

IUPERJ

MESTRADO EM SOCIOLOGIA POLÍTICA

TÉRCIO ÁVILA PINHO FILHO

**POSSIBILIDADES MANUFATUREIRAS:
EMPRESAS COMO ATORES, COLABORAÇÕES PRAGMÁTICAS E
MODULARIDADE NA INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS DO NORTE FLUMINENSE**

**RIO DE JANEIRO
2018**

TÉRCIO ÁVILA PINHO FILHO

Possibilidades Manufatureiras: Empresas como Atores, Colaborações Pragmáticas e Modularidade na Indústria de Óleo e Gás do Norte Fluminense

Dissertação apresentada ao Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro para obtenção do título de mestre em Sociologia Política

Linha de Pesquisa: Sociedade, Estado e Participação Popular

Orientador: Prof. Dr. Antonio José Junqueira Botelho

Rio de Janeiro
2018

P654p Pinho Filho, Tércio Ávila.

Possibilidades manufatureiras : empresas como atores, colaborações pragmáticas e modularidade na indústria de óleo e gás do norte fluminense / Tércio Ávila Pinho Filho. – Rio de Janeiro, 2018.

125 f. : il.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Candido Mendes, IUPERJ, 2018.

Orientação de: Antonio José Junqueira Botelho

**1. Relações interorganizacionais 2. Indústria de óleo
3. Indústria de gás 4. Norte Fluminense, RJ
I. Universidade Candido Mendes II. Título.**

CDU 005.42-024.63(815.3)

TÉRCIO ÁVILA PINHO FILHO

**“POSSIBILIDADES MANUFATUREIRAS: Empresas como Atores,
Colaboração Pragmáticas e Modularidade na Indústria de Óleo e Gás
Norte Fluminense”.**

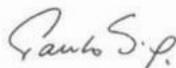
Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação
em Sociologia Política do Instituto Universitário de
Pesquisas do Rio de Janeiro da Universidade Candido
Mendes como requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Sociologia Política.



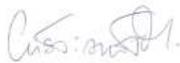
Prof. Dr. Antonio José Junqueira Botelho
Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro/UCAM



Prof. Dr. Rogério Ferreira de Souza
Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro/UCAM



Prof. Dr. Paulo Bastos Tigre
Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ



Prof. Dr. Cristiano Fonseca Monteiro
Universidade Federal Fluminense /UFF

RIO DE JANEIRO
2018

A Deus, que tanto me abençoou

RESUMO

PINHO FILHO, Tércio Ávila. Possibilidades Manufatureiras: Empresas como Atores, Colaborações Pragmáticas e Modularidade na Indústria de Óleo e Gás do Norte Fluminense. 2018. 125f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018

Análise sociológica de processos de aprimoramento manufatureiro, que relaciona inovação a formas específicas de governança de cadeias de fornecedores, em que atores econômicos colaboram entre si. Esta pesquisa mapeia as atividades de fabricação da indústria de óleo e gás do norte fluminense, no ramo *offshore*, e caracteriza o padrão das relações entre empresas, comparando-as com proeminentes interpretações sobre os paradigmas da nova produção desintegrada global, como o modelo da Modularidade e o das Colaborações Pragmáticas. Seu enquadramento analítico se baseia em uma vertente da sociologia que rejeita a separação entre agente e contexto, e aponta para a natureza recursiva da relação entre atores econômicos e instituições. Assim, analisa como empresas se repositonam diante de mudanças na vida industrial que alteram bruscamente a eficiência de formas organizacionais e mecanismos de governança. Tem por objetivo validar três hipóteses: (1) que empresas locais do setor metalmeccânico que prestam serviços de manutenção podem se tornar fornecedores manufatureiros, ao reutilizar as mesmas máquinas flexíveis empregadas nas atividades de manutenção, através do aprimoramento de funções e processos; (2) que processos de aprimoramento manufatureiro diferem em intensidade, qualidade e regularidade, de acordo com as relações que são estabelecidas entre fornecedores e clientes; (3) que instituições devem ser flexíveis para atender pequenas e médias empresas locais, dependendo do padrão de governança adotado pelas empresas que gerenciam a cadeia de fornecimento. Essa pesquisa conclui que existe, de fato, possibilidades de aprimoramento através da colaboração com clientes e instituições na indústria de óleo e gás. Mesmo relações com assimetria de poder, fluxos unidirecionais de informação e imposição de pacotes tecnológicos podem levar a ciclos virtuosos de aprimoramento: assim que empresas anteriormente restritas à manutenção conseguem melhorar seu desempenho e, em consequência disso, o nível de confiança de seus clientes, são premiadas com novos contratos, melhorando seus recursos financeiros e humanos e aumentando sua competência tecnológica, e assim por diante. Da mesma forma, também demonstra como processos de aprimoramento se diferenciam conforme o padrão de relações entre empresas, e identifica as tendências consolidadas de governança de cadeia de fornecedores de empresas situadas na região norte fluminense.

Palavras-chave: colaboração / relações entre empresas / indústria de óleo e gás

ABSTRACT

PINHO FILHO, Tércio Ávila. Possibilidades Manufatureiras: Empresas como Atores, Colaborações Pragmáticas e Modularidade na Indústria de Óleo e Gás do Norte Fluminense. 2018. 125f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018

A sociological approach of upgrading processes, which relates innovation to specific forms of supplier chain governance, in which economic actors collaborate with each other. This research maps the manufacturing activities of the oil and gas industry of the north of the state of Rio de Janeiro, and characterizes the pattern of relationships between firms, comparing them with prominent interpretations of the paradigms of the new global disintegrated production, such as the Modularity model and the Pragmatic Collaborations. Its analytical framework is based on a sociology discipline that rejects the separation between agent and context, and identifies the recursive nature of the relationship between economic actors and institutions. Therefore, it analyzes how firms recompose themselves in the face of changes in industrial life that abruptly alter the efficiency of organizational forms and governance mechanisms. The objective was to validate three hypotheses: (1) that local metalworking firms that provide maintenance services can become manufacturing suppliers by reusing the same flexible machines used in maintenance activities, through an upgrading of functions and processes; (2) that processes of manufacturing upgrading differ in intensity, quality and regularity, according to the relationships that are established between suppliers and clients; (3) that institutions should remain flexible to assist local small and medium enterprises, depending on the governance patterns managed by lead firms in their supply chain. This research concludes that there are indeed possibilities for upgrading through collaboration with clients and institutions in the oil and gas industry. For even relationships with asymmetric power relations, unidirectional flows of information, and imposition of technological packages could lead to a virtuous cycle of upgrading: as the firms that previously were restricted to maintenance successfully improve their performance and correspondingly the level of confidence of their clients, they are awarded new contracts, improving financial and human resources and increasing technological competence, and so on. Likewise, it also shows how upgrading processes differ according to the pattern of relationships between firms, and identifies the consolidated trends of supply chain governance between firms located in the northern region of Rio de Janeiro.

Keywords: collaboration / relationships between firms / oil and gas industry

Lista de Figuras

Figura 1 - Organograma com pesquisas organizadas sob a perspectiva da colaboração, p. 30

Figura 2 - Desenvolvimento de um campo em águas profundas, p. 42

Figura 3. Outro ângulo do desenvolvimento de campos em águas profundas, p.43

Figura 4. O encadeamento produtivo da indústria de óleo e gás, p. 44

Figura 5. Foto de uma árvore de Natal de Molhada, p. 45

Figura 6. Foto de um manifold, p. 45

Figura 7. Foto e animação de um Blow-out Preventer (BOP), p. 46

Figura 8. Diferentes estruturas de organização na indústria O&G, p. 48

Figura 9. Partes dos processos de aprimoramento em que o apoio institucional seria relevante, p. 108

Lista de Tabelas

Tabela 1. Informações das entrevistas conduzidas na pesquisa de campo, p. 58

Tabela 2. Tipologia de empresas, p. 65

Tabela 3. Tipologia das empresas pertencentes ao encadeamento produtivo O&G e a relação com as empresas entrevistadas, p. 69

Tabela 4. Tipologia das empresas e o nível de colaboração, p. 81

Tabela 5. Fatores que influenciam a presença de unidades fabris no norte fluminense e no Brasil, p. 87

SUMÁRIO

Sumário.....	1
1 Introdução.....	1
2 Referencial Teórico.....	10
2.1 A Desintegração da Produção	10
2.2 Relações entre empresas na economia manufatureira global.....	15
2.3 Processos de aprimoramento e produção institucional	31
3 Contextualização da indústria O&G.....	38
3.1 A estrutura da indústria de óleo e gás.....	38
3.2 Desintegração vertical na indústria.....	46
3.3 Colaboração na indústria de óleo e gás.....	50
3.4 Da manutenção à manufatura.....	54
4 Metodologia e Apresentação de Resultados	57
4.1 Metodologia	57
4.2 Apresentação de Resultados.....	60
4.2.1 O arranjo produtivo da indústria de óleo e gás.....	60
4.2.2 Caracterização das empresas pesquisadas.....	68
4.2.3 Variáveis e correlação com colaboração	75
5 Discussão de Resultados.....	82
5.1 Desenvolvimento nacional e local da indústria	82
5.2 Colaborações Pragmáticas e Modularidade na indústria O&G	88
5.3 Colaboração, upgrade e outros benefícios	91
5.4 Possibilidades manufatureiras: migrando de manutenção para fabricação.....	96
6 Conclusão	102
Referências Bibliográficas	114
Apêndices	123
Apêndice A - Questionário das entrevistas	123

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a tendência da indústria em direção à produção desintegrada vem transformando os recursos financeiros, espaciais e organizacionais das empresas. Por causa da diminuição do ciclo de vida dos produtos, das mudanças tecnológicas radicais, da maior exigência na demanda de consumo, da intensificação da competição e da globalização dos mercados, o ambiente de negócios em setores essenciais da manufatura se tornou mais volátil e incerto. Em resposta a esses desafios, empresas reduziram radicalmente a quantidade de bens que produziam para distribuir suas atividades entre fornecedores, que passaram a contribuir com componentes importantes, sistemas e outros aspectos de desenvolvimento dos produtos.

Isso criou um cenário inteiramente novo e complexo de relações entre empresas. Grandes corporações internacionalizaram suas operações, enquanto produtores locais de diferentes países passaram a competir e colaborar dentro de uma cadeia global de fornecimento. Além disso, a globalização