um agente para despertar, sobretudo nas empresas, o pensamento conjunto e compartilhado, ao contrário das ações e das tentativas individualizadas.

- A participação em consórcios de P&D pré-competitivo exige a presença de profissionais que tenham não somente domínio técnico das tecnologias a serem desenvolvidas, mas também outras competências importantes (visão do *marketing* e das estratégias da empresa, por exemplo). O profissional que acompanha os trabalhos deve ter olhar atento para defender os interesses da sua empresa – “tem que saber enxergar o benefício da tecnologia” (desenvolvida) para o produto ou

negócio da empresa. Também deve ser uma pessoa com disposição para investigar e não ter receio de arriscar, pois o consórcio é um ambiente de aprendizado, que implica erros e acertos.

- No contexto da pesquisa e desenvolvimento das tecnologias, entende-se que é importante chamar atenção para o grau de conhecimento e de aplicação da escala TRL. Os membros do C2PA reconhecem a utilidade da escala TRL para determinar o nível de maturidade da tecnologia, o que já está assimilado entre todos que participam do consórcio. Do mesmo modo, é sabido que as empresas que trabalham seus ciclos de inovação com diversas escalas de maturidade – desde a pré-competitiva, passando pela prototipagem, validação, até a escala real e de produção seriada – necessariamente precisarão utilizar a TRL. Em consórcios de P&D pré-competitivo, os participantes também terão que dominar a TRL, já que a transposição desses processos de ‘amadurecimento’ das tecnológicas desenvolvidas possibilitará a geração de novos produtos e/ou novos mercados. Considerando que, a partir do C2PA, outros consórcios poderão ser formados com configurações diferentes (inclusive entre empresas de porte, que são pouco usuais), é prudente pensar que nem todas as empresas brasileiras têm o mesmo conhecimento sobre as normas que regem o TRL, o que torna importante a divulgação dessa ferramenta no ecossistema de inovação nacional.

Não há dúvidas sobre as dificuldades inerentes a esse tipo de cooperação e, sabe-se, o caminho é longo, mas são iniciativas como o consórcio C2PA, junto com todos os pesquisadores e outros envolvidos nessa empreitada, que provoca otimismo e faz acreditar que é possível realizar projetos de inovação no Brasil, com competência e sucesso. Diante do otimismo dos membros do C2PA, tende-se a acreditar que o modelo desse consórcio será replicado em outras áreas, a fim de manter “um radar ativo de vanguarda tecnológica” que possa “influenciar e desenvolver pesquisas a um custo compartilhado e muito baixo”.

Paralelamente à observância dessas questões, sugerem-se novos estudos e aprofundamento sobre o tema, tais como o acompanhamento de consórcios com

abrangência maior do número de participantes, ambientes de consórcios com membros industriais concorrentes e consórcios que envolvam instituições de fomento, de maneira a produzir transformações no *mindset* das empresas, no que se refere a P&D de longo prazo.

Outra abordagem a destacar diz respeito aos progressos na área de materiais que estão intrinsecamente associados às tecnologias disruptivas (totalmente inseridas na Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0) e cujo desenvolvimento e descobertas podem ser impulsionados pelo modelo de consórcios ou arranjos colaborativos de P&D. As novas tecnologias têm revolucionado inúmeros setores industriais devido à sua capacidade para aperfeiçoar e gerar novos produtos que estão causando mudanças radicais na vida das pessoas. Pode-se citar algumas possibilidades de aplicação para o desenvolvimento dessas tecnologias através do modelo de consórcio P&D pré-competitivos, tais como:

- Desenvolvimento de placas de desgaste de ferro fundido de alto cromo com adição de nióbio e boro;
- Desenvolvimento de concretos refratários para resistência ao desgaste abrasivo e erosivo;
- Desenvolvimento de aços austeníticos com efeito TRIP para resistência ao desgaste na busca de materiais resistentes ao desgaste e à corrosão simultaneamente;
- Desenvolvimento de nanocompósito polimérico e o estudo das propriedades tribológicas e de superfície para aplicação em revestimentos de chutes.

É certo que se trata de um assunto que está longe de ser exaurido e, por isso, espera-se que os modelos de cooperação se propaguem no ambiente de inovação brasileiro, a fim de gerar valor para as empresas e para a sociedade.

