UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

Paul Marius Andersen

**Nível de Prontidão da Tecnologia e Grau de Abertura da Inovação em
Projetos de P&D&I: modelo conceitual e aplicação ao caso de uma
empresa do setor de óleo e gás**

SÃO PAULO

2019

Prof. Dr. Vahan Agopyan
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Fábio Frezatti
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Moacir de Miranda Oliveira Júnior
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Eduardo Kazuo Kayo
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

PAUL MARIUS ANDERSEN

Nível de Prontidão da Tecnologia e Grau de Abertura da Inovação em Projetos de P&D&I: modelo conceitual e aplicação ao caso de uma empresa do setor de óleo e gás

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Administração do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Pinheiro
Gondim de Vasconcellos

Versão Corrigida

(versão original disponível na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade)

SÃO PAULO

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho,
por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica
Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)

Andersen, Paul Marius.

Nível de Prontidão da Tecnologia e Grau de Abertura da Inovação em
Projetos de P&D&I: modelo conceitual e aplicação ao caso de uma empresa
do setor de óleo e gás / Paul Marius Andersen. - São Paulo, 2019.
177 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2019.
Orientador: Eduardo Pinheiro Gondim de Vasconcellos.

1. Inovação Aberta. 2. Nível de Prontidão Tecnológica. 3. EMNE. 4. Óleo e
Gás. I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração
e Contabilidade. II. Título.

À minha mãe, Bente Marie Andersen,
e avó, Elda da Silva Dresler, que me
ajudaram a chegar até aqui.
À minha família, amigos e colegas,
que me inspiram a continuar a jornada.

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo a pessoa que com certeza divide essa conquista comigo, Prof. Eduardo Vasconcellos, grande e paciente orientador, mestre e um exemplo para o Brasil, de quem se preocupa com a educação de qualidade, pesquisa e docência. Não há palavras para descrever a gratidão por toda a ajuda e aprendizado que me ofereceu. Será sempre uma inspiração para eu continuar o meu caminho profissional e acadêmico. Agradeço aos demais professores da FEA/USP, pela dedicação, crédito e paciência em nos ensinar e nos acompanhar nesse caminho.

Ao meu amigo Maurílio Soares, mestre em estatística demográfica pela UNICAMP, que com grande dedicação me ajudou a calcular e a interpretar o grande volume de dados gerado neste trabalho.

Agradeço também os colegas da BR Distribuidora pelo apoio e paciência, em especial o meu gestor Luiz Fernando Barbeiro Lima que sempre me apoiou e incentivou, desde que soube do meu projeto.

Sou muito grato à minha família, tios, amigos e primos, que compreenderam as minhas ausências em datas especiais e sempre me incentivavam com palavras amigas.

RESUMO

ANDERSEN, P. M. (2019). *Nível de Prontidão da Tecnologia e Grau de Abertura da Inovação em Projetos de P&D&I: modelo conceitual e aplicação ao caso de uma empresa do setor de óleo e gás*. (Dissertação de Mestrado). Curso de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Empresas multinacionais de destaque, provenientes de países emergentes, têm utilizado estratégias de gestão de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) tecnológico para desenvolver produtos e serviços de alto nível. A inovação aberta que tem como premissa a construção de parcerias para explorar novas oportunidades, capitalizando as possibilidades disponíveis pelo avanço da base de conhecimento da empresa, é um importante instrumento para o aumento da sua vantagem competitiva por meio da criação de valor ao negócio. Contudo, a possibilidade de uma empresa obter vantagens competitivas no curto prazo depende fortemente do nível de maturidade das suas tecnologias. A competitividade a longo prazo, por sua vez, tem relação com o investimento em projetos de pesquisa & desenvolvimento (P&D) que darão base a inovações futuras. A prontidão da tecnologia de uma empresa exerce influência na sua estratégia de P&D tecnológico e, por sua vez, no portfólio de projetos em andamento. Esta prontidão está relacionada ao quanto o resultado do projeto está próximo da aplicação ou ao quanto ele é um estudo mais fundamental, distante do uso. Um importante indicador de prontidão tecnológica desenvolvido pela NASA – o *Technology Readiness Level* (TRL) - tem grande relevância na avaliação dos riscos dos projetos de desenvolvimento de produtos e serviços tornou-se uma referência para classificar carteiras de projetos de P&D. O caso selecionado foi o do LAB O&G (Centro de P&D da EMPRESA do setor de óleo e gás (O&G)), que desenvolve projetos com diferentes níveis de prontidão e graus de inovação aberta. Objetivou-se, por meio de uma abordagem quali-quantitativa, usar essas variáveis para reflexões sobre as dinâmicas e as práticas entre os níveis de prontidão tecnológica e os graus de abertura da inovação em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Com isso foi possível identificar que na EMPRESA O&G os projetos de P&D com TRLs mais altos ensejam maior cooperação tanto de empresas fornecedoras/parceiras, quanto de universidades e em TRLs mais baixos as universidades têm o protagonismo. Nesse trabalho foi possível aumentar a compreensão sobre o papel de cada uma dessas variáveis no processo de inovação e de contribuir com a literatura de inovação aberta por meio da pesquisa no nível dos projetos.

Palavras-chave: Inovação Aberta, Nível de Prontidão Tecnológica, TRL, EMNE, Óleo e Gás

ABSTRACT

ANDERSEN, P. M. (2019). *Technology Readiness Level and Innovation Openness on R&D&I Projects: conceptual model and application on an oil & gas enterprise*. (Master's thesis). University of São Paulo, São Paulo.

Outstanding multinational companies from emerging countries have been using technology research and development (R&D) project management strategies to develop high level products and services. Open innovation that is based on building partnerships to explore new opportunities, capitalizing on the possibilities available by advancing the company's knowledge base, is an important tool for increasing its competitive advantage by creating business value. However, whether a company can gain competitive advantage in the short term depends heavily on the maturity level of its technologies. Long-term competitiveness, in turn, is related to investment on research and development (R&D) projects that will underpin future innovations. A company's technology readiness influences its technology R&D strategy and, in turn, the ongoing project portfolio. This readiness is related to how close the project outcome is to application or how much it is a more fundamental study, away from use. An important indicator of technology readiness developed by NASA - the Technology Readiness Level (TRL) - has great relevance in risk assessment of product and service development projects and has become a benchmark for rating R&D project portfolios. The case selected was the LAB O&G (O&G COMPANY R&D Center), which develops projects with different readiness and degrees of open innovation. The objective was, through a qual-quant approach, to use these variables to reflect on the dynamics and practices between the levels of technological readiness and the degree of openness of innovation in research and technology development projects. With this it was possible to identify that in O&G COMPANY the R&D projects with higher TRLs lead to greater cooperation from both supplier / partner companies and universities and in lower TRLs the universities have the leading role. In this work it was possible to increase the understanding of the role of each of these variables in the innovation process and to contribute to the open innovation literature through research at the project level.

Keywords: Open Innovation, Technology Readiness Level, TRL, EMNE, Oil & Gas

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS E IMPORTÂNCIA.....	13
1.1. Introdução	13
1.2. Objetivos.....	17
1.3. Objetivos Específicos	18
1.4. Justificativa	23
2. REVISÃO DA LITERATURA E MODELO CONCEITUAL	25
2.1. Estratégia Tecnológica, Inovação Fechada e Inovação aberta	26
2.2. Inovação Aberta como Meio para Alcançar Vantagem Competitiva	28
2.3. O Papel da Cooperação na Inovação.....	30
2.4. Grau de Abertura da Inovação	33
2.5. Maturidade da tecnologia	34
2.6. Modelo Conceitual	44
3. METODOLOGIA	53
3.1. Métodos Mistos como Desenho de Pesquisa.....	55
3.2. Técnica Qualitativa	60
3.3. Técnica Quantitativa:	64
3.4. Síntese da Metodologia de Pesquisa	67
4. ANÁLISE QUALITATIVA	69
4.1. O Centro de Pesquisa da EMPRESA O&G e sua Estratégia de Inovação	69
4.2. Gestão da Tecnologia	73
4.3. Características dos Projetos de P&D&I do LAB O&G	77
4.4. Fases dos Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento	83
4.5. Inovação Aberta nos Projetos	88
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DA ETAPA QUALITATIVA.....	95
5.1. Caracterização das fontes parceiras de colaboração j:	98
5.2. Caracterização dos fatores de amplitude:	100
5.3. Caracterização dos fatores de profundidade:	101
5.4. Medição do Grau de Abertura no Nível de Projetos:	103
5.5. Análise do Modelo Conceitual.....	104
6. ANÁLISE QUANTITATIVA	110
6.1. Análise e Características da Amostra.....	110
6.2. Análises Bloxpot dos Resultados das Variáveis dos Projetos de P&D.....	113
7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
7.1. Conclusão	123
7.2. Limitações de Pesquisa.....	125
7.3. Agenda Futura de Pesquisa.....	127
7.4. Contribuição da Pesquisa.....	127
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIOS DA FASE QUALITATIVA	141
APÊNDICE II - QUESTIONÁRIO DA FASE QUANTITATIVA	147

TABELA

Tabela 1: Resumo das principais variáveis ou proxies dos projetos de P&D do LAB O&G estratificados por gerência geral.	112
---	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Inovação Fechada x Inovação Aberta.	27
Quadro 2- Fatores relevantes das iniciativas de Inovação Aberta.	29
Quadro 3– Interações indústria-universidade.	31
Quadro 4– Tipos de interações indústria-universidade.	32
Quadro 5- Fatores relevantes das iniciativas de Inovação Aberta.	48
Quadro 6- Referências dos fatores usados no modelo conceitual.	52
Quadro 7 - Entrevistas com os gestores de carteira e com o coordenador de projetos.	63
Quadro 8- Síntese do processo completo da metodologia de pesquisa.	67
Quadro 9– Fases da pesquisa.	68
Quadro 10- Distribuição de projetos em execução por tipo e por segmento em 2016.	81
Quadro 11- Composições específicas do CTO Carteira por número de projetos:	82
Quadro 12- Características dos projetos de P&D do LAB O&G em andamento com medição de TRL em 2016.	87
Quadro 13- Identificação dos fatores para a medição do grau de abertura da inovação dos projetos de P&D do LAB O&G a partir das considerações dos respondentes nas entrevistas semiestruturadas.	89
Quadro 14- Identificação dos fatores para a medição do nível de maturidade tecnológica dos projetos de P&D do LAB O&G a partir das considerações dos respondentes nas entrevistas semiestruturadas.	92
Quadro 15- Etapas do questionário quantitativo aplicado aos coordenadores dos projetos de P&D do LAB O&G.	94
Quadro 16- Comparação dos <i>Proxies</i> usados para calcular o Grau de Abertura no nível da organização e no nível dos projetos de P&D.	104
Quadro 17- Resumo das respostas dos gerentes de carteira e coordenadores de projetos ligados ao segmento de E&P sobre a dinâmica de variação entre os níveis de TRL, o grau de abertura da inovação e outras variáveis no nível dos projetos de P&D.	106
Quadro 18- Resumo das análises boxplot sobre a dinâmica de variação entre os níveis de TRL, o grau de abertura da inovação na amostra de projetos pesquisada.	117
Quadro 19- Resumo das análises boxplt sobre a dinâmica de variação entre os níveis de TRL, o grau de abertura da inovação na amostra categorizada por projetos do PDDP e PDEP (E&P).	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- A crescente diversidade das atividades de óleo e gás.....	25
Figura 2- Construto do Grau de Abertura da Inovação.....	34
Figura 3- Ciclo de Vida Tecnológico por meio do Potencial Competitivo e da Maturidade...	36
Figura 4- Visão Geral da Escala de Níveis de Prontidão Tecnológica (TRL) segundo a NASA.	37
Figura 5- Caracterização de um processo de amadurecimento tecnológico como uma curva “S”.	45
Figura 6- Processo de Transição Tecnológica e Desenvolvimento Tecnológico.....	45
Figura 7- Risco Associado à Maturidade da tecnologia.	46
Figura 8- Modelo conceitual do estudo.....	51
Figura 9- Complementariedade das abordagens.....	56
Figura 10- Dados financeiros e de ativos da EMPRESA O&G.	69
Figura 11- Representação do Sistema Tecnológico da EMPRESA O&G.....	73
Figura 12- Macroprocesso de gestão tecnológica na EMPRESA O&G.....	74
Figura 13- Fases dos Projetos de P&D no LAB O&G.	75
Figura 14- Subprocesso de Implantação de Projetos de P&D no LAB O&G.....	77
Figura 15- Custos com pesquisa e desenvolvimento tecnológico da EMPRESA O&G em 2018 (R\$ milhões).	79
Figura 16- Classificação de projetos ativos em 2016 por segmento.	79
Figura 17- Criticidade relativa dos projetos por segmento em 2016.....	83
Figura 18- Fases dos Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento	84
Figura 19- Número de projetos em execução no LAB O&G em 2016 por TRL de entrada e saída em diagrama de barras e de cascata.	86
Figura 20- Representação gráfica do processo de inovação aberta do LAB O&G.	99
Figura 21- TRL como indicador para controle de risco de P&D.	108
Figura 22- Abrangência dos tipos de <i>stakeholders</i> que colaboram com os projetos em execução no LAB O&G (jun/2019).	111
Figura 23- Dados de TRL dos projetos plotados contra o grau de abertura.....	112
Figura 24- Parâmetros que compõem o boxplot.....	115
Figura 25- Exemplo de comparação entre boxplots de dois grupos.....	116
Figura 26- Diagrama boxplot do grau de abertura da amostra dos projetos do LAB O&G <i>versus</i> categorias de TRL de saída.	117
Figura 27- Diagrama boxplot do grau de abertura com empresas da amostra dos projetos do LAB O&G <i>versus</i> categorias de TRL atual.	118
Figura 28- Diagrama boxplot do grau de abertura com empresas da amostra dos projetos do LAB O&G <i>versus</i> categorias de TRL de saída.	118
Figura 29- Diagrama boxplot do grau de abertura da amostra dos projetos do PDDP e PDEP (E&P) <i>versus</i> categorias de TRL de saída.....	119
Figura 30- Diagrama boxplot do grau de abertura com empresas da amostra dos projetos do PDDP e PDEP (E&P) <i>versus</i> categorias de TRL atual.....	120
Figura 31- Diagrama boxplot do grau de abertura com universidades da amostra dos projetos do PDDP e PDEP (E&P) <i>versus</i> categorias de TRL de saída.	120

1. OBJETIVOS E IMPORTÂNCIA

1.1. Introdução

Atualmente, algumas das principais fontes de tecnologias e conhecimentos encontram-se em países emergentes, e não somente em países desenvolvidos. Os recentes aperfeiçoamentos em competências tecnológicas nos países em desenvolvimento têm mudado o paradigma de que estes se limitam a consumir produtos criados em países centrais. As empresas multinacionais de países emergentes (EMNEs) passaram a ser fontes importantes de inovação (OLIVEIRA JR et al., 2013). Modelos que são capazes de capturar a aprendizagem organizacional, e as gradativas mudanças tecnológicas que surgem nos países em desenvolvimento, são essenciais para compreender o avanço tecnológico desses países (KIM, 1998). Inicialmente, EMNEs migram de baixos níveis de desenvolvimento de capacidades para dar suporte a inovações incrementais; Posteriormente, à medida que conquistam níveis mais avançados de capacidade de inovar, continuam evoluindo por uma fase de transição; Após esta fase de transição, as empresas tendem a adquirir “meta-competências” para produzir inovações que vão ao encontro das demandas de mercado, e que, finalmente, atingem a fronteira tecnológica global. A trajetória tecnológica de um setor industrial pode explicar o seu sucesso por meio da construção de vantagens competitivas sustentáveis através da inovação (BELL & FIGUEIREDO, 2012).

Em estudos recentes, constatou-se que gradativamente essas empresas conseguem construir suas capacidades tecnológicas no mesmo ritmo com que também desenvolvem suas redes de conhecimentos. A forma como essa interação ocorre parece influenciar o seu caminho tecnológico. Ademais, empresas emergentes possuem a tendência de inovar por meio do desenvolvimento de sistemas de inovação específicos. Estes são criados a partir de redes de conhecimento centrais, que podem tornar-se mais complexas em função do incremento das capacidades tecnológicas internas das empresas. Estas, em contrapartida, têm a capacidade de incentivar o desenvolvimento de diferentes tipos de rede. Tais interfaces, que visam a alcançar o conhecimento externo, são moderadas pelo grau de interação desses aspectos (DANTAS & BELL, 2011).

Recentemente, as empresas têm adotado diversas formas de gerir os seus processos de inovação tecnológica. Empresas bem-sucedidas esforçam-se em construir processos altamente integrados entre os diferentes departamentos com o objetivo de incorporar informação e conhecimento de várias áreas em seus esforços de inovação. Essa integração tem sido considerada uma dinâmica importante para o desenvolvimento da inovação. Além disso, tais interações incluem conexões com o mundo exterior: a cadeia de suprimentos e a infraestrutura de ciência e tecnologia. Esse processo contempla a relação com times integrados, forte interação com fornecedores e clientes relevantes, ênfase na interação com o P&D e a manufatura e colaborações horizontais (pesquisa cooperativa, *joint-ventures*, etc.) (CHESBROUGH, 2006). Com isso, a gestão da inovação torna-se um macroprocesso (HIGA, 2011).

O modelo de inovação aberta é o mais aderente para lidar com a crescente complexidade do conhecimento demandado pelos processos de inovação. A ideia central é que atualmente nenhuma empresa sozinha é capaz de desenvolver soluções para todos os problemas que ela tenta resolver. A ênfase é a de construir parcerias para explorar novas oportunidades, capitalizando todas as possibilidades disponíveis por meio do avanço da base de conhecimento da empresa (CHESBROUGH, 2006).

Portanto, o papel estratégico da inovação aberta é o de desenvolver caminhos únicos, a partir da articulação das capacidades dinâmicas, para compartilhar conhecimentos, competências e tecnologias e de gerar modelos de negócio e inovações difíceis e/ou inviáveis de serem desenvolvidas individualmente (DA COSTA e PORTO, 2015).

Todavia, a realidade empresarial de hoje não se baseia na inovação aberta pura, mas em empresas que investem simultaneamente em atividades de inovação fechadas e abertas. Um excesso de abertura pode a longo prazo afetar negativamente o sucesso da inovação nas empresas, uma vez que poderia conduzir à perda do controle das competências essenciais. Em contrapartida, a estratégia da inovação fechada não serve às demandas crescentes por estabelecimento de ciclos de inovação mais curtos e mais frequentes para atender às demandas do mercado. O equilíbrio adequado da estratégia da inovação aberta reside em práticas em que a organização possa utilizar todas as ferramentas disponíveis para rapidamente criar produtos e serviços mais bem-sucedidos do que o seu concorrente. Simultaneamente, espera-se que possa fomentar a criação de competências essenciais e ainda seja capaz de proteger a sua propriedade intelectual. (ENKEL, E.; GASSMANN, O.; CHESBROUGH, H., 2009).

O grau de abertura reflete de forma ampla e profunda que uma empresa usa informações externas na inovação. Portanto, determiná-lo pode ser uma ferramenta fundamental para estratégia tecnológica. Esta visão implica que as empresas interagem com parceiros externos para aumentar a eficiência e a eficácia de seus processos de inovação. Consequentemente, as que estão dispostas a aprender e a compartilhar seus conhecimentos devem decidir estrategicamente em que medida devem colaborar (DRECHSLER & NATTER, 2012).

Maturidade, no contexto de gerenciamento de projetos, é definida como a capacidade de responder ao meio ambiente de forma apropriada através das melhores práticas. Esta resposta é fruto do aprendizado, da acumulação de conhecimento, e não se trata de uma manifestação instintiva. A maturidade não se relaciona necessariamente com a idade da empresa, é um reflexo da adequação de suas práticas de medição e gerenciamento ao contexto de seus objetivos estratégicos e em resposta às mudanças ambientais (SCOTT e BRUCE, 1987; GARENGO e BERNARDI, 2007). O modelo de maturidade, por sua vez, é uma matriz de práticas que definem, para cada área organizacional, o nível de formalidade, sofisticação e incorporação de procedimentos *ad hoc* até a otimização. A maturidade de uma atividade desenvolve-se a partir do status *ad hoc* para o status otimizado (BITITCI, 2015).

A avaliação da maturidade é o uso sistemático de um modelo para posicionar as práticas atuais de uma organização em relação à uma escala pré-concebida (BITITCI, 2015). Quando uma organização tem por objetivo determinar a maturidade de uma nova tecnologia e/ou capacidade tecnológica (incluindo níveis requeridos de engenharia ou desempenho relacionado à economicidade do projeto), ela pode realizar, entre outras opções possíveis, uma avaliação de prontidão tecnológica (TRA). Em geral, TRAs podem ser realizados em vários momentos durante o "ciclo de vida" de uma nova tecnologia e de novos sistemas. Estes podem incluir (a) a conclusão de análises de sistemas e estudos de concepção conceitual, (b) o ponto para uma decisão entre várias opções de design concorrentes, bem como (c) o momento de decisão para iniciar a produção em grande escala. Essa avaliação pode ser feita envolvendo apenas a equipe de P&D, ou pode ser um processo abrangente e formal, envolvendo uma avaliação externa independente (MANKINS, 2009). Um processo de avaliação permite uma compreensão clara do estado atual do processo de desenvolvimento de produtos em uma organização, a fim de facilitar uma compreensão compartilhada das fraquezas e deficiências, para permitir o gerenciamento efetivo de processos, para desenvolver um plano de implementação para apoiar

iniciativas de mudança e para apoiar a melhoria de processos por meio de métricas (PANIZZOLO et al., 2010).

Segundo BITITCI (2015), o uso de modelos de maturidade agrega valor à empresa de duas formas:

- Em primeiro lugar, a abordagem do modelo de maturidade fornece uma estrutura que permite a discussão entre a equipe de gerenciamento. Esta discussão aumenta o engajamento e a apropriação do resultado da avaliação, melhorando e facilitando a aprendizagem organizacional. Isso, por sua vez, serve para aprimorar as capacidades gerenciais da organização e torna a equipe de gerenciamento mais crítica sobre suas práticas, o que reforça a aprendizagem organizacional.
- Em segundo lugar, a abordagem do modelo de maturidade permite uma produção mais rápida de resultados de avaliação, tornando a revisão das práticas organizacionais mais eficiente. Isso, por sua vez, encoraja a frequência de análises periódicas, reforçando a aprendizagem organizacional e o desenvolvimento contínuo de capacidades gerenciais.

No final da década de 1970, a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) desenvolveu um modelo para definir o atual estágio de maturidade (*Technology Readiness Levels* ou "níveis de prontidão tecnológica" (TRLs)) dos componentes para aplicação em sistemas aeroespaciais e astronáuticos (MANKINS, 1995). O TRL é, basicamente, uma descrição do histórico de desempenho de um determinado sistema, subsistema ou componente em relação a um conjunto de níveis descritos pela NASA. Ela é uma ferramenta que permite a avaliação sistemática de determinadas tecnologias em termos de seus níveis de maturidade atuais e desejados para aplicações em particular, assim como a comparação consistente entre diferentes tipos de tecnologias. Este descreve essencialmente o estado do desenvolvimento da tecnologia e fornece uma base a partir da qual a maturidade é avaliada e o avanço é definido. Quanto maior o TRL, mais próximo a tecnologia estará de ser lançada no mercado, ou utilizada de forma a agregar valor para o cliente.

À medida que o conhecimento se tornou um recurso-chave, a inovação aberta precisa estar embutida em uma estratégia de negócios global que reconheça explicitamente o potencial uso de recursos externos, ideias, conhecimento e tecnologia na criação de valor (OECD 2008, pp.11). A inovação aberta não pode mais ser percebida como uma atividade *ad hoc*, mas como uma escolha estratégica. Por exemplo, a aquisição / exploração externa é uma necessidade para que as empresas se mantenham competitivas (LICHTENTHALER 2008). O foco na abertura e

na rede de relações entre a empresa e seu ambiente externo sugere que podem significar um papel importante no desempenho da organização (LAURSEN, & SALTER, 2006).

Explorar como a maturidade da tecnologia e o grau de abertura se configuram para promover a inovação nas empresas são temas centrais desta pesquisa. Logo, de que maneira o nível de prontidão tecnológica de projetos de pesquisa tecnológica e o grau de abertura da inovação das EMNEs se apresentam?

1.2. Objetivos

Dado o cenário apresentado, é importante que as EMNEs façam esforços para se adaptarem e se anteciparem aos mercados em constante mutação, visando a poderem continuar gerando valor aos seus clientes e vantagens competitivas e retorno aos seus controladores. O objetivo geral desse estudo exploratório é analisar as relações entre níveis de prontidão tecnológica e graus de abertura da inovação em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Para isso, serão necessários os seguintes passos:

- 1º. Com base na literatura, encontrar uma forma de “medir o grau abertura da inovação” no nível da organização, assim como o nível de prontidão tecnológica de projetos de inovação tecnológica;
- 2º. Por meio de um estudo qualitativo, avaliar ambos os métodos e as suas escalas de medição no nível dos projetos. O objetivo é adequar a metodologia de medição do grau de abertura para o nível dos projetos e confirmar a aderência do uso da metodologia da NASA na avaliação do nível de prontidão tecnológica. Nesta fase serão identificadas as variáveis mais relevantes para viabilizar um estudo quantitativo;
- 3º. Delinear um modelo conceitual com base nas etapas anteriores, assim como as hipóteses a serem testadas;
- 4º. Realizar um estudo quantitativo para mensurar o grau de abertura no nível dos projetos e avaliar se há ou não correlação destes resultados com o nível de prontidão

tecnológica. Por meio destes resultados, eventualmente enfim, testar as hipóteses sobre o uso da inovação aberta em uma EMNE do setor de óleo e gás.

Identificar no nível da gestão de projetos como a prontidão da tecnologia e as estratégias de inovação aberta se entrecruzam em uma empresa inovadora é uma importante contribuição ao tema no setor de óleo e gás (VANHAVERBEKE, 2014).

1.3. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

1. Identificar se os projetos com níveis maiores ou menores de prontidão tecnológica também apresentam, respectivamente, maior ou menor grau de abertura da inovação junto a universidades;
2. Identificar se os projetos com níveis maiores ou menores de prontidão tecnológica também apresentam, respectivamente, maior ou menor grau de abertura da inovação junto a empresas fornecedoras e confrontar os resultados de ambos os atores para cooperação.

A seguir cada um será explicado e justificado:

Objetivo Específico 1: Identificar se os projetos com níveis maiores ou menores de prontidão tecnológica também apresentam, respectivamente, maior ou menor grau de abertura da inovação junto a universidades;

A abertura a fontes externas permite que as empresas adquiram ideias de terceiros para aprofundar o conjunto de oportunidades tecnológicas disponíveis para elas. Como CHESBROUGH sugere, as empresas que estão muito focadas internamente podem perder oportunidades, pois muitas fontes de conhecimento necessárias para alcançar a inovação só podem ser encontradas fora da empresa (LAURSEN & SALTER, 2006). A fim de manter a liderança tecnológica e aumentar as vantagens competitivas, as empresas devem estar conscientes da capacidade e da fase de maturidade das competências nas tecnologias que criam e desenvolvem. As tecnologias passam por um desenvolvimento evolutivo, enquanto as suas maturidades aumentam ao longo do tempo (FOSTER, 1988).

Tanto a mensuração do grau de abertura da inovação quanto a determinação do nível de prontidão tecnológica são ferramentas que podem auxiliar as empresas a gerir suas

estratégias tecnológicas, todavia não foi identificado na literatura referências que relacionem essas variáveis no nível da empresa e nem do gerenciamento dos projetos de P&D tecnológico. Esse trabalho pretende contribuir com a literatura investigando a maturidade da tecnologia dos projetos da empresa do setor de óleo e gás (EMPRESA O&G), por meio da identificação do nível de prontidão tecnológica (TRL) destes, e verificar se esses projetos possuem maior ou menor tendência a abrirem-se a outras instituições, por meio de parcerias estratégicas com alguns de seus *stakeholders*, visando à cooperação tecnológica. Esse resultado pretende suscitar reflexões sobre a magnitude do TRL e o grau de inovação aberta, uma vez que irá revelar possíveis interações entre essas duas macro-variáveis.

O TRL é considerado um importante indicador do nível de maturidade das tecnologias em desenvolvimento com o objetivo de que um dia, caso pertinente, evoluam e tornem-se comercializáveis. (BROUSSEAU et. al, 2009 e 2010). TRL mais alto significa que a tecnologia está mais próxima da aplicação enquanto TRL mais baixo significa que a tecnologia está ainda mais distante de poder ser utilizada. Por esta razão, as empresas devem fomentar a evolução de seus recursos, capacidades, competências gerais essenciais para as respectivas tecnologias

Uma das categorias que determinam a capacidade tecnológica em uma empresa é a aptidão de realizar *networking* (ADEREMI et al, 2009). Logo, quanto mais desenvolvida for esta capacidade, maior a possibilidade da empresa em articular-se com *stakeholders* para produzir inovação.

A inovação aberta é um paradigma que pressupõe que as empresas podem e devem usar ideias valiosas de fora, bem como as internas. Em relação aos caminhos para o mercado, eles também podem ser externos ou internos, à medida que as empresas adquirem capacidades para avançarem em suas tecnologias (CHESBROUGH, 2003). O papel da abertura na inovação enfatiza a permeabilidade dos limites das empresas onde ideias, recursos e indivíduos fluem dentro e fora das organizações.

A definição de abertura de CHESBROUGH, a mais usada na literatura, é ampla e ressalta que ideias valiosas emergem e podem ser comercializadas de dentro ou de fora da empresa. O papel da abertura na inovação enfatiza a permeabilidade das fronteiras das empresas onde ideias, recursos e indivíduos eventualmente fluem para dentro e para fora das organizações. A emulação da abordagem de inovação aberta transforma os limites sólidos de

uma empresa em uma membrana semipermeável que permite que a inovação se mova mais facilmente entre o ambiente externo e o processo de inovação interno da empresa (GASSMANN e ENKEL, 2004).

Em particular, há duas formas de considerar a abertura (ou magnitude da permeabilidade dos limites) da inovação. A com o fluxo de abertura direcionado de fora para dentro, que se refere ao uso pelas empresas de fontes externas de inovação, por exemplo, colaborando com outras empresas, instituições ou pessoas e a com o fluxo de abertura direcionado de dentro para fora, que se refere à forma como os recursos internos são revelados ao ambiente externo (DAHLANDER e GANN, 2010). As empresas que escolhem o processo de dentro para fora como um processo-chave se concentram na externalização do conhecimento e da inovação da empresa, a fim de trazer ideias ao mercado mais rapidamente do que podem através do desenvolvimento interno. Decidir mudar o local da exploração econômica para fora dos limites da empresa significa gerar lucros licenciando propriedade intelectual e/ou multiplicando a tecnologia transferindo conhecimento para outras empresas. Há também o modelo combinado que combinam o processo de fora para dentro (para obter conhecimento externo) com o processo de dentro para fora (para levar ideias ao mercado). Para fazer as duas coisas, as empresas cooperam com outras empresas em áreas estratégicas (GASSMANN e ENKEL, 2004).

Como a Empresa O&G primordialmente busca conhecimento de fora para dentro visando a aplicar as inovações em suas operações de exploração, produção e refino de petróleo, este modo de abertura da inovação é o predominante na presente pesquisa.

O TRL e o grau de abertura da inovação não necessariamente possuem uma relação de causa e efeito. Quando uma empresa decide investir em uma determinada tecnologia, que pode estar mais ou menos madura, é a partir da natureza desta tecnologia e das suas capacidades tecnológicas, que é definido se a empresa precisará lançar mão de cooperação com maior ou menor intensidade. Mapear essas variáveis em uma população relevante de projetos tecnológicos possibilita a geração de conhecimento sobre uma temática inédita.

O conceito de "integração tecnológica" na literatura de gestão do conhecimento fornece um construto teórico para a compreensão da lógica subjacente para o envolvimento acadêmico em uma variedade de canais de interação com a indústria. A integração tecnológica pode ser definida como a capacidade de inter-relacionar com êxito os mundos da pesquisa e os mundos de fabricação e aplicação de produtos (INANSITI, 1998). Os pesquisadores

acadêmicos que interagem com a indústria através de um conjunto mais amplo de mecanismos são mais propensos a desenvolver os recursos necessários para cobrir a distância entre a pesquisa científica e a aplicação. Essa interação facilita a criação de conhecimento e aumenta a capacidade de inovar (D'ESTE e PATEL, 2007). Investigar o grau de abertura da inovação com as universidades é importante, porque este é uma relevante forma de acesso ao conhecimento externo.

Objetivo Específico 2: Identificar se os projetos com níveis maiores ou menores de prontidão tecnológica também apresentam, respectivamente, maior ou menor grau de abertura da inovação junto a empresas fornecedoras e confrontar os resultados de ambos os atores para cooperação.

Fornecedores são importantes fontes de conhecimento externo para promover a inovação (MENGUC et al, 2014; ORDANINI e PARASURAMAN, 2011). A colaboração externa promove a aprendizagem à medida que as empresas recebem comentários e informações de colaboradores externos que lhes permitem explorar oportunidades de inovação (BAKER et al., 2016; MENGUC et al., 2014).

O envolvimento do fornecedor no desenvolvimento de novos produtos implica a combinação dos recursos de P&D e empresa e do fornecedor, e a exploração de capacidades conjuntas através de suas integrações estratégicas. O novo posicionamento competitivo do produto da empresa depende dos recursos e das capacidades do fornecedor, bem como a manutenção deste relacionamento. Como tal, gerar vantagem competitiva inter-organizacional através do envolvimento do fornecedor no desenvolvimento de novos produtos exige que a empresa construa e mantenha rotinas e processos adequados e trabalhe com parceiros que possuem competências complementares em projetos de P&D tecnológico (DYER & SINGH, 1998; JOHNSON, 1999).

As empresas podem se beneficiar envolvendo fornecedores no início do processo de desenvolvimento, ao invés de trabalhar de forma independente quando se trata de tempo de colocação no mercado de novos produtos, qualidade do produto, custo de desenvolvimento e custo do produto. O envolvimento do fornecedor nos projetos também pode ajudar a empresa a adquirir novas competências, compartilhar riscos, avançar mais rapidamente para novos mercados e conservar recursos (WAGNER e HOEGL, 2006).

Investigar o grau de abertura com fornecedores é também relevante, por estas serem uma forma comum de acesso ao conhecimento externo. Todavia, espera-se que esse *proxy* apresente características diferentes do grau de abertura com universidades, pois a tendência é que fornecedores possam potencialmente agregar mais conhecimento ligado ao desenvolvimento tecnológico do produto em detrimento à pesquisa básica.

No âmbito do planejamento estratégico, cada empresa tende a definir seu foco em um período diferente no ciclo de vida de uma tecnologia. Dependendo do conjunto de competências e capacidades, a estratégia de inovação será mais aberta a parcerias para cooperação tecnológica ou mais fechada. Isso implica que em função da estratégia, cada TRL irá impactar de forma distinta a maturidade da tecnologia da empresa (GREITEMANN, 2014). Empresas que já praticam P&D e que possuem mais conhecimento são as que têm maior propensão a fazer parcerias (DRECHSLER & NATTER, 2012).

Quando uma determinada tecnologia está sendo desenvolvida, cada TRL que o projeto percorre demanda um determinado conjunto de capacidades e competências (GREITEMANN, 2014). A maior profundidade de pesquisa externa está mais associada à inovação radical. Nos estágios iniciais do ciclo de vida do produto quando o estado da tecnologia está em transição, as empresas inovadoras precisam extrair conhecimento com maior profundidade de um número pequeno de fontes-chave de inovação, como usuários importantes, fornecedores de componentes ou universidades. Nestes primeiros estágios, apenas alguns atores podem ter conhecimento das principais tecnologias subjacentes à evolução do produto (LAURSEN & SALTER, 2006).

Quando a empresa precisa investir em projetos para estrategicamente aperfeiçoar-se em TRLs mais baixos e mais aderentes à pesquisa básica, espera-se que desenvolva o *networking* com *stakeholders* que possuem capacidades e competências mais científicas, como universidades ou centros de pesquisas, enquanto que em TRLs mais altos, o perfil das empresas nessa rede será de empresas que oferecem soluções mais relacionadas à aplicação de um produto acabado. Esses *stakeholders* teriam capacidades tecnológicas específicas, objetivando proporcionar viabilidade comercial, como empresas parceiras e fornecedores.

À medida que a tecnologia e o mercado amadurecem e a rede de inovação de apoio se expande, mais e mais atores dentro do sistema de inovação mantêm conhecimento especializado. Para acessar a variedade de fontes de conhecimento nessas redes, as empresas inovadoras precisam mapear em vários canais de pesquisa. Ao fazê-lo, eles procuram encontrar

novas combinações de tecnologias existentes para permitir melhorias significativas em seus produtos existentes (LAURSEN & SALTER, 2006).

Mapear a dinâmica desses fenômenos em uma empresa como a EMPRESA O&G é uma das metas desse trabalho.

1.4. Justificativa

Este tópico apresenta as justificativas para o objetivo proposto e para a escolha da EMPRESA O&G. Enquanto o paradigma da inovação aberta tem sido aplicado com sucesso em ambientes de alta tecnologia, há uma falta de pesquisas sobre a adoção da inovação aberta no setor de óleo e gás. Ademais, observou-se ser inédito um estudo identificando TRL e grau de inovação aberta.

Para as empresas de manufatura, a fonte mais importante de aquisição de conhecimento são os fornecedores de equipamentos, materiais e componentes, seguidos de perto por clientes (ou 'usuários') (LAURSEN & SALTER, 2006). Os resultados de investigações empíricas indicam que as atividades de inovação das empresas tendem a ser fortemente determinadas pelas relações entre elas e seus fornecedores (VON HIPPEL, 1988).

Compreender melhor a dinâmica dessas variáveis pode ser uma contribuição para a teoria da inovação aberta e de gerenciamento de projetos e pode também ajudar as empresas a direcionarem as suas estratégias tecnológicas em prol da redução do risco e do aumento do valor agregado de seus produtos e serviços. Recentemente houve publicações identificando que empresas do setor de óleo e gás, inseridas em um mercado dinâmico e com incertezas tecnológicas, exigem reorientação constante de seus planejamentos estratégicos para continuarem relevantes. É um novo campo de estudos que considera que empresas de setores mais tradicionais em ambientes de rápida mutação têm que dinamizar o realinhamento das suas estratégias (SHUEN; FEILER & TEECE, 2014).

O segmento de produção e exploração de óleo (E&P) tem se esforçado em capturar oportunidades e mitigar riscos por meio das gestões operacional e estratégica que permitem a tomada de decisão visando a construir valor sustentável, aumentando a segurança operacional e a rentabilidade. A adequada utilização de inovação aberta junto a universidades e fornecedores

contribui para isso. Logo, institui-se um maior dinamismo na implantação tecnológica e no desenvolvimento das pessoas em ambientes mutantes potencialmente hostis, a partir de uma forte e onipresente demanda de mudança em toda a organização. (SHUEN; FEILER & TEECE, 2014).

Produtos e sistemas complexos (PSCs) são definidos como produtos, sistemas, construções e redes intensivos em capital que envolvem um grande esforço de engenharia e tecnologia (HOBDAY, 1998). Exemplos de PSCs incluem grandes sistemas de telecomunicações, sistemas aéreos e espaciais, construção inteligente, usina de energia, complexo petroquímico, plataforma de petróleo offshore, plantas de fabricação, aeronaves jumbo, sistema de trem de trânsito rápido, software complexo e sistemas de informação, etc. Geralmente são desenvolvidos em um projeto único. PSCs são compostos de vários componentes, incluindo hardware e software incorporado, e muitas vezes envolvem insumos interdisciplinares. O desenvolvimento e a inovação dos PSCs normalmente envolvem muitas organizações e atores, tais como integradores de sistemas, proprietários, universidades, operadores, grandes fornecedores de equipamentos, principais e subcontratados e, muitas vezes, as agências governamentais de regulamentação. Este estudo focaliza inovação aberta junto a fornecedores e universidades.

Nas últimas décadas, os PSCs têm apresentado alta taxa de falhas em seus projetos. Os bens de capital complexos são muitas vezes caracterizados por grandes variações nos seus resultados de desenvolvimento, e os que apresentam a maior incidência de falhas são os sistemas maiores e mais complexos (MORRIS, 1990; MILLER e LESSARD, 2000; LAI, 2010).

As organizações vêm notando as vantagens de gerenciar seus riscos de uma forma estruturada e têm adotado o gerenciamento proativo de riscos (YEO e REN, 2009). Os objetivos de gerenciamento de risco incluem não apenas o triângulo usual de custo – tempo - qualidade, mas também outros objetivos, como a lucratividade e benefícios comerciais, como vantagem competitiva, mercado, aquisição de tecnologia, conformidade regulatória e impacto ambiental. A incapacidade de gerir os riscos de forma eficaz irá inevitavelmente resultar na incapacidade de satisfazer alguns ou todos estes objetivos e, conseqüentemente, a empresa irá incorrer em perdas. Por outro lado, um gerenciamento de riscos abrangente deve aumentar a probabilidade de atingir os objetivos do projeto, ou mesmo superar os objetivos originais, explorando oportunidades emergentes (REN e YEO, 2014). P&D em parceria com universidades e fornecedores é uma estratégia importante se bem utilizada.

Ao menos cinco fatores desencadearam um período crítico para as empresas no segmento *upstream* de óleo e gás; alguns têm se desenvolvido ao longo de décadas, outros são muito recentes. Somente a confluência desses vários fatores poderiam levar a uma "tempestade perfeita" com implicações estratégicas para todos os produtores - as companhias estatais de petróleo e gás, os *supermajors*, e os independentes. Estes são:

- Aumento da demanda de petróleo e gás requer significativo crescimento da produção: até 2040 a demanda mundial irá aumentar em 15% e uma significativa porção será suprida pelos países em desenvolvimento (OPEC, 2019);
- Novas tecnologias que abriram opções não convencionais (Figura 1);
- O aumento da concorrência;
- A redução de equipes globais de geologia e engenharia, e;
- A realidade e a percepção de riscos ambientais (FEILER & TEECE, 2014).

Figura 1- A crescente diversidade das atividades de óleo e gás.

Fonte: SHUEN; FEILER & TEECE, 2014.

2. REVISÃO DA LITERATURA E MODELO CONCEITUAL

Este tópico tratará dos seguintes temas:

- Estratégia Tecnológica, Inovação Aberta e Inovação Fechada;
- Inovação aberta como Meio para Alcançar Vantagem Competitiva;

- O Papel da Cooperação na Inovação.
- Grau de Abertura da Inovação;
- Maturidade da tecnologia;
- Modelo Conceitual

2.1. Estratégia Tecnológica, Inovação Fechada e Inovação aberta

A estratégia tecnológica se baseia em o que uma empresa sabe e pode fazer, e não os produtos que possui ou os mercados a que serve, e consiste em políticas, planos e procedimentos para adquirir conhecimento e capacidade, gerenciando e explorando-os com fins lucrativos. A estratégia para desenvolvimento tecnológico não é a mesma estratégia de P&D , que se ocupa apenas com a aquisição de tecnologia através de atividades internas. Gerir a tecnologia exige maior aprofundamento e conhecimento dos negócios da empresa, e não apenas levar em conta os seus produtos, mercados ou produção. Afinal, as suas tecnologias podem ser exploradas além do uso em seus próprios produtos. Pode licenciá-las, entrar em *joint ventures*, franquias, ou usar suas habilidades para fazer produtos para outras empresas comercializarem. Da mesma forma, uma empresa pode adquirir tecnologia de várias maneiras - através de seu próprio desenvolvimento interno, através de contratação de P&D externo ou pelo licenciamento de produtos e serviços a parceiros (FORD, 1988).

Os modelos de inovação podem ser classificados em dois grandes grupos: inovação fechada e inovação aberta. A inovação fechada limita o processo inovador aos conhecimentos, conexões e tecnologias desenvolvidos dentro das organizações, sem participação de instituições externas ou outras empresas no processo; A inovação aberta, considera como parte do processo inovador também o conhecimento e tecnologias externos aos da organização e sugere o envolvimento de universidades, outras organizações parceiras, do mercado através dos consumidores, fornecedores e do canal de distribuição (quadro1).

As parcerias, que inicialmente foram a opção de melhoria de resultados através da terceirização de produção ou serviços, atingiram uma nova dimensão: a da inovação. O desenvolvimento de novos produtos, tecnologias, conceitos ou serviços para participação em

novos mercados e geração de novas demandas passam a ser em conjunto com outras instituições.

Inicialmente, dentro de um modelo de inovação fechada e como parte de um cenário de mercado protegido, bastante sedimentado e comum antes da globalização, as organizações inovavam, desenvolvendo produtos e ofertando-os ao mercado. Após a globalização, já com a otimização de cadeias produtivas e como parte de um cenário de mercado competitivo no qual a oferta por novas possibilidades cresceu exponencialmente, as organizações iniciaram a aplicação de novas práticas, muitas ainda dentro do modelo de inovação fechada, mas já considerando estudo de necessidades de mercado e disponibilidade de novas tecnologias antes de iniciar a geração de novas ideias ou desenvolver novos produtos ou serviços (DOS SANTOS et al., 2011).

Quadro 1– Inovação Fechada x Inovação Aberta.

Característica	Inovação Fechada	Inovação Aberta
Equipe	As melhores pessoas da área trabalham para nós.	Trabalhamos com pessoas talentosas de dentro de fora da organização.
Onde fazer P&D	Para lucrar com P&D, temos que descobrir, desenvolver e comercializar por conta própria. P&D externo pode aumentar o valor significativamente.	O P&D interno é necessário para tomar para si parte desse valor.
Origem da tecnologia	Se descobrimos algo, temos que levá-lo ao mercado antes.	Não precisamos originar a pesquisa para lucrar com ela.
Pioneirismo	A companhia que levar a inovação ao mercado primeiro, vencerá.	Construir modelos de negócio melhores é mais importante do que chegar no mercado primeiro.
Quantidade e Qualidade	Se criamos mais e melhores ideias no mercado, venceremos.	Se fizemos melhor uso das ideias internas e externas, venceremos.
Propriedade intelectual	Devemos controlar nossa propriedade intelectual (PI) para que nossos competidores não lucrem com nossas ideias.	Devemos nos beneficiar por outros usarem nossa PI e devemos adquirir tecnologias de terceiros sempre que trouxeram benefícios ao nosso negócio.

Fonte: Adaptado de CHESBROUGH (2006) por DOS SANTOS et al. (2011).

2.2. Inovação Aberta como Meio para Alcançar Vantagem Competitiva

A Gestão do Conhecimento é uma forma de tornar o ambiente favorável para que a organização identifique suas competências, encontre os conhecimentos que ela já possui, aprenda o que precisa, compartilhe e use estes conhecimentos na velocidade necessária ao desenvolvimento dos seus negócios (PERROTTI e VASCONCELLOS, 2005). A inovação aberta acontece quando uma empresa combina recursos internos e externos para desenvolver novos produtos, processos ou serviços. Esta estratégia de inovação tem a vantagem de integrar os pontos fortes dos parceiros, contribuindo assim para um maior nível de qualidade e diferenciação, custos mais baixos e melhor *timing*. A adoção de uma estratégia de inovação aberta pode variar de uma unidade de negócios para outra dentro da mesma empresa, de um projeto de inovação para outro dentro da mesma unidade de negócios ou entre as fases de um mesmo projeto. Todavia, a literatura sobre esse assunto ainda é escassa (VASCONCELLOS et al., 2016 e 2018. DA SILVA et al., 2017 e VASCONCELLOS e GREGOLIN, 2019).

A inovação aberta assume que as empresas podem e devem usar ideias e caminhos para o mercado externos e internos, enquanto elas buscam avançar tecnologicamente. Processos de inovação aberta combinam ideias internas e externas em arquiteturas e sistemas e utilizam modelos de negócios para definir os pressupostos para elas. O modelo de negócio também utiliza essas ideias para criar valor, ao definir mecanismos internos para incorporar uma parte deste. A inovação aberta assume que ideias internas também podem ser disponibilizadas ao mercado através de canais externos, fora dos negócios convencionais da empresa, para gerar valor adicional (CHESBROUGH, 2006).

A estratégia de inovação aberta apresenta os seguintes fatores relevantes (Quadro 2):

Quadro 2- Fatores relevantes das iniciativas de Inovação Aberta.

Fatores	Definição
Motivações que contribuem para a adesão e consolidação da estratégia de inovação aberta	Necessidade de redução de custos e incertezas; menor tempo para lançar novos produtos (<i>time to market</i>); busca por melhoria da eficácia; aumento da complexidade tecnológica.
O valor das redes externas	Reconhecimento do potencial das redes externas para o processo de produtividade, inovação e criação de valor.
Tipos de iniciativas de acesso ao conhecimento externo	Acessando as ideias de clientes estudando o ambiente externo em busca de ideias; procurar especialistas na tentativa de resolver problemas específicos de P&D; formar uma joint venture, licenciar tecnologia de uma universidade, ou participar em redes; aproveitar o conhecimento dos empregados, banco de dados e consultores.
Estruturas e processos de apoio da abordagem colaborativa	Tecnologias de informação e comunicação apropriadas; seleção cuidadosa dos participantes; confiança e compromisso entre os parceiros; combinação de incentivos para atrair a participação dos consumidores; processos de governança para coordenar as atividades da rede.
Indicadores de desempenho e benefícios decorrentes da inovação aberta	Economias de escala, novas aprendizagens e gestão dos riscos e incertezas; compartilhamento de custos; desenvolvimento de padrões tecnológicos; melhor acesso aos mercados; aumento da capacidade de inovação da empresa; redução do <i>time to market</i> ; melhoria da produtividade.

Fonte: Adaptado de vários autores por DE ANDRADE (2015).

2.3. O Papel da Cooperação na Inovação

A cooperação é considerada um estímulo à inovação e espera-se que traga benefícios tais como a obtenção de economias de escala e de escopo, a redução da incerteza, o acesso a novos mercados ou o acesso a conhecimentos complementares (BECKER e PETERS, 1998; MIOTTI & SACHWALD, 2003). A cooperação para as atividades tradicionais de P&D e os seus efeitos sobre o desenvolvimento e a produção de inovação tem sido amplamente investigada, principalmente na indústria de transformação (TETHER, 2002; BARGE-GIL, 2010). Além da cooperação formal, a informação vinda de atores internos e externos também desempenha um papel crítico na transferência de conhecimento e, consequentemente, influencia a capacidade de inovação da empresa (LINTON, 2000).

Existem evidências consistentes de que as empresas que realizam cooperação por meio de parcerias superam as empresas que não iniciam tais esforços colaborativos em termos de desempenho em inovação (DEMAN e DUYSTERS, 2005). Uma maior diversidade da rede de alianças tecnológicas ou "a quantidade de parceiros diferentes (isto é, fornecedores, clientes, concorrentes, universidades) com os quais uma empresa colabora simultaneamente" aumenta o desempenho em inovação da empresa focal (FAEMS et al., 2008).

Os conceitos de inovação aberta, em rede e interativa sugerem que os relacionamentos genuínos entre as universidades e a indústria - e não as interações genéricas - desempenham um papel mais relevante na geração de inovações. Uma classificação genérica denominada "interações indústria- universidade" foi desenvolvida para designar as várias formas pelas quais a pesquisa financiada com fundos públicos beneficia potencialmente a indústria e a economia (SALTER e MARTIN, 2001) (Quadro 3). Essas interações por sua vez possuem diferentes níveis de envolvimento relacional, que se distinguem pelas diferentes capacidades de transferir conhecimento tácito entre as partes e de produzir contatos interpessoais mais ou menos profundos (SCHARTINGER et al., 2002).

Quadro 3– Interações indústria-universidade.

Interações Indústria-Universidade	Definição
Parcerias de pesquisa	Planejamento inter-organizacional visando à realização de P&D colaborativa
Serviços de pesquisa	Atividades encomendadas por clientes industriais, incluindo pesquisa contratada e consultoria
Empreendedorismo acadêmico	Desenvolvimento e exploração comercial de tecnologias desenvolvidas por pesquisadores acadêmicos por meio de uma empresa coligada ou uma fundação
Transferência de recursos humanos	Mecanismos de aprendizagem em múltiplos contextos, como treinamento de funcionários da indústria, de pós-graduados na indústria, de estagiários de pós-graduação e destacamentos de professores adjuntos para a indústria.
Interação informal	Desenvolvimento de relações e de redes sociais em conferências, etc.
Comercialização de direitos de propriedade	Transferência de propriedade intelectual gerada por universidades (ex: patentes) para empresas, p. ex: via licenciamento
Publicações científicas	Utilização de conhecimentos científicos na indústria

Fonte: PERKMANN & WALSH (2007).

As interações com envolvimento relacional elevado incluem situações onde os indivíduos e as equipes pertencentes aos contextos acadêmicos e industriais trabalham juntos em projetos específicos e produzem resultados comuns. Estes arranjos podem ser referidos como "relacionamentos" (Quadro 4). Em contrapartida, o uso de publicações científicas e o licenciamento de propriedade intelectual (patentes) gerado por universidades representam ligações com baixo envolvimento relacional, uma vez que não necessariamente requerem contatos entre pesquisadores universitários e usuários da indústria. Estes últimos, portanto, se aproximam mais do que comumente se denomina transferência de conhecimento/tecnologia,

embora possam ocorrer em conjunto com mecanismos com maior envolvimento relacional (AGRAWAL, 2006).

Os links baseados na "mobilidade", por meio dos quais os indivíduos se movem entre contextos acadêmicos e industriais, podem ser classificados como tendo um envolvimento relacional intermediário, já que algumas ligações com colegas anteriores são frequentemente mantidas após o movimento. Tal mobilidade pode ser permanente, como no caso de graduados que ocupam cargos na indústria, acadêmicos que decidem administrar seu próprio *spin-off* acadêmico, ou temporários, como no caso de cientistas industriais que trabalham temporariamente em um laboratório universitário (PERKMANN e WALSH, 2007).

Quadro 4– Tipos de interações indústria-universidade.

Extensão do Envolvimento Relacional		
Alto: relacionamentos	Médio: mobilidade	Baixo: transferência
Parcerias de pesquisa Serviços de investigação	Empreendedorismo acadêmico Transferência de recursos humanos	Comercialização de propriedade intelectual (por exemplo, licenciamento)
Utilização de publicações científicas, conferências e trabalho em rede (pode acompanhar todos os tipos)		

Fonte: PERKMANN e WALSH (2007).

No contexto da inovação aberta, são particularmente interessantes os vínculos com o elevado envolvimento relacional, que facilitam a construção e manutenção de relações interorganizacionais durante um período prolongado de tempo. É esse tipo de arranjo que é geralmente apontado por relatos que descrevem a rede e não organizações isoladas como o "*locus* da inovação" (POWELL et al., 1996).

O aumento da diversidade de parceiros (maior grau de abertura) no portfólio de alianças tecnológicas tem um impacto positivo significativo na capacidade de uma empresa ser a primeira a lançar produtos novos ou produtos com melhorias significativas no mercado. Essas descobertas sustentam o argumento baseado em recursos de que, à medida que as empresas colaboram simultaneamente com diferentes tipos de parceiros, elas têm maior probabilidade de acessar uma ampla variedade de capacidades tecnológicas, o que, por sua vez, melhora as capacidades de inovação de uma empresa (EISENHARDT e SCHOONHOVEN, 1996). O valor

adicionado é a diferença entre o total dos resultados operacionais e os custos dos bens e serviços, que são necessários para alcançar resultados (SELS et al., 2006).

Pesquisadores tendem a criticar o que eles percebem como uma ênfase excessiva na obtenção e manutenção de resultados financeiros de curto prazo que podem causar um viés no investimento em projetos de tecnologia que apresentam potencial de benefícios a curto prazo, correndo o risco de alocar investimentos insuficientes em projetos com criação de valor a longo prazo, particularmente nos ativos intangíveis e intelectuais que os projetos de P&D normalmente criam. Para superar esse obstáculo, a metodologia BSC (*Balanced Scorecard*) apresenta perspectivas não-convencionais que garantem uma avaliação mais equilibrada do projeto. Duas em especial serão usadas como critério de medição do potencial de agregação de valor de cada projeto: a perspectiva dos processos internos de negócio e a perspectiva de aprendizado e crescimento (EILAT et al., 2008).

2.4. Grau de Abertura da Inovação

A capacidade de explorar o conhecimento externo é um componente crítico do desempenho inovador (COHEN e LEVINTHAL, 1990). Investigando a influência das estratégias de pesquisa externa foram desenvolvidos os conceitos de **abrangência** e **profundidade** como dois componentes do grau de abertura da inovação externa em empresas. A abrangência e profundidade da pesquisa externa foram empiricamente relacionadas ao desempenho inovador, explorando como as diferenças nas estratégias de pesquisa entre empresas influenciam sua capacidade de alcançar diferentes níveis de resultados (agregação de valor) em suas atividades inovadoras. Foi constatado que as empresas que têm estratégias que contemplam inovação com graus abertura maiores - aquelas que buscam mais amplamente e profundamente - tendem a gerar mais valor. Todavia, os benefícios associados a graus muito elevados de abertura também podem estar sujeitos a retornos decrescentes, indicando que há um ponto em que a busca adicional se torna improdutiva (LAURSEN & SALTER, 2006).

Ademais, estudos recentes desenvolveram um construto em que o grau de abertura é operacionalizado como a soma ponderada do número de diferentes tipos de colaborações utilizadas pelos parceiros na inovação, enquanto os pesos refletem a importância das ideias

provenientes dos respectivos parceiros. A fig. 2 mostra os principais fatores que se relacionam com o grau de abertura, estruturados de acordo com fatores específicos da empresa (internos) e ambientais (externos) (DRECHSLER & NATTER, 2012).

Figura 2- Construto do Grau de Abertura da Inovação.

Fonte: DRECHSLER & NATTER, 2012.

2.5. Maturidade da tecnologia

Nas últimas décadas do século XX, ocorreu uma notável aceleração no grau de complexidade dos produtos e serviços disponíveis para o mercado em geral. Este, por sua vez, aumentou as exigências ao produtor e hoje, essas demandas, abrangem mais do que apenas requisitos de qualidade, mas também consideram os requisitos relacionados ao meio ambiente, saúde e segurança ocupacional e sustentabilidade, entre outros. Para lidar com essa crescente complexidade, um conjunto de novos métodos foi desenvolvido superando as limitações dos métodos tradicionais. As abordagens estatísticas e estocásticas dos sistemas de produção, os algoritmos de previsão, heurísticos e estruturais, as redes difusas e os modelos de maturidade

são algumas das recentes ferramentas disponíveis para gerenciar e recuperar informações do que parecia um campo de pesquisa caótica e impenetrável. (DOMINGUES et al., 2016).

Análogo ao ciclo de vida biológico, as tecnologias também apresentam comportamento cíclico o que pode ser descrito pelo conceito de ciclos de vida da tecnologia. Um modelo que considera os aspectos estratégicos do uso de uma tecnologia é o modelo FORD & RYAN. A possibilidade de obtenção de vantagens competitivas depende fortemente da maturidade de uma tecnologia. Ao longo do seu ciclo de vida, ela tende a exibir características muito diferentes, e uma delas é a exploração acumulativa do potencial competitivo, conforme mostrado na Fig. 4. O modelo classifica o ciclo de vida de uma tecnologia em quatro diferentes papéis estratégicos. Por um lado, é considerada a exploração acumulada do potencial competitivo, e por outro lado o crescimento da maturidade. Aqui, o potencial competitivo e a maturidade da tecnologia é plotada ao longo do tempo. Ao longo do ciclo de vida, quatro diferentes estágios são percorridos: tecnologia inovadora, tecnologia-chave, tecnologia padrão e tecnologia substituída. Dependendo do estágio, uma tecnologia exibe propriedades diferentes. Embora as tecnologias padrão ofereçam grande produtividade, as tecnologias substituídas tornaram-se obsoletas e o seu uso já não compensa devido à ineficiência. Ao difundir uma determinada tecnologia para uma ou várias empresas, a maturidade aumenta enquanto o potencial competitivo diminui. O potencial competitivo neste contexto significa a possibilidade de obter vantagens em comparação com outros concorrentes, como redução dos tempos de processamento, diminuição dos custos de produção ou o desenvolvimento de novos recursos para o produto (FORD & RYAN, 1981).

Figura 3- Ciclo de Vida Tecnológico por meio do Potencial Competitivo e da Maturidade.

Fonte: FORD & RYAN, 1981.

Um modelo de maturidade pode ser definido como um conjunto de níveis sequenciais que juntos e antecipadamente, descrevem um caminho, desejado ou lógico, desde um estágio inicial até um estágio de maturidade final (Figura 3 - PÖPPELBUß e RÖGLINGER, 2011). O desenvolvimento de um modelo de maturidade é uma tarefa de vários métodos no entanto, no que diz respeito ao seu design, todos os modelos de maturidade apresentam, entre outros, algumas características comuns, como um número limitado de níveis de maturidade ordenados sequencialmente, um número limitado de agentes chave de processo atribuídos a cada nível de maturidade e um algoritmo que descreve como o objeto de amadurecimento evolui (DOMINGUES et al., 2016).

No início da década de 1980, a Agência Nacional Americana de Aeronáutica Espacial (NASA) desenvolveu um modelo para definir o atual estágio de maturidade ("níveis de prontidão tecnológica" (TRLs)) dos componentes para aplicação em sistemas aeroespaciais e astronáuticos (MANKINS, 1995). O TRL é, basicamente, uma descrição do histórico de desempenho de um determinado sistema, subsistema ou componente em relação a um conjunto de níveis descritos pela NASA. Este descreve essencialmente o estado de uma determinada tecnologia e fornece uma base a partir da qual a maturidade é avaliada e o avanço é definido.

A figura 4 fornece uma visão resumida do modelo de processo de maturação tecnológica para atividades espaciais da NASA para as quais os TRLs foram originalmente concebidos. Outros modelos de processo podem ser usados, no entanto, para ser mais útil, o modelo geral deve incluir: (a) pesquisa "básica" em novas tecnologias e conceitos (visando a objetivos

identificados, mas não necessariamente sistemas específicos), (b) foco no desenvolvimento tecnológico abordando tecnologias específicas para uma ou mais aplicações em potencial identificadas, (c) desenvolvimento e demonstração de tecnologia para cada aplicação específica antes do início do desenvolvimento completo deste sistema, (d) desenvolvimento do sistema (através da fabricação da primeira unidade) e (e) a “posta em marcha” do sistema e de suas operações.

Várias organizações e entidades em todo mundo adotaram sistemas TRL. Alguns desses usuários utilizaram o sistema original desenvolvido pela NASA, enquanto outros o modificaram para atender melhor às suas necessidades específicas. (MANKINS, 2009). O objetivo principal do uso dos níveis de prontidão tecnológica é apoiar uma empresa na tomada de decisões sobre desenvolvimento e aplicação de tecnologias. Além de permitir uma avaliação de maturidade para tecnologias de produtos, o modelo permite uma comparação da maturidade entre diferentes tipos de tecnologia. Dependendo da maturidade, cada TRL é caracterizado por tipos singulares de princípios, atividades e conceitos ou protótipos observados e relatados. Assim, a classificação baseia-se principalmente em respostas de um questionário e entrevistas de especialistas na empresa em questão. As primeiras definições incluíam apenas sete níveis e esse número foi expandido para nove.

Geralmente, quanto mais desenvolvida é uma tecnologia, maior será o nível de prontidão (TRL). Começando com princípios físicos formulados através de protótipos de validação, uma tecnologia passa pelos nove níveis de TRL 1 a TRL 9 até uma demonstração funcional bem-sucedida. O modelo TRL pode apresentar algumas limitações ao tentar prever um prazo para que uma tecnologia esteja pronta para uso. Avaliar os diferentes TRLs tende a apresentar alguma subjetividade (REINHART & SCHINDLER, 2010).

Figura 4- Visão Geral da Escala de Níveis de Prontidão Tecnológica (TRL) segundo a NASA.

Fonte: MANKINS, 2009.

A escala TRL contribuiu substancialmente para a avaliação da prontidão tecnológica, e esta escala provavelmente continuará a desempenhar um papel cada vez mais importante no futuro da tecnologia e do gerenciamento de sistemas à medida que os sistemas se tornam cada vez mais dependentes de desenvolvimentos concorrentes em áreas de tecnologia múltipla e com o uso cada vez mais difundido da métrica. Os itens a seguir fornecem uma descrição de cada nível de prontidão tecnológica, complementando assim a fig. 5 (MANKINS, 2009).

- TRL 1: princípios básicos observados e relatados

"TRL 1" é o menor "nível" de maturação tecnológica. Nesse nível, a pesquisa científica básica resultou na observação e divulgação de princípios básicos, e estes começam a ser traduzidos em mais pesquisa e desenvolvimento aplicados. Exemplos de "TRL 1" podem incluir estudos de propriedades básicas de materiais (por exemplo, resistência à tração como função da temperatura para uma nova fibra). Tais atividades normalmente seriam buscadas por organizações de pesquisa científica ou universidades.

Os custos para alcançar "TRL 1" podem variar de muito "baixo" a muito alto, dependendo da área da pesquisa envolvida. Em outras palavras, eles podem variar de uma fração muito pequena dos custos de uma eventual aplicação do sistema que envolve os princípios básicos que estão sendo observados, a custos maiores que o próprio sistema. Além disso, esses custos

tendem a ser uma característica específica do campo pesquisado e podem variar significativamente entre diferentes projetos. Por exemplo, os custos de uma descoberta fundamental em aerodinâmica ou bioquímica, usando uma grande infraestrutura (túneis de vento ou laboratórios e supercomputadores) serão significativamente maiores do que a descoberta de um novo algoritmo computacional envolvendo um ou mais pesquisadores, um quadro de anotações e um computador desktop.

- TRL 2: conceito de tecnologia e / ou aplicação formulada

Uma vez que os princípios físicos básicos são observados, então no próximo nível de maturação - "TRL 2" - as aplicações práticas dessas características podem ser identificadas ou "inventadas". Na TRL 2, as aplicações são ainda bastante especulativas; Neste ponto, não existe uma prova experimental específica ou análise detalhada para apoiar a conjectura. Os custos para alcançar "TRL 2" são geralmente "baixos" - em outras palavras, geralmente são uma fração muito pequena dos custos de uma eventual aplicação do sistema envolvendo os princípios básicos que estão sendo observados. Além disso, como no caso da TRL 1, esses custos tendem a ser "únicos" - os custos podem variar significativamente de uma disciplina de pesquisa ou invenção para a próxima. Tais atividades podem ser realizadas por quase qualquer tipo de organização, mas muitas vezes surgiram entre universidades, pequenas empresas, empresários individuais, etc.

- TRL 3: função crítica analítica e experimental e / ou prova de conceito característico

Nessa etapa no processo de maturação, inicia-se ativamente a pesquisa e o desenvolvimento. Isso deve incluir estudos analíticos para definir a tecnologia em um contexto adequado e estudos baseados em laboratório para validar fisicamente que previsões analíticas estão corretas. Esses estudos e experimentos devem constituir a validação "prova de conceito" das aplicações / conceitos formulados no TRL 2.

O TRL 3 inclui abordagens "analíticas" e "experimentais" para provar um conceito específico. A abordagem apropriada depende em parte dos fenômenos físicos envolvidos na invenção. Por exemplo, conceitos de sistemas físicos ou químicos relativamente simples podem ser "comprovados" mesmo no "nível do quadro-negro". Da mesma forma, novos algoritmos ou técnicas computacionais podem ser "comprovados" de forma analítica. No entanto, outras invenções exigirão a validação experimental física - tais como aquelas envolvendo conceitos

muito complexos ou envolvendo materiais novos. Os custos para alcançar "TRL 3" são tipicamente "baixos a moderados" - em outras palavras, eles geralmente representam uma fração pequena a modesta dos custos de uma eventual aplicação do sistema que envolve as características ou funções críticas comprovadas. Mais uma vez, esses custos tendem a ser "únicos" - os custos podem variar significativamente de uma área de pesquisa e desenvolvimento para outra. Tais atividades podem ser realizadas por quase qualquer tipo de organização, mas (devido aos custos crescentes) envolvem mais frequentemente algum patrocínio formal (por exemplo, através de investimentos do governo ou da indústria).

- TRL 4: Validação de componentes e/ou simulações no laboratório

Na sequência de uma "prova de conceito" bem-sucedida para funções ou características críticas, os elementos tecnológicos básicos envolvidos em uma invenção devem ser integrados para estabelecer quais "peças" trabalharão em conjunto para alcançar níveis de desempenho que permitam o conceito ao nível de um componente. Esta validação em "TRL 4" deve ser concebida para melhor suportar o conceito que foi formulado anteriormente, e também deve ser consistente com os requisitos de potenciais aplicações do sistema. No entanto, a validação neste nível é relativamente "de baixa fidelidade" em comparação com as eventuais aplicações do sistema.

No caso de "TRL 4", os custos normalmente podem ser "moderados". Em outras palavras, eles geralmente seriam uma fração modesta dos custos de uma eventual aplicação do sistema envolvendo os conceitos e componentes testados. Novamente, esses custos tendem a ser em grande parte "específicos da tecnologia" - mas, provavelmente, seriam maiores (talvez várias vezes maiores) do que os investimentos necessários para alcançar TRL 3 no mesmo tópico. Tais atividades poderiam ser realizadas por várias organizações formais de P&D, mas (por causa dos custos crescentes) provavelmente envolvem algum patrocínio formal (por exemplo, através de investimentos do governo ou da indústria). Devido ao risco decrescente e à redução dos prazos de entrega, é mais provável que o financiamento no TRL 4 ou superior possa (nos casos apropriados) vir da maioria dos tipos de fontes de financiamento de risco.

- TRL 5: Validação de componentes e / ou simulações em ambiente relevante

No TRL 5, a fidelidade do componente e / ou da simulação aumenta significativamente. Os elementos tecnológicos básicos devem ser integrados com elementos de suporte razoavelmente realistas para que as aplicações totais (nível de componente, nível de subsistema ou nível de

sistema) possam ser testadas em um ambiente "simulado" mais próximo à realidade. Várias tecnologias novas podem estar envolvidas na demonstração.

Neste caso, os custos de P&D normalmente podem ser "moderados a altos", e tendem a ser em grande parte "específicos da tecnologia". Esses custos provavelmente seriam semelhantes, mas maiores que (talvez duas ou mais vezes maiores) do que os investimentos necessários para alcançar o TRL 4 na mesma área de tópicos. Essas atividades seriam quase certamente realizadas por uma organização formal de P&D (como um laboratório corporativo), mas (por causa dos custos crescentes) provavelmente envolveria algum patrocínio formal (por exemplo, através de investimentos do governo ou da indústria, ou financiamento de risco, quando apropriado).

- TRL 6: modelo de sistema / subsistema ou demonstração de protótipo em um ambiente relevante

Um passo importante no nível de fidelidade da demonstração de tecnologia segue a conclusão da TRL 5. Na TRL 6, um modelo ou sistema de protótipo representativo seria testado em um ambiente relevante. Neste nível, se o único "ambiente relevante" é onde ele será aplicado, o modelo e / ou protótipo devem ser demonstrados neste local. Para representar uma verdadeira TRL 6 a demonstração deve ser bem-sucedida. Todavia, nem todas as tecnologias serão submetidas a uma demonstração do TRL 6: neste momento, o passo de maturação é conduzido priorizando mais a confiança do gerenciamento do que os requisitos de P&D. A demonstração pode representar uma aplicação de sistema real, ou pode ser semelhante ao aplicativo planejado, mas usando as mesmas tecnologias. Neste nível, a demonstração pode integrar várias novas tecnologias.

Para TRL 6, os custos de P&D normalmente podem ser "altos" e tendem a ser em grande parte "específicos da tecnologia ou demonstração a ser realizada". Esses custos provavelmente seriam semelhantes, mas menor do que (talvez um fator de duas ou mais vezes menor) o (s) investimento (s) para alcançar TRL 7 na mesma área de tópico. Essas atividades só podem ser realizadas por uma organização apropriada "semelhante a um projeto" e (devido ao aumento significativo dos custos) quase sempre envolverão patrocínio formal (por exemplo, através de investimentos do governo ou da indústria, ou financiamento de risco, quando apropriado).

- TRL 7: Demonstração do protótipo do sistema no ambiente operacional esperado

TRL 7 é um passo de maturação significativo além do TRL 6, exigindo uma demonstração do protótipo do sistema real no ambiente operacional esperado. Nem sempre foi implementado em programas anteriores e nem sempre é necessário. No caso do TRL 7, o protótipo deve estar próximo ou na escala do sistema operacional planejado e a demonstração deve ocorrer no ambiente operacional real. O objetivo de condução para alcançar esse nível de maturidade deve estar vinculado a garantir a confiança da gerência tecnológica (mais do que para fins de P&D de tecnologia). Portanto, a demonstração deve ser um protótipo de uma aplicação planejada. É claro que nem todas as tecnologias em todos os sistemas devem ser demonstradas neste nível. Este passo de maturação programática normalmente só seria realizado nos casos em que a aplicação de tecnologia e / ou subsistema seja de missão crítica e risco relativamente alto.

Para TRL 7, os custos de P&D normalmente seriam "muito altos" e poderiam ser uma fração significativa do custo para desenvolver a aplicação final do sistema, dependendo da escala e da fidelidade da demonstração do protótipo do sistema que está sendo implementado. Estes custos provavelmente seriam semelhantes, mas maior do que (talvez duas ou mais vezes maior) o investimento (s) para alcançar a TRL 6 na mesma área. Essas atividades só podem ser realizadas por uma organização formal apropriada de "projeto" e (por causa dos custos dramaticamente mais altos) sempre envolverão patrocínio (por exemplo, através de investimentos do governo ou da indústria, ou financiamento de risco, quando apropriado).

- TRL 8: Sistema real concluído e "qualificado" por meio de teste e demonstração

Por definição, todas as tecnologias que estão sendo aplicadas em sistemas reais passam pela TRL 8. Em quase todos os casos, esse nível é o fim do verdadeiro "desenvolvimento de sistema" para a maioria dos elementos da tecnologia. O TRL 8 também pode envolver casos em que uma nova tecnologia está sendo integrada em um sistema existente (em vez do desenvolvimento de um sistema totalmente novo).

Os custos são específicos da missão e dos requisitos funcionais que o novo sistema deve abordar, mas seria tipicamente "muito alto". Na verdade, esses custos seriam, na maioria dos casos, maiores do que os custos combinados de todos os níveis anteriores de TRL por um fator de 5-10 vezes, e corresponderia a duas ou mais vezes maior o (s) investimento (s) para alcançar o TRL 6 na mesma área tecnológica. Os esforços de desenvolvimento do sistema, em quase todos os casos, só seriam realizados por uma organização de "projeto" apropriada e altamente formal, e (por causa de custos muito altos) sempre envolveria patrocínio formal (por exemplo,

através de investimentos governamentais ou industriais ou venture financiamento onde apropriado).

- TRL 9: Start-up do sistema real através de operações bem-sucedidas

Por definição, todas as tecnologias que conseguem ser aplicadas nos sistemas reais acabam chegam ao TRL 9. No entanto, em quase todos os casos, a finalização e a "correção de erros" do verdadeiro "sistema em desenvolvimento" não ocorre até que um sistema real seja implantado; isto é "TRL 9".

A diferença central entre TRLs 8 e 9 é "operações". Então, a construção de um novo produto tecnológico é TRL 8 e a sua operação durante uma aplicação real é TRL 9.

Os custos são específicos da aplicação a ser realizada e eles seriam tipicamente "altos", mas geralmente significativamente menores que o custo do TRL 8 (desenvolvimento de sistema em escala total). Essas atividades só podem ser realizadas por uma organização formal que possuem conhecimento e capacidade para executar as operações.

Em resumo, as fases de um programa de P&D tecnológico podem ser definidas agrupando os diferentes níveis de prontidão tecnológica da escala TRL. Esse modelo inclui: (a) pesquisa "básica" em novas tecnologias e conceitos (visando aos objetivos identificados, mas não necessariamente sistemas específicos); (b) desenvolvimento tecnológico focado abordando tecnologias específicas para uma ou mais potenciais aplicações identificadas; (c) desenvolvimento e demonstração da tecnologia para cada aplicação específica antes do início do desenvolvimento completo do sistema que as abrange, (d) desenvolvimento do sistema (através da fabricação da primeira unidade); e (e) 'lançamento' do sistema e suas operações. Um aspecto-chave deste modelo é o conceito de equilibrar as "tecnologias impulsionadas" (*technology-push*) com as aplicações específicas "puxadas" pelas atividades de P&D, sendo os TRLs a linguagem comum capaz de preencher a lacuna organizacional entre essas duas (diferentes) comunidades (MANKINS, 2002).

2.6. Modelo Conceitual

O aumento da competitividade de forma lucrativa para a empresa depende do sucesso prévio dos esforços de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia avançada. Esses desenvolvimentos inevitavelmente enfrentam os três principais desafios de qualquer projeto: desempenho, cronograma e orçamento. Se forem gerenciados de forma eficiente, programas de tecnologia avançada podem reduzir substancialmente a incerteza em todas essas três dimensões do gerenciamento de projetos. Se forem mal geridos, os novos desenvolvimentos do sistema sofrem de excessos de custos, atrasos no cronograma e a erosão constante dos indicadores iniciais de desempenho. Muitas vezes, é crítico que a alta administração seja capaz de determinar quais desses caminhos são mais prováveis para então tomar decisões com eficácia. O desafio para os gerentes de projetos de tecnologia é o de poder fazer avaliações claras e bem documentadas de prontidão e riscos tecnológicos, durante pontos-chave no ciclo de vida do programa (MANKINS, 2009).

Cada vez mais, a incorporação tempestiva e bem sucedida de tecnologias inovadoras em novos sistemas e produtos é um fator crítico de sucesso nas empresas. Além disso, o progresso contínuo em metodologias que podem permitir a identificação efetiva de necessidades e oportunidades tecnológicas e a orientação de longo prazo de programas de pesquisa tecnológicas em andamento é vital para aumentar as chances de sucesso comercial (MANKINS, 2002).

A tecnologia inovadora possui um ciclo de vida caracterizado por crescimento, maturidade e declínio. Este processo é ilustrado por uma curva “S” na Fig. 5 (CHRISTENSEN, 1992). Os estágios de maturação tecnológica podem ser discutidos em termos temporais e de capacidade de comercialização, que são fatores ligados ao conhecimento, esforços de P&D fora do laboratório e vantagem competitiva da tecnologia. Subsistemas de tecnologias podem ser estruturados de forma independente ou como resultado do processo de desenvolvimento de um sistema. Geralmente, tecnologias específicas são criadas neste processo, sendo a transição tecnológica uma etapa importante para consolidar a tecnologia e, conseqüentemente, aperfeiçoar o desenvolvimento de todo o sistema (ALTUNOK e CAKMAK, 2010).

Figura 5- Caracterização de um processo de amadurecimento tecnológico como uma curva “S”.

Fonte: Baseado em CHRISTENSEN, 1992 por (ALTUNOK e CAKMAK, 2010).

A transição tecnológica é o processo pelo qual a tecnologia considerada como significativa é transitada do ambiente científico e tecnológico para uma unidade experimental de campo visando a sua avaliação e, em seguida, incorporada em um programa de desenvolvimento existente ou identificada como um elemento relevante para um plano de venda/aquisição. Isso é diferente da transferência de tecnologia, que é uma parceria tecnológica entre dois atores por meio da qual, a tecnologia desenvolvida por uma das partes é transferida para a outra parte para desenvolvimento e uso, muitas vezes com direitos residuais para a parte transferente. O objetivo da transição tecnológica é tornar a tecnologia desejada disponível para as unidades operacionais o mais rapidamente possível e ao menor custo (ALTUNOK e CAKMAK, 2010).

Figura 6- Processo de Transição Tecnológica e Desenvolvimento Tecnológico.

Fonte: Baseado em YOUNG, 2007 por (ALTUNOK e CAKMAK, 2010).

Quando o projeto inicia, o desenvolvimento da tecnologia demanda mais esforços que o processo de transição tecnológica. No entanto, ao final do programa, esta situação muda à medida que os esforços de transição se tornam maiores Fig. 6. Portanto, a prontidão tecnológica torna-se crítica para a integração da tecnologia com o sistema e para justificar o investimento no processo de desenvolvimento da tecnologia. A prontidão tecnológica tem grande importância na análise dos riscos do processo de desenvolvimento de produtos e os TRLs tornaram-se a técnica padrão para avaliar a maturidade destas novas tecnologias e também como forma de definir sua prontidão para incorporação em novos sistemas (YOUNG, 2007).

Uma vez que o nível de prontidão da tecnologia tenha sido estabelecido, os riscos de incluir essa tecnologia no desenvolvimento de um produto podem ser avaliados. Ao contrário dos projetos de ciência e tecnologia, para os quais o principal objetivo é desenvolver o conhecimento, o objetivo de um desenvolvimento tecnológico é entregar produtos que atendam metas rigorosas de custo, prazo e desempenho (ALTUNOK e CAKMAK, 2010).

Além de a medição do TRL ser potencialmente uma ferramenta útil para gerenciar riscos dos projetos, ela também pode ajudar na gestão geral do programa de um esforço de desenvolvimento tecnológico, porque informa à administração o estado atual do processo de maturação tecnológica. O risco (para o sucesso do projeto pela inclusão da nova tecnologia) é inversamente proporcional ao TRL. Com esta suposição, o nível de risco "indicativo" diminui com o aumento de TRL e isso corresponde a um aumento no nível de confiança do projeto (Fig. 7). Esta abordagem fornece uma ampla perspectiva para a gestão de riscos (YOUNG, 2007).

Figura 7- Risco Associado à Maturidade da tecnologia.

Fonte: YOUNG, 2007.

A aquisição de conhecimentos científicos externos pode ajudar as empresas a gerirem os seus problemas de capacidade de P&D, a ter acesso a novas áreas do conhecimento e a ampliar

a sua gama de conhecimentos técnicos (HAOUR, 1992). Evidências recentes mostram que as empresas adotam a inovação aberta para atender aos objetivos de crescimento corporativo, para monitorar tecnologias potencialmente disruptivas e para aprimorar os recursos da empresa (CHESBROUGH & CROWTHER, 2006).

Existe um *trade off* entre abertura colaborativa e controle proprietário. Isso é definido como o "paradoxo da abertura": para inovar, as empresas precisam inspirar-se e colaborar com um grande número de atores externos à organização. Ao mesmo tempo, as empresas enfrentam pressões contrárias para concentrarem-se em maximizar os retornos de suas ideias inovadoras. Isso dá origem ao paradoxo - a criação de inovações muitas vezes requer abertura, mas o processo de comercialização de inovações requer fechamento (LAURSEN e SALTER, 2014).

Resultados de investigações indicam que as fontes mais importantes usadas para obter conhecimento externo são fornecedores de equipamentos, materiais e componentes, seguidos de perto por clientes e "usuários". As atividades de inovação aberta de empresas britânicas, por exemplo, são fortemente determinadas pelas relações com seus fornecedores e clientes. Ademais, empresas em setores de alta ou média tecnologia pesquisam com maior amplitude, em detrimento a empresas de baixa tecnologia que inovam por meio de uma menor amplitude de parceiros.

O conceito de profundidade de obtenção de conhecimento externo é definido como a medida em que as empresas exploram com maior intensidade os diferentes canais ou fontes de pesquisa de ideias inovadoras. Por isso, reflete a importância do aprofundamento no uso de fontes-chave para o processo de inovação interna. Espera-se que empresas que consigam explorar profundamente fontes externas têm potencial para serem mais inovadoras, porque seriam capazes de construir e sustentar trocas virtuosas e colaborações com estes atores. A componente profundidade de aquisição de conhecimento externo é, por definição, menos comum. Em média, as empresas obtêm conhecimento de forma aprofundada de uma única fonte. A profundidade de pesquisa tende a ser maior nos setores de alta e média tecnologias (Quadro 5).

Quadro 5- Fatores relevantes das iniciativas de Inovação Aberta.

Fatores	Definição	Tipos de Fontes de Conhecimento	Referências
Amplitude	Abrangência da Aquisição de Conhecimento Externo	Mercado (cooperação vertical): – Fornecedores de equipamentos, materiais, componentes – Clientes e usuários – Concorrentes – Consultores – Laboratórios Comerciais e empresas de pesquisa	LAURSEN e SALTER, 2014 DRECHSLER & NATTER, 2012 FERRERAS-MÉNDEZ, 2015
Profundidade	Profundidade da Aquisição de Conhecimento Externo	Institucional (cooperação horizontal): – Universidades – Centros de pesquisa governamentais – Empresas do setor público – Institutos de pesquisa privados	

Fonte: Adaptado de LAURSEN e SALTER (2014).

Como na EMPRESA O&G as principais fontes de informação externa são as universidades e empresas fornecedoras, pretende-se usar como *proxies* fatores relacionados à amplitude nas interações com esses parceiros para mensurar a variável grau de abertura da inovação nos projetos do LAB O&G.

O modelo conceitual apresenta uma proposta de avaliação exploratória dos níveis de maturidade da tecnologia dos projetos e das variáveis de grau de abertura da inovação aberta (fig. 8). Essas variáveis foram identificadas na literatura sobre inovação aberta e sobre modelos de avaliação de maturidade da tecnologia e adaptadas pelo autor para o caso de projetos de P&D tecnológico (Quadro 6). Em função das empresas em setores caracterizados por altos níveis de investimento em P&D (que é o caso da EMPRESA O&G) e da realização de atividades científicas e tecnológicas terem uma maior propensão de adquirir conhecimento a partir das universidades (COHEN e LEVINTHAL, 1989 e LAURSEN e SALTER, 2004), para a variável grau de abertura, pretende-se usar como um dos *proxies* a medição do grau de interação da empresa com as universidades (cooperação horizontal) a partir dos canais identificados por D'ESTE e PATEL (2007) e variáveis de controle propostas por LAURSEN e SALTER (2006). Nesses estudos, foram identificadas as formas mais relevantes que as organizações podem interagir com as universidades, como:

- Variáveis baseadas em contrato: projetos conjuntos de pesquisa, pesquisa por contrato, consultoria, treinamento de funcionários da empresa;

- Variáveis baseadas em educação: Estudantes de pós-graduação na empresa; Efetivação de graduados ou pós-graduados recém-formados; e N° de Estagiários.

Portanto, baseado nessas pesquisas, optou-se por adaptar fatores condizentes com a investigação em projetos de P&D tecnológico, tais como:

- Abrangência da interação com as universidades: N° de departamentos e institutos acadêmicos
- Relevância econômica da interação com as universidades: % do orçamento do projeto feito com a universidade em detrimento aos outros *stakeholders*;
- Tamanho da equipe do projeto: N° de pessoas envolvidas no projeto;
- Relevância da participação da EMPRESA O&G no projeto: % de pesquisadores que são do LAB O&G em relação ao N° total de pesquisadores acadêmicos;
- Relevância da participação da universidade no projeto: % de pesquisadores acadêmicos em relação ao N° total de pesquisadores.

O outro *proxy* a ser usado para determinar o grau de abertura é o nível de interação dos projetos com empresas fornecedoras (cooperação vertical). Para isto, pretende-se usar uma abordagem análoga à usada para determinar o grau de interação com universidades. Essa abordagem é importante por serem interações que reconhecidamente geram inovação (PERKMANN e WALSH, 2007 e STEFAN e BENGTSSON, 2017). Foram adaptados fatores condizentes com a investigação em projetos de P&D tecnológico para determinar a interação com empresas fornecedoras, tais como:

- Abrangência da interação com clientes e fornecedores: N° de gerências de empresas fornecedoras;
- Relevância econômica da interação com as universidades: % do orçamento do projeto feito com empresas fornecedoras em detrimento aos outros *stakeholders*;
- Relevância da participação da EMPRESA O&G no projeto: % de pesquisadores que são do LAB O&G em relação ao N° total de profissionais e/ou pesquisadores de fornecedores;
- Relevância da participação da universidade no projeto: % de profissionais e/ou pesquisadores em fornecedores em relação ao N° total de pesquisadores.

Na etapa qualitativa, apesar da identificação de um maior número de canais, foram pesquisadas a interação dos projetos com esses dois *stakeholders* (universidades e empresas fornecedoras) em função de serem considerados os mais relevantes e para contribuir com a concisão da investigação.

Para obter-se o nível de maturidade da tecnologia, investigou-se em qual fase os projetos de P&D tecnológico se encontravam a partir do *proxy* TRL atual e do TRL de saída, que é o TRL esperado ao final do projeto (MANKINS, 2009).

Considerando as relações estabelecidas entre as informações obtidas na revisão da literatura e os objetivos da pesquisa, formulou-se as seguintes questões:

- TRLs mais baixos apresentam qual Grau de Abertura?
- TRLs mais altos apresentam qual Grau de Abertura?
- TRLs altos, médios ou baixos apresentam predominância de cooperação horizontal ou vertical?

Estas, por sua vez, geraram as seguintes hipóteses a serem testadas nas fases quali-quantitativas:

H1: Projetos com níveis de prontidão tecnológica mais altos, e com melhores chances de produzir inovação, têm graus de abertura maiores com empresas fornecedoras;

H2: Projetos com níveis de prontidão tecnológica mais baixos têm graus de abertura maiores com universidades e menores com empresas.

Figura 8- Modelo conceitual do estudo.

Fonte: O autor, baseado em nos autores relacionados no Quadro 6.

Quadro 6- Referências dos fatores usados no modelo conceitual.

Variável	Fatores Selecionados	Referências
Grau de Abertura da Inovação	Abrangência da interação com as universidades, clientes e fornecedores: N° de departamentos e institutos acadêmicos;	<ul style="list-style-type: none"> • CHEN et al. (2011) • LAURSEN e SALTER (2004 e 2006) • DRECHSLER e NATTER, (2012) • FERRERAS-MÉNDEZ et al. (2015) • MUROVEC e PRODAN (2009) • GRECO et al. (2016) • LAZZAROTTI e MANZINI, (2009) • LAZZAROTTI et al. (2011)
	Relevância econômica da interação com as universidades, clientes e fornecedores: % do orçamento do projeto feito com parceiros em relação ao orçamento total do projeto;	<ul style="list-style-type: none"> • D'ESTE e PATEL (2007) • DRECHSLER e NATTER, (2012) • STEFAN e BENGTSOON (2017)
	Tamanho da equipe acadêmica que participa do projeto: N° de pesquisadores da universidade envolvidos no projeto;	<ul style="list-style-type: none"> • D'ESTE e PATEL (2007) • FERRERAS-MÉNDEZ et al. (2015) • MUROVEC e PRODAN (2009) • GRECO et al. (2016) • LAZZAROTTI e MANZINI, (2009) • LAZZAROTTI et al. (2011) • PERKMANN e WALSH, (2007)
	Relevância da participação da universidade no projeto: % de pesquisadores acadêmicos em relação ao N° total de pesquisadores.	<ul style="list-style-type: none"> • CHEN et al. (2011) • LAURSEN e SALTER (2004 e 2006) • COHEN e LEVINTHAL, (1989) • DE SILVA et al. (2018) • D'ESTE e PATEL (2007) • FERRERAS-MÉNDEZ et al. (2015) • MUROVEC e PRODAN (2009) • GRECO et al. (2016) • LAZZAROTTI e MANZINI, (2009) • LAZZAROTTI et al. (2011) • STEFAN e BENGTSOON (2017)
	Contratos formais firmados entre o gerente de projetos da EMPRESA O&G e a universidade: N° de contratos firmados para pesquisa conjunta, consultoria e pesquisa contratada.	<ul style="list-style-type: none"> • D'ESTE e PATEL (2007) • DRECHSLER e NATTER, (2012) • LAZZAROTTI e MANZINI, (2009) • PERKMANN e WALSH, (2007) • STEFAN e BENGTSOON (2017)
	Relevância da participação de clientes e fornecedores no projeto: % de pesquisadores de clientes e fornecedores (não acadêmicos) em relação ao N° total de pesquisadores.	<ul style="list-style-type: none"> • CHEN et al. (2011) • LAURSEN e SALTER (2004 e 2006) • COHEN e LEVINTHAL, (1989) • FERRERAS-MÉNDEZ et al. (2015) • MUROVEC e PRODAN (2009) • GRECO et al. (2016) • LAZZAROTTI e MANZINI, (2009) • LAZZAROTTI et al. (2011) • STEFAN e BENGTSOON (2017)
Nível de Amadurecimento Tecnológico	Identificação do TRL (Nível de Prontidão Tecnológica) a ser alcançado pelo projeto.	<ul style="list-style-type: none"> • MANKINS (1995, 2002 e 2009) • REINHART & SCHINDLER, (2010)

Fonte: O autor.

METODOLOGIA

Baseado na análise apresentada, é importante que EMNEs que pretendem permanecer na fronteira tecnológica façam esforços para adaptarem-se aos mercados em constante mutação, visando a poderem continuar gerando valor para os seus consumidores e vantagens competitivas para seus controladores.

Neste capítulo serão detalhados os procedimentos metodológicos adotados para o alcance dos objetivos de pesquisa. Trata-se dos princípios que justificam e orientam a escolha do método de pesquisa e dos modelos de coleta e análise dos dados.

A presente pesquisa adotou abordagens qualitativas e quantitativas. Como o objetivo geral deste estudo exploratório é realizar reflexões sobre as dinâmicas e as práticas entre os dados de níveis de prontidão tecnológica e medições de graus de abertura da inovação em projetos de pesquisa de desenvolvimento tecnológico, para alcançá-lo, optou-se pela abordagem de estudo de caso de uma EMNE. Trata-se de um fenômeno contemporâneo, uma vez que realizar inovação aberta é relativamente recente e, no Brasil, apenas nas últimas décadas, as organizações vêm promovendo mudanças na forma de gerir projetos de PD&I considerando-a como opção. Os dirigentes organizacionais, ao optar por modelos estratégicos de inovação aberta, promovem a mudança das práticas, da maneira de organizar as atividades dos gerentes de carteira, e por consequência da forma como o gestor de projetos participa destas atividades. Desta forma, considera-se que o contexto é a organização, e o fenômeno estudado é a gestão de projetos caracterizados por realizarem inovação aberta e por avaliar suas progressões por meio do nível de prontidão tecnológica.

O estudo de casos é apropriado quando deseja-se analisar em maior profundidade uma unidade social e responder questões de “como” e “por quê” determinados fenômenos ocorrem em um contexto de pouco controle sobre eventos estudados (GODOY, 1995). Uma pesquisa exploratória é indicada quando o objetivo é examinar um tema ou problema de pesquisa inédito ou pouco estudado, do qual se tem muitos questionamentos (SAMPIERI, COLLADO e LÚCIO, 2006). Esta pesquisa foi então caracterizada por um estudo sobre o processo de gestão tecnológica e inovação do LAB O&G no nível de projetos, buscando identificar alguma eventual dinâmica entre o grau de abertura da inovação com universidades e empresas, e o nível

de prontidão tecnológica. Para entender esse fenômeno e suas eventuais consequências na eficiência da geração de inovação, foi necessário fazer uma análise aprofundada deste processo.

O estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas. Trata-se de uma análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), para que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. A principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que estes tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados alcançados. Em relação à confiabilidade dos estudos de caso, estes devem ser capazes de serem reproduzidos e alcançar resultados similares se os mesmos procedimentos forem seguidos (YIN, 2001). Pelo fato de ainda não ter registro na literatura de pesquisas que propõem-se a medir o grau de abertura da inovação no nível de projetos, este estudo buscou identificar junto aos gestores de projetos quais foram os parâmetros e variáveis inerentes aos projetos que associavam-se à prática de inovação aberta. Por último, explorou-se, por meio dos projetos investigados, como e porque existe maior ou menor desenvolvimento tecnológico em função de dois tipos específicos de cooperação, com universidades e empresas, e também com outras instituições.

Este estudo foi motivado por questões de natureza conceitual que sugerem que a prática da inovação aberta é um fator que melhora o desempenho da organização (INAUEN e SCHENKER-WICKI, 2011; HUIZINGH, 2011; TOMLINSON, 2010; LAURSEN e SALTER, 2006). O projeto de PD&I é concebido para desenvolver uma determinada tecnologia em direção à inovação. Portanto, as diversas características desses projetos como o número de parcerias que ele fará, as suas profundidades, os tipos de instituições externas, o número de pessoas comprometidas, o orçamento disponível, o tipo de resultado de inovação esperado e a dificuldade de P&D são exemplos de características que podem ser levantadas empiricamente (LAURSEN e SALTER, 2006; DRECHSLER & NATTER, 2012) e comparadas, elevando assim a capacidade de interpretar dados.

Estudos de caso combinam tipicamente métodos de coleta de dados, tais como arquivos, entrevistas, questionários e observações. As evidências podem ser qualitativas, quantitativas ou ambas (EISENHARDT, 1989). A estrutura do estudo de casos consistiu em duas etapas, a primeira, qualitativa, e a segunda, quantitativa. Como abordagem empírica inicial, foi escolhida entrevista qualitativa semiestruturada, pois é flexível e aberta e consiste em uma conversa entre

o entrevistador e o entrevistado (SAMPIERI, COLLADO e LÚCIO, 2006). A flexibilidade deste tipo de entrevista permitirá compreender a dinâmica da gestão de projetos e as informações contribuirão para validar os fatores que visam a determinar o grau de abertura da inovação e o nível de prontidão da tecnologia dos projetos, a serem mensurados na etapa quantitativa. Serão também levantados aspectos gerais dos projetos vigentes, aspectos críticos da forma de gestão desse portfólio, os indicadores de avanço, os critérios de avaliação e os processos de desenvolvimento de novos produtos e serviços focando na magnitude dos impactos do uso inovação aberta para o gerenciamento dos projetos.

A partir dos resultados levantados na etapa qualitativa, foram revisadas as variáveis do modelo de pesquisa que deram subsídio para estruturar o questionário usado na etapa quantitativa. Os resultados obtidos das respostas do questionário definiram, em caráter exploratório, algumas hipóteses a serem eventualmente testadas em uma posterior segunda etapa quantitativa mais abrangente. A pesquisa por métodos mistos, ou sequencial quali-quant, é ideal para a validação de interpretações e para o alcance de uma compreensão mais ampla e profunda do fenômeno investigado (VAN DER VELDE e ANDERSON, 2004). Este tipo de investigação desenvolveu-se para ir ao encontro à necessidade de coletar e analisar dados quantitativos e qualitativos em um único estudo (CRESWELL, 2007).

3.1. Métodos Mistos como Desenho de Pesquisa

Métodos mistos é um procedimento de coleta, análise e combinação de técnicas quantitativas e qualitativas em um mesmo desenho de pesquisa. O pressuposto central que justifica a abordagem multimétodo é o de que a interação entre eles fornece melhores possibilidades analíticas (CRESWELL e CLARK, 2011). Outra definição proposta é a de que métodos mistos são “a classe de pesquisa em que o pesquisador combina técnicas, métodos, abordagens, conceitos ou linguagem de pesquisa quantitativa e qualitativa em um único estudo” (JOHNSON e ONWUEBUZIE, 2004).

Os dois paradigmas de pesquisa dominantes resultaram em duas culturas de pesquisa, um que professa a superioridade de dados observacionais profundos e ricos e o outro as virtudes de analisar dados complexos e generalistas (SIEBER, 1973, p. 1335). A abordagem nesse caso

é de como as práticas de pesquisa estão em algum lugar em um *continuum* entre os métodos quantitativo e qualitativo (NEWRNAN, BENZ e RIDENOUR, 1998). A vantagem fundamental da integração é maximizar a quantidade de informações incorporadas ao projeto de pesquisa, favorecendo o seu aprimoramento e elevando a qualidade das conclusões do trabalho.

Tanto as técnicas quantitativas quanto as qualitativas têm potencialidades e limitações. Em geral, elas são utilizadas com propósitos distintos. A vantagem da integração consiste em retirar o melhor de cada uma para responder uma questão específica. A figura 9 ilustra esse argumento.

Figura 9- Complementariedade das abordagens.

Fonte: PARANHOS et al. (2016).

Cada abordagem tem a sua contribuição específica (A ou B). A integração permite que uma área inexplorada (C) seja incorporada ao modelo analítico, favorecendo a construção de um desenho de pesquisa mais robusto (PARANHOS et al., 2016). Há duas abordagens principais de integração de métodos. Uma que combina dados quantitativos e qualitativos (*mixed data-collection studies*) e outra que combina técnicas quantitativas e qualitativas (*mixed data-analysis studies*). Dois principais argumentos para justificar a importância da integração, seja de dados, seja de técnicas quali-quantitativas é a possibilidade da confirmação, que pode verificar os resultados derivados de um tipo de dados com os derivados de outro (MILLER e GATTA, 2006; SLONIM-NEVO e NEVO, 2009) e também a possibilidade da complementariedade, que é a capacidade de um tipo de dado compensar as fraquezas do outro (BREWER e HUNTER, 1989, 2006; SCRIMSHAW, 1990).

Na perspectiva confirmatória, quanto mais convergentes forem os resultados observados utilizando diferentes tipos de dados e/ou técnicas, mais consistentes são os resultados da pesquisa. Uma das principais funções da triangulação é garantir que os resultados não dependam da natureza dos dados e/ou das técnicas utilizadas. Por sua vez, na perspectiva de complementariedade, o objetivo é ponderar as vantagens e limitações de cada técnica específica e/ou tipo de dado (SMALL, 2011).

Pesquisadores utilizam projetos complementares quando não desejam limitar o tipo de conhecimento adquirido ao que um tipo de dado pode produzir. A hipótese fundamental é a de que um determinado tipo de dado pode apenas produzir um determinado tipo de conhecimento (SMALL, 2011). Como contraponto, alguns defensores de abordagens complementares argumentaram que a confirmação é uma motivação fraca da pesquisa de coleta de dados mistos, porque diferentes tipos de dados produzem tipos inerentemente diferentes de conhecimento e, assim, não podem ser usados para verificar um ao outro (SALE et al., 2002). Nesta perspectiva, quando os pesquisadores afirmam estar confirmando as descobertas por meio de diferentes tipos de coleta de dados, eles podem estar realizando algo completamente diferente (SMALL, 2011).

O sequenciamento das coletas dos dados quali-quantitativos também são uma característica importante na metodologia. Se estas são feitas em momentos diferentes, elas são chamadas de sequenciais. A coleta prévia de dados dá pistas sobre a natureza e a forma do tipo subsequente de dados alternativos. Sua força argumentativa deriva de sua capacidade de resolver questões específicas que surgem no primeiro processo de coleta de dados com uma coleta adicional de dados. Na melhor das hipóteses, os estudos sequenciais são, por natureza, totalmente iterativos (SMALL, 2011). Estudos sequenciais têm explorado várias vantagens da metodologia de métodos mistos, tais como a capacidade de compreender os mecanismos por trás das eventuais relações recém descobertas ou para testar hipóteses emergentes (MORSE, 1991, 2003; TARROW, 2004; SMITH, 2008).

Uma terceira característica da coleta de dados em métodos mistos é em que extensão o projeto é estruturado para utilizar dados sobrepostos. A sobreposição refere-se ao grau em que vários tipos de dados são coletados dos mesmos atores, organizações ou entidades. A sobreposição abrange configurações que possibilitam confirmar, a partir do próprio objeto da pesquisa, a eventual utilidade ao aperfeiçoar instrumentos; A sobreposição também permite que projetos complementares possam capilarizar-se em unidades individuais (pessoas, organizações,

estados-nações, etc.) dentro de um estudo geral. Logo, não são apenas as vantagens de cada abordagem combinada, pois há também um valor sinérgico para um projeto de pesquisa com sobreposição (LIEBERMAN, 2005).

A integração de técnicas de pesquisa em um único projeto apresenta vantagens mútuas em cada uma das três principais fases - projeto, coleta de dados e análise. Esses benefícios mútuos não são apenas quantitativos (embora mais informações possam ser reunidas por uma combinação de técnicas), mas também qualitativos. As respectivas técnicas precisam ser alteradas em um conjunto específico de métodos. É essa combinação de ajustes que produz um novo estilo de investigação, em virtude de partir-se do pressuposto de que toda técnica sofre de fraquezas inerentes que só podem ser corrigidas pelo cruzamento de outras técnicas: "*No research method is without bias. Interviews and questionnaires must be supplemented by methods testing the same social science variables but having different methodological weaknesses*" (WEBB et al. 1966, p. 1).

Para possibilitar uma resposta mais abrangente à pergunta de pesquisa, a combinação de métodos quali-quantitativos é essencial, porque usando-os individualmente o resultado da investigação seria menos significativo (YIN, 2001). De acordo com PARANHOS et al. (2016), a combinação de métodos deve então seguir as seguintes etapas:

- Questão de pesquisa;
- Unidade de análise;
- Amostra;
- Coleta de dados;
- Estratégias de análise.

Em relação à questão de pesquisa, deve-se considerar uma única que possa ser investigada por diferentes técnicas ou duas ou mais questões de pesquisa complementares que também possam ser investigadas por diferentes técnicas.

Com respeito à unidade de análise, é importante definir a unidade básica de análise do desenho de pesquisa. Depois disso, o desafio é garantir a sua homogeneidade contra a tendência natural de que diferentes técnicas privilegiam unidades distintas.

A amostra é um elemento primordial na investigação, pois é a partir dela que coletam-se informações sobre diferentes objetos de estudo, selecionam-se as variáveis relevantes e elabora-se o desenho de pesquisa. Existem duas principais razões para utilizar amostras:

economia de tempo e economia de recursos. Na perspectiva de integração de técnicas, uma das possibilidades analíticas de seleção da amostra é garantir que ela seja sobreposta (*nested*).

Cada método de pesquisa utiliza diferentes formas de coletar os dados. Para as entrevistas serão utilizarão algum aparelho eletrônico para registrar o áudio da conversa, além de anotações. Já uma pesquisa *survey*, o questionário é o item obrigatório para coletar as informações de interesse. Um desenho de pesquisa multimétodo não pode ser diferente. Na verdade, é desejável que itens/temas/assuntos sejam compartilhados entre diferentes técnicas. Logo, quanto mais abrangente for a sobreposição e/ou complementariedade dos itens, maior será o nível de integração das diferentes técnicas de pesquisa (YIN, 2006).

Por fim, em relação às estratégias de análise, deve-se maximizar a integração entre as lógicas quantitativas e qualitativas. Portanto, é importante que haja a análise em profundidade na elaboração da estratégia analítica de seus desenhos de pesquisa, visando a captar o maior benefício possível na integração dos métodos.

Assim, inicialmente, foi identificado como e em que circunstâncias a EMPRESA O&G operacionaliza a cooperação externa para a aquisição de conhecimento para adquirir subsídios para a determinação do grau de abertura da inovação e do nível de prontidão tecnológica. A partir da questão de pesquisa, primeiramente foram levantados dados na literatura, quais seriam as dimensões e variáveis que permitiriam medir o grau de abertura da inovação. Como unidade de análise foi definido o LAB O&G, divisão da EMPRESA O&G responsável pelas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) da empresa e por prover e antecipar soluções tecnológicas com visão de inovação e sustentabilidade para a companhia.

Em abordagens preliminares foi obtida a informação de que a empresa já tinha implantado e difundido o conceito de prontidão tecnológica entre os seus pesquisadores para que este índice fosse usado para sistematizar a forma pela qual o projeto de P&D&I era conduzido. Este indicador também serviu para avaliar a eficiência e a probabilidade de alcançar um maior desenvolvimento da tecnologia em estudo, dentro do prazo estipulado, rumo a uma possível inovação. Como amostra inicial foram selecionados os gerentes de carteira com maior número de projetos sob as suas responsabilidades, assim como coordenadores de projetos indicados por estes, e o roteiro desenvolvido a partir de dados coletados na literatura foi usado para realizar algumas entrevistas semiestruturadas visando à obtenção de dados primários qualitativos. Os resultados da etapa qualitativa deram subsídios para o refinamento das

variáveis do modelo de pesquisa. As respostas obtidas foram, na sequência, usadas para criar um questionário que possibilitou a coleta de dados específicos de uma amostra de projetos em andamento, aplicando-o aos coordenadores de projetos. Essas respostas (*proxies*) permitiram quantificar o grau de abertura da inovação, o nível de prontidão da tecnologia e outras variáveis independentes que poderiam contribuir com o estudo.

A intenção foi analisar os dados quali-quantitativos coletados visando, de forma exploratória, a entender a dinâmica entre as variáveis pesquisadas e a formular hipóteses para futuros estudos em profundidade. Logo, desenvolveu-se um projeto de pesquisa que utilizou um método misto de estudo de casos combinando técnicas quali-quantitativas - *mixed data-analysis studies* - com uma forma complementar, confirmatória, sequencial e sobreposta (*nested*) de coleta de dados.

3.2. Técnica Qualitativa

Estudos de caso têm-se tornado a estratégia mais recomendada quando há pouca possibilidade de controle sobre os eventos estudados e quando o foco de interesse é sobre fenômenos atuais, que só podem ser analisados dentro de um contexto de vida real (GODOY, 1995). Neste, o pesquisador pretende revelar o fenômeno em questão tal como ele o percebe, e não intervir sobre o objeto a ser estudado. Ele tenta compreender o mundo sob a perspectiva dos entrevistados (GERHARDT & SILVEIRA, 2009). Nesse momento da pesquisa qualitativa, que possui caráter confirmatório em relação ao levantado na literatura, espera-se que as variáveis sejam ou não ratificadas, o que contribuirá para a obtenção de uma descrição, ou para que se possa testar ou ainda generalizar uma teoria (EISENHARDT, 1989).

A coleta de dados é uma forma de captação dos dados que implica em três atividades relacionadas que são: (1) selecionar um instrumento ou método de coleta de dados entre os disponíveis, (2) aplicar este instrumento ou método para coletar dados e (3) preparar observações, registros e medições obtidas para que sejam analisadas corretamente (SAMPIERI, COLLADO e LÚCIO, 2006, 286). Ela compreende o conjunto de operações por meio das quais o modelo de análise é confrontado com os dados coletados. Esta etapa deve levar em conta três questões a serem respondidas: O que coletar? Com quem coletar? Como coletar? (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, 56).

A utilização deste direcionamento metodológico serviu para idealizar a primeira etapa empírica do trabalho e permitiu que fosse obtida uma melhor compreensão da dinâmica de funcionamento dos projetos em andamento no LAB O&G e que fossem identificadas as variáveis que tinham o potencial de representar adequadamente os fatores que determinam o grau de abertura com universidades, clientes e fornecedores, assim como o TRL.

Para garantir a validade e confiabilidade dos resultados do estudo de caso foram utilizadas múltiplas fontes de evidência, para oferecer uma maior amplitude de questionamento e diversas variáveis para serem analisadas. Estas potencialmente geraram caminhos distintos de acesso ao fenômeno estudado, permitindo a triangulação dos dados e informações (FLICK, 2004, p.41-42; YIN, 2010, p.142). Nesta investigação foram utilizadas a análise de documentos e entrevistas semiestruturadas.

À luz da teoria da inovação aberta, primeiramente foram levantados, a partir de fontes secundárias dados gerais sobre a empresa, sua estrutura organizacional, as divisões, os departamentos, o papel do LAB O&G e seus métodos de sistematizar e gerir a pesquisa tecnológica. Foram utilizados manuais da EMPRESA O&G que funcionam como guias para os projetos de inovação e para a utilização das ferramentas de gestão da inovação, assim como relatórios financeiros, planilhas de controle, relatórios de tecnologia, materiais corporativos de domínio público (internet), outros trabalhos científicos e a descrição de procedimentos da organização. A análise desses documentos demonstrou como são implementados e geridos os projetos de P&D&I dentro da organização.

A partir das informações obtidas na investigação preliminar exploratória, foram analisados e definidos, dentre a população de projetos de P&D (pesquisa e desenvolvimento) que usam a inovação aberta, algumas características relevantes que permitiram mapear e obter um panorama geral (como tempo de existência do projeto, segmento, orçamento, foco, desafio tecnológico, criticidade do desafio, duração prevista, etc.). Em seguida, foi verificado como as informações se relacionavam com as hipóteses ou questões de pesquisa, ou seja, foram confrontados os resultados esperados e os resultados obtidos (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, 58). Analisar os dados significa organizar as unidades, categorias e padrões; compreender profundamente o contexto, descrever as experiências das pessoas estudadas de sua ótica, linguagem e com suas expressões; interpretar e avaliar as unidades, categorias e padrões; explicar contexto e fatos; gerar questões de pesquisa e hipóteses; reconstruir histórias e

relacionar os resultados da análise com a teoria fundamentada, ou construir teorias (SAMPIERI, COLLADO e LÚCIO, 2006, 491).

Posteriormente, foram realizadas entrevistas em profundidade semiestruturadas com executivos responsáveis pelos projetos de P&D tecnológico para levantar aspectos da gestão de inovação, seus riscos associados e os indicadores de desempenho. O foco foi em projetos em andamento que utilizam inovação aberta objetivando identificar fatores que tenham o potencial de mensurar o grau de interação do LAB O&G com universidades e fornecedores e o nível de prontidão tecnológica dos projetos. A revisão da literatura serviu como base para o roteiro de entrevistas.

As entrevistas semiestruturadas foram elaboradas com questões abertas que serviram como um roteiro para a situação de entrevista, visado a aumentar a comparabilidade dos dados obtidos de cada entrevistado. O roteiro dessas entrevistas foi elaborado a partir do modelo conceitual apresentado no item 3.4 e das informações obtidas na investigação preliminar exploratória, e elas tiveram como objetivo compreender os significados que os entrevistados atribuíam às questões e às situações relativas aos temas de interesse (GODOY, 2006). Foram elaborados dois roteiros distintos (Apêndice I), sendo um para gerentes de carteira de projetos e um para os coordenadores de projetos. Esses roteiros encontram-se no Apêndice 1 do presente trabalho. Outra preocupação com a questão da validade foi a aplicação de um pré-teste com o roteiro de entrevistas. Foi selecionado um participante para o pré-teste (um gerente de carteira de projetos). Esse pré-teste possibilitou reformular as questões garantindo que ele trouxesse as respostas adequadas do presente estudo. Ademais, permitiu treinar o pesquisador para as entrevistas posteriores. As entrevistas semiestruturadas foram gravadas (Quadro7), utilizando-se meios eletrônicos (FLICK, 2004, p.184-189). Optou-se por entrevistar:

1. Seis gerentes de carteira de projetos de algumas áreas tecnológicas, pois este profissional é responsável por atualizar e revisar a lista de projetos ativos em sua área de atuação, por meio de um processo dinâmico de decisão. Tem como principal objetivo garantir o uso adequado dos recursos disponíveis e a consecução das estratégias tecnológicas, conforme as diretrizes estabelecidas para cada segmento de negócio. Portanto, ele tem a visão geral dos fatores mais relevantes que impactam o desenvolvimento dos projetos, seus orçamentos, componentes, parceiros contratados e níveis de prontidão tecnológica;

2. Dois coordenadores de projeto (subordinados a gerentes de carteira), pois ele é responsável pela implementação, buscando a inovação tecnológica e o atendimento às necessidades da EMPRESA O&G e de suas partes interessadas, de forma sistemática, permitindo um nível de controle e acompanhamento adequado dos aspectos físico e financeiro dos projetos de P&D&I sob sua responsabilidade. Estes têm início e fim definidos, fundamentados em objetivos específicos, visando à obtenção de resultados (produtos ou serviços) e são desenvolvidos através de atividades realizadas por uma equipe formada por profissionais, que detêm uma ou mais competências, internos ou externos à EMPRESA O&G. Os recursos são usados de acordo com a maturidade e característica de uma ideia, oportunidade e necessidade das áreas ou unidades de negócio da EMPRESA O&G.

Quadro 7 - Entrevistas com os gestores de carteira e com o coordenador de projetos.

	Código	Atuação	Data da Entrevista	Duração
N1	GC_A1*	Gerente de Carteira de Projetos	26.01.2018	00:56:31
N2	GC_A2	Gerente de Carteira de Projetos	03.05.2018	01:21:37
N3	CP_A1	Coordenador de Projetos	14.06.2018	00:57:02
N4	CP_A2	Coordenador de Projetos	14.05.2018	01:17:39
N5	GC_A3	Gerente de Carteira de Projetos	21.05.2018	01:26:25
N6	GC_A4	Gerente de Carteira de Projetos	30.05.2018	01:20:38
N7	GC_A5h	Gerente de Carteira de Projetos	07.05.2018	01:04:52
N8	GC_A6	Gerente de Carteira de Projetos	18.06.2018	02:21:38

Fonte: O autor.

Legenda: N- número atribuído ao entrevistado; GC_A- código atribuído ao gerente de carteira de projetos da área tecnológica específica; CP_A- código atribuído ao coordenador de projetos da área tecnológica específica;*-entrevista de pré-teste.

Os dados coletados nas entrevistas dos gestores e coordenadores foram organizados e as informações mais relevantes para o estudo foram registradas em uma matriz de análise. O tratamento e análise dos dados do estudo de caráter exploratório obtidos foram organizados e confrontados com o quadro de fatores elencados no modelo conceitual (figura 8). Foi feita então uma análise com o objetivo de cruzar os dados primários obtidos nas entrevistas com os dados secundários obtidos da empresa e com material da literatura. Este então passou por ajustes de modo a contribuir para a elaboração de um questionário de caráter quantitativo que foi aplicado a uma amostra de coordenadores de projeto.

As perguntas constantes no questionário quantitativo (Apêndice II) visavam a:

1. Coletar dados de caracterização dos projetos do LAB O&G que poderiam auxiliar na interpretação das variáveis;
2. Identificar a magnitude dos fatores que compunham o grau de abertura nas dimensões abrangência e profundidade;
3. Identificar os níveis de prontidão tecnológica atual e pretendido dos projetos de P&D&I.

3.3. Técnica Quantitativa:

A partir do levantamento teórico realizado e das análises dos dados qualitativos obtidos dos profissionais que gerem projetos de P&D&I da EMPRESA O&G, e da aplicação do questionário quantitativo, pretendeu-se obter reflexões e *insights* por meio da identificação do nível de prontidão tecnológica e da mensuração do grau de abertura da inovação dos projetos. Nessa proposta, o nível de prontidão tecnológica será uma das variáveis independentes, e o grau da inovação aberta (pela característica que estabelece as redes de cooperação com as fontes externas como universidades, empresas parceiras e outras (Quadro 2) será a outra variável independente. A fase qualitativa foi importante para identificar e validar os fatores que irão compor os indicadores mais relevantes para estas duas variáveis que serão mensuradas na fase quantitativa.

Visando a levantar dados descritivos da amostra coletada, foram inseridas no questionário perguntas sobre a área da pesquisa, o orçamento do projeto, o tempo de duração, o tipo de parceria e a importância da parceria com as universidades e/ou empresas, o tipo de contrato firmado com as fontes assim como o tipo, o escopo e a dificuldade da inovação tecnológica (LAURSEN e SALTER, 2004, 2006 e 2014).

Para a determinação do grau de abertura foi aplicado um questionário capaz de mensurá-lo por meio dos fatores dos canais de interação da empresa com universidades e empresas parceiras listados no quadro 6. Durante a etapa quantitativa foram definidos os eventuais pesos para cada fator, que visou a encontrar uma equação que permitiu dar consistência à quantificação desta variável.

Após a aplicação do questionário, onde foram obtidas respostas de uma amostra de 83 projetos que realizam cooperação com universidades e/ou empresas, buscou-se utilizar parâmetros com referências na literatura para construir as variáveis:

1. Amplitude da Abertura, onde foram considerados como *proxies* o número de fontes externas de inovação (universidades, empresas parceiras e/ou outras instituições), o número de participantes acadêmicos, empresariais e/ou de outras instituições e a porcentagem desses grupos em relação ao total de membros do projeto;
2. Profundidade da Abertura, onde foram considerados como *proxies* a amplitude da abertura, o grau de importância da cooperação das respectivas fontes externas para o sucesso do projeto e o número de contratos firmados com as fontes.

Assumiu-se que essas duas dimensões complementares compõem o grau de abertura da inovação e utilizou-se como referência a equação para determinar o grau de abertura da inovação ao nível das empresas de DRECHSLER & NATTER (2012, pp. 442), adaptando-a para o nível dos projetos.

Em relação à medição do nível de prontidão tecnológica, esta também foi coletada por meio do questionário estruturado a partir da informação prestada pelos respondentes que tanto informavam o TRL atual, como o esperado ao final do projeto.

O questionário quantitativo (Apêndice II) foi pré-testado por integrantes do LAB O&G e, após corrigidas as falhas identificadas, inserido na plataforma digital Survey Monkey, tinha 33 questões e o público alvo (coordenadores de projetos) foi contatado por meio de e-mails enviados pelos seus superiores hierárquicos (gerentes de carteira) onde tinha uma breve introdução sobre o objetivo da pesquisa, uma mensagem ressaltando o tempo estimado de resposta, informação sobre o tipo de questões (em sua maioria objetivas), a importância em se obter o maior número possível de respostas visando a uma maior significância estatística (SELLTIZ, 1965; MARCONI e LAKATOS, 2003; GIL, 2008) e os links para serem acessados tanto por computador quanto pelo celular. O questionário foi elaborado de forma a diminuir o tempo de resposta e aumentar a praticidade e adesão do público alvo (EVANS, 2009). As respostas foram obtidas entre outubro de 2018 e maio de 2019.

Por fim, foram estabelecidas as relações entre as informações obtidas na revisão da literatura e as questões e objetivos da pesquisa. Com isso, formulou-se as seguintes hipóteses a partir da metodologia quali-quantitativa. Elas serão avaliadas e testadas em cada uma das respectivas etapas:

H1: Projetos com níveis de prontidão tecnológica mais altos, e com melhores chances de produzir inovação, têm graus de abertura maiores com empresas fornecedoras;

H2: Projetos com níveis de prontidão tecnológica mais baixos têm graus de abertura maiores com universidades e menores com empresas.

3.4. Síntese da Metodologia de Pesquisa

O quadro 8 apresenta um resumo do processo completo da metodologia de pesquisa, que inicia com a escolha do sujeito da pesquisa, indo para o estágio de coleta de dados, passando para a codificação dos mesmos e finalizando com o estágio de análise dos dados.

Quadro 8- Síntese do processo completo da metodologia de pesquisa

Estágio	Descritivo	Referência
Estágio 1: Sujeito da Pesquisa	Estudo de caso da inovação aberta no nível de projetos de P&D&I do LAB O&G que realizam cooperação com universidades e/ou empresas.	<ul style="list-style-type: none"> • CHEN et al. (2011) • LAURSEN e SALTER (2004 e 2006) • COHEN e LEVINTHAL, (1989) • FERRERAS-MÉNDEZ et al. (2015) • MUROVEC e PRODAN (2009) • GRECO et al. (2016) • LAZZAROTTI e MANZINI, (2009) • LAZZAROTTI et al. (2011) • STEFAN e BENGTTSSON (2017)
Estágio 2: Coleta de Dados	Primários: entrevistas, anotações de campo e questionário quantitativo Secundários: documentos, site, manuais	<ul style="list-style-type: none"> • SAMPIERI, COLLADO e LÚCIO (2006) • GERHARDT e SILVEIRA (2009) • FLICK (2004); YIN (2010) • MARCONI e LAKATOS (2003) • GIL (2008)
Estágio 3: Tabulação	Entrevistas semiestruturadas: tabulação dos resultados por categorias para obtenção de <i>proxies</i> Questionário: obtenção dos resultados tabulados a partir da plataforma Survey Monkey.	<ul style="list-style-type: none"> • EVANS (2009) • MARCONI e LAKATOS (2003) • GIL (2008)
Estágio 4: Análise dos dados	1.Compilação dos dados 2.Exibição dos dados 3.Elaboração de hipóteses	<ul style="list-style-type: none"> • EISENHARDT, 1989

Fonte: elaborado pelo autor

O quadro 9 apresenta uma síntese das táticas utilizadas nesta pesquisa que garantam a validade do estudo de caso. No quadro é possível identificar quatro tipos de validade, demonstrando a tática sugerida e utilizada em cada uma das fases da pesquisa (YIN, 2005).

Quadro 9– Fases da pesquisa.

Testes de caso	Tática do estudo	Fase da pesquisa	Tática utilizada nessa pesquisa
Validade do Constructo	Utiliza fontes múltiplas de evidências	Coleta de dados	Entrevistas com diferentes agentes (gerente de carteira de projetos, coordenador de projetos); Análise de documentos; Aplicação de questionário estruturado aos coordenadores de projeto
Validade Interna	Utiliza modelos lógicos	Análise de dados	Técnica de análise interpretativa de conteúdo; Técnicas estatísticas para avaliação das variáveis quantitativas.
Validade Externa	Utiliza teoria em estudos de caso	Projeto de pesquisa	Fundamentação teórica para as respostas das questões de pesquisa;
Confiabilidade	Utiliza protocolo estudo de caso	Coleta de dados	Protocolo com o registro dos procedimentos utilizados nas fases qualitativa e quantitativa.

Fonte: adaptação de YIN (2005 p.55) e elaborado pelo autor.

Os próximos tópicos apresentam a análise qualitativa, análise quantitativa e conclusões.

4. ANÁLISE QUALITATIVA

4.1. O Centro de Pesquisa da EMPRESA O&G e sua Estratégia de Inovação

A EMPRESA O&G é uma sociedade anônima de capital aberto que atua de forma integrada e especializada na indústria de óleo, gás natural e energia. Ela é a maior EMNE brasileira e está presente nos segmentos de E&P, refino, comercialização, transporte, petroquímica, distribuição de derivados, gás natural, energia elétrica, gás-química e biocombustíveis, atuando assim de forma integrada e verticalizada no setor de óleo e gás (Figura 10) (EMPRESA O&G, 2019). No ano de 2018 faturou R\$ 350 bilhões e lucrou R\$ 26 bilhões, fazendo-a atualmente ser a maior e mais valiosa empresa da América Latina (EXAME, 2019).

Ela é uma empresa de intensa base tecnológica, com uma trajetória em inovações bem-sucedidas e mantém significativos investimentos em P&D, tendo em 2018 investido R\$ 2,3 bilhões, e uma extensa gama de parcerias com instituições de pesquisa, fornecedores e clientes. Além disso, investe intensamente no treinamento de seu quadro profissional já altamente qualificado (EMPRESA O&G, 2019).

Figura 10- Dados financeiros e de ativos da EMPRESA O&G.

Fonte: Site da EMPRESA O&G. Acesso em: 07 de jul. 2019

OBS: 2 Critério SEC

Nas últimas décadas, empresas como a EMPRESA O&G, cujo sucesso é fortemente condicionado pela sua capacidade de incorporar novos conhecimentos e tecnologias ao seu processo produtivo, tem ampliado e ou consolidado parcerias com Universidades, Centros e Tecnologia, Fornecedores, Associações de profissionais e instituições governamentais. Um dos fatores fundamentais para o sucesso da empresa a sua estratégia permanente de combinar suas atividades exploratórias e produtivas com atividades de pesquisas e de desenvolvimento tecnológico (MORAIS, 2013).

A consolidação de um Centro de Pesquisa, criado em 1955, responsável pela geração de um acervo de conhecimento e tecnologias de ponta no setor de exploração em alto mar, e a mais recentemente a ampliação de parcerias com Universidades e Centros de Pesquisa tanto no Brasil

como no exterior refletem a estratégia de desenvolvimento tecnológico da empresa (TURCHI et al, 2013).

Ao longo de sua trajetória a EMPRESA O&G desenvolveu tecnologia própria e priorizou as parcerias com universidades e institutos de pesquisa, resultando em um sólido portfólio tecnológico nacional. A atual estratégia de desenvolvimento tecnológico da empresa conta com sua rede de parceiros para superar os desafios e alavancar as oportunidades do pré-sal.

Desde o final da década de 1990, a EMPRESA O&G, atendendo as orientações da Agência Nacional de Petróleo (ANP), vem alocando recursos no sentido de promover redes de pesquisas por meio de parcerias com universidades e centros de pesquisas para projetos. Estas parcerias atenderam objetivos diversos relacionados à qualificação de gerar competências e promover desenvolvimento tecnológico para cadeia de petróleo e gás natural. Isto foi intensificado com a resolução ANP 33/2005, que condicionou a concessão de exploração de petróleo à obrigação das empresas do setor a investir em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento o valor de 1% da receita bruta de da produção em campos petrolíferos com grande volume de produção ou de maior rentabilidade (TURCHI e PORTO, 2013). Esta mesma resolução também flexibilizou a aplicação destes recursos com destinação obrigatória para investimento em desenvolvimento tecnológico também em parcerias empresas inovadoras do setor (com cadastro na ANP) que operam no Brasil.

Atualmente a empresa dita o padrão tecnológico mundial em relação às atividades de E&P em águas profundas. (DA COSTA e PORTO, 2015). O LAB O&G atua em parceria com mais de cem universidades e instituições de pesquisa nacionais e estrangeiras, fornecedores e outras operadoras. A companhia conte com um sistema tecnológico robusto, com mais de 800 projetos, que lhe permite desenvolver as mais variadas tecnologias, responder rapidamente a mudanças de cenário e inovar (EMPRESA O&G, 2015 e 2019).

O projeto estratégico da função tecnologia na EMPRESA O&G é composto pelas políticas, pelo desafio e pelo mapa estratégico da função tecnologia.

- Políticas da Função Tecnologia - determinam a forma de atuação do Sistema Tecnológico;

- Desafio para a Função Tecnologia - deve expressar a visão para a Função Tecnologia bem como estar alinhado à visão da EMPRESA O&G no horizonte do Plano Estratégico.
- Mapa Estratégico da Função Tecnologia do Sistema EMPRESA O&G - contém os objetivos estratégicos e as iniciativas desdobrados do Mapa Estratégico da EMPRESA O&G, bem como os indicadores e metas para o acompanhamento do alcance dos objetivos estratégicos.

O Sistema de Gestão Tecnológica da EMPRESA O&G busca promover a integração das atividades de P&D do LAB O&G com as áreas industriais da companhia, disponibilizando as tecnologias necessárias aos processos produtivos. O sistema é conduzido nos níveis estratégico, tático e operacional. A estratégia tecnológica é definida pelo Comitê Tecnológico EMPRESA O&G (CTP), a maior instância da gestão de pesquisas na Companhia, que responde à Diretoria. O CTP é constituído pelos gerentes executivos das Áreas de Negócios e de Serviços e do LAB O&G. Suas funções são amplas, consistindo em promover a seletividade na estratégia tecnológica, direcionar a alocação de recursos e garantir a visão corporativa (MORAIS, 2013).

O Sistema Tecnológico EMPRESA O&G (Fig. 11) abrange desde o desdobramento do Planejamento Estratégico Corporativo até a incorporação de tecnologias nos processos produtivos.

No Direcionamento Estratégico, são definidas as políticas tecnológicas, os focos tecnológicos da Companhia, diretrizes para alocação de recursos e objetivos, prazos e metas das carteiras de P&D (Programas e Áreas Tecnológicas).

O processo de Monitoração e Prospecção Tecnológica alimenta o Planejamento Estratégico com cenários tecnológicos e oportunidades de negócio de base tecnológica. No nível tático-operacional, o Direcionamento Estratégico se materializa na forma de projetos de P&D.

O processo de P&D deve estar sempre alinhado à visão estratégica da Companhia, considerando os três níveis do seu plano de negócios:

- Para atender a visão de futuro, o nível estratégico deve definir quais são os direcionamentos tecnológicos corporativos, por meio dos comitês tecnológicos: Comitê de Integração de Engenharia, Tecnologia e Materiais (CIETM) e Comitê Tecnológico Estratégico (CTE);

- Para atender o plano de negócios (PNGs) plurianuais, o nível tático deve articular-se com os Comitês Tecnológicos Operacionais (CTOs);
- Para atender o plano anual de negócio (PAN), o nível operacional deve acompanhar o desenvolvimento das carteiras de projetos e avaliar o andamento dos mesmos.

Figura 11- Representação do Sistema Tecnológico da EMPRESA O&G

Fonte: EMPRESA O&G, 2019.

4.2. Gestão da Tecnologia

A gestão da tecnologia EMPRESA O&G visa a fornecer todos os recursos e condições necessárias para a realização de pesquisa, desenvolvimento, aquisição, disponibilização e assistência técnica de uma tecnologia ou conhecimento, de acordo com a maturidade e característica de uma ideia, oportunidade ou necessidade das Áreas e Unidades de Negócio da EMPRESA O&G (Fig. 12).

Figura 12- Macroprocesso de gestão tecnológica na EMPRESA O&G.

Fonte: EMPRESA O&G, 2019

EB: Engenharia Básica

- **Monitoração e Prospecção:** processo através do qual são observadas, analisadas e antecipadas as potencialidades, as tendências, as características, os sinais e os efeitos das mudanças tecnológicas no ambiente externo, que possam influenciar de forma significativa os negócios da EMPRESA O&G, por meio de estudos específicos e acompanhamento contínuo;
- **Direcionamento Estratégico:** composto pela Estratégia Tecnológica Corporativa e para os Segmentos. Os focos tecnológicos, as políticas tecnológicas, objetivos e indicadores da Função Tecnologia, as diretrizes tecnológicas e de alocação de recursos, as orientações e objetivos para as carteiras de P&D, e a proposta de criação de novos programas e áreas tecnológicas ou o seu encerramento e a definição das metas das carteiras constituem essas estratégias;
- **Gestão da Demanda:** elaboração e análise de propostas de desenvolvimento de tecnologia, a partir de mecanismos para o aproveitamento de oportunidades de inovação tecnológica e o atendimento das necessidades dos clientes. Tem como principal objetivo garantir a consecução do Direcionamento Estratégico de Tecnologia, definido nos Comitês Tecnológicos Estratégicos (CTEs), e incorporar oportunidades de melhorias nos processos, produtos e serviços atuais;
- **Gestão da Carteira:** é um processo dinâmico de decisão, por meio do qual uma lista de projetos ativos é constantemente atualizada e revisada. Tem como principal objetivo garantir o uso adequado dos recursos disponíveis e a consecução das estratégias tecnológicas, conforme as diretrizes estabelecidas para cada segmento de negócio. Neste processo, novos projetos são priorizados em conjunto com a carteira

de projetos corrente, através de critérios estabelecidos no Direcionamento Estratégico de Tecnologia e na Gestão de Demanda, e balanceados considerando a disponibilidade de recursos físicos e financeiros;

- **Pesquisa e Desenvolvimento:** fornecer todos os recursos e condições necessárias para a realização de pesquisa, desenvolvimento, aquisição de uma tecnologia ou conhecimento e a disponibilização dos mesmos, de acordo com a maturidade e característica de uma ideia, oportunidade e necessidade das áreas ou unidades de negócio da EMPRESA O&G (Fig 13);

Figura 13- Fases dos Projetos de P&D no LAB O&G.

Fonte: EMPRESA O&G, 2019

- **Enriquecimento de Ideias:** troca de conhecimentos, realização de encontros técnicos, seminários e de investigações preliminares para fundamentar as propostas de pré-projeto, projeto (incluindo projeto de disponibilização) ou assistência técnica e científica. O material gerado nesses encontros será registrado na base de conhecimento da EMPRESA O&G, servindo de fonte para futuras análises e consultas. A base de conhecimento estará integrada às bases de dados de ideias, projetos, patentes e bibliográficas existentes. O processo requer transparência e a base deverá ser utilizada entre outras análises como meio de consulta para que seja verificado se o tema foi desenvolvido dentro ou fora da organização;
- **Pré-projeto:** pesquisa ou experimentos preliminares que visem a avaliar a viabilidade técnica de desenvolvimento de uma ideia ou tecnologia. No caso

de tecnologias desenvolvidas por terceiros o pré-projeto servirá de base técnica para a decisão entre o desenvolvimento interno ou a aquisição destas tecnologias;

- **Projeto:** implementação de projetos de pesquisa e desenvolvimento, buscando a inovação tecnológica e o atendimento às necessidades da EMPRESA O&G e de suas partes interessadas, de forma sistemática, permitindo um nível de controle e acompanhamento adequado dos aspectos físico e financeiro. Os projetos têm início e fim definidos, fundamentados em objetivos específicos, visando à obtenção de resultados (processos, produtos ou serviços) e são desenvolvidos através de atividades realizadas por uma equipe formada por profissionais, que detêm uma ou mais competências, internos ou externos à EMPRESA O&G (Fig. 14);
- **Disponibilização:** visa a garantir que as tecnologias e conhecimentos sejam incorporados às atividades e processos da EMPRESA O&G, para que se beneficiem dos investimentos efetuados, atendendo a todos os requisitos do usuário final (escopo, risco, qualidade, prazo, segurança, meio ambiente e outros). É nesta etapa que ocorre a inovação;
- **Assistência Técnica e Científica:** visa à prestação de serviços técnicos e consultoria com base em conhecimentos já dominados. No contexto do LAB O&G, o processo de Assistência Técnica e Científica (ACT) contribui para as atividades de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, na medida em que, através da ATC, são identificadas as questões operacionais que interferem no processo de produção, as ameaças aos produtos já desenvolvidos pela empresa e as necessidades de informação técnica. Dessa forma, a Assistência Técnica e Científica aproxima o Centro de Pesquisa às áreas de negócio, uma vez que técnicos e pesquisadores passam a ter conhecimento da realidade das diversas áreas da empresa. A Assistência Técnica e Científica tem como principal característica a flexibilidade com que o processo acontece e a necessidade de resposta em curto prazo de tempo, geralmente relacionada à solução de um problema operacional.

Figura 14- Subprocesso de Implantação de Projetos de P&D no LAB O&G.

Fonte: EMPRESA O&G, 2019

As atividades de pesquisa e desenvolvimento são voltadas para superar os gargalos tecnológicos enfrentados pela EMPRESA O&G em todas as suas áreas de atuação – refino e petroquímica; produção de óleo e gás; exploração de bacias sedimentares; sustentabilidade, fontes alternativas de energia e gás natural, entre outras.

4.3. Características dos Projetos de P&D&I do LAB O&G

A E&P continua como o mais importante motor de geração de valor da companhia, permanecendo o foco no desenvolvimento da produção em águas profundas e ultra profundas. 82 bilhões de dólares, ou 97,5% do investimento em bens de capital previsto da empresa para os próximos quatro anos será neste segmento. O refino, transporte e comercialização continuarão atuando de forma integrada ao E&P, mas com um novo modelo de participação da EMPRESA O&G, considerando parceria com outras empresas (EMPRESA O&G, 2019a).

Os investimentos realizados em tecnologia pela EMPRESA O&G em 2018 foram de R\$ 2,35 bilhões, valores que garantiram que a companhia permanecesse entre as maiores empresas investidoras em P&D na área de energia no mundo. A gestão desses recursos segue as diretrizes estabelecidas no Plano de Negócios e Gestão (PNG) da companhia. A maior parte desse investimento é destinada ao segmento de Exploração & Produção, o que reflete a distribuição dos recursos financeiros totais da EMPRESA O&G por área de negócios, previstos no PNG (EMPRESA O&G, 2014, 2019a). Além do foco tecnológico no segmento de E&P, a

EMPRESA O&G também investe em tecnologias para gás e energia, RTC (refino, transporte e comercialização) transversal e de sustentabilidade e visão de futuro (Fig 15).

- **E&P:** investimento de R\$ 1.622 milhões em 2018 ou 69% do total. Estão as linhas de pesquisa dedicadas à primeira parte da cadeia produtiva da área de petróleo e gás com focos tecnológicos direcionados às atividades de exploração, desenvolvimento, produção e movimentação dos fluidos produzidos;
- **Gás e Energia:** investimento de R\$ 79 milhões em 2018, ou 3% do total. Estão os focos tecnológicos que enfatizam os novos potenciais de gás natural, processamento e logística, pensando na redução de custos e agregação de valor;
- **RTC:** investimento de R\$ 42 milhões em 2018, ou 2% do total. Contempla projetos para as atividades de refino, logística, transporte de petróleo bruto, assim como produtos derivados do petróleo e etanol. Adicionalmente, inclui a área de petroquímica, e a exploração e processamento de xisto;
- **Transversal e de Sustentabilidade:** são projetos que priorizam as diretrizes de segurança, meio ambiente, saúde e sustentabilidade, que devem estar presentes nas carteiras de projetos de desenvolvimento tecnológico, e que estão presentes em todas as áreas de negócios da companhia;
- **Visão de futuro:** compreendem o desenvolvimento de tecnologias disruptivas, que têm potencial de quebrar paradigmas atuais da indústria de energia. São linhas de pesquisa cuja aplicação pode não ser imediata, mas que merecem a atenção e o esforço intelectual de pesquisadores da companhia.

Esses dois últimos segmentos somaram investimentos de R\$ 606 milhões, ou 26% do total (EMPRESA O&G, 2014, 2019a.).

Figura 15- Custos com pesquisa e desenvolvimento tecnológico da EMPRESA O&G em 2018 (R\$ milhões).

Fonte: EMPRESA O&G, 2019a.

Como referência e em consonância com os níveis de investimento, em 2016 a carteira de projetos do LAB O&G era composta de 770 projetos, subdividida entre os segmentos de negócio, sendo: 296 ou 38% em E&P; 114 ou 15% em RTC; 91 ou 12% em visão de futuro; 34 ou 4% em gás e energia, 233 ou 30% em transversal e sustentabilidade (Fig. 16).

Figura 16- Classificação de projetos ativos em 2016 por segmento.

Fonte: O autor a partir de dados secundários.

S/C: Sem Classificação

Os projetos de P&D são classificados em cinco tipologias, de acordo com os produtos esperados:

- **Produto:** Projetos para a implantação/comercialização de um produto com características de desempenho aprimoradas, de modo a fornecer objetivamente ao consumidor serviços novos ou aprimorados (OCDE, 2006). São inclusos nessa tipologia: Projetos de P&D para materiais, equipamentos e novos produtos finais;
- **Infraestrutura para projetos de P&D:** Os projetos de P&D podem ser classificados quanto à necessidade de aquisição ou construção de Infraestrutura de apoio à pesquisa:
 - Infraestrutura Laboratorial Externa (em Instituições de Ciência e Tecnologia): Essas obras ou instalações são desenvolvidas através de convênios e termos de cooperação celebrados com Universidade ou Centro Tecnológico parceiro da EMPRESA O&G, que será o proprietário da infraestrutura;
 - Infraestrutura Laboratorial Interna (nas instalações da EMPRESA O&G): Aquisições de equipamentos, plantas de bancada, plantas piloto e adaptações em plantas de escala de demonstração que viabilizam a realização e/ou são parte integrante do resultado final de algum projeto de P&D específico.
- **Processo/Metodologia:** Projetos para a implantação de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente aprimorados (OCDE, 2006). São inclusos nessa tipologia: projetos de processos industriais, processos tecnológicos e metodologias;
- **Software:** Projetos de algoritmos ou softwares que envolvem a realização de avanço científico ou tecnológico e/ou solução de incertezas científicas/ tecnológicas em métodos computacionais (OCDE, 2006);
- **Estudo e Caracterização:** Pesquisa cujo objetivo é identificar, mapear e entender as características de uma área geográfica, fenômeno ou tendência tecnológica para realizar uma análise aprimorada em relação aos objetivos econômicos, sociais e ambientais. São inclusos nessa tipologia: análise de dados de uma determinada área (como geociências) e estudos aplicados em uma área (como meio-ambiente).

Cruzando os segmentos com a tipologia, construiu-se o quadro 10 abaixo. Os tipos que mais concentram projetos são processo/metodologia e estudo e caracterização do segmento E&P, seguido pelo segmento transversal e sustentabilidade.

Todavia, somente os projetos grifados são os que apresentam medição de TRL. Não houve determinação de TRL nos tipos: Estudo e caracterização e infraestrutura. Quando os projetos são classificados por esses tipos, ou estão com o status “não enquadrado”, não há determinação de TRL porque entende-se que é um estudo prospectivo, inicial para saber se é possível desenvolver uma tecnologia. Segundo o LAB O&G, em projetos assim, não há prontidão tecnológica para ser medida.

Quadro 10- Distribuição de projetos em execução por tipo e por segmento em 2016.

Tipos / Segmentos	E&P	G&E	RTC	Visão de Futuro	Transv. e Sustent.	Total (Nº)	Total (%)
Estudo e Caracterização	81	6	37	25	67	216	28%
Infraestrutura	4	0	0	1	5	10	1%
Processo/Metodologia	91	11	22	36	58	218	28%
Produto	64	7	23	14	50	158	21%
Software	21	1	2	4	16	44	6%
Não Enquadrado	35	9	30	11	38	123	16%

Fonte: O autor baseado em fontes secundárias.

Em 2019, o LAB O&G tem em execução 830 projetos de P&D&I. Eles estão organizados em carteiras, que normalmente estão na abrangência de uma área tecnológica e estas, por sua vez, agrupam-se em gerências de P&D (Quadro 11). Estas são:

- PDDP: P&D em desenvolvimento de produção, com 32% do total de projetos;
- PDEP: P&D em exploração e produção, com 22% do total de projetos;
- PDISO: P&D em integridade, sustentabilidade e otimização, com 30% do total de projetos;
- PDRGN: P&D em refino e gás natural, com 15% do total de projetos.

Os projetos agrupados nas gerências PDDP e PDEP são voltados para desenvolvimento de tecnologias do segmento de E&P e essas gerências administram a maior parte do orçamento do LAB O&G em seus projetos. As Áreas Tecnológicas têm carteiras de projetos, predominantemente disciplinares e voltadas para as competências essenciais da indústria de energia.

Quadro 11- Composições específicas do CTO Carteira por número de projetos:

Comitê Tecnológico Operacional de Carteira (CTO Carteira)	Gerência Geral	Nº de Projetos	% de Projetos
Engenharia de processamento e instalação de superfície		74	9%
Engenharia Submarina		84	10%
Engenharia Naval, Oceanografia e Geotecnia	PDDP	25	3%
Engenharia de poço		50	6%
Construção e montagem		36	4%
Total	PDDP	269	32%
Elevação e escoamento		29	3%
Exploração	PDEP	87	10%
Reservas e reservatórios		66	8%
Total	PDEP	182	22%
Qualidade de petróleo		25	3%
Logística		44	5%
Sustentabilidade		65	8%
Manutenção e inspeção	PDISO	22	3%
Operações		8	1%
Otimização, integridade e confiabilidade		37	4%
Engenharia de processamento e instalação de superfície		6	1%
LAB O&G		44	5%
Total	PDISO	251	30%
Produtos		20	2%
Energia		26	3%
Gás natural	PDRGN	6	1%
Processos de refino, petroquímica e gás-química		54	7%
Otimização, integridade e confiabilidade		2	0%
LAB O&G		20	2%
Total	PDRGN	128	15%
Total Geral		830	100%

Fonte: O autor a partir de dados secundários.

Uma outra classificação dos projetos de P&D é a criticidade dos mesmos. Segundo o LAB O&G, o nível de criticidade é uma importante classificação atribuída a cada projeto que qualifica o desafio tecnológico em relação ao potencial de valor agregado para a empresa:

- Crítico: maior potencial de retorno financeiro para a empresa;
- Muito importante: potencial de retorno financeiro médio para a empresa;
- Importante: menor potencial de retorno financeiro para a empresa.

Figura 17- Criticidade relativa dos projetos por segmento em 2016.

Fonte: O autor baseado em fontes secundárias.

4.4. Fases dos Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento

Os projetos de pesquisa e desenvolvimento são estruturados em três fases: Planejamento, Execução e Encerramento.

- As fases de Planejamento e Encerramento são padronizadas para todos os projetos de P&D;
- A fase de Execução apresenta variações em função da tipologia do projeto, maturidade tecnológica e necessidade de infraestrutura.

Para cada uma das fases devem ser planejadas atividades a serem executadas, cujos resultados deverão ser apresentados no portão que encerra a fase. O cumprimento das atividades e requisitos mínimos pré-definidos irá subsidiar as decisões a serem tomadas nos portões (Fig. 18).

Figura 18- Fases dos Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento

Fonte: EMPRESA O&G.

Para os Projetos de alta complexidade de pesquisa e desenvolvimento que desenvolvem produto, processo/metodologia ou software, a fase de execução é dividida de acordo com o nível de maturidade. A escala adotada pelos LAB O&G é similar à escala TRL da NASA (Fig. 4).

- Subfase 1: Princípios básicos
- Subfase 2: Conceito Técnico-Científico
- Subfase 3: Prova de Conceito
- Subfase 4: Validação em ambiente Laboratorial
- Subfase 5: Escala Piloto
- Subfase 6: Protótipo em condições representativas
- Subfase 7: Escala Semicomercial
- Subfase 8: Escala Comercial
- Subfase 9: Sistema em Plena Operação

Dos 770 projetos que estavam em execução em 2016, apenas 355 (49%) possuía classificação TRL, pois enquadravam-se nos tipos em que a avaliação da prontidão era recomendada. A fig. 19 mostra a distribuição de números projetos de P&D por nível de prontidão tecnológica de entrada (no início do projeto) e de saída (que espera-se alcançar na conclusão do projeto) demonstra que a maior concentração de projetos de processo/metodologia, produto e software

(21% do total) inicia-se no TRL 3 (prova experimental do conceito) e termina (29% do total) no TRL 7 (escala semicomercial). Apenas 10% dos projetos se consideravam potencialmente aptos a chegar no TRL 9 ao final do prazo estipulado, com os sistemas em plena operação e com a correspondente agregação de valor à companhia. O TRL de entrada médio é de 3,8 e o de saída médio é 6,1 (delta TRL médio de: $6,1 - 3,8 = 2,3$). 80% do total dos projetos possuíam TRL de entrada até o nível de escala piloto (TRL=5), enquanto 80 % dos projetos possuíam TRL de saída até o nível de escala semicomercial (TRL=7).

A duração média estimada de um projeto é de 1584 dias ou 4,34 anos. Pode-se então usar como referência que a velocidade média do avanço do projeto no LAB O&G é de $2,3/4,34 = 0,53$ TRL/ano. Ou seja, em média, um projeto que desenvolve a tecnologia desde a pesquisa básica até a plena operação da inovação decorrente dela leva em média 17 anos.

Figura 19- Número de projetos em execução no LAB O&G em 2016 por TRL de entrada e saída em diagrama de barras e de cascata.

Fonte: O autor baseado em fontes secundárias.

Do total de projetos que possuía classificação TRL em 2016, a maioria era de processo/metodologia, seguido por produto e software (Quadro 10). O tipo de projeto que em média iniciava com TRL mais alto e entregava uma tecnologia mais pronta era o de software,

sendo avaliados como mais eficientes em relação ao tempo necessário para avançar na escala de prontidão tecnológica. Em seguida vinham os projetos de processo e metodologia, seguido pelos projetos de produto.

Isolando-se o grupo de projetos com TRL de saída igual a 9 (que têm o potencial de entregar o sistema em plena operação), nota-se que o orçamento anual médio é 65% maior que a média dos projetos de TRL de 1 a 8 (R\$ 2,61 MM X R\$ 1,58). Todavia, de todo o portfólio de projetos com medição de TRL, apenas 10% têm a expectativa de atingir TRL 9 (Fig. 19 e Quadro 12).

Quadro 12- Características dos projetos de P&D do LAB O&G em andamento com medição de TRL em 2016.

Tipos	Processo / metodologia	Produto	Software	Todos
Nº de projetos	185	126	44	355
Média TRL entrada	3,6	3,9	4,1	3,8
Média TRL saída	5,9	5,9	7,3	6,1
Δ TRL	2,3	2,0	3,2	2,3
Duração média (anos)	4,0	4,6	5,2	4,3
Eficiência de p&d (TRL/ano)	0,6	0,4	0,6	0,5
Tempo médio de maturação percorrendo TRL 1 até 9 (anos)	15,5	20,8	14,6	17,0
% De projetos com orçamento > R\$ 10 milhões	11%	12%	20%	12%
% De projetos críticos	64%	67%	68%	66%
% de projetos de TRL saída 9	5,1%	1,1%	3,7%	10%
Duração de projetos de TRL saída 9 (anos)	4,0	8,5	6,7	5,5
Orçamento anual de projetos de TRL de saída 9 (R\$ MM)	1,73	2,2	3,96	2,61

Fonte: O autor a partir de fontes secundárias.

As subdivisões da fase de Execução de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento que desenvolvem Estudos e Caracterização são separadas por marcos e formam as seguintes etapas:

- Etapa 1 – Levantamento de Dados
- Etapa 2 – Processamento e Análise de Dados
- Etapa 3 – Síntese dos Resultados

Para os projetos de infraestrutura há duas fases: Elaboração do Projeto Executivo e Implantação da Infraestrutura.

Os portões de decisão comum a todos os projetos de P&D são (Fig. 17):

- **Portão de Priorização:** onde são definidos os projetos que entram no orçamento da carteira;
- **Portão de Aprovação:** onde é avaliada a qualidade da documentação elaborada na fase de planejamento. É padronizado para todas as tipologias de Projetos de Tecnologia de P&D;
- **Portão de Encerramento:** é padronizado para todas as tipologias de Projetos de P&D e consiste na decisão gerencial de finalização do projeto, após a qual serão tomadas as providências necessárias de natureza contábil e de gestão do conhecimento.

Nos casos de projetos de pesquisa e desenvolvimento que contém atividades de infraestrutura externa e em que serão realizadas obras civis também será necessário um único Portão de Execução.

- **Portões de Execução:** são definidos com base na tipologia, complexidade e necessidade de infraestrutura. Nos casos de necessidade de infraestrutura será apresentado o Projeto Executivo e avaliada a documentação necessária à execução e acompanhamento das obras. São avaliados nos CTOs de Portão quanto a continuidade, caso decida-se pela não continuidade do projeto torna-se um Portão de Encerramento.

4.5. Inovação Aberta nos Projetos

A EMPRESA O&G mantém parcerias com universidades e institutos tecnológicos desde o início de suas atividades. As contratações de pesquisas externas pelo LAB O&G abrangem todas as áreas e programas de interesse da Companhia, como tecnologias de refino, estudos de petróleo pesados, energias renováveis, engenharia naval, águas profundas, biotecnologia e biotratamentos, meio ambiente, entre outros. Com o aprofundamento das explorações no Pré-sal a cooperação tende a aumentar, diante da necessidade de se desenvolver soluções inovadoras para a produção de hidrocarbonetos na nova área geológica (MORAIS, 2013).

A partir da revisão da literatura e da entrevista de pré-teste foi possível construir um questionário (Apêndice I) para entrevistar gestores de carteira e coordenadores de projeto com

foco na confirmação dos fatores de cada variável (Quadros 13 e 14), na elaboração de *proxies* e na criação de escalas adequadas para calcular grau de abertura da inovação.

Quadro 13- Identificação dos fatores para a medição do grau de abertura da inovação dos projetos de P&D do LAB O&G a partir das considerações dos respondentes nas entrevistas semiestruturadas.

Dimensões do Grau de Abertura	Considerações dos Respondentes
Fatores de Amplitude	
Principais stakeholders que cooperam em projetos de P&D&I com o LAB O&G	Principais stakeholders são as universidades que assinam termos de cooperação tecnológica ICTs, operadoras de petróleo, empresas fornecedoras e prestadoras de serviços também se destacam pela cooperação nos projetos
Diferenciação entre projetos com clientes parceiros em detrimento a fornecedores parceiros	Os clientes dos projetos de P&D são as gerências internas demandantes da tecnologia em questão. Na cooperação com os fornecedores há busca por convergência e os escopos mútuos podem ser inseridos dentro de um projeto de P&D. Em conjunto, define-se a entrega desejada, prazo, condições etc. para que possa ser introduzido em um projeto de P&D.
Departamentos e gerências que normalmente interagem com a equipe do projeto no cotidiano de atividades	Universidades: na maioria dos casos há interação com apenas 1dept., podendo chegar em até 3 dptos. Em empresas costuma haver interação com 2 ou 3 deptos. Interação principal é com o depto de P&D ou o comercial/junto com a engenharia quando vai formalizar a contratação.
Tipos de contratos formais a EMPRESA O&G assina com as universidades e empresas	Universidades Parceiras: Termo de cooperação tecnológica – há partilha de custos envolve remessa de dinheiro - relação com os departamentos para os desembolsos - aceita risco e tem objetivos convergentes, não pode ter lucro. PI compartilhada e envolve contrapartidas de ambas as partes – principal motivador para firmar um termo é a propriedade intelectual; Universidades Prestadoras de Serviços: ocorre contratação direta quando há interesse do LAB O&G; Empresas Parceiras: costumam assinar JIPs – Joint Industry Project - quando tem um provedor de recursos. Foco não é ganhar <i>royalties</i> e sim agregar valor ao negócio. – operadores de petróleo pagam a maior parte (inovação metodológica) – entrega “ <i>workpackage</i> ” e os objetivos acordados Obs: Durante a fase de negociação assina também: NDA – Termo de Confidencialidade MOUs – memorando de entendimentos Empresas Prestadoras de Serviços: Costuma firmar contratos de serviços em função das necessidades dos projetos;

Fatores de Profundidade	
Nº de pessoas externas que cooperam com os projetos de P&D	De 3 a 100 pessoas
Cargo/Função e Dedicação dos Colaboradores	Professores – 20% do tempo Alunos de pós graduação – 100% do tempo Profissionais com pós graduação – 100% do tempo Técnicos de laboratório graduação – 100% do tempo Quanto maior a especialização, menor a dedicação exclusiva a um projeto
Características Adicionais dos Projetos de P&D	
Características dos pesquisadores acadêmicos e fornecedores	Pesquisador acadêmico - Tende a ter mais capacitação em ciências mais fundamentais. Não conhece os processos internos e industriais. Conhecem mais procedimentos de P&D. Maiores grau de especialização, competência e dedicação. Pesquisador de empresas – ligação com aplicação do conhecimento, experiência na aplicação da tecnologia e de seu produto decorrente, ganhos incrementais e não disruptivos. Maior conhecimento em temas industriais.
Alocação de recursos para a cooperação com parceiros	Maior parte é destinada para universidades. Possibilidade de destinação para empresas inovadoras é mais recente (RT ANP Nº 3/2015) Obrigação de investimento em universidades está atrelada à 1% da receita bruta dos campos cuja produção acarrete o pagamento de participação especial, prevista n art. 45, III, da Lei 9.478/97.
Valor dos budgets dos projetos (mín e máx)	R\$ 200 mil a 100 milhões TRLs baixos – R\$ 200 mil – 4-5 milhões
Duração dos projetos (mín e máx)	2 a 5 anos de duração. Média de 3-4 anos

Fonte: O autor a partir de fontes primárias.

Segundo DRECHSLER & NATTER (2012), para medir o grau de abertura de forma a internalizar informações de diferentes tipos de parceiros externos no nível das organizações, a pontuação deve capturar a complexidade e a multidimensionalidade do construto de grau de abertura. Primeiramente, o número de diferentes tipos de parceiros de colaboração utilizados no processo de inovação (neste estudo foram categorizados por: empresas fornecedoras, universidades e outros (sendo que se entende por “outros” quaisquer *stakeholders* como: ICTs, órgãos governamentais etc.)) é usado para **medir a amplitude de abertura**. No entanto, a medição do grau de abertura também tem que levar em conta a possibilidade de que o alguns projetos de P&D do LAB O&G tenham vários parceiros externos para colaboração em inovação que são pouco relevantes ou meras formalidades, enquanto outros projetos têm menor número de parceiros de colaboração, mas que interagem fortemente com eles visando à inovação. Posteriormente, a pontuação deve também considerar a importância e a qualidade das informações provenientes destes parceiros para a inovação, incorporando este fator, como ponderação ou **profundidade**, à pontuação do grau de abertura.

Este estudo faz uma adaptação da fórmula de DRECHSLER & NATTER (2012) para a medição da inovação no nível de projetos, medindo o grau de abertura da seguinte maneira:

$$GA_i = \sum_{j=1}^3 [(RCT_{ji} \times PPTE_{ji}) + NCFT_{ji}] \times ACT_{ji} \quad (1)$$

como:

$$ACT_{ji} = (NFT_{ji} + NPT_{ji}) \times (1 + PPTT_{ji}) \quad (2)$$

desmembrando:

$$GA_i = \sum_{j=1}^3 [(RCT_{ji} \times PPTE_{ji}) + NCFT_{ji}] \times [(NFT_{ji} + NPT_{ji}) \times (1 + PPTT_{ji})] \quad (3)$$

onde:

GA_i Grau de Abertura do Projeto i

j Fontes: Empresas fornecedoras e parceiras, Universidades e Outros

Fatores de Profundidade

RCT_{ji} Relevância Agregada da(s) Colaboração(ões) Tipo j , percebida(s) pelo gestor do projeto i (1=baixa até 3=alta)

$PPTE_{ji}$ % de Participantes da(s) Fonte(s) Tipo j em relação aos participantes de todas as fontes externas que colaboraram com o projeto i

$NCFT_{ji}$ Nº de Contratos Firmados com a(s) Fontes(s) Tipo j que colaboraram no projeto i (zero contratos=0; de 1 a 3 contratos =1, acima de 3 contratos =2)

Fatores de Amplitude

ACT_{ji} Abrangência da Colaboração Tipo j usada pelo projeto i

NFT_{ji} Nº de Fontes Tipo j que colaboraram com o projeto i

NPT_{ji} Nº de Participantes da(s) Fontes(s) Tipo j que colaboraram no projeto i

$PPTT_{ji}$ % participantes da(s) Fontes(s) Tipo j em relação a todos os participantes que colaboraram no projeto i

Com base nas respostas do questionário relativas a 83 projetos de P&D que fazem inovação aberta, e considerando a equação acima, a medição do grau de abertura dos projetos variou de 5,5 a 891, representando uma variável de contagem contínua. Em particular, uma contagem de zero implica que o projeto não realiza cooperação externa, enquanto os projetos com contagens mais altas mostram maior grau de abertura.

Quadro 14- Identificação dos fatores para a medição do nível de maturidade tecnológica dos projetos de P&D do LAB O&G a partir das considerações dos respondentes nas entrevistas semiestruturadas.

Dimensões da Maturidade Tecnológica	Considerações dos Respondentes
Fatores de Classificação de Projetos	
Utilização do TRL de entrada e saída dos projetos de P&D	Cada coordenador preenche um formulário com a maturidade tecnológica que espera alcançar ao final do projeto. Usam uma quadroadaptada da NASA para determinar o TRL. Medição é usada para avaliar a eficiência do projeto.
Dinâmica entre o nível de TRL e o grau de abertura	Tendência esperada: Quanto mais aberto e mais disruptivo, maior o TRL Cooperação com: Universidades – observa-se TRLs baixos e intermediários, podendo o grau de abertura ser alto ou baixo; Empresas (fornecedores) – observa-se TRL alto, podendo o grau de abertura pode ser alto ou baixo, porém foi considerado mais comum um menor grau de abertura em função da propriedade intelectual. Não necessariamente haverá relação entre TRL e grau de abertura, uma vez que não há comprovação que o nível de TRL dependa de uma maior ou menor interação do LAB O&G com outros stakeholders. Todavia, uma potencial correlação pode existir, pois uma maior interação com empresas pode ocorrer em projetos com TRLs mais altos, enquanto uma maior interação com universidades pode ocorrer em projetos com TRLs mais baixos. Com isso, há uma hipótese de o grau de abertura ser uma variável dependente do tipo de parceiro.
Características dos Projetos com TRL baixo	Possuem parcerias com uma ou poucas universidades, porque um projeto focado mais em pesquisa básica pode precisar de conhecimento mais específico e profundo. Todavia, quanto mais disruptiva for a tecnologia em desenvolvimento, maior deve ser o N° de parceiros acadêmicos. Empresas tendem a não estar muito interessadas em desenvolver tecnologia básica.
Características dos Projetos com TRL alto	Possivelmente, possuem parcerias diversas e predominantemente com empresas, porque elas já trazem uma expertise da indústria que tem comprometimento com a entrega de produtos comerciais.
Orçamento X TRL	TRL baixo – orçamento menor Como projetos de pesquisa mais básica demandam a contratação de universidades, estes tendem a ter um orçamento para cobrir mais despesas com pessoal e menos com equipamentos. Comparativamente, estes tendem a ter orçamentos menores. São mais baratos. TRL alto – orçamento maior Projetos que usam tecnologias de alto valor agregado, alta complexidade, demandam protótipos e testes operacionais em campo tendem a demandar maior orçamento. Testes e protótipos custam caro.
N° de Contratos X TRL	Tendência é: TRL menor, menos contratos e TRL maior, mais contratos. N° de contratos provavelmente têm mais correlação com tipos de modelos de negócio do que com nível de TRL.

Fonte: O autor a partir de fontes primárias.

Para mensurar a maturidade dos projetos por meio do nível de prontidão tecnológica (TRL), foi realizada no questionário quantitativo a pergunta fechada direta, e caso o coordenador de projetos não medisse essa variável, foi criada a possibilidade de responder através de uma barra deslizante com amplitude de 1 a 9 onde o respondente pôde opinar em que estágio a tecnologia de seu projeto se encontrava: mais perto da pesquisa básica, ou da aplicação bem sucedida da tecnologia. Com isso era possível estimar em qual ponto da escala TRL o projeto estava e qual pretendia chegar.

O questionário visando a mensurar e quantificar as variáveis estudadas (Apêndice II) foi então elaborado com as seguintes etapas (Quadro 15) baseado em EILAT et al. (2008) e LAURSEN e SALTER (2004 e 2006).

Quadro 15- Etapas do questionário quantitativo aplicado aos coordenadores dos projetos de P&D do LAB O&G.

Etapa 1: Caracterização do Projeto	
Variáveis Explicativas	Tipo de Mensuração
Natureza da equipe do projeto	Indica se o projeto faz ou não cooperação externa
Segmento do projeto	Indica a disciplina tecnológica a qual o projeto pertence
Tipo do projeto	Indica o objetivo a ser atingido pelo projeto
Orçamento do Projeto	Valor planejado para ser dispendido ao longo de todo o projeto
Duração total e até o momento do Projeto	Tempo
Criticidade do desafio	Indica a importância estratégica do projeto para a EMPRESA O&G
Tipologia da Inovação	Indica se o projeto é para desenvolver uma tecnologia para um produto ou um serviço
Etapa 2: Grau de Abertura do Projeto de P&D&I com Universidades, Empresas e Outros	
Variáveis Resposta	Tipo de Mensuração
Caracterização dos parceiros	Indica quais tipos <i>stakeholders</i> e quantos estão cooperando com o projeto
Abrangência da interação com as universidades	Nº de departamentos e institutos acadêmicos que interagem com a equipe da EMPRESA O&G no cotidiano de atividades
Relevância da participação do parceiro no projeto	% de professores em relação ao Nº total de pesquisadores e profissionais (somando equipe na universidade a equipe no LAB O&G e as equipes nos demais stakeholders)
Formalização da Cooperação	Nº e tipos de instrumentos contratuais firmados entre a EMPRESA O&G e o parceiro
Relevância econômica da interação com o parceiro	% do orçamento do projeto feito com a universidade em relação ao orçamento total do projeto
Etapa 3: Nível de Prontidão Tecnológica do Projeto de P&D&E&I	
Variáveis Respostas	Tipo de Mensuração
TRL atual	Indica qual o TRL do projeto atingido até o momento da pesquisa
TRL de saída	Indica qual o TRL pretendido ao atingir o final do projeto
Dificuldade de P&D	Indica qual o esforço necessário para atingir o TRL de saída

Fonte: O autor baseado em EILAT et al., 2008 e LAURSEN e SALTER, 2004 e 2006.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DA ETAPA QUALITATIVA

O presente capítulo tem como objetivo realizar uma análise dos dados levantados sobre a gestão tecnológica dos projetos de P&D e das entrevistas com gestores efetuados neste trabalho.

A pesquisa existente sobre inovação aberta aborda predominantemente a organização (ou unidade de negócios) como unidade de análise, enquanto há um crescente reconhecimento de que outras unidades de análise precisam ser consideradas também para obter uma compreensão mais detalhada dos antecedentes, processos e resultados da inovação aberta (WEST et al. 2014). Uma maneira de desenvolver uma compreensão mais completa da inovação aberta é analisá-la em níveis de análise “sub-organizacionais”. Nesse estudo a abordagem é em nível de projetos.

Comumente as empresas organizam atividades de inovação em projetos de P&D, e cada vez mais organizações gerem a inovação por meio de projetos. Na prática, as decisões sobre colaboração são tomadas no nível do projeto, e não no nível da empresa, com base nas necessidades de inovação e déficits de competências. Para entender os benefícios (ou desvantagens) da inovação aberta, é importante entender como a abertura ocorre em projetos de P&D.

Ademais, os projetos de P&D oferecem informações refinadas sobre as atividades de inovação em grandes empresas. Além de fornecer informações detalhadas sobre a colaboração com parceiros externos, eles oferecem informações sobre as peculiaridades e as características dos projetos. Os projetos de P&D podem diferir em muitos aspectos: a tecnologia desenvolvida em projetos pode ser diferente (radical vs. incremental, modular versus arquitetural etc.), projetos variam em termos de orçamento, a composição de liderança e equipe podem ser diferentes e a inovação, assim como os tipos de parceiros podem variar entre os projetos. Projetos de P&D têm o potencial de mostrar em detalhes como as empresas desenvolvem novas tecnologias (VANHAVERBEKE, 2014).

Uma análise detalhada da inovação aberta no nível do projeto de P&D amplia a lista de fatores críticos de sucesso que determinam a performance da empresa. Fatores como composição da equipe, perfil do líder de equipe, técnicas de gerenciamento de projetos de P&D

e o modo de interação com parceiros externos, bem como com outros departamentos/projetos dentro da empresa, podem enriquecer a compreensão das condições de contorno sob as quais a inovação aberta tem maior potencial de ocorrer. Portanto, analisar a inovação aberta no nível de projeto de P&D pode facilitar a tomada de decisões em nível de projeto e melhorar a eficácia do gerenciamento. Os projetos de P&D enfrentam restrições de orçamento e tempo, e os coordenadores de projeto devem apenas decidir engajar parceiros externos quando sua contribuição for realmente necessária. Portanto, a forma pela qual a inovação aberta funciona no nível do projeto, pode ajudar a empresa a tomar melhores decisões ao conceber, configurar, e executar projetos de P&D (VANHAVERBEKE, 2014).

Para cumprir os objetivos desse estudo exploratório no nível dos projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do LAB O&G, serão discutidos e justificados as seleções e agrupamentos dos conjuntos de dados e informações que compuseram os fatores (*proxies*), que formataram as dimensões das variáveis grau de abertura da inovação e nível de maturidade tecnológica.

- Métrica para Determinação do Grau de Abertura da inovação no Nível de Projetos

Determinar do grau de abertura da inovação é considerada uma decisão estratégica fundamental para as empresas que inovam via P&D. O grau de abertura, por exemplo, reflete o quão ampla e intensivamente uma empresa usa informações externas em inovação.

Em particular, a inovação aberta de entrada (de fora para dentro) refere-se ao uso de fontes externas de inovação pelas empresas que conduzem os projetos de P&D, por exemplo, colaborando com outras empresas, instituições ou pessoas (DAHLANDER e GANN, 2010). Este estudo considera somente esse tipo de inovação aberta, pois é o mais comumente utilizado pelo LAB O&G. Não é frequente na EMPRESA O&G a inovação aberta de saída (que comercializa e disponibiliza inovações tecnológicas de dentro da empresa para o mercado), uma vez que a companhia tem foco em desenvolver soluções tecnológicas alinhadas aos seus planos estratégicos de produção e exploração de óleo, o que exige grande intensidade de desenvolvimento de aplicações customizadas aos seus diversos desafios operacionais.

A colaboração refere-se ao desenvolvimento conjunto de conhecimento através de relacionamentos com parceiros externos, tais como consórcios de concorrentes, fornecedores e clientes ou universidades e institutos de pesquisa (HAGEDOORN, 1993 e VON HIPPEL,

1988). Tais colaborações apresentam relacionamentos duradouros e difusos com o compromisso de uma missão comum, como o desenvolvimento conjunto de novos produtos e inovações. Essa estratégia implica que os parceiros compartilhem seus recursos e conhecimentos.

A equação objetiva definir uma métrica ao nível de projetos a partir da referência de DRECHSLER & NATTER (2012), que propôs medir ao nível organizacional. Conceitualmente, este algoritmo considerou a dimensão amplitude como uma componente da dimensão profundidade, uma vez que seria impossível uma empresa ser aberta à inovação sem ter cooperação com ao menos uma fonte externa. Logo, por definição, a dimensão profundidade é dependente da dimensão amplitude.

Para determinar a dimensão **amplitude**, os tipos de fontes externas de conhecimento, tanto nacionais quanto internacionais, que cooperavam / interagiam com cada empresa foram agrupadas e contabilizadas. No artigo de DRECHSLER & NATTER (2012) foram identificadas seis diferentes fontes: fornecedores, clientes, concorrentes, laboratórios comerciais e institutos privados de P & D, universidades e institutos públicos de pesquisa. Assim, quanto mais interações com essas fontes, mais ampla seria a abertura da inovação, refletindo em um maior *score*. Para mensurar a **profundidade**, foi determinado um fator de ponderação em função da importância da qualidade da informação vinda dessas fontes, sendo zero, não relevante, até 3 muito importante. Baseado nisso, o grau de abertura de uma empresa pode variar de 0 a 36 (6 fontes $\times$ nível 3 da qualidade da informação $\times$ (1 fonte nacional +1 fonte internacional)).

A equação referência é:

$$DOi = \sum_{j=1}^6 IPCTij \times (CTDij + CTFij) \quad (4)$$

onde:

DOi Grau de Abertura da Empresa i
 j Fontes: fornecedores, clientes, concorrentes, laboratórios comerciais e institutos privados de P & D, universidades e institutos públicos de pesquisa

Fator de Profundidade

$IPCTji$ Importância da Colaboração Tipo j , percebida pela empresa i (0=nenhuma até 3=alta)

Fatores de Amplitude

$CTDji$ Abrangência da Colaboração Nacional Tipo j usada pela empresa i (1=se usada, 0=se não usada)

$CTFji$ Abrangência da Colaboração Internacional Tipo j usada pela empresa i (1=se usada, 0=se não usada)

Nas entrevistas semiestruturadas com os gestores de carteira e coordenadores de projetos foram identificados alguns fatores alinhados com a literatura que foram usados para desenvolver as equações (1), (2) e (3) da seção 5.5 (reproduzidas abaixo) que determinasse o grau de abertura de cada projeto. Essa nova proposta de equação buscou relacionar fatores identificados nos projetos do LAB O&G que compunham as duas dimensões do grau de abertura.

$$GA_i = \sum_{j=1}^3 [(RCT_{ji} \times PPTE_{ji}) + NCFT_{ji}] \times ACT_{ji} \quad (1)$$

como:

$$ACT_{ji} = (NFT_{ji} + NPT_{ji}) \times (1 + PPTI_{ji}) \quad (2)$$

desmembrando:

$$GA_i = \sum_{j=1}^3 [(RCT_{ji} \times PPTE_{ji}) + NCFT_{ji}] \times [(NFT_{ji} + NPT_{ji}) \times (1 + PPTI_{ji})] \quad (3)$$

onde:

GA_i	Grau de Abertura do Projeto i
j	Fontes: Empresas fornecedoras e parceiras, Universidades e Outros
Fatores de Profundidade	
RCT_{ji}	Relevância Agregada da(s) Colaboração(ões) Tipo j , percebida(s) pelo gestor do projeto i (1=baixa até 3=alta)
$PPTE_{ji}$	% de Participantes da(s) Fonte(s) Tipo j em relação aos participantes de todas as fontes externas que colaboraram com o projeto i
$NCFT_{ji}$	Nº de Contratos Firmados com a(s) Fontes(s) Tipo j que colaboraram no projeto i (zero contratos=0; de 1 a 3 contratos =1, acima de 3 contratos =2)
Fatores de Amplitude	
ACT_{ji}	Abrangência da Colaboração Tipo j usada pelo projeto i
NFT_{ji}	Nº de Fontes Tipo j que colaboraram com o projeto i
NPT_{ji}	Nº de Participantes da(s) Fontes(s) Tipo j que colaboraram no projeto i
$PPTI_{ji}$	% participantes da(s) Fontes(s) Tipo j em relação a todos os participantes que colaboraram no projeto i

5.1. Caracterização das fontes parceiras de colaboração j :

Os indicadores da inovação aberta no nível do projeto são complementares aos do nível da empresa: isso já indica que as investigações em nível de projeto e empresa não são conduzidas de formas iguais. A inovação aberta pode ser introduzida e dinamizada de diferentes

maneiras: Na EMPRESA O&G, os parceiros são categorizados como na Figura 20. Dois tipos de parceiros são especificados: parceiros baseados em tecnologia e parceiros baseados no mercado. Em linha com o fluxo de conhecimento e tecnologia, estes também são referidos na empresa como parceiros “horizontais” ou “verticais”, respectivamente.

A **colaboração baseada em tecnologia** indica que um projeto é executado em cooperação com universidades, agências governamentais ou institutos de ciência e tecnologia. A **colaboração baseada no mercado** indica que um projeto é executado em cooperação com clientes internos ou empresas fornecedoras da EMPRESA O&G. Dependendo das necessidades do projeto, é feita uma seleção entre parceiros. O entrevistado GC_A4 (Quadro 7) menciona: “Normalmente a equipe é definida por uma proposta enviada por uma universidade ou empresas parceiras”. O entrevistado GC_A3 (Quadro 7) informa “A equipe dos projetos é definida em função da complexidade do tema”.

Figura 20- Representação gráfica do processo de inovação aberta do LAB O&G.

Fonte: Adaptado pelo autor baseado em VANHAVERBEKE, 2014.

Baseado nessas constatações empíricas, e que a vasta maioria dos projetos do LAB O&G recebe cooperação de universidades, seguido de empresas fornecedoras parceiras, para a determinação do grau de abertura dos projetos do LAB O&G os tipos de fontes externas de

colaboração “j” foram divididas em três categorias: universidades, empresas fornecedoras/parceiras e outros (que incluem órgãos do governo e ICTs).

5.2. Caracterização dos fatores de amplitude:

A partir das respostas das entrevistas, como há pouca diversidade de tipos de fontes de cooperação externa nos projetos de P&D do LAB O&G, o número de participantes externos dos projetos varia muito em função da complexidade e do tipo da tecnologia em desenvolvimento. Em projetos menos abertos é esperado uma ou poucas instituições envolvidas na cooperação, assim como poucos departamentos (acadêmicos ou comerciais) e pouca gente nas equipes técnicas. Em contrapartida, em projetos mais abertos, uma equipe mais numerosa com cooperação com mais de uma fonte e diversos departamentos envolvidos é previsto. Por isso, no nível de projetos, levou-se em consideração três fatores (*proxies*) para a determinação da dimensão Amplitude:

- N° de Fontes Tipo j que colaboraram com o projeto;
- N° de Participantes da(s) Fontes(s) Tipo j que colaboraram no projeto;
- 1+ % participantes da(s) Fontes(s) Tipo j em relação a todos os participantes que colaboraram no projeto;

No mínimo, a metade dos investimentos correspondentes a 1% da receita bruta advinda dos campos de petróleo com grande volume de produção que pagam participação especial deve ser direcionada a Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT) credenciadas pela Agência, ou seja, universidades e institutos de pesquisa nacionais. Como empresa operadora de exploração e produção de petróleo, a EMPRESA O&G é obrigada a seguir essas determinações da agência. Duas resoluções de 2005 aprovaram dois Regulamentos Técnicos ANP norteando os investimentos e despesas em P&D. Em 2015 a Cláusula de P&D foi substituída pela Cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I) presente nos contratos de concessão, partilha da produção e cessão onerosa, ainda que o regime de concessão prevaleça para a maior parte da área total de bacias sedimentares brasileiras. Neste ano foram regulamentadas a possibilidade de financiar projetos de P&D também com empresas privadas. Grande parte desse montante veio traduzindo-se em vários projetos de cooperação com universidades. Apenas recentemente é que foi possível direcionar esses recursos a empresas, justificando a grande

prevalência de cooperações da EMPRESA O&G com poucos tipos de fontes e primordialmente com universidades.

Em relação aos tipos de fontes, uma equipe de projeto de P&D pode colaborar com diferentes tipos de parceiros. Cada tipo de parceiro tem diferentes capacidades e incentivos para colaborar. Por exemplo, os **parceiros baseados no mercado** têm experiência e conhecimento sobre as necessidades deste (VON HIPPEL, 2005; PRAHALAD e RAMASWAMY, 2004) e as mais recentes tecnologias, equipamentos e componentes que estão disponíveis para satisfazer essas necessidades. Eles ajudam um novo produto a se estabelecer na operação (APPIAH-ADU e RANCHHOD, 1998), reduzindo a probabilidade de falhas do produto (HARRISON e WALUSZEWSKI, 2008) e satisfazendo as expectativas do cliente. **Parceiros baseados em tecnologia** são especialistas em pesquisa científica (básica) e fornecem às equipes de projeto conhecimento sobre os mais recentes desenvolvimentos científicos. O conhecimento científico pode funcionar como um “mapa” para a pesquisa científica e apontar equipes de P&D para as direções mais lucrativas da pesquisa aplicada. Por causa de seus diferentes papéis, a colaboração com esses dois tipos de parceiros provavelmente terá um impacto diferente no desempenho do projeto.

A ponderação sobre a possibilidade das diferentes fontes dinamizarem-se em cada projeto foi representada pelo *proxy* “porcentagem de participantes da(s) Fontes(s) Tipo *j* em relação a todos os participantes que colaboraram no projeto”, que entra na fórmula (1) da seção 5.5 como um fator multiplicador e contribui com o *score* da amplitude. Ou seja, as fontes que representarem maior ou menor contribuição percentual de participação nas equipes dos projetos impactará mais ou menos o grau de abertura, respectivamente.

5.3. Caracterização dos fatores de profundidade:

No artigo de DRECHSLER & NATTER, 2012, a dimensão da profundidade da abertura da inovação no nível das organizações é inserida na fórmula como um fator de ponderação que é definido como o julgamento da qualidade da informação da colaboração da fonte externa. Nessa pesquisa, a medição da profundidade considerou, além deste, mais dois diferentes *proxies*:

- Relevância Agregada das Colaborações Tipo j , percebida pelo gestor do projeto (1=baixa até 3=alta)
- Porcentagem de Participantes da(s) Fonte(s) Tipo j em relação aos participantes de todas as fontes externas que colaboraram com o projeto
- N° de Contratos Firmados com a(s) Fontes(s) Tipo j que colaboraram no projeto (zero contratos=0; de 1 a 3 contratos =1, acima de 3 contratos =2)

Quanto maior a percepção de importância na colaboração, maior a tendência de ela ter contribuído significativamente para o projeto, complementando o conhecimento da equipe do LAB O&G, melhorando o seu desempenho (FERRERAS-MÉNDEZ, 2015).

Como obter conhecimento de fontes externas através de relações profundas está positivamente conectado com maior comunicação externa e intercâmbio de conhecimento, argumentamos que essa estratégia também pode ter um impacto significativo sobre o desempenho obtido pelos projetos. A cooperação mais aprofundada permite que as empresas criem padrões de interação e entendimento mútuo entre os colaboradores, que se mostraram essenciais para criar confiança, melhorar a comunicação e obter desempenho superior no desempenho dos projetos de P&D (CHEN et al., 2013). Corroborando com a teoria, os coordenadores de projetos CP_A1 e CP_A2 (Quadro7) informaram na entrevista que é comum que no portfólio do LAB O&G pesquisadores de universidades que já tenham cooperado antes em projetos anteriores, continuam a participar em um ou mais projetos atuais.

Para simplificar o questionário quantitativo, a pergunta 15 do Anexo II pedia para o coordenador de projetos informar em geral (de forma agregada) a importância da colaboração da(s) fontes(s). Visando a atenuar a imprecisão este *proxy* foi ponderado, por meio da multiplicação deste pela porcentagem de participantes da(s) fonte(s) tipo j em relação aos participantes de todas as fontes externas que colaboraram com o projeto. Grosso modo, quanto maior a participação de uma determinada fonte externa no total de participantes externos, maior deve ser a sua relevância para o projeto.

O último *proxy* utilizado foi associado aos instrumentos contratuais que possibilitam a formalização das parcerias do LAB O&G com as fontes externas. Todos os entrevistados na fase qualitativa informaram que os mais comuns são os termos de cooperação (formalizam os projetos entre o LAB O&G e universidades), os *joint industry projects* (projetos com participação financeira de duas ou mais Empresas Petrolíferas, bem como de Empresa Petrolífera em parceria com outras empresas provedoras de recursos) e os contratos de serviços.

Os modos de governança desempenham um papel crucial no sucesso inovador de projetos colaborativos. Arranjos contratuais, alianças não patrimoniais, contratos com fornecedores estratégicos e acordos conjuntos de desenvolvimento são apenas alguns exemplos de como a inovação aberta toma forma. Encontrar o arranjo contratual correto com diferentes tipos de parceiros é crucial para determinar o sucesso dos projetos de P&D.

Considerando que quanto maior o número de instrumentos formais existirem no projeto de P&D, maior a profundidade da abertura, este indicador também foi utilizado na fórmula (1) do grau de abertura.

5.4. Medição do Grau de Abertura no Nível de Projetos:

A pesquisa no nível do projeto pode melhorar a compreensão de como a inovação aberta é implementada em grandes empresas e como a inovação aberta afeta o desempenho tecnológico e financeiro das empresas. As atividades de inovação aberta ocorrem principalmente em projetos de P & D, e a redução do nível de pesquisa de inovação aberta da empresa para projetos abre possibilidades de examinar um conjunto mais amplo de fatores que podem determinar como a inovação aberta se traduz em um desempenho superior no nível do projeto e da empresa.

Até onde se tem notícia esta é a primeira pesquisa que propões uma fórmula conceitual para calcular o grau de abertura a nível de projetos. O Quadro 16 mostra as diferenças dos fatores usados para cada um dos casos, assim como as respectivas referências bibliográficas.

Quadro 16- Comparação dos *Proxies* usados para calcular o Grau de Abertura no nível da organização e no nível dos projetos de P&D.

Dimensões	Fontes de Conhecimento no Nível da Organização	Fontes de Conhecimento no Nível de Projetos	<i>Proxies para no Nível da Organização</i>
Amplitude: Abrangência da Aquisição de Conhecimento Externo	Mercado (cooperação vertical): Fornecedores de equipamentos, materiais, componentes Clientes e usuários Concorrentes Consultores Laboratórios Comerciais e empresas de pesquisa	Mercado (cooperação vertical): Empresas Fornecedoras e Parceiras Clientes e usuários internos	Nº de Fontes Nacionais e Internacionais; Relevância da Cooperação
Profundidade: Profundidade da Aquisição de Conhecimento Externo	Institucional (cooperação horizontal): Universidades Centros de pesquisa governamentais Empresas do setor público Institutos de pesquisa privados	Tecnológico (cooperação horizontal): Universidades Institutos de pesquisa privados Empresas do setor público	<i>Proxies para o Nível dos Projetos</i> Nº de Fontes Nacionais e Internacionais; Nº de Participantes de cada Fonte; Percentual de Participantes Totais da Fonte Relevância da Cooperação Percentual de Participantes Externos da Fonte Nº de Contratos Formais da Fonte

Fonte: O autor baseado em LAURSEN e SALTER, 2014; DRECHSLER & NATTER, 2012; FERRERAS-MÉNDEZ, 2015, e; VANHAVERBEKE, 2014.

5.5. Análise do Modelo Conceitual

Para este estudo foi desenvolvido o modelo conceitual representado na Figura 8. O escopo desse modelo é:

- 1º. Identificar se os projetos com níveis maiores ou menores níveis de prontidão tecnológica também apresentam, respectivamente, maior ou menor grau de abertura da inovação junto a universidades;
- 2º. Verificar se o resultado do 1º objetivo se altera quando se confronta inovação aberta junto a universidades com inovação aberta junto a fornecedores.

Nas entrevistas com os gerentes de carteira e coordenadores de projetos das gerências gerais de E&P tentou-se avaliar se fazia sentido associar grau de abertura com prontidão tecnológica e houve opiniões divergentes quando indagados quais tipos de associações essas variáveis possivelmente tenham (ver Apêndice I, perguntas 1 e 2 sobre Nível de Prontidão Tecnológica (TRL)). Essas opiniões estão resumidas no Quadro 17.

Quadro 17- Resumo das respostas dos gerentes de carteira e coordenadores de projetos ligados ao segmento de E&P sobre a dinâmica de variação entre os níveis de TRL, o grau de abertura da inovação e outras variáveis no nível dos projetos de P&D.

Variáveis dos Projetos de P&D	Gerência Geral do E&P	Entrevistado (N)	TRL Baixo (1 a 3)	TRL Médio (4 a 6)	TRL Alto (7 a 9)
Grau de Abertura Total (● Pouco; ●●● Muito)	PDDP	1	●	●●	●●●
		2	●	●●	●●●
		3	●●●	●●	●
		4	●	●●●	●●
	PDEP	5	●	●●	●●●
		6	●	●●	●●●
		7	●	●●	●●●
		8	●●	●●	●
Grau de Abertura Universidades (● Pouco; ●●● Muito)	PDDP	1	●●●	●●	●
		2	●●●	●●	●
		3	●●●		
		4	●	●●●	●
	PDEP	5	●●●	●●	●●
		6			
		7	●	●●	●●●
		8	●●	●●	●
Grau de Abertura Empresas Fornecedoras / Parceiras (● Pouco; ●●● Muito)	PDDP	1	●	●●	●●●
		2	●	●●	●●●
		3		●●	●
		4		●●	●
	PDEP	5	●	●●	●●●
		6	●	●●	●●●
		7	●	●●	●●●
		8	●	●●	●●●
Tipo do Resultado da inovação (● Incremental; ●●● Radical)	PDDP	1			
		2	●		●●
		3			
		4			●●
	PDEP	5		●●	●●
		6			
		7	●		
		8			
Orçamento (● Menor; ●●● Maior)	PDDP	1	●	●●	●●●
		2	●	●●	●●●
		3	●	●●	●●●
		4	●	●●	●●●
	PDEP	5	●	●●	●●●
		6	●	●●	●●
		7	●	●●	●●●
		8	●	●●	●●●
Nº de Contratos (● Menor; ●●● Maior)	PDDP	1			
		2	●	●●	●●●
		3	●●●	●●	●
		4		●●●	●●
	PDEP	5	●	●●	●●●
		6	●	●●	●●
		7	●	●●	●●●
		8			

Fonte: O autor baseado em fontes primárias.

Os resultados resumidos no Quadro 17 mostram que os entrevistados não tinham visões totalmente alinhadas em relação às dinâmicas entre as duas principais variáveis do estudo, todavia, é possível analisar esses resultados criticamente. Primeiramente, é importante salientar que as amplitudes das escalas de graus de abertura para universidade e para empresas parceiras

tendem a ser bastante diferentes, pois, pela característica do ecossistema de cooperação do LAB O&G, o número de participantes nas universidades é bem maior que nas empresas. Logo, considerando as respectivas ordens de grandeza, um *score* alto de grau de abertura com as empresas significaria uma classificação média ou até baixa na abertura com universidades.

Em geral, quando se considera projetos de TRL baixo, com tecnologia incipiente e mais próximos da pesquisa básica, estes tendem a receber mais cooperação de fontes tecnológicas, principalmente universidades. Essa tendência foi relatada em todas as entrevistas. Como as tecnologias em desenvolvimento ainda se encontram longe da possibilidade de aplicação e uso comercial, pois em baixos TRLs a pesquisa científica está sendo transformada em pesquisa aplicada e os primeiros testes de laboratório estão sendo feitos, a pesquisa básica em parceria com a academia acaba sendo a mais executada. Isto é reforçado porque o LAB O&G tem a capacidade de financiar as universidades para cooperarem com atividades específicas de seu interesse direto e nessa fase o risco de insucesso da inovação (Fig. 21) é maior (NOLTE, 2008 e MORAIS, 2013). Estas, por sua vez, têm o incentivo para realizar avanços e contribuições por meio de pesquisas para o setor de óleo e gás aumentando assim as suas publicações, o seu conhecimento e destacando seus pesquisadores. O entrevistado GC_A3 salientou que essa dinâmica é comum em tecnologias que iniciaram o seu desenvolvimento pelo LAB O&G desde os TRLs mais baixos, seguindo o ciclo de vida tecnológico. Quando o TRL chega próximo ao ponto de ser “prototipado” (TRL 7), o grau de abertura com a universidade tende a ser menos significativo, pois aumenta a probabilidade de parcerias com empresas, que têm foco mercadológico, maior capacidade tecnológica e aversão a risco. Portanto, esta relação pode ser mediada pelo foco (ou necessidade) do cliente interno e futuro usuário da tecnologia. Quanto maior o foco, maior a chance de parcerias específicas mais relevantes nas fases finais. Este mesmo entrevistado informou que, como contrapartida, quando a parceria com empresas fornecedoras tem como objeto uma tecnologia patenteada (TRL médio ou alto), o grau de abertura para empresas tende a ser baixo, pois a tendência é que somente uma empresa permaneça cooperando até as fases finais do projeto.

Portanto, quando se considera as dinâmicas entre TRL e grau de abertura com empresas fornecedoras e parceiras, nota-se uma abertura maior em maturidades mais altas. Praticamente todos os entrevistados afirmaram que as empresas privadas normalmente cooperam quando há maior sentido mercadológico.

Figura 21- TRL como indicador para controle de risco de P&D.

Fonte: NOLTE, 2008.

Segundo TURCHI et al. (2013), o desempenho ou grau de sucesso de parcerias entre empresas e universidades depende fundamentalmente de duas condições: à capacidade do grau de absorção de conhecimento da empresa e da possibilidade de alocação de recursos financeiros por parte da mesma; e à capacidade destes atores de criar um ambiente de confiança baseado em objetivos e linguagem comuns que permitiram compartilhar informações e conhecimentos. TOMLINSON, (2010) verificou que a cooperação vertical tem um impacto positivo sobre o desempenho inovador, no entanto, é a força dos laços destes agentes e não apenas a sua existência que é importante.

Quando se contrapõe as variáveis tipo de resultado da inovação, orçamento e número de contratos formais de cooperação com os níveis de TRL, os respondentes tiveram opiniões coerentes e similares, ou seja, elas são diretamente proporcionais (quando uma aumenta, a outra também aumenta). Quando se considera que projetos de E&P com tecnologias mais maduras propiciam inovações incrementais mais complexas, exigem maiores aportes financeiros e, como consequência firmam um maior número de instrumentos contratuais com os seus diversos parceiros.

As condições de aporte financeiro e a capacidade de absorção da empresa, embora sejam condições necessárias, não são suficientes para construção de parcerias que envolvam trocas de conhecimentos tácitos e que requerem um ambiente de confiança entre os agentes envolvidos. Escolher o envolvimento ideal de diferentes tipos de parceiros em um momento certo em projetos de P & D deve melhorar seu desempenho (VANHAVERBEKE, 2014).

As hipóteses propostas para os projetos de E&P do LAB O&G, considerando que projetos com TRLs mais altos podem ser considerados mais bem-sucedidos que os de TRL baixo, visto que há maior possibilidade da inovação se concretizar estão novamente mencionadas abaixo:

H1: Projetos com níveis de prontidão tecnológica mais altos, e com melhores chances de produzir inovação, têm graus de abertura maiores com empresas fornecedoras;

H2: Projetos com níveis de prontidão tecnológica mais baixos têm graus de abertura maiores com universidades e menores com empresas.

A partir dos resultados apurados na fase qualitativa (Quadro 17) é possível confirmá-las. Na etapa quantitativa será avaliado se é possível comprovar significância estatística.

6. ANÁLISE QUANTITATIVA

6.1. Análise e Características da Amostra

Por meio da aplicação do questionário quantitativo (Apêndice II) utilizando-se o aplicativo Survey Monkey foi possível obter uma amostra, entre os dias 13/10/2018 e 8/05/2019, de 167 respostas, a partir de uma população atual de 835 projetos de P&D do LAB O&G. Destas, 28 (17%) referem-se a projetos que não contam com cooperação externa, podendo-se afirmar em um intervalo de 95% (confiança de 7%) que entre 132 e 152 projetos realizam inovação “fechada” e, conseqüentemente, entre 703 e 683 projetos realizam P&D com parceria externa com potencial de ocorrer inovação tecnológica. Este resultado está coerente com a pesquisa de PORTO et al., (2013), que na época constatou que 12,4% dos projetos não realizava cooperação externa. As empresas que têm maior potencial de se beneficiar da inovação aberta são as que desenvolvem as capacidades para conectar aspectos fechados e abertos para inovar (PRUD'HOMME VAN REINE, 2015).

Das 139 respostas restantes, 54 não completaram o questionário e 85 foram consideradas válidas. Estas, por sua vez, representam os seguintes tipos de projetos:

- Processo / Metodologia: 46 ou 54%;
- Produto: 28 ou 33%;
- Software: 7 ou 8%;
- Pelo menos dois tipos acima: 2 ou 2%.

Ou seja, 83 projetos que realizam cooperação externa também possuem medição do nível de maturidade da tecnologia em questão. Considerando que em 2016, 49% dos projetos foram classificados com pelo menos um dos três tipos acima, a população apurada recentemente (jun/2019) pode ser considerada em torno de 409 projetos. Logo, é possível considerar que os resultados da presente análise quantitativa conta com 95% de probabilidade e confiança de 10%).

A abrangência da parceria que cada tipo de *stakeholder* estudado faz está representada abaixo (Fig. 22), com destaque para as universidades, que, como único tipo de instituição representa 42% dos casos e, quando combinado, chega a representar 95% dos projetos

pesquisados. Em segundo lugar aparecem as empresas cooperando com 55% dos projetos da amostra e em terceiro lugar os outros stakeholders com 15% da amostra.

Figura 22- Abrangência dos tipos de *stakeholders* que colaboram com os projetos em execução no LAB O&G (jun/2019).

Fonte: O autor a partir de dados primários

Quando há a estratificação por gerências gerais, é possível observar que projetos de E&P (concentrados nas gerências de P&D de Exploração e Produção (PDEP) e P&D de Desenvolvimento da Produção (PDDP)) têm orçamentos médios maiores, a abrangência média da cooperação com os stakeholders tendem a ser bem mais relevantes que os outros dois grupos, e o grau de abertura também é maior.

Em relação à média da prontidão tecnológica dos projetos de PDEP e PDISO, estes tendem a ser maiores que os outros dois grupos, assim com a velocidade média (TRL/Ano) do avanço dos projetos (Tabela 1). Este indicador tem o potencial de ser utilizado para mensurar a eficiência dos projetos e pode ser referência para a construção de ferramentas e indicadores de gestão de projetos de P&D. A Carteira de projetos de P&D de Refino e gás natural (PDRGN) tem a velocidade (TRL/Ano) mais lenta entre as gerências gerais de P&D, o segundo menor orçamento médio e um grau de abertura bem menor que os projetos do PDEP e PDISO. Isto pode indicar que para os tipos de tecnologia em desenvolvimento para este segmento, a cooperação com fontes externas é determinante para uma maior eficiência rumo à inovação.

Tabela 1: Resumo das principais variáveis ou proxies dos projetos de P&D do LAB O&G estratificados por gerência geral.

Gerência Geral / proxiesatores (<i>Proxies</i>)	PDEP	PDDP	PDISO	PDRGN	Total
Nº de Projetos	20	37	12	14	83
Orçamento Médio R\$ (MM)	17,9	17,4	6,4	8,2	14,4
Relevância da Cooperação (Máx. 3)	2,45	2,47	2,17	1,93	2,33
Grau de Abertura Médio	121,10	150,0	25,78	80,34	105,5
Grau de Abertura Mínimo	9,30	3,130	0,64	6,72	5,5
Grau de Abertura Máximo	855,00	1921,40	84,32	454,79	891
Abrangência Média	35,46	39,44	12,82	28,30	34,9
Desv Padrão	35,90	49,63	11,80	33,05	39,92
TRL Atual	5,1	3,88	4,92	4,29	4,41
Desv Padrão TRL Atual	2,23	1,89	2,47	1,54	2,05
TRL/Tempo (anos)	1,69	1,18	1,78	0,83	1,32
% da Amostra Atual	24%	44%	15%	17%	100%
% de Projetos em 2016	22%	32%	31%	15%	100%

Fonte: O autor a partir de fontes primárias.

PDDP: P&D em desenvolvimento de produção

PDEP: P&D em exploração e produção

PDISO: P&D em integridade, sustentabilidade e otimização

PDRGN: P&D em refino e gás natural

Calculando-se o coeficiente de correlação (0,005) entre o grau de abertura do projeto versus TRL, constata-se que esta não é significativa. Os pontos apresentam-se muito dispersos (Fig 23) e, com os dados da pesquisa quantitativa não é possível relacionar uma variável à outra por métodos estatísticos paramétricos (Apêndice III).

Figura 23- Dados de TRL dos projetos plotados contra o grau de abertura.

Fonte: O autor a partir de fontes primárias.

A magnitude das medições de grau de abertura com universidades (em média 92) é maior que a de grau de abertura com empresas fornecedoras/parceiras (média de 25). Foi constatado também que há diferença significativa quando se confronta esses dados nos projetos de P&D do LAB O&G ($p=0,007$), ou seja, de fato a cooperação com universidades é mais abrangente e profunda que a cooperação direta com empresas.

Ademais, foi testado se havia diferença estatisticamente significativa de grau de abertura total com empresas fornecedoras/parceiras em projetos de P&D com TRL de saída alto vs. TRL de saída baixo. Foi aplicado o teste t de Student, a hipótese nula foi rejeitada e foi possível então confirmar a H1 ($p=0,01$).

6.2. Análises Bloxpot dos Resultados das das Variáveis dos Projetos de P&D

O uso de métodos quantitativos em pesquisas sociais vem ganhando cada vez mais espaço nas ciências sociais aplicadas, implicando em frequentes discussões sobre as inquietações na sua utilização, dado a necessidade recorrente de reflexão do pesquisador sobre a eficácia da metodologia empírica desenvolvida e o alinhamento desta com a fundamentação teórica do fenômeno estudado. “essa necessidade de validação se dá tanto mais pela diversidade de controvérsias em torno da natureza científica do conhecimento social do que propriamente pelas peculiaridades de seu objeto de análise” (COLLARES, 2013).

Para analisar a relação entre duas ou mais variáveis as técnicas estatísticas de teste de igualdade de médias ou proporção, correlação e regressão são as mais comumente utilizadas, por produzirem resultados sobre a magnitude que há na relação e a diferenciação do comportamento dessa relação entre os diferentes grupos analisados. Quando se trata de estatística paramétrica esses métodos, sejam univariados ou multivariados, exigem pressupostos estatísticos que muitas vezes se não forem verificados ou conseguidos, geram erros nas análises e conclusões.

Por isso, além das paramétricas optou-se por utilizar técnicas não paramétricas para analisar as relações entre as variáveis do estudo, porque essas permitem maior flexibilidade em casos e hipóteses em que a distribuição de probabilidade da população originária dos dados diverge da normalidade. Já os testes paramétricos assumem que é conhecida a distribuição de

probabilidade da população na qual os dados são oriundos (CALLEGARI-JACQUES, 2003; SIEGEL e CASTELLAN, 2006). Se por um lado testes não paramétricos são preferidos para amostras menores, não exige a verificação de pressupostos quanto a distribuição dos dados e são mais simples de aplicação, esses testes podem apresentar alguma perda de informação por serem menos potentes em relação aos testes paramétricos (SIEGEL, 1979).

Pelo fato de não termos conhecimento da distribuição dos dados e de muitas perguntas no questionário quantitativo serem de escala ordinal, decidiu-se realizar a análise por métodos não paramétricos. Outra estratégia de análise foi categorizar algumas variáveis em grupos (Baixo, Médio e Alto), tais como:

- TRL Atual
- TRL de Saída

Primeiramente foram medidas as correlações de Spearman entre as variáveis e posteriormente foram aplicados testes não paramétricos nas variáveis que foram categorizadas.

Um dos testes paramétricos mais comuns, é o teste de correlação de Pearson, que mede a dependência linear entre duas variáveis. Em contrapartida, o teste de correlação de Spearman é o mais utilizado entre os métodos não paramétricos. São medidas que variam entre -1 a 1 e que analisam o quanto as duas variáveis estão correlacionadas. Valores próximos de -1 ou 1 indicam uma correlação perfeita. Quanto mais próximo de zero indica falta de correlação entre as variáveis.

A segunda estratégia consistiu em teste não paramétrico para comparação de grupos. Dentre os diversos testes existentes, o teste de Kruskal-Wallis é um dos mais utilizados entre os não paramétricos para comparar três ou mais grupos, testando a hipótese de que todos os grupos possuem distribuição iguais (hipótese nula) ou de que pelo menos dois dos grupos se diferem (hipótese alternativa).

Nesse teste, quando a hipótese nula é rejeitada é possível concluir que ao menos um dos grupos é diferente dos demais, ou seja, sabemos que existe diferença significativa entre os eles, mas não é possível inferir quais pares de grupos são diferentes. Para comparar a diferença entre os pares utilizamos o teste Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, que determina quais pares de grupos são diferentes, por meio de comparações múltiplas em todos os pares de grupos analisados.

Conjuntamente ao teste, a análise consistiu em técnicas de estatística descritiva através da análise gráfica dos boxplots para evidenciar a distribuição dos valores e capturar importantes aspectos estatísticos de cada variável. Como esse estudo é exploratório e pouco se sabe sobre esses dados, a análise gráfica mostra-se importante para compreender a distribuição dos valores das variáveis.

O boxplot é um gráfico (Fig. 24) utilizado para analisar os valores centrais (mediana ou segundo quartil), a dispersão (primeiro e terceiro quartil), valores máximos, mínimos e *outliers* (MAINDONALD e BRAUN, 2007).

Figura 24- Parâmetros que compõem o boxplot.

Fonte: MAINDONALD e BRAUN, 2007.

Os quartis (primeiro, segundo e terceiro, respectivamente) são obtidos ordenando os dados em ordem crescente, o primeiro quartil (Q1) é o valor que separa 25% das primeiras observações, o segundo quartil (Q2 ou mediana) separa em 50% e o terceiro quartil (Q3) em 75%.

Os limites inferiores e superiores são calculados considerando 1,5 vezes a diferença entre os quartis ($Q3 - Q1$) tanto para baixo a partir de Q1 e para cima a partir de Q3, limitado

aos valores mínimos (menor valor encontrado no conjunto de dados) ou máximo dos dados (maior valor encontrado no conjunto de dados).

- Limite inferior: $Q1 - 1,5 \times (Q3 - Q1)$
- Limite superior: $Q3 + 1,5 \times (Q3 - Q1)$

Valores que estão acima ou abaixo desses limites (os pontos apresentados nos boxplots) são chamados de outlier ou valor atípico, pois apresentam características muito diferentes dos demais dados do conjunto de dados.

Para uma mesma variável comparou os boxplot de diferentes grupos (Fig 25), permitindo assim comparar à posição, à dispersão e à distribuição dos dados entre os distintos grupos, sendo um método de análise visual mais simples para analisar se comparado ao histograma. A análise gráfica comparativa nos dá uma primeira ideia de se mesma variável se diferencia ou não entre grupos, indicado se há uma possível relação entre as variáveis estudadas.

Figura 25- Exemplo de comparação entre boxplots de dois grupos.

Fonte: MAINDONALD e BRAUN, 2007.

Por meio da análise boxplot foram avaliadas as combinações entre as variáveis investigadas. Os resultados estão no quadro 18.

Quadro 18- Resumo das análises boxplot sobre a dinâmica de variação entre os níveis de TRL, o grau de abertura da inovação na amostra de projetos pesquisada.

Variável Numérica	Variável Categórica	Há Potencial Diferença Significativa entre Elas?
Grau de Abertura	TRL Atual	Não
Grau de Abertura	TRL de Saída	Sim Destaque para uma maior mediana do TRL de Saída alto em relação ao baixo (Fig. 26).
Grau de Abertura com Empresas	TRL Atual	Sim ($p=0,01$). Destaque para uma maior mediana do TRL Atual médio em relação ao baixo) (Fig. 27).
Grau de Abertura com Empresas	TRL de Saída	Sim. Destaque para uma maior mediana do TRL de Saída alto em relação ao baixo (Fig. 28).
Grau de Abertura com Universidades	TRL Atual	Não
Grau de Abertura com Universidades	TRL de Saída	Não

Fonte: O autor a partir de dados primários.

Figura 26- Diagrama boxplot do grau de abertura da amostra dos projetos do LAB O&G *versus* categorias de TRL de saída.

Fonte: O autor a partir de dados primários.

Figura 27- Diagrama boxplot do grau de abertura com empresas da amostra dos projetos do LAB O&G *versus* categorias de TRL atual.

Fonte: O autor a partir de dados primários.

Figura 28- Diagrama boxplot do grau de abertura com empresas da amostra dos projetos do LAB O&G *versus* categorias de TRL de saída.

Fonte: O autor a partir de dados primários.

Categorizando-se os dados por projetos das gerências gerais PDDP e PDEP, chegou-se aos seguintes resultados do quadro 19.

Quadro 19- Resumo das análises boxplt sobre a dinâmica de variação entre os níveis de TRL, o grau de abertura da inovação na amostra categorizada por projetos do PDDP e PDEP (E&P).

Variável Numérica	Variável Categórica	Há Potencial Diferença Significativa entre Elas?
Grau de Abertura	TRL Atual	Não
Grau de Abertura	TRL de Saída	Sim. Destaque para medianas maiores dos TRLs de Saída médio e alto em relação ao baixo (Fig. 29).
Grau de Abertura com Empresas	TRL Atual	Sim. Destaque para mediana maior do TRL Atual alto em relação ao baixo (Fig. 30).
Grau de Abertura com Empresas	TRL de Saída	Não
Grau de Abertura com Universidades	TRL Atual	Não
Grau de Abertura com Universidades	TRL de Saída	Sim. Destaque para mediana maior do TRL de Saída alto em relação ao baixo (Fig. 31).

Fonte: O autor a partir de dados primários.

Figura 29- Diagrama boxplot do grau de abertura da amostra dos projetos do PDDP e PDEP (E&P) *versus* categorias de TRL de saída.

Fonte: O autor a partir de dados primários.

Figura 30- Diagrama boxplot do grau de abertura com empresas da amostra dos projetos do PDDP e PDEP (E&P) *versus* categorias de TRL atual.

Fonte: O autor a partir de dados primários.

Figura 31- Diagrama boxplot do grau de abertura com universidades da amostra dos projetos do PDDP e PDEP (E&P) *versus* categorias de TRL de saída.

Fonte: O autor a partir de dados primários.

Considerando a análise quantitativa, foram avaliadas as seguintes questões do modelo conceitual (Figura 8):

- TRLs mais baixos e TRLs mais altos apresentam qual Grau de Abertura?

TRLs de saída baixos potencialmente apresentam graus de abertura menores que TRL de saída altos (Figs. 26 e 29). Essa avaliação foi feita na análise tanto da amostra como um todo quanto somente naquelas com projetos para o E&P. Isso significa que projetos com tecnologias mais próximas da pesquisa básica recebem menos cooperação externa que projetos com tecnologias mais maduras. O envolvimento de parceiros tecnológicos (universidades) e mercadológicos (empresas parceiras e clientes internos) devem resolver problemas dos projetos de maneira oportuna permitindo que eles atinjam maiores maturidades.

- TRLs altos, médios ou baixos apresentam predominância de cooperação horizontal ou vertical?

Tanto as cooperações verticais (com empresas fornecedoras/parceiras e clientes internos), quanto cooperações horizontais (com universidades) possivelmente aumentam, conforme as tecnologias em desenvolvimento nos projetos vão amadurecendo (Figs. 27, 28 e 31). Todavia, projetos do LAB O&G com cooperação horizontal têm em média pontuação de grau de abertura com universidades bem maiores que a média do grau de abertura com empresas (Figs. 30 e 31). Logo, os projetos estudados apresentam predominância da cooperação horizontal.

Como a EMPRESA O&G tradicionalmente se relaciona e recebe cooperação tecnológica de uma forma mais intensa com universidades do que com empresas fornecedoras/parceiras, o grau de abertura com universidades foi expressivamente identificado em todos os níveis de TRL (Quadro 17, Figura 22 e Tabela 1), dificultando o reconhecimento de resultados estatisticamente válidos no compito geral dos projetos do LAB O&G. Mas quando foi feita a análise estratificada entre as categorias de projetos, foi possível observar a tendência de maior grau de abertura com universidades em TRL mais altos, em detrimento aos TRLs mais baixos no segmento de E&P (o mais relevante da empresa e mais ligado ao *core business*) (Figura 30).

Esta profusão de parcerias com universidades pode ser explicada pela vocação da EMPRESA O&G em se relacionar com estas instituições desde os primórdios de suas atividades. Normalmente parcerias de empresas com universidades são associadas a níveis mais

baixos de TRL, quando o projeto se encontra nas fases de pesquisa básica e aplicada. Quando a tecnologia avança na direção da prototipagem para a incorporação em um produto ou serviço com potencial mercadológico, seria de se esperar que as universidades reduzissem sua participação e que as empresas fornecedoras/parceiras aumentassem a intensidade de cooperação (Figura 20). O LAB O&G, de certa forma, subverte esta lógica e se associa fortemente com universidades ao longo de início de ciclo tecnológico (Quadro 17).

Um fato que explica este fenômeno é a regulação brasileira no setor em relação à política de investimentos em P&D&I, que prioriza as universidades há mais tempo. Mais recentemente foi flexibilizado o uso de recursos dedicados ao P&D para parcerias com empresas inovadoras. Em relação às parcerias com empresas parceiras/fornecedoras, estas vão tender a ocorrer de forma mais intensa. As que já ocorrem na atualidade têm um ritmo mais específico e mais voltado para o mercado, pois as empresas tendem a buscar parcerias com o LAB O&G já de posse de tecnologias em nível de prontidão mais alto, onde normalmente é demandada a proteção intelectual. Este fato já inibe um maior número de parcerias com outras empresas nos estágios finais da P&D. Normalmente as empresas não têm vocação para se associarem com a EMPRESA O&G em projetos com baixo TRL (Quadro 17).

Levando em consideração o perfil de TRL dos projetos do LAB O&G, nota-se que apenas 35 projetos que estavam em execução no LAB O&G em julho/2016 tinham potencial de gerar inovação (Figura 19). Todavia, o relativo baixo número (10%) de projetos com potencial de atingir o TRL 9 e o baixo orçamento desses projetos relativo ao total de projetos da amostra (12%) pode ter sofrido influência do fato de as redes de pesquisa do LAB O&G estarem mais direcionadas a realizar mais pesquisa e menos desenvolvimento e inovação. Ou seja, o forte foco em parcerias com universidades pode não ter dado espaço suficiente para o LAB O&G desenvolver as suas capacidades tecnológicas para entregar mais produtos e processos inovadores. Na figura 19, nota-se um represamento de projetos no TRL de saída 7, com poucos projetos iniciando em TRL mais avançados. Já nos TRLs mais baixos há um grande número nos TRLs 3 e 4 que não esperam avançar a ponto de alcançar o TRL de saída 9. Considerando que grande parte das tecnologias sendo desenvolvidas em projetos com TRLs mais baixos irão se aglutinar ou prevalecer sobre outras tecnologias no futuro próximo, e que parte dos esforços para inovar serão infrutíferos, dá para depreender que o perfil de TRL do portfólio de projetos do LAB O&G tem potencial para ser otimizado visando a incrementar o número de projetos com TRLs de saída 9.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. Conclusão

A partir da identificação na literatura de uma métrica para determinar o grau abertura da inovação no nível das organizações, a presente investigação de caráter exploratório teve como objetivo desenvolver, testar e utilizar uma escala análoga considerando o nível de projetos para mensurar esta variável em uma amostra de projetos de P&D&I em execução no LAB O&G, confrontando esses dados com os de nível de prontidão tecnológica. Analisar de que forma a dinâmica destas variáveis se configura, permitiu aumentar a compreensão de fatores e características determinantes para o surgimento da inovação em EMNEs e a incentivar o levantamento de hipóteses com potencial de contribuir para a futuras pesquisas no tema de inovação aberta.

Os resultados deste estudo mostram que potencialmente há padrões que caracterizam uma dinâmica entre o grau de abertura e nível de prontidão tecnológica na EMPRESA O&G. Identificou-se projetos com maior prontidão tecnológica tendem a ser mais abertos à cooperação externa com empresas fornecedoras ou parceiras, em detrimento a projetos com TRLs menores. Logo, a H1 (descrita abaixo) foi confirmada qualitativamente e quantitativamente (Quadro 18).

H1: Projetos com níveis de prontidão tecnológica mais altos, e com melhores chances de produzir inovação, têm graus de abertura maiores com empresas fornecedoras.

Em relação à hipótese 2, foi possível confirmar qualitativamente (Quadro 17) que projetos de P&D com TRLs menores têm baixa cooperação com empresas fornecedoras/parceiras. Já as universidades são as parceiras preferenciais da EMPRESA O&G e estão presentes em parcerias de todos os níveis de prontidão tecnológica pesquisados com grau de abertura maior que o das empresas. Portanto, a H2 está alinhada com os dados qualitativos levantados.

H2: Projetos com níveis de prontidão tecnológica mais baixos têm graus de abertura maiores com universidades e menores com empresas.

Como projetos que estão em níveis mais elevados de TRL têm menor risco de não serem bem sucedidos na geração de inovação, é possível afirmar que um maior número de parceiros engajados de forma relevante para a resolução do desafio tecnológico em questão, e que estejam interagindo com o LAB O&G por meio de instrumentos formais, têm maior potencial de produzir produtos, processos, metodologias e softwares inovadores (Quadro 18). Esse resultado tem amparo na literatura que associa abrangência e profundidade das parcerias no nível das organizações (LAURSEN e SALTER, 2005). Todavia, até onde se tem notícia, é a primeira vez que se analisa essa dinâmica no recorte do nível de projetos e em uma EMNE.

Analisando os dados quantitativos obtidos, percebe-se que as variáveis TRL e grau de abertura por si só não possui correlação significativa ($R^2=0,005$) (Fig. 23), isto diverge dos dados qualitativos obtidos na entrevista com os gestores de carteira e coordenadores de projeto (Quadro 17), que em sua maioria conseguiam inferir algum tipo de padrão entre as variáveis. Todavia, o entrevistado GC_A3 salientou que se houver algum tipo de relação entre elas, esta deve ser mediada pelo modelo de negócio ou pela natureza da tecnologia sendo desenvolvida pelo projeto. Ou seja, tanto a complexidade das tecnologias, quanto a dificuldade de P&D podem ser levadas em consideração para tentativa de desenvolver um construto entre essas variáveis.

Segundo VANHAVERBEKE (2014) e WEST et al. (2014), há necessidade do desenvolvimento de um construto para um entendimento multinível de inovação aberta, e explorar como os fatores que residem em um nível de análise se articulam em outros níveis nas aplicações de inovação aberta parece ser um caminho promissor para a compreensão em uma perspectiva mais abrangente (BOGERS et al, 2017). Entretanto, poucos estudos foram realizados com abordagens no nível dos projetos visando a avaliar quais eventuais relações existem entre variáveis que influenciam a eficiência do desenvolvimento da inovação, como é possível inferir com a velocidade do avanço do nível de prontidão tecnológica em projetos em TRL/ano (Tabela 1). No caso estudado, a Empresa O&G leva mais tempo para avançar o desenvolvimento tecnológico de projetos demandados pelas divisões que estão mais ligadas ao seu plano estratégico de negócios e ao seu *core business*, possivelmente em função da maior complexidade destes projetos e das suas relevâncias para a empresa.

O conceito de inovação ampliou-se e o desafio atual não envolve apenas a geração de inovações em produtos e processos, mas também a busca contínua de soluções inovadoras, tanto organizacionais quanto mercadológicas. A condução do processo inovador, vem sofrendo

alterações e hoje busca o desenvolvimento de produtos e serviços de formas cada vez mais cooperativas, dinâmicas e abertas para produzir, aplicar, distribuir e compartilhar conhecimentos e competências. Gerenciar adequadamente essas mudanças fez a EMPRESA O&G assumir papel de destaque no que tange o desenvolvimento cooperativo e tecnológico (PORTO et al., 2013). A eficácia das estratégias de inovação aberta das empresas depende fortemente dos indivíduos encarregados de concretizar essas estratégias. Nesse aspecto a EMPRESA O&G pode aperfeiçoar seus métodos de gerir a inovação buscando viabilizar que um maior número de projetos ultrapasse o TRL 7 e tornem-se de fato inovações que gerem mais valor para o negócio (Figura 19). Em razão disso, torna-se cada vez mais importante buscar uma compreensão mais detalhada dos fatores que motivam funcionários e gerentes de P&D internos a promulgar modelos abertos de inovação, bem como sua capacidade de fornecer os "frutos" da inovação aberta (SALTER et al, 2014).

Há muitos outros fatores que moderam ou moldam o impacto da inovação aberta nos resultados dos projetos de P&D. Enquanto algumas tecnologias estão surgindo, outras estão mais maduras, algumas dependem criticamente na dispendiosa infraestrutura de P&D, enquanto outros projetos de P & D precisam de informações externas de grandes comunidades de pessoas criativas. Todos esses fatores determinarão como a colaboração vai ser organizada para impulsionar o resultado tecnológico e financeiro dos projetos de P&D. A definição da gestão organizacional para viabilizar colaborações de P & D também influenciará no desempenho dos projetos. Colaborações em projetos de P & D podem ser organizadas de diferentes maneiras e uma equipe pode atingir diferentes objetivos através desses diferentes modos. Diversas combinações para colaboração formal e informal têm potencial de atender melhor às necessidades de diferentes projetos de P&D (VANHAVERBEKE, 2014).

7.2. Limitações de Pesquisa

A pesquisa referente à grau de abertura e nível de prontidão tecnológica ao nível dos projetos de P&D do LAB O&G esteve circunscrita aos casos estudados e apresenta limitações, algumas das quais decorrentes das próprias opções metodológicas assumidas neste estudo. O foco no caso da EMNE EMPRESA O&G propicia indícios para fornecer respostas aos objetivos

do presente trabalho, contudo, não permite lançar um olhar amplo para todas as empresas do setor de Óleo e Gás no Brasil e no mundo.

Outra limitação do estudo está relacionada à escolha dos entrevistados, que foi feita aleatoriamente e focada nas carteiras de projetos das gerências de E&P. Como se trata de uma metodologia qualitativa e quantitativa, a análise dos resultados foi realizada com base no discurso dos entrevistados e nas respostas dos questionários online, por isso, se limita à percepção de um grupo específico de indivíduos. No que concerne a este mesmo ponto, a diferença de percepções, pode haver diferenças no desempenho dos papéis e das formas de gestão por parte dos gerentes de carteira e dos coordenadores de projetos nos diferentes departamentos e projetos de P&D da organização.

O presente trabalho focou na experiência dos profissionais da Gerência de Tecnologia (GTEC), das Gerências de P&D e em documentos disponibilizados para o estudo. Alguns elementos, nesse caso, podem representar limitações, uma vez que existe um sistema de gestão projetado – que é desenhado pela GTEC – e um sistema real, implementado pelos gestores de carteira; além de um terceiro, aquele percebido pelos coordenadores de projetos e demais empregados. A amostra não incluiu a percepção de todos os níveis funcionais da EMPRESA O&G, o que pode ter implicado em perda de importantes informações, bem como em menor riqueza de dados.

Na dimensão da análise dos dados, o modelo escolhido foi baseado na organização e tabulação dos dados, assim como em análises estatísticas paramétricas e não-paramétricas. Por se tratar de uma dissertação de mestrado, essa codificação foi realizada dependendo exclusivamente da interpretação do pesquisador a respeito dos dados, do modelo teórico levantado na revisão bibliográfica e dos padrões que emergiram durante a pesquisa.

Por último, a orientação quali-quantitativa procurou analisar a interação dos fatores relativos ao grau de abertura e à prontidão tecnológica ao nível de projetos de P&D, levando em consideração as práticas de gestão e inseridos no contexto da organização, bem como o impacto destes no desempenho da inovação. Essa análise respondeu às perguntas de pesquisa e ao modelo conceitual, mas pode não ter validade a partir desta pesquisa de caráter quali-quantitativo, mostrando, portanto, a necessidade de outras futuras pesquisas quantitativas relativas ao tema.

7.3. Agenda Futura de Pesquisa

Há um campo relativamente vasto a ser pesquisado na inovação aberta ao nível de projetos de P&D, pois é onde ela acontece na prática. Estes distinguem-se em muitos aspectos, como o tipo de parceiros de colaboração (tecnologia vs. parceiros de mercado), modos de colaboração, calendário de colaboração em P&D, tecnologias em desenvolvimento, estratégias, tamanho e composição das equipes de projeto e o modo como os projetos são gerenciados. A pesquisa no nível de projetos pode melhorar a compreensão de como a inovação aberta é implementada em grandes empresas e como ela afeta o desempenho tecnológico e financeiro das empresas. A mudança do nível de pesquisa de inovação aberta da empresa para projetos de P & D abre possibilidades de examinar um conjunto mais amplo de fatores que podem determinar como esta contribui para um desempenho superior da empresa. O objetivo é definir um construto mais preciso da inovação aberta (VANHAVERBEKE, 2014 e BOGERS et al, 2017).

Outro aspecto importante é que as pesquisas sobre as melhores práticas para modelar e otimizar redes de colaboração em projetos de P&D não foram desenvolvidas até o momento. Estes são fatores determinantes para o bom desempenho da inovação.

7.4. Contribuição da Pesquisa

O foco dessa dissertação reside nos papéis e responsabilidades que os coordenadores de projetos assumem na condução de P&D tecnológico. Uma das contribuições desta pesquisa é a confirmação de que projetos com uma maior prontidão tecnológica obtêm cooperação e realizam parcerias externas com um maior número de fontes de conhecimento e de forma mais aprofundada. Além disso, identificou-se que havia oportunidades de melhoria no perfil de projetos do portfólio do LAB O&G, visando à melhorar a eficiência de produção de inovação.

Outra contribuição relevante do presente estudo foi desenvolver uma equação para determinar o grau de abertura da inovação no nível de projetos. Até o momento só existia métrica para o nível da organização. A pesquisa levou à construção de um modelo teórico que mostra quais parceiros mais influenciam a inovação em projetos de P&D, qual nível de contribuição deles neste processo, o que poderá contribuir para a elaboração de hipóteses a

serem testadas em pesquisas futuras. Até onde se tem notícia, é a primeira vez que se analisa essas variáveis de inovação aberta e prontidão tecnológica no nível de projetos e em uma empresa de país emergente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEREMI, H. O.; OYEBISI, T. O.; ADENIYI, A. A. Development of a measure for technological capability in the information and communications technology industry in Nigeria.

AHENKORA, Kwaku; ADJEI, Esther. A Dynamic Capabilities Perspective on the Strategic Management of an Industry Organisation. *Journal of Management and Strategy*, v. 3, n. 3, p. 21, 2012.

ANDRADE, Carolina Almeida Araujo de. Inovação e externalização: uma análise de capabilities na indústria farmacêutica. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Regulamento Técnico ANP Nº 5/2005. Rio de Janeiro: ANP, 2005.

AGRAWAL, Ajay. Engaging the inventor: Exploring licensing strategies for university inventions and the role of latent knowledge. *Strategic Management Journal*, v. 27, n. 1, p. 63-79, 2006.

ALTUNOK, Taner; CAKMAK, Tanyel. A Níveis de Prontidão Tecnológica (TRLs) calculator software for systems engineering and technology management tool. *Advances in Engineering Software*, v. 41, n. 5, p. 769-778, 2010.

APPIAH-ADU, Kwaku; RANCHHOD, Ashok. Market orientation and performance in the biotechnology industry: An exploratory empirical analysis. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 10, n. 2, p. 197-210, 1998.

BACCARINI, David. The concept of project complexity—a review. *International journal of project management*, v. 14, n. 4, p. 201-204, 1996.

BAKER, William E.; GRINSTEIN, Amir; HARMANCIOGLU, Nukhet. Whose innovation performance benefits more from external networks: entrepreneurial or conservative firms?. *Journal of Product Innovation Management*, v. 33, n. 1, p. 104-120, 2016.

BARGE-GIL, Andrés. Cooperation-based innovators and peripheral cooperators: An empirical analysis of their characteristics and behavior. *Technovation*, v. 30, n. 3, p. 195-206, 2010.

BELL, Martin and FIGUEIREDO, Paulo N. Building innovative capabilities in latecomer emerging market firms: some key issues. *Innovative firms in emerging market countries*. New York and London. 1ed. Oxford: Oxford University Press 1 (2012): 24-109.

BECKER, Wolfgang; PETERS, Jurgen. R&D-competition between vertical corporate networks: Market structure and strategic R&D-spillovers. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 6, n. 1, p. 51-72, 1998.

BITITCI, Umit S. et al. Value of maturity models in performance measurement. *International journal of production research*, v. 53, n. 10, p. 3062-3085, 2015.

BOGERS, Marcel et al. The open innovation research landscape: Established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, v. 24, n. 1, p. 8-40, 2017.

BOSCH-REKVELDT, Marian et al. Grasping project complexity in large engineering projects: The TOE (Technical, Organizational and Environmental) framework. *International Journal of Project Management*, v. 29, n. 6, p. 728-739, 2011.

BRASILEIRAS LIDERAM A LISTA DAS MAIS VALIOSAS NA AMÉRICA LATINA. EXAME. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/mercados/brasileiras-lideram-a-lista-das-mais-valiosas-na-america-latina/>. Abr. de 2019. Acesso em 07 jul. 2019.

BREWER, John et al. *Foundations of multimethod research: Synthesizing styles*. Sage, 2006.

BREWER, John; HUNTER, Albert. *Multimethod research: A synthesis of styles*. Sage Publications, Inc, 1989.

BROUSSEAU, E. B. et al. Technology maturity assessment of micro and nano manufacturing processes. *Proceedings of the M*, v. 4, p. 23-25, 2009.

BROUSSEAU, Emmanuel et al. A methodology for evaluating the technological maturity of micro and nano fabrication processes. *Precision Assembly Technologies and Systems*, p. 329-336, 2010.

BRUNEEL, Johan; D'ESTE, Pablo; SALTER, Ammon. Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. *Research policy*, v. 39, n. 7, p. 858-868, 2010.

CALLEGARI-JACQUES, Sidia M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Artmed Editora, 2009.

CHAPMAN, Chris; WARD, Stephen. *Project risk management: processes, techniques, and insights*. Wiley, 2003.

CHEN, Cheng-Wu et al. Retracted: critical human factor evaluation of knowledge sharing intention in taiwanese enterprises. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, v. 23, n. 2, p. 95-106, 2013.

CHEN, Jin; CHEN, Yufen; VANHAVERBEKE, Wim. The influence of scope, depth, and orientation of external technology sources on the innovative performance of Chinese firms. *Technovation*, v. 31, n. 8, p. 362-373, 2011.

CHESBROUGH, Henry William. *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press, 2003.

_____; Open Innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. *Open Innovation: Researching a new paradigm*, p. 1-12, 2006.

_____; VANHAVERBEKE, Wim; WEST, Joel. inovação aberta: Researching a new paradigm. Oxford University Press on Demand, 2006.

_____; CROWTHER, Adrienne Kardon. Beyond high tech: early adopters of open innovation in other industries. *R&d Management*, v. 36, n. 3, p. 229-236, 2006.

CHRISTENSEN, Clayton M. Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: component technologies. *Production and Operations Management*, v. 1, n. 4, p. 334-357, 1992.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Innovation and learning: the two faces of R & D. *The economic journal*, v. 99, n. 397, p. 569-596, 1989.

COLLARES, Ana Cristina. Uma questão de método: desafios da pesquisa quantitativa na Sociologia. *Idéias*, v. 4, p. 109-135, 2013.

CRESWELL, John W. Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. trad. Luciana de Oliveira da Rocha. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. Designing and conducting mixed methods research. Sage publications, 2017.

DA COSTA, Priscila Rezende; PORTO, Geciane Silveira. ANÁLISE DA TRAJETÓRIA E DA MATURIDADE DA COOPERABILIDADE: UM ESTUDO COM AS MULTINACIONAIS BRASILEIRAS EMPRESA O&G, BRASKEM E OXITENO. *RAI: revista de administração e inovação*, v. 11, n. 4, p. 58-87, 2015.

DAHLANDER, Linus; GANN, David M. How open is innovation?. *Research policy*, v. 39, n. 6, p. 699-709, 2010.

_____. GOVERNANÇA TECNOLÓGICA E COOPERABILIDADE NAS MULTINACIONAIS BRASILEIRAS/Technological governance and cooperability in Brazilian multinationals/Gobernanza tecnológica y cooperabilidad en multinacionales brasileñas. *Revista de Administração de Empresas*, v. 54, n. 2, p. 201, 2014.

DANTAS, E. and BELL, M. The Co-Evolution of Firm-Centered Knowledge Networks and Capabilities in Late Industrializing Countries: The Case of EMPRESA O&G in the Offshore Oil Innovation System in Brazil, *World Development* (2011), doi:10.1016/j.worlddev.2011.02.002

DA SILVA, S. S., DE VASCONCELLOS, E. P. G., Oliveira, M. A., & Spers, R. G.. Critical Aspects of the Innovation Management: the cases Natura and Oxiten. *International Journal of Innovation*, 5(1), 1-19, 2017.

DE ANDRADE, Marta Cleia Ferreira. Evidências teóricas para compreensão da inovação aberta (inovação aberta) nas organizações. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, v. 5, n. 1, p. 31-42, 2015.

DE SILVA, Muthu; HOWELLS, Jeremy; MEYER, Martin. Innovation intermediaries and collaboration: Knowledge-based practices and internal value creation. *Research Policy*, v. 47, n. 1, p. 70-87, 2018.

D'ESTE, Pablo; PATEL, Pari. University-industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?. *Research policy*, v. 36, n. 9, p. 1295-1313, 2007.

DOMINGUES, Pedro; SAMPAIO, Paulo; AREZES, Pedro M. Integrated management systems assessment: a maturity model proposal. *Journal of Cleaner Production*, v. 124, p. 164-174, 2016.

DOS SANTOS, Adriana BA; FAZION, Cíntia B.; DE MEROE, Giuliano PS. INOVAÇÃO: UM ESTUDO SOBRE A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SCHUMPETER. *Caderno de Administração. Revista da Faculdade de Administração da FEA*. ISSN 1414-7394, v. 5, n. 1, 2011.

DRECHSLER, Wenzel; NATTER, Martin. Understanding a firm's openness decisions in innovation. *Journal of Business Research*, v. 65, n. 3, p. 438-445, 2012.

DUTRÉNIT, Gabriela. Instability of the technology strategy and building of the first strategic capabilities in a large Mexican firm. *International Journal of Technology Management* 36.1 (2006): 43-61.

DYER, Jeffrey H.; SINGH, Harbir. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *Academy of management review*, v. 23, n. 4, p. 660-679, 1998.

EILAT, Harel; GOLANY, Boaz; SHTUB, Avraham. R&D project evaluation: An integrated DEA and balanced *scorecard* approach. *Omega*, v. 36, n. 5, p. 895-912, 2008.

EISENHARDT, Kathleen M.; MARTIN, Jeffrey A. Dynamic capabilities: what are they?. *Strategic management journal*, v. 21, n. 10-11, p. 1105-1121, 2000.

EMPRESA O&G. Relatório da Administração 2015. Disponível em: <http://www.investidorEMPRESA O&G.com.br/pt/relatorios-anuais/relatorio-de-administracao>. 21 mar. 2016. Acesso em 03 out. 2016.

_____. Demonstrações Financeiras 2018. Disponível em: https://www.investidorEMPRESA O&G.com.br/ptb/71/DFP_2018_interativo.pdf. Fev de 2019a. Acesso em 19 jul. 2019.

_____. Relatório Anual 2018. Disponível em: https://www.investidorEMPRESA O&G.com.br/ptb/206/Relatorio_anual_27_03.pdf. Fev de 2019b. Acesso em 07 jul. 2019.

_____. Relatório de Tecnologia 2014. Disponível em: <http://www.EMPRESA O&G.com.br/pt/nossas-atividades/tecnologia-e-inovacao/relatorio-de-tecnologia/>. Set. 2015. Acesso em 03 out. 2016.

(website) Disponível em: http://www.EMPRESA_O&G.com.br/pt/quem-somos/perfil/. Acesso em: 07 de jul. 2019.

ENKEL, Ellen; GASSMANN, Oliver; CHESBROUGH, Henry. Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. *R&d Management*, v. 39, n. 4, p. 311-316, 2009.

EVANS, Retta R. et al. Developing valid and reliable online survey instruments using commercial software programs. *Journal of Consumer Health on the Internet*, v. 13, n. 1, p. 42-52, 2009.

FEILER, Paul; TEECE, David. Case study, dynamic capabilities and upstream strategy: Supermajor EXP. *Energy Strategy Reviews*, v. 3, p. 14-20, 2014.

FERRERAS-MÉNDEZ, José Luis et al. Depth and breadth of external knowledge search and performance: The mediating role of absorptive capacity. *Industrial Marketing Management*, v. 47, p. 86-97, 2015.

FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa-3*. Artmed editora, 2008.

FORD, David. Develop your technology strategy. *Long range planning*, v. 21, n. 5, p. 85-95, 1988.

FORD, David; RYAN, Chris. Taking technology to market. *Harv. Bus. Rev.*; (United States), v. 59, n. 2, 1981.

FOSTER, Richard N. *Innovation: The attacker's advantage*. Summit books, 1988.

GARENGO, Patrizia; BERNARDI, Giovanni. Organizational capability in SMEs: Performance measurement as a key system in supporting company development. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 56, n. 5/6, p. 518-532, 2007.

GASSMANN, Oliver; ENKEL, Ellen. *Towards a theory of open innovation: three core process archetypes*. 2004.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de pesquisa*. Plageder, 2009.

GIÃO, P. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. M. & VASCONCELLOS, E. P. G. D. Services offshoring and its strategic effects on value chains. *BAR-Brazilian Administration Review*, 5(3), 193-209, 2008.

GIBSON, Rowan. “Excelência em Inovação – lições das campeãs brasileiras” *Harvard Business Review Brasil*, Agosto 2010.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GODOY, A. S. *Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais*. RAE, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai./jun. 1995.

GRECO, Marco; GRIMALDI, Michele; CRICELLI, Livio. An analysis of the open innovation effect on firm performance. *European Management Journal*, v. 34, n. 5, p. 501-516, 2016.

GREITEMANN, Josef et al. Strategic evaluation of technological capabilities, competencies and core-competencies of manufacturing companies. *Procedia CIRP*, v. 19, p. 57-62, 2014.

HAGEDOORN, John. Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. *Strategic management journal*, v. 14, n. 5, p. 371-385, 1993.

HAOUR, Georges. Stretching the knowledge-base of the enterprise through contract research. *R&D Management*, v. 22, n. 2, p. 177-182, 1992.

HARRISON, Debbie; WALUSZEWSKI, Alexandra. The development of a user network as a way to re-launch an unwanted product. *Research Policy*, v. 37, n. 1, p. 115-130, 2008.

HIGA, Francisco. "Como Capturar Valor da Inovação". *Especial Inovação*. Harvard Business Review Brasil, Setembro 2011.

HOBDAY, Mike. Product complexity, innovation and industrial organisation. *Research policy*, v. 26, n. 6, p. 689-710, 1998.

HUIZINGH, Eelko KRE. Open innovation: State of the art and future perspectives. *Technovation*, v. 31, p. 2-9, 2011.

INAUEN, Matthias; SCHENKER-WICKI, Andrea. The impact of outside-in open innovation on innovation performance. *European Journal of Innovation Management*, v. 14, n. 4, p. 496-520, 2011.

JOHNSON, Jean L. Strategic integration in industrial distribution channels: managing the interfirm relationship as a strategic asset. *Journal of the Academy of marketing Science*, v. 27, n. 1, p. 4-18, 1999.

JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony J. Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, v. 33, n. 7, p. 14-26, 2004.

KIM, L. Crisis construction and organizational learning: Capability building in catching-up at Hyundai Motor. *Organization Science*, 9(4), 506-521, 1998.

LAI, Chao An; LI, Bin Bin; ZHOU, Zhi Xia. Research on non-linear dynamics correcting mechanism of Complex Products and System. In: *Advanced Materials Research*. Trans Tech Publications, 2010. p. 679-684.

LAURSEN, Keld; SALTER, Ammon. Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation?. *Research policy*, v. 33, n. 8, p. 1201-1215, 2004.

_____. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. *Strategic management journal*, v. 27, n. 2, p. 131-150, 2006.

_____. The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. *Research Policy*, v. 43, n. 5, p. 867-878, 2014.

LAZZAROTTI, Valentina; MANZINI, Raffaella. Different modes of open innovation: a theoretical framework and an empirical study. *International journal of innovation management*, v. 13, n. 04, p. 615-636, 2009.

LAZZAROTTI, Valentina; MANZINI, Raffaella; PELLEGRINI, Luisa. Firm-specific factors and the openness degree: a survey of Italian firms. *European Journal of Innovation Management*, v. 14, n. 4, p. 412-434, 2011.

LEUZINGER, Roberto e FERNANDES Fernando. “Como Alavancar a Inovação no Brasil” *Harvard Business Review Brasil*, Maio 2012.

LIEBERMAN, Evan S. Nested analysis as a mixed-method strategy for comparative research. *American political science review*, v. 99, n. 3, p. 435-452, 2005.

LICHTENTHALER, U. Open innovation and the importance of actively managing outward technology transfer. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 4(4), 466-479, 2008.

LINTON, Jonathan D. The role of relationships and reciprocity in the implementation of process innovation. *Engineering Management Journal*, v. 12, n. 3, p. 34-38, 2000.

MAINDONALD, John; BRAUN, John. Data analysis and graphics using R: an example-based approach. Cambridge University Press, 2006.

MANKINS, John C. Technology readiness levels: A white paper, April, v.6, 1995.

_____. Approaches to strategic research and technology (R&T) analysis and road mapping. *Acta Astronautica*, v. 51, n. 1-9, p. 3-21, 2002.

_____. Technology readiness assessments: A retrospective. *Acta Astronautica*, v. 65, n. 9, p. 1216-1223, 2009.

MARCO IANSITI. Technology integration: making critical choices in a dynamic world. Harvard Business Press, 1998.

MARCONI, Marina de Andrade. LAKATOS, Eva maria. Fundamentos de metodologia científica, v. 5, 2003.

MENGUC, Bulent; AUH, Seigyoung; YANNOPOULOS, Peter. Customer and supplier involvement in design: The moderating role of incremental and radical innovation capability. *Journal of Product Innovation Management*, v. 31, n. 2, p. 313-328, 2014.

MILLER, R.; LESSARD, D. R. The strategic management of large scale engineering projects. 2000.

MILLER, S. I.; GATTA, J. L. The use of mixed methods models and designs in the human sciences: Problems and prospects. *Quality and Quantity*, v. 40, n. 4, p. 595-610, 2006.

MIOTTI, Luis; SACHWALD, Frédérique. Co-operative R&D: why and with whom?: An integrated framework of analysis. *Research policy*, v. 32, n. 8, p. 1481-1499, 2003.

MORAIS, José Mauro de. *Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore*. 2013.

MORSE, Janice M. Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. *Nursing research*, v. 40, n. 2, p. 120-123, 1991.

_____. Principles of mixed methods and multimethod research design. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, v. 1, p. 189-208, 2003.

MORRIS, Peter WG. The strategic management of projects. *Technology in Society*, v. 12, n. 2, p. 197-215, 1990.

MUROVEC, Nika; PRODAN, Igor. Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model. *Technovation*, v. 29, n. 12, p. 859-872, 2009.

NEWMAN, Isadore; BENZ, Carolyn R.; RIDENOUR, Carolyn S. *Qualitative-quantitative research methodology: Exploring the interactive continuum*. SIU Press, 1998.

NOLTE, William L. *Did I ever tell you about the whale?: Or measuring technology maturity*. IAP, 2008.

OLIVEIRA JR.; BORINI & FLEURY in WILLIAMSON, P. J., RAMAMURTI, R., FLEURY, A., & FLEURY, M. T. L. (Eds.). *The Competitive Advantage of Emerging Market Multinationals*. Cambridge University Press, 2013.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO - OCDE. *Manual de Oslo - diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. Brasília: FINEP, 2006.

ORGANIZATION OF THE PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES – OPEC. *Annual Report 2018*. Vienna: Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (PARIS). *OECD Factbook 2009: Economic, Environmental and Social Statistics*. OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2008.

ORDANINI, Andrea; PARASURAMAN, Ananthanarayanan. Service innovation viewed through a service-dominant logic lens: a conceptual framework and empirical analysis. *Journal of Service Research*, v. 14, n. 1, p. 3-23, 2011.

PAGER, Devah; QUILLIAN, Lincoln. Walking the talk? What employers say versus what they do. *American Sociological Review*, v. 70, n. 3, p. 355-380, 2005.

PANIZZOLO, Roberto; BIAZZO, Stefano; GARENGO, Patrizia. New product development assessment: towards a normative-contingent audit. *Benchmarking: An International Journal*, v. 17, n. 2, p. 173-194, 2010.

PARANHOS, RANULFO et al. Uma introdução aos métodos mistos. *Sociologias*, v. 18, n. 42, 2016.

PERKMANN, Markus; WALSH, Kathryn. University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, v. 9, n. 4, p. 259-280, 2007.

PÖPPELBUß, Jens; RÖGLINGER, Maximilian. What makes a useful maturity model? a framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management. In: *ECIS*. 2011. p. 28.

PERROTTI, Edoardo; DE VASCONCELLOS, Eduardo Pinheiro Gondim. Estrutura organizacional e gestão do conhecimento. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, v. 4, n. 2, p. 1-18, 2005.

PORTO, Geciane; TURCHI, Lenita; REZENDE, Priscila. Radiografia das parcerias entre EMPRESA O&G e as ICTs Brasileiras: uma análise a partir da ótica dos coordenadores de projetos tecnológicos. *Impactos tecnológicos das parcerias da EMPRESA O&G com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras*, 2013.

POWELL, Walter W.; KOPUT, Kenneth W.; SMITH-DOERR, Laurel. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative science quarterly*, p. 116-145, 1996.

PRAHALAD, Coimbatore K.; RAMASWAMY, Venkat. Co-creating unique value with customers. *Strategy & leadership*, v. 32, n. 3, p. 4-9, 2004.

PRUD'HOMME VAN REINE, Peter. A networking culture to benefit from open innovation-a comparison between technology and business services industries in The Netherlands. *Journal of Innovation Management*, v. 3, n. 2, p. 71-105, 2015.

RAZ, Tzvi; SHENHAR, Aaron J.; DVIR, Dov. Risk management, project success, and technological uncertainty. *R&D Management*, v. 32, n. 2, p. 101-109, 2002.

REINHART, Gunther; SCHINDLER, Sebastian. A strategic evaluation approach for defining the maturity of manufacturing technologies. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, v. 47, p. 730-735, 2010.

REN, Yingtao; YEO, Khim Teck. Risk Management Capability Maturity and Performance of Complex Product and System (CoPS) Projects with an Asian Perspective. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, v. 4, n. 2, p. 81, 2014.

SALE, Joanna EM; LOHFELD, Lynne H.; BRAZIL, Kevin. Revisiting the quantitative-qualitative debate: Implications for mixed-methods research. *Quality and quantity*, v. 36, n. 1, p. 43-53, 2002.

SALTER, Ammon; CRISCUOLO, Paola; TER WAL, Anne LJ. Coping with open innovation: responding to the challenges of external engagement in R&D. *California Management Review*, v. 56, n. 2, p. 77-94, 2014.

SALTER, Ammon J.; MARTIN, Ben R. The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. *Research policy*, v. 30, n. 3, p. 509-532, 2001.

SAMPIERI, R., COLLADO, C e LÚCIO, P. Metodologia de pesquisa. 3. Ed. São Paulo, 2006.

SCHARTINGER, Doris et al. Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants. *Research policy*, v. 31, n. 3, p. 303-328, 2002.

SCOTT, Mel; BRUCE, Richard. Five stages of growth in small business. *Long range planning*, v. 20, n. 3, p. 45-52, 1987.

SCRIMSHAW, Susan CM. Combining quantitative and qualitative methods in the study of intra-household resource allocation. Rogers, BL & Schlossman NP (eds.), 1990.

SELLTIZ, Claire; DEUTCH, Cook. Métodos de Pesquisa nas relações sociais.[trad.]. Inah de Oliveira Ribeiro, São Paulo, Ed. Herder, p. 223-310, 1965.

SHUEN, Amy; FEILER, Paul F.; TEECE, David J. Dynamic capabilities in the upstream oil and gas sector: Managing next generation competition. *Energy Strategy Reviews*, v. 3, p. 5-13, 2014.

SIEBER, Sam D. The integration of fieldwork and survey methods. *American journal of sociology*, v. 78, n. 6, p. 1335-1359, 1973.

SIEGEL, Sidney; CASTELLAN JR, N. John. Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento. Artmed Editora, 1975.

SOMMERLATTE, Ing Tom; DESCHAMPS, Jean-Philippe. Der strategische Einsatz von Technologien Konzepte und Methoden zur Einbeziehung von Technologien in die Strategieentwicklung des Unternehmens. In: *Management im Zeitalter der strategischen Führung*. Gabler Verlag, 1985. p. 37-76.

SMALL, Mario Luis. How to conduct a mixed methods study: Recent trends in a rapidly growing literature. *Annual review of sociology*, v. 37, p. 57-86, 2011.

SMITH, Robert Benjamin. Cumulative social inquiry: Transforming novelty into innovation. Guilford Press, 2008.

STEFAN, Ioana; BENGTTSSON, Lars. Unravelling appropriability mechanisms and openness depth effects on firm performance across stages in the innovation process. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017.

TARROW, Sidney. Bridging the quantitative-qualitative divide. *Rethinking social inquiry: Diverse tools, shared standards*, v. 17180, 2004.

TATIKONDA, Mohan V.; ROSENTHAL, Stephen R. Technology novelty, project complexity, and product development project execution success: a deeper look at task uncertainty in product innovation. *IEEE Transactions on engineering management*, v. 47, n. 1, p. 74-87, 2000.

TETHER, Bruce S. Who co-operates for innovation, and why: an empirical analysis. *Research policy*, v. 31, n. 6, p. 947-967, 2002.

TOMLINSON, Philip R. Co-operative ties and innovation: Some new evidence for UK manufacturing. *Research Policy*, v. 39, n. 6, p. 762-775, 2010.

TURCHI, Lenita Maria Organizador; DE NEGRI, Fernanda Organizador; DE NEGRI, João Alberto Organizador. Impactos tecnológicos das parcerias da EMPRESA O&G com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras. 2013.

TURCHI, Lenita; PORTO, Geciane. A EMPRESA O&G e ICTs: a construção das parcerias. Impactos Tecnológicos das Parcerias da EMPRESA O&G com Universidades, Centros de Pesquisa e Firms Brasileiras, p. 43-80, 2013.

VANHAVERBEKE, Wim et al. Exploring inovação aberta at the level of R&D projects. *New frontiers in inovação aberta*, p. 115-31, 2014

VASCONCELLOS, E. et al. Factors to Help Deciding When to Use inovação aberta: framework and application. In: 25th ANNUAL IAMOT CONFERENCE, Orlando - Florida, May, 2016. Anais...IAMOT & the Graduate School of Technology Management, University of Pretoria, 2016. Disponível em: <http://iamot2016.org/proceedings/papers/IAMOT_2016_paper_62.pdf>. Acesso em: 06 de out. 2016.

_____; et al. *Gestão do Conhecimento e Inovação* Volume 8, 101, 2018.

_____; Gregolin, F. P&D e marketing integrados para o sucesso na inovação de produtos: a experiência de uma fabricante de matérias-primas cosméticas. *Elementos de administração* v. 3, 131-146, 2019.

VAN DER VELDE, Mandy; JANSEN, Paul; ANDERSON, Neil. *Guide to management research methods*. Wiley-Blackwell, 2004. research methods. Malden, MA: Blackwell Publishing.

VANHAVERBEKE, Wim et al. Exploring open innovation at the level of R&D projects. *New frontiers in open innovation*, p. 115-134, 2014.

VON HIPPEL, E. *The Sources of Innovation*. Oxford University Press: New York, 1988.

_____. Economics of product development by users: The impact of “sticky” local information. *Management science*, v. 44, n. 5, p. 629-644, 1998.

_____. Democratizing innovation: The evolving phenomenon of user innovation. *Journal für Betriebswirtschaft*, v. 55, n. 1, p. 63-78, 2005.

WAGNER, Stephan M.; HOEGL, Martin. Involving suppliers in product development: Insights from R&D directors and project managers. *Industrial marketing management*, v. 35, n. 8, p. 936-943, 2006.

WEBB, Eugene J. et al. Unobtrusive measures; nonreactive research in the social sciences\Eugene J. Weebb et al. 1966.

WEST, J., A. SALTER, W. VANHAVERBEKE, and H. CHESBROUGH. Open Innovation: The Next Decade. *Research Policy*, v.43, n. 5, p. 805–811, 2014.

WILLIAMS, Terry M. The need for new paradigms for complex projects. *International journal of project management*, v. 17, n. 5, p. 269-273, 1999.

YEO, K. T.; REN, Yingtao. Risk management capability maturity model for complex product systems (CoPS) projects. *Systems Engineering*, v. 12, n. 4, p. 275-294, 2009.

YIN, R. K. Estudo de Caso – Planejamento e Método. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

YOUNG, Thomas M. Aircraft design innovation: creating an environment for creativity. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, v. 221, n. 2, p. 165-174, 2007.

ZAHRA, S. A., SAPIENZA, H. J. and DAVIDSSON, P. (2006). ‘Entrepreneurship and dynamic capabilities: a review, model and research agenda’. *Journal of Management Studies*, 43, 917–55.

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIOS DA FASE QUALITATIVA

FASE QUALI: Roteiro de Entrevistas Gerentes de Carteira (mais abrangente):

Entrevistados: Gerentes de Carteira, responsáveis por um grupo temático de projetos

Objetivo: Levantar as diferentes características e métricas de parcerias de P&D com universidades, clientes e fornecedores para delimitar o questionário quantitativo para estruturar as escalas de medição das variáveis

Caracterização dos projetos: Amplitude de variação do tamanho dos projetos considerando budget, N° de pessoas e N° de horas trabalhadas e a duração.

QUESTÕES: Grau de abertura: métrica (abrangência)

Sr. XXXXXX

Depto: P&D em XXXXX

1. Em relação à cooperação de P&D com outras entidades e *stakeholders*, quais os principais atores (universidades, clientes, fornecedores, institutos de pesquisa, governo, etc)?
 - a. Há diferenciação entre projetos com clientes parceiros em detrimento a fornecedores parceiros?
 - b. Quando um projeto de P&D do seu depto resolve fazer cooperação com universidades, clientes e/ou fornecedores quais e quantos são os depts e gerências que normalmente interagem com a equipe do projeto no cotidiano de atividades?
Ex: institutos/entidades universitárias, depts de produção, P&D, marketing, financeiro, etc.

- c. Quais tipos de contrato a EMPRESA O&G assina com as universidades e empresas (consultoria, prestação de serviços, pesquisa conjunta)? Qual o escopo desses contratos?
- d. Em média os projetos costumam firmar quantos contratos? E quais costumam ser os valores - mínimo e máximo?
- e. Como é determinado o N° de pessoas externas que devem compor e/ou cooperar com o projeto de P&D? Como essas pessoas podem ser classificadas/ categorizadas, em relação ao nível de conhecimento e às horas de dedicação ao projeto? Esses grupos podem mudar durante o projeto? Se sim, em que situações ocorrem as mudanças ou o que as justifica?
- f. Considerando a proporcionalidade em relação aos demais *stakeholders existentes*, qual o percentual de universidades nos contratos firmados? E de clientes e fornecedores?
- g. O que caracteriza ou diferencia os pesquisadores acadêmicos, quando comparados aos demais tipos de pesquisadores envolvidos nos projetos?
- h. O que caracteriza ou diferencia os pesquisadores de clientes e fornecedores quando comparados aos demais tipos de pesquisadores envolvidos nos projetos?
- i. Em relação ao orçamento dos projetos, com é definida a alocação de recursos para a cooperação com parceiros? Como se dá o acesso aos recursos pelas universidades? E pelos demais clientes/fornecedores parceiros? E qual o percentual de recursos costuma ser destinado para cada tipo de parceiro, universidades, clientes e fornecedores?
- j. Qual o valor do budget do maior projeto e do menor em sua carteira?

QUESTÕES: Nível de Prontidão Tecnológica (TRL):

1. Qual é o método utilizado para determinar o TRL de entrada e saída dos projetos?
2. Na sua percepção, no que se refere ao TRL:
 - a. Existe relação entre o nível de TRL e o grau de abertura? Qual é, ou qual costuma ser, essa relação? Ou seja, quanto maior o TRL a relação com a universidade é maior ou menor? Por exemplo: existe um tipo de parceria que busca apenas um equipamento em uma universidade, ou em recursos humanos
 - b. Projetos com TRL baixo tendem a ter mais ou menos parcerias? Com quais stakeholders? Por que?
 - c. Projetos com parceiros empresariais tendem a ter TRLs mais baixos ou mais altos? Por que?
 - d. Projetos com TRL baixo tendem a ter mais ou menos orçamento?
 - e. Em projetos mais maduros, o orçamento é maior?
 - f. Quanto maior o delta TRL, maior o orçamento?
 - g. Há relação entre níveis de TRL e quantidade de contratos firmados com parceiros?

FASE QUALI: Roteiro de Entrevistas Gerentes de Projeto (mais específico):

Entrevistados: Gerentes de projeto, responsáveis por um projeto específico

Objetivo: Definir escalas de medição das variáveis grau de abertura com universidades e clientes/fornecedores.

Caracterização do projeto: budget, N° de pessoas e N° de horas trabalhadas e a duração.

QUESTÕES: Grau de abertura: métrica (abrangência)

Sr. XXXXXX

Depto: P&D em XXXXX

Nome do Projeto:

- h. O seu projeto possui parcerias com stakeholders da EMPRESA O&G? Quais?
- i. Caso positivo, quais os principais atores (universidades, clientes, fornecedores, institutos de pesquisa, governo, etc)?
- j. Há diferenciação significativa entre projetos com clientes parceiros em detrimento a fornecedores parceiros?
- k. Focando na cooperação com universidades, clientes e/ou fornecedores quais e quantos são os depts e gerências que interagem com a equipe do projeto no cotidiano de atividades? Ex: institutos/entidades universitárias, depts de produção, P&D, marketing, financeiro, etc.
- l. Quais tipos de contratos formais o seu projeto assina com as universidades e empresas (consultoria, prestação de serviços, pesquisa conjunta)? Qual o escopo desses contratos?
- m. O seu projeto firmou quantos contratos com universidades e/ou clientes e fornecedores?

- n. Há quantas pessoas externas que cooperam com o projeto de P&D? Como essas pessoas podem ser agrupadas em relação ao nível de conhecimento e às horas de dedicação ao projeto? Esses grupos mudam durante o projeto, ou costumam ir estáveis até o final?
- o. O que caracteriza ou diferencia os pesquisadores acadêmicos, quando comparados aos demais tipos de pesquisadores envolvidos nos projetos?
- p. O que caracteriza ou diferencia os pesquisadores de clientes e fornecedores quando comparados aos demais tipos de pesquisadores envolvidos nos projetos?
- q. É comum que pesquisadores da universidade já tenham interagido anteriormente ou interagem com mais de um projeto da EMPRESA O&G? Qual proporção tinham o cargo de Professor?
- r. Qual a característica (pontos fortes) dos pesquisadores de clientes e fornecedores em detrimento a outros pesquisadores do projeto?
- s. Em relação ao orçamento do projeto, como é definida a alocação de recursos para a cooperação com parceiros? Como é o acesso a recursos das universidades em relação ao dos clientes/fornecedores parceiros? E em relação ao projeto como um todo?
- t. Qual o valor do budget do maior projeto e do menor em sua carteira?

QUESTÕES: Nível de Prontidão Tecnológica (TRL):

1. Qual foi o método utilizado para determinar o TRL de entrada e saída dos projetos?
2. Pela sua percepção sobre o TRL:
 - a. Existe associação do nível de TRL com grau de abertura? Como o grau de abertura tende a variar em relação ao nível de prontidão tecnológica?
 - b. O TRL da tecnologia investigada pelo seu projeto influenciou o N° de parceiros? Como e por que?
 - c. O TRL da tecnologia investigada pelo seu projeto influenciou o orçamento dele? Como e por que?
 - d. O TRL da tecnologia investigada pelo seu projeto influenciou o N° de contratos firmados? Como e por que?

APÊNDICE II - QUESTIONÁRIO DA FASE QUANTITATIVA

FASE QUANTI

Pesquisa LAB O&G - FEA/USP

Bem-vindo(a) à pesquisa da Faculdade de Economia e Administração da USP sobre os projetos do LAB O&G

Prezado Coordenador de Projeto:

Agradecemos por participar deste levantamento quantitativo que é parte de uma investigação de mestrado de um empregado do sistema EMPRESA O&G. Seu feedback é muito importante. A aplicação deste questionário seguiu as orientações de conformidade da EMPRESA O&G e os resultados obtidos serão utilizados de forma que eventuais informações sensíveis não sejam divulgadas.

Ao final, favor apertar o botão "Concluído" para o sistema computar as suas respostas. O questionário tem 28 perguntas objetivas e 3 perguntas opcionais abertas. O tempo estimado de resposta é entre 10 e 15 minutos. Se você tiver mais de um projeto sob sua responsabilidade, favor responder novamente esse questionário para cada um deles.

Caso tenha interesse, estou à disposição para enviar os resultados da pesquisa.

INTRODUÇÃO:

Empresas multinacionais de destaque, provenientes de países emergentes, têm utilizado estratégias de gestão de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) para criar produtos e serviços de alto nível. A inovação aberta que tem como premissa a construção de parcerias para explorar novas oportunidades, capitalizando as possibilidades disponíveis pelo avanço da base de conhecimento da empresa, é um importante instrumento para o aumento da vantagem competitiva por meio da criação de valor ao(s) negócio(s).

Corroborando com esse fato, a tradição da EMPRESA O&G / LAB O&G em criar parcerias com universidades e empresas para realizar P&D é considerado um dos fatores de sucesso para o avanço de tecnologias com potencial de gerar inovação em produtos e serviços. Essa dinâmica pode ter dado subsídios para colocar a EMPRESA O&G em posição de destaque e na fronteira tecnológica em alguns segmentos de atuação da empresa. A abrangência e relevância dessas parcerias podem ser influenciadas pelo nível de amadurecimento da tecnologia em questão e pelo tamanho e complexidade do desafio tecnológico, entre outros.

O objetivo desse estudo é: Identificar se maiores níveis de prontidão tecnológica (TRL- Technology Readiness Level) dos projetos levam a maiores níveis de inovação aberta (maior número de interações com universidades e empresas fornecedoras).

1. O seu projeto possui parceria ou cooperação com universidades e/ou empresas (públicas ou privadas)?

Sim

Não

2. O projeto se enquadra em qual segmento ou "assunto" conforme o CTO (comitê tecnológico operacional)? Favor escolher dentre às opções abaixo.

Exploração

Reservas e reservatórios

Processos de refino, petroquímica e gás-química

Sustentabilidade
 Engenharia de poço
 Engenharia de processamento e instalação de superfície
 Elevação e escoamento
 Engenharia naval
 Logística
 Construção e montagem
 Operações
 Produtos
 Otimização, integridade e confiabilidade
 Energia
 Manutenção e inspeção
 Gás natural
 Qualidade de petróleo

3. Selecione o tipo do projeto:

Processo / Metodologia
 Produto
 Software
 Outro (especifique)

4. Qual a faixa do orçamento total do seu projeto? (resposta opcional)

Até 1 milhão de Reais
 De 1,01 milhão a 5 milhões de Reais
 De 5,01 milhão a 10 milhões de Reais
 De 10,1 milhões a 30 milhões de Reais
 De 30,1 milhões a 60 milhões de Reais
 De 60,1 milhões a 90 milhões de Reais
 De 90,1 milhões a 120 milhões de Reais
 De 120,1 milhões a 150 milhões de Reais
 Acima de 150 milhões de Reais

5. Favor informar no campo abaixo o orçamento total do projeto em Reais (resposta opcional).

Obs: Favor arredondar o número, conforme conveniência. Ex: R\$ 5.322.000 em vez de R\$ 5.322.876,08.

6. Qual percentual do orçamento total do projeto já foi dispendido até o momento? (resposta opcional) 0 % % do orçamento total já dispendido 100 %

7. Qual percentagem do orçamento total do projeto deverá ser usado com a(s) universidade(s)? (resposta opcional) 0 % Percentual do orçamento usado com universidades 100 %

8. Duração total prevista do Projeto:

Obs: Atentar que a escala varia de zero a 180 meses. Se preferir, é possível digitar um valor de zero a 180 no campo. 0 mês Duração em meses 180 meses

9. Duração do Projeto até o momento:

Obs: Atentar que a resposta dessa pergunta deve ser igual ou menor que a do item anterior e a escala varia de zero a 180 meses. Se preferir, é possível digitar um valor de zero a 180 no campo. 0 mês Duração em meses 180 meses

Para a pergunta 10 abaixo, favor considerar:

Universidades "prestadoras de serviços": A universidade (e/ou centro de pesquisa ligado a ela) é contratada para prestar serviços específicos ao projeto (p. ex: análises laboratoriais), mas não se aprofunda no objeto da pesquisa.

Universidades "parceiras": A universidade (e/ou centro de pesquisa ligado a ela) firma um contrato que envolve a realização de pesquisa conjunta, compartilhando conhecimentos, experiências e resultados.

Empresas prestadoras de serviços: empresas que prestam serviços ao LAB O&G e não necessariamente têm interesse no tema pesquisado ou produto final do projeto.

Empresas parceiras: empresas e LAB O&G têm interesse mútuo na tecnologia sendo desenvolvida pelo projeto e partilham os custos envolvidos com o LAB O&G/EMPRESA O&G.

Outros: Quaisquer outras instituições que cooperem com o projeto e que não se enquadrem nas definições acima (p.ex.: órgão governamentais, centros de pesquisa independentes (sem ligação com universidades), forças armadas, ONGs, etc).

10. Quais instituições estão cooperando com o projeto?

Obs: Escolher todas as opções que se aplicam ao seu projeto.

Universidades "prestadoras de serviços"

Universidades "parceiras"

Empresas prestadoras de serviços

Empresas parceiras

Outro (especifique)

Em relação composição da equipe do projeto, favor informar nas questões de 11 a 14 :

11. Nº de participantes do LAB O&G e/ou EMPRESA O&G que contribuem tecnicamente para o projeto:

1 pessoa Nº de pessoas 100 pessoas

12. Nº de participantes de universidades que contribuem tecnicamente para o projeto: 0 pessoa
Nº de pessoas 100 pessoas

13. Nº de participantes de empresas prestadoras de serviços e parceiras que contribuem tecnicamente para o projeto: 0 pessoa Nº de pessoas 100 pessoas

14. Nº de participantes de outras instituições que contribuem tecnicamente para o projeto: 0 pessoa
Nº de pessoas 100 pessoas

15. Assinale qual a sua opinião sobre o conhecimento adquirido pela cooperação de universidades e/ou empresas com o projeto:

Não há evidência de aquisição de conhecimento pela cooperação

O grau de conhecimento adquirido pela cooperação é baixo

O grau de conhecimento adquirido pela cooperação é médio

O grau de conhecimento adquirido pela cooperação é alto

Para a questão 16, considerar:

Inovação incremental: inclui a modificação, aperfeiçoamento, simplificação, consolidação e melhoria de produtos, processos, serviços e atividades de produção e distribuição existentes.

Inovação radical: implica introduzir novos produtos ou serviços que se desenvolvem em novos negócios, se expandem em novas indústrias, ou que causam uma mudança significativa em toda a indústria e que tendem a criar novos valores de mercado.

16. Aponte na escala abaixo qual é a sua opinião sobre o tipo de resultado de inovação que o seu projeto potencialmente entregará?

OBS: É possível posicionar o cursor entre os extremos da escala abaixo refletindo uma eventual incerteza do resultado da inovação.

Incremental Tipo de resultado da inovação Radical

17. Assinale se o projeto com a universidade é para primordialmente desenvolver uma tecnologia para um:

Produto

Serviço

Ambos

Não se aplica

18. Assinale se o projeto com a empresa é para primordialmente desenvolver uma tecnologia para um:

Produto

Serviço

Ambos

Não se aplica

19. Quantas universidades participam do projeto?

0

1

2

3

4

5

Outro (especifique)

20. Qual o N° de departamentos da(s) universidade(s) que interagem com a equipe da EMPRESA O&G no cotidiano de atividades do projeto?

Obs: Atentar que a resposta deve ser igual ou maior que a do item anterior.

0

1

2

3

4

5

Outro (especifique)

21. Quantas empresas (públicas e/ou privadas) fornecedoras/parceiras participam do projeto?

0

1

2

3

4

5

Outro (especifique)

22. Qual o N° de departamentos da(s) empresa(s) que interagem com a equipe da EMPRESA O&G no cotidiano de atividades do projeto?

Obs: Atentar que a resposta deve ser igual ou maior que a do item anterior.

0

1

2

3

4

5

Outro (especifique)

23. Qual o N° de instrumentos contratuais firmados entre a EMPRESA O&G e a(s) universidade(s) para a execução do projeto?

0

1

2

3

4

5

Outro (especifique)

24. Qual o N° de instrumentos contratuais firmados entre a EMPRESA O&G e a(s) empresas(s) para a execução do projeto?

0

1

2

3

4

5

Outro (especifique)

25. Quais os tipos de instrumentos contratuais firmados entre a EMPRESA O&G e a(s) universidade(s) para a execução do projeto?

Pesquisa conjunta

Prestação de Serviços técnicos específicos e pontuais

Prestação de Consultoria (Serviços técnicos mais abrangentes)

Não se aplica

Outro (especifique)

26. Quais os tipos de instrumentos contratuais firmados entre a EMPRESA O&G e a(s) empresa(s) para a execução do projeto?

Pesquisa conjunta

Prestação de Serviços técnicos específicos e pontuais

Prestação de Consultoria (Serviços técnicos mais abrangentes)

Não se Aplica

Outro (especifique)

27. Qual o título e código LAB O&G do Projeto (resposta opcional)?

Obs: Os nomes do projeto são de domínio público em função da lei de acesso à informação. Portanto, essa informação não é confidencial. Todavia o respondente pode ou não optar por responder esta questão.

Título

Código (p. ex.: PT-112.01.12181)

28. Qual o seu nome e contatos (resposta opcional)?

Obs: O respondente pode ou não optar por responder esta questão.

Nome Completo

Chave

E-mail

29. Você usa a escala TRL (Technology Readiness Level) para medir o nível de maturidade do seu projeto?

Sim X

Não

30. Qual o TRL atual do projeto (TRL atual)?

31. Em sua opinião, qual foi o nível de dificuldade de P&D para o projeto conseguir atingir o estado atual dele?

Muito fácil

Moderadamente fácil

Nem fácil, nem difícil

Moderadamente difícil

Muito difícil

32. Qual o TRL pretendido ao atingir o final do projeto (TRL de saída)? Obs: Esse número deve ser igual ou maior que o da questão anterior.

33. Em sua opinião, qual o nível de dificuldade de P&D para o projeto atingir o objetivo tecnológico final dele?

Muito fácil

Moderadamente fácil

Nem fácil, nem difícil

Moderadamente difícil

Muito difícil

29. Você usa a escala TRL (Technology Readiness Level) para medir o nível de maturidade do seu projeto?

Sim

Não X

30. Julgue em qual nível se encontra a tecnologia sendo desenvolvida pelo seu projeto, conforme a escala abaixo:

Pesquisa Básica = 1 MATURIDADE TECNOLÓGICA Aplicação bem-sucedida da tecnologia = 9

31. Em sua opinião, qual foi o nível de dificuldade de P&D para o projeto conseguir atingir o estado atual dele?

Muito fácil

Moderadamente fácil

Nem fácil, nem difícil

Moderadamente difícil

Muito difícil

32. Informe qual nível a tecnologia sendo desenvolvida em seu projeto irá potencialmente atingir, conforme a escala abaixo (lembrando que essa fase de desenvolvimento deve ser maior que a informada na pergunta anterior):

Pesquisa Básica = 1 MATURIDADE TECNOLÓGICA Aplicação bem-sucedida da tecnologia = 9

33. Em sua opinião, qual o nível de dificuldade de P&D para o projeto atingir o objetivo tecnológico final dele?

Muito fácil

Moderadamente fácil

Nem fácil, nem difícil

Moderadamente difícil

Muito difícil