Referências

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. *Introdução ao IMATEC como ferramenta de avaliação de maturidade tecnológica em projetos espaciais*. Brasília, DF: AEB, 2018.

ALEXY, O.; GEORGE, G.; SALTER, A. J. Cui bono? The selective revealing of knowledge and its implications for innovative activity. *Academy of Management Review*, Briarcliff Manor, NY, v. 38, n. 2, p. 270–291, 2013.

ALOYSIUS, J. A. Membership in a research consortium: the project selection game. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Amsterdã, v. 40, n. 3, p. 325-336, Nov. 1999.

ALTSHULER, J. S. *et al.* Opening up to precompetitive collaboration. *Science Translational Medicine*, Washington, D.C., v. 2, n. 52, p. 1-5, Oct. 2010. Disponível em: <http://stm.sciencemag.org/content/2/52/52cm26>. Acesso em: 14 jun. 2016.

ARAÚJO, N. L.; GUERRA, B. M.; LOBATO, L. C. R.; DOYLE, M. L. R. Marco legal da inovação: breves comentários. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR ISO 16290: sistemas espaciais: definição dos níveis de maturidade de tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 15 p.

BARON, J.; MÉNIÈRE, Y.; POHLMANN, T. Standards, consortia, and innovation. *International Journal of Industrial Organization*, Amsterdã, v. 36, p. 22-35, Sep. 2014.

BENEDETTI, M. H.; TORKOMIAN, A. L. V. Uma análise da influência da cooperação Universidade-Empresa sobre a inovação tecnológica. *Gestão da Produção*, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 1-14, 2010.

BERMAN, E. M. R&D consortia: impact on competitiveness? *The Journal of Technology Transfer*, Basingstoke, UK, v. 15, n. 3, p. 5-12, Jun. 1990.

BRANSTETTER, L. G.; SAKAKIBARA, M. When do research consortia work well and why? Evidence from Japanese panel data. *The American Economic Review*, Pittsburgh, PA, v. 92, n.1, p. 143-159, Mar. 2002.

BROCKE, J.; LIPPE, S. Managing collaborative research projects: a synthesis of project management literature and directives for future research. *International Journal of Project Management*, Amsterdã, v. 33, n. 5, p. 1022-1039, Jul. 2015.

BURGELMAN, R.; CHRISTENSEN, C.; WHEELWRIGHT, S. *Gestão estratégica da tecnologia e da inovação: conceitos e soluções*. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

BUSS, P.; PEUKERT, C. R&D outsourcing and intellectual property infringement. *Research Policy*, Hoboken, NJ, p. 977-989, May 2015.

CARMACK, W. J. *et al.* Technology readiness levels for advanced nuclear fuels and materials development. *Nuclear Engineering and Design*, Amsterdã, v. 313, p. 177-184, Mar. 2017.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS. Laboratório Nacional de Nanotecnologia. *Sobre o CNPEM*. Campinas, 2019. Disponível em: <http://cnpem.br/cnpem>. Acesso em: 08 fev. 2019.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. *Metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CHESBROUGH, H. *Inovação aberta: como criar e lucrar com a tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CHIARONI, D.; CHIESA, V.; FRATTINI, F. Unravelling the process from closed to open innovation: evidence from mature, asset-intensive industries. *R&D Management*, Hoboken, NJ, v. 40, n. 3, p. 222-245, May 2010.

CHIESA, V.; MANZINI, R. Organizing for technological collaborations: a managerial perspective. *R&D Management*, Hoboken, NJ, v. 28, n. 3, Jul. 1998.

CHRISTENSEN, C. M. *O dilema da inovação: quando as novas tecnologias levam empresas ao fracasso*. São Paulo: Makron Books, 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Inovação em cadeias de valor de grandes empresas: 22 casos*. Brasília: CNI, 2013. Disponível em: http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2014/08/08/502/publication.pdf. Acesso em: 30 jan. 2016.

CONVÊNIO de Cooperação Científica e Tecnológica VDT055-12. Campinas, 2015. 20 p. (Mimeo).

COOPER, R. G. *Produtos que dão certo: como criar valor e desenvolver produtos inovadores*. São Paulo: Saraiva, 2013.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio management for new product development: results of an industry practices study. *R&M Management*, Hoboken, NJ, v. 31, n. 4, p. 361-380, 2001.

COOPER, R. G.; EDGETT S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio management in new product development: lessons from the leaders - I. *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 40, n. 5, p. 16-28, Sep./Oct. 1997.

COOPER, R. G.; EDGETT S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio management in new product development: lessons from the leaders - II. *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 40, n. 6, p. 43-52, Nov./Dec., 1997a.

CORREIA NETO, J. F.; LEITE, J. C. *Decisões de investimentos em tecnologia da informação*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

CORSARO, D.; CANTÙ, C.; TUNISINI, A. Actors' heterogeneity in innovation networks. *Industrial Marketing Management*, Amsterdã, v. 41, n. 5, p. 780-789, Jul. 2012.

CZARNITZKI, D. FIER, A. *Publicly funded R&D collaborations and patent outcome in Germany*. Mannheim: Centre for European Economic Research, 2003. (ZEW Discussion Papers, n. 03-24).

CZARNITZKI, D.; HUSSINGER, K.; SCHNEIDER, C. R&D collaboration with uncertain intellectual property rights. *Review of Industrial Organization*, New York, NY, v. 46, n. 2, p. 183-204, Mar. 2015.

DICKINSON, M. I. W.; THORNTON, A. C.; GRAVES, S. Technology portfolio management: optimizing interdependent projects over multiple time periods. *Ieee Transactions On Engineering Management*, New York, NY, v. 48, n. 4, p. 518-527, Nov. 2001.

EISENHARDT, K. Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, Briarcliff Manor, NY, v. 14, n. 4, p. 532-550, Oct. 1989.

EISNER, A. B.; RAHMAN, N.; KORN, H. J. Formation conditions, innovation, and learning in R&D consortia. *Management Decision*, v. 47, n. 6, p. 851-871, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/00251740910966622>. Acesso em: 01 out. 2017.

ELDRED, E. W.; MCGRATH, M. E. Commercializing new technology - I. *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 40, n. 1, p. 41-47, Jan./Feb.1997.

ELMQUIST, M.; FREDBERG, T.; OLLILA, S. Exploring the field of open innovation. *European Journal of Innovation Management*, Bingley, UK, v. 12, n. 3, p. 326-345, 2009.

EMBRAER. *Challenge. Create. Outperform*. São José dos Campos, 2019. Acesso em: 08 fev. 2019.

EUROPEAN ASSOCIATION OF RESEARCH AND TECHONOLY ORGANISATIONS. *The TRL scale as a research & innovation policy tool*. EARTO Recommendations, 2014. Disponível em:

http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf. Acesso em: 21 maio 2015.

FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS. FCA Unicamp Limeira. *Estrutura não departamental*. Disponível em: <https://www.fca.unicamp.br/portal/pt-br/fca/governanca.html>. Acesso em: 28 abr. 2019.

FERNANDEZ, F. F. *et al.* Long-term R&D-based consortia: paths to integrate basic research with company strategy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE FOR MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, 25, 2016, Orlando, FL. *Proceedings* [...]. Orlando: IAMOT, 2016. p. 973-992.

GARNICA, L. Consórcios: maximizando o esforço de inovação colaborativa. In: *Blog Natura Campus*. Disponível em: <http://www.naturacampus.com.br/cs/naturacampus/post/2014-04/consorcios---maximizando-o-esforco-de-inovacao-colaborativa>. Acesso em: 11 fev. 2019.

GENICOLO, M. A. C. *Estudo de viabilidade para implementação de uniões soldadas pelo método friction stir welding em estruturas aeronáuticas*. 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3151/tde-08012008-162326/en.php>. Acesso em: 20 maio 2018.

GHAPANCHI, A. H. *et al.* A methodology for selecting portfolios of projects with interactions and under uncertainty. *International Journal of Project Management*, Amsterdã, v. 30, n. 7, p. 791–803, Oct. 2012.

GHOSH, A.; ROSENKOPF, L. Perspective - shrouded in structure: challenges and opportunities for a friction-based view of network research. *Organization Science*, Catonsville, MD, v. 26, n. 2, p. 622-631, Jul. 2014.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE. *Best practices: better management of technology development can improve weapon system outcomes*. Washington, DC: GAO, 1999. 77 p. (Report, GAO/NSIAD-99-162).

HAGEDOORN, J.; SCHAKENRAAD, J. Interfirm partnerships for generic technologies: the case of new materials. *Technovation*, Amsterdã, v. 11, n. 7, p. 429-444, Nov. 1991.

HAMEL, G. Competition for competence and inter-partner learning, within international strategic alliances. *Strategic Management Journal*, Hoboken, NJ, v. 12, n. S1, p. 83-103, Summer 1991.

HAQUETTE, T. M.F. *Metodologias qualitativas na sociologia*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

HARRIGAN, K. R.; NEWMAN, W. H. Bases of interorganizational co-operation: propensity, power, persistence. *Journal of Management Studies*, Oxford, UK, v. 27, n. 4, p. 417-434, Jul.1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Inovação 2014*. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 105 p.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. IPT - *Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP*. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.ipt.br>. Acesso em: 08 fev. 2019.

KAISER, M. G.; EL ARBI, F.; AHLEMAN, F.. Successful project portfolio management beyond project selection techniques: understanding the role of structural alignment. *International Journal of Project Management*, Amsterdã, v. 33, n. 1, p. 126–139, Jan. 2015.

KHURANA, A.; ROSENTHAL, S. R. Towards holistic "front ends" in new product development. *Journal of Product Innovation Management*, Amsterdã, v. 15, n. 1, p. 57-74, Jan. 1998.

KLEVORICK, A. K. *et al.* On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research Policy*, Hoboken, NJ, v. 24, n. 2, p. 185-205, Mar. 1995.

LEMOS, J. C; CHAGAS JR., M. F. Application of maturity assessment tools in the innovation process: converting system's emergent properties into technological knowledge. *RAI – Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 13, n.2, p. 150-170, abr./jun. 2016.

LIMA, W. F. *A importância da engenharia de materiais*. s. d. Disponível em: <http://www.icb.ufrj.br/Revista-Bio-ICB/Materias-Anteriores/A-importancia-da-Engenharia-de-Materiais-212.html>. Acesso em: 25 maio 2017.

LONGO, W. P. ; OLIVEIRA, A. R. P. Pesquisa cooperativa e centro de excelência. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, DF, v. 5, n. 9, p. 129-144, 2000.

MANKINS, J. C. Technology readiness assessments: a retrospective. *Acta Astronautica*, Ashburn, VA, v. 65, n. 9-10, p. 1216-1223, Nov./Dec. 2009.

MANKINS, J. C. *Technology readiness levels: a white paper*. Washington, DC: NASA, 1995. Disponível em: <http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trl.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2013.

MARKHAM, S. K. Moving technologies from lab to market. *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 45, n.6, p. 31-42, Nov. 2002.

MATHEWS, S. Innovation Portfolio Architecture: part 2: Attribute Selection and Valuation. *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 54, n. 5, p. 37-46, Sep. 2011.

MATHEWS, S. Innovation portfolio architecture. *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 53, n. 6, p. 30-40, Nov./Dec.2010.

MENKE, M. M. *Making R&D Portfolio Management More Effective*. *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 56, n. 5, p. 34-44, Sep-Oct, 2013.

NAMBISAN, S.; SAWHNEY, M. *Cérebro global: como inovar em um mundo conectado por redes*. São Paulo: Évora, 2011.

OMIDVAR, O.; EDLER, J.; MALIK, K. Development of absorptive capacity over time and across boundaries: the case of R&D consortia. *Long Planning*, Ranger, Amsterdã, v. 50, n. 5, p. 665-683, 2017.

PAROLIN, S. R. H.; VASCONCELLOS, E.; BORDIGNON, J. A. Barreiras e facilitadores à inovação: o caso Nutrimental S. A. *Revista de Economia Mackenzie*, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 12-34, 2006.

PAULSON, A. S.; O'CONNOR, G. C.; ROBESON, D. *Evaluating Radical Innovation Portfolios*. *Research Technology Management*, v. 50, n. 5, p. 17-29, 2007.

PEREZ, J. C. G. *Avaliação do processo de deposição superficial por atrito em liga de alumínio AA6351-T6 sobre substrato de liga de alumínio AA5052-H32*. 2016. 125 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Caracterização de Materiais) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/1474>. Acesso em: 01 set. 2017.

PORTER, M. E. *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. 25. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

POWELL, W. W.; GRODAL, S. Networks of innovators. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press, 2005. cap. 3, p. 56-85.

RING, P. S.; DOZ, Y. L.; OLK, P. M. Managing formation processes in R&D consortia. *California Management Review*, Berkeley, CA, v. 47, n. 4, p. 137-156, Summer 2005.

- RITALA, P.; HUIZINGH, E.; ALMPANOPOULOU, A.; WIJBENGA, P. Tensions in R&D networks: Implications for knowledge search and integration. *Technological Forecasting and Social Change*, Amsterdã, v. 120, p. 311-322, Jul. 2017.
- RITALA, P.; HUIZINGH, E.; WIJBENGA, P. Participating R&D consortia with without competitors. In: ISPIM Asia-Pacific innovation fórum, 2014, Manchester. *Proceedings* [...]. Manchester: ISPIM, 2014.
- ROSENKOPF, L.; METIU, A.; GEORGE, V. From the bottom up? Technical committee activity and alliance formation. *Administrative Science Quarterly*, Thousand Oaks, CA, v. 46, n. 4, p. 748-74, Dec. 2001.
- SAKAKIBARA, M. Formation of R&D consortia: industry and company effects, *Strategic Management Journal*, Hoboken, NY, v. 23, n. 11, p. 1033-1050, Nov. 2002.
- SANTORO, M. D.; GOPALAKRISHNAN, S. Relationship dynamics between university research centers and industrial firms: their impact on technology transfer activities. *Journal of Technology Transfer*, Basingstoke, UK, v. 26, n. 1/2, p. 163-71, 2001.
- SANTORO, M. D. Success breeds success: the linkage between relationship intensity and tangible outcomes in industry-university collaborative ventures. *Journal of High Technology Management Research*, v. 11, p. 255-73, 2000.
- SAY, T. E.; FUSFELD, A. R.; PARISH, T. D. Is your Firm's Tech Portfolio Aligned with its Business Strategy? *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 46, n. 1, p. 32-38, Jan. 2003.
- SMILOR, R. W.; GIBSON, D. V.; AVERY, Christopher M. R&D consortia and technology transfer: initial lessons form MCC. *The Journal of Technology Transfer*, Basingstoke, UK, v. 14, n. 2, p. 11-22, Mar. 1989.
- SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. *Ciência, tecnologia e inovação para um Brasil competitivo*. São Paulo: SBPC, 2011. 196 p.
- TACKETT, E. *Innovation through Integration of 3D printing & additive manufacturing*. Los Angeles, CA, UCLA, 2015. (AMPSoCAL, 2015). 45 slides.
- TERWIESCH, C; ULRICH, K. Managing the opportunity portfolio. *Research Technology Management*, Abingdon, UK, v. 51, n. 5, p. 27-38, Sep./Oct. 2008.
- TIGRE, P. B. *Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

TROTT, P. *Gestão da inovação e desenvolvimento de novos produtos*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA. *Histórico*. Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <https://portal.uepg.br/institucional/universidade/historico.php>. Acesso em: 08 fev. 2019.

VERGANI, R. *Design-driven innovation: changing the rules of competition by radically innovating what things mean*. Boston: Harvard Business Press, 2012.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VOSS, C.; TSIKRZKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, Bingley, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

VOTORANTIM. *Relatório Votorantim 2017*. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.votorantim.com.br/relatorio>. Acesso em: 08 fev. 2019.

YAMI, S., NEMEH, A. Organizing competition for innovation: the case of wireless telecommunication sector in Europe. *Industrial Marketing Management*, Amsterdã, v. 43, n. 2, p. 250-260, Feb. 2014.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZELL, D. Overcoming barriers to work innovations: lessons learned at Hewlett-Packard. *Organizational Dynamics*, Amsterdã, v. 30, n. 1, p. 77-86, 2001.

ZOBEL, A.-K.; LOKSHIN, B.; HAGEDOORN, J. *Formal and informal appropriation mechanisms: the role of openness and innovativeness*. Maastricht: Maastricht University, 2016. 37p. (RM/16/040).

ANEXO A

Resumo de TRL: marcos e resultados alcançados

ABNT NBR ISO 16290:2015

Nível de maturidade da tecnologia	Marco alcançado pelo elemento	Trabalho realizado (documentado)
TRL 1: Princípios de base observados e relatados	Aplicações potenciais são identificadas após observações de base, mas o conceito do elemento ainda não está formulado.	Expressão dos princípios de base previstos para uso. Identificação de potenciais aplicações.
TRL 2: Conceito e/ou aplicação da tecnologia formulados	Formulação de potenciais aplicações e conceito preliminar do elemento. Nenhuma prova de conceito ainda.	Formulação de aplicações em potencial. Projeto conceitual preliminar do elemento, fornecendo entendimento de como os princípios básicos podem ser usados.
TRL 3: Prova de conceito analítica e experimental da função crítica e/ou da característica	O conceito do elemento é elaborado e o desempenho esperado é demonstrado por meio de modelos analíticos suportados por dados experimentais/características.	Requisitos de desempenho preliminares (podem objetivar diversas missões), incluindo definição de requisitos de desempenho funcionais. Projeto conceitual do elemento. Entrada de dados experimentais, definição e resultados de experimentos laboratoriais. Modelos analíticos do elemento para a prova de conceito.

Continuação de Resumo de TRL: marcos e resultados alcançados

ABNT NBR ISO 16290:2015

Nível de maturidade da tecnologia	Marco alcançado pelo elemento	Trabalho realizado (documentado)
TRL 4: Verificação funcional em ambiente laboratorial do componente e/ou maquete	O desempenho funcional do elemento é demonstrado por ensaios com maquete em ambiente laboratorial.	<p>Requisitos de desempenho preliminares (podem objetivar várias missões) com definição de requisitos de desempenho funcionais.</p> <p>Projeto conceitual do elemento.</p> <p>Plano de ensaios de desempenho funcional.</p> <p>Definição da maquete para verificação de desempenho funcional.</p> <p>Relatórios de ensaios com a maquete.</p>
TRL 5: Verificação em ambiente relevante da função crítica do componente e/ou maquete	As funções críticas do elemento são identificadas e o ambiente relevante associado é definido. Maquetes não necessariamente em escala real, são construídas para verificar o desempenho por meio de ensaios em ambiente relevante, sujeitos a efeitos de escala.	<p>Definição preliminar dos requisitos de desempenho e do ambiente relevante.</p> <p>Identificação e análise das funções críticas do elemento.</p> <p>Projeto preliminar do elemento, sustentado por modelos apropriados para a verificação das funções críticas.</p> <p>Plano de ensaios das funções críticas.</p> <p>Análise de efeitos de escala.</p> <p>Definição da maquete para a verificação da função crítica.</p> <p>Relatórios de ensaios com a maquete.</p>
TRL 6: Modelo demonstrando as funções críticas do elemento em um ambiente relevante	As funções críticas do elemento são verificadas e o desempenho é demonstrado em ambiente relevante com modelos representativos em formato, configuração e função.	<p>Definição de requisitos de desempenho e do ambiente relevante.</p> <p>Identificação e análise das funções críticas do elemento.</p> <p>Projeto do elemento, sustentado por modelos apropriados para a verificação das funções críticas.</p> <p>Plano de ensaios da função crítica.</p> <p>Definição do modelo para as verificações das funções críticas.</p> <p>Relatórios dos ensaios com o modelo.</p>

Continuação de Resumo de TRL: marcos e resultados alcançados

ABNT NBR ISO 16290:2015

Nível de Maturidade da Tecnologia	Marco alcançado pelo elemento	Trabalho realizado (documentado)
TRL 7: Modelo demonstrando o desempenho do elemento para o ambiente operacional	O desempenho é demonstrado para o ambiente operacional no solo ou, se necessário, no espaço. Um modelo representativo, refletindo totalmente todos os aspectos do projeto do modelo de voo, é construído e ensaiado com margens de segurança adequadas para demonstrar o desempenho em ambiente operacional.	Definição de requisitos de desempenho, incluindo definição do ambiente operacional. Definição e realização do modelo. Plano de ensaios do modelo. Resultados de ensaios com o modelo.
TRL 8: Sistema real completo e aceito para voo (“qualificado para voo”)	O modelo de voo é qualificado e integrado ao sistema final pronto para voo.	Modelo de voo é construído e integrado no sistema final. Aceitação para voo do sistema final.
TRL 9: Sistema real “demonstrado em voo” por meio de operações em missão bem-sucedida	A tecnologia está madura. O elemento está em serviço com sucesso, para a missão designada, no ambiente operacional real.	Comissionamento em fase inicial de operação. Relatório de operação em órbita.

Fonte: ABNT NBR ISO 16290, 2016, p. 12-14.

ANEXO B

Roteiro das entrevistas

DECISÃO/MOTIVAÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO NO CONSÓRCIO

- 1) Qual o melhor critério para selecionar e investir em oportunidades de pesquisa?
 - *(Se não respondido)* Os motivos *(para investir em oportunidades de pesquisa)* são compatíveis e têm relação com o processo de desenvolvimento de novos produtos e a necessidade de novas fontes? Ou não tem nada a ver com isso?
 - Tem a ver com as demandas do mercado/do negócio?

- 2) Qual a importância do Consórcio (*C2PA*) para esta empresa?
 - Quais as vantagens e desvantagens em participar deste consórcio?
 - O que a empresa espera como resultado da pesquisa?

FORMAÇÃO DO CONSÓRCIO

- 3) Rapidamente, como se deu a formação do consórcio?
 - Quão semelhante é a visão dos membros sobre as metas da aliança, sua estrutura e suas operações?
 - Na sua opinião, o quanto/até que ponto é necessário que a visão dos participantes sobre esses aspectos seja semelhante? O quanto isso influencia o desempenho do consórcio?
 - Quão semelhantes são as características das potenciais indústrias ou empresas membros?
 - Os participantes têm ligações anteriores ou atuais? Elas são de natureza estratégica ou social?
 - Quais os compromissos de recursos de cada um dos participantes?

- 4) Como conciliar os interesses dos diferentes participantes do consórcio?
 - Você considera a outra empresa deste Consórcio concorrente da sua empresa? Por quê? / Em quê?
 - Na sua opinião, qual a principal diferença entre participar de um consórcio com membros concorrentes e com membros não concorrentes?
- 5) O que mudou na sua empresa a partir da participação em um consórcio de P&D?
 - Foram criadas novas relações interorganizacionais?
 - Ocorreram mudanças no orçamento da empresa? Em que sentido/patamar?
 - Por quais mudanças têm que passar os profissionais designados para acompanhar a aliança? Qual deve ser o nível de satisfação e engajamento dessas pessoas?
- 6) Desde o início, houve alguma mudança brusca ou significativa no consórcio? Em que aspecto? Como foi o processo (mudança, avaliação, solução)?

BARREIRAS PARA EMPREENDER E GERENCIAR UM CONSÓRCIO DE PESQUISA

- 7) Na sua opinião, de maneira geral, quais as principais barreiras que podem prejudicar o desenvolvimento de um consórcio?
 - Por que considera barreira? O que/Em que pode comprometer os objetivos e resultados do consórcio?
- 8) E no caso deste consórcio (**C2PA**), pela sua percepção, quais as principais barreiras (ou dificuldades) encontradas até o momento?
 - (***Se há barreiras***) Houve algum tipo de prejuízo ao consórcio? Que tipo? Até que ponto comprometeu os objetivos e resultados?
 - Como foram/estão sendo enfrentados essas barreiras? Os resultados das tentativas de solução são positivos? O que você pode dizer sobre os resultados?
 - (***Se não há barreiras***) Não houve nenhuma situação que pudesse prejudicar o andamento do consórcio e/ou pudesse ameaçar os resultados desejados? O quê?
- 9) O relacionamento entre as pessoas participantes do consórcio influencia o andamento dos trabalhos? Até que ponto? Em que influencia?
- 10) É sabido que o “ritmo acadêmico” é diferente do que o “mercado” exige (***e espera***). Na formação – e no processo de pesquisa – deste Consórcio (**C2PA**), houve alguma dificuldade nesse sentido? Você pode relatar? Foi resolvido?
 - Isso pode ser considerado uma barreira, ou não?

11) Pensando especificamente neste consórcio, existe, ou existiu, barreira financeira (*dificuldade para investimento*) – com relação à sua empresa ou ao consórcio como um todo?

- Alguma das empresas é ‘privilegiada’ por conta do montante investido no consórcio? Ou todas as empresas participantes têm igual acesso aos resultados das pesquisas, independentemente do valor que investiu?
- Em algum momento alguma questão financeira se transformou em barreira para o andamento dos trabalhos, ou isso não ocorreu?

COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO / APRENDIZAGEM

12) Como é tratada a questão do compartilhamento de conhecimento, dentro do consórcio C2PA, ou seja, entre os participantes?

- É tranquilo ou causa alguma tensão? Por quê/ Em que aspecto?
- Quais as vantagens e desvantagens do compartilhamento do conhecimento entre os membros do Consórcio?
 - ✓ Como são tratadas as divergências entre os participantes do consórcio?
 - ✓ Existe algum tipo de ‘custo’ para o compartilhamento de conhecimento? Qual é? Como é medido?

13) Todos têm liberdade para apresentar ideias para pesquisa?

- O conhecimento compartilhado é tácito ou explícito? Há restrições para o compartilhamento? Qual(is)? Por quê?

14) Existe um processo ou procedimentos específicos para o compartilhamento de conhecimento e de informações ou o compartilhamento é feito aleatoriamente ou conforme as descobertas e necessidades?

15) Até que ponto a cooperação contribuiu para o processo inovativo da sua empresa?

- O processo de cooperação influenciou/influencia a inovação da sua empresa?
- Em que/qual aspecto foi observado maior desenvolvimento inovativo (mudanças na empresa), em decorrência das interações do consórcio?

PATENTES

16) Alguns autores afirmam que o compartilhamento de conhecimento em um consórcio é diferente se as empresas participantes são concorrentes ou não. Isso ocorre mesmo? Como é neste consórcio (*C2PA*)?

- Neste caso, como é tratada a questão do sigilo e da propriedade intelectual e dos direitos dos participantes do consórcio?

- 17) O C2PA já patenteou alguma das tecnologias desenvolvidas desde o seu início? Quantas? Como fica a questão da propriedade intelectual? Há/Haverá algum conflito entre os envolvidos?
- Houve patentes individuais, por parte de alguma das empresas participantes?

PORTFÓLIO

- 18) Quais os critérios utilizados para a seleção dos projetos que compõem o portfólio de inovação da sua empresa?
- 19) Existe (*Existirá*) um momento do desenvolvimento da tecnologia em que será preciso avaliar e decidir pela a continuidade, ou não, da sua empresa no consórcio. já ocorreu? Quando ocorrerá?
- Quais os critérios para decidir sobre isso?
- 20) Quais os critérios sua empresa leva em consideração para decidir adotar a tecnologia desenvolvida pelo consórcio?
- Qual(is) procedimento(s) sua empresa utiliza/aplica para chegar a essa decisão?
 - Como lidar com o grande número de tecnologias em diferentes níveis de maturidade tecnológica?
 - Como julgar que determinada tecnologia em desenvolvimento é interessante para a estratégia da empresa?
 - Como definir que uma tecnologia é melhor que outra?
 - Como identificar que determinada tecnologia é a que tem maior/melhor potencial para o futuro?

ESTRATÉGIA

- 21) Os mercados para tecnologias são imprevisíveis, então, como elaborar estratégias que sejam minimamente equivocadas (*erradas*)?
- Há como minimizar os custos de recursos humanos e financeiros, de tempo (de pesquisa)?
 - Há que se arriscar no escuro para, no fim, tentar (*contar com*) uma descoberta promissora?
 - Quanto/Até que ponto sua empresa está disposta a arriscar (recursos, tempo, equipamentos, materiais) para descobrir e/ou desenvolver uma tecnologia?
 - A alta administração apoia esse processo? Há restrições? Qual(is)? Por quê?
 - Os gerentes de projeto de P&D e os pesquisadores têm apoio e autonomia para seguirem com as pesquisas?

22) Como a pesquisa vai se ajustando aos interesses dos consorciados? A pesquisa se ajusta ou é (são) a (s) empresa (s) participante (s) que se ajustam aos resultados da pesquisa? Qual dessas situações ocorreu neste Consórcio?

- Que tipo de mudanças organizacionais ocorreram, neste caso?
- Que tipo de adaptações são (foram) necessárias? Em que nível organizacional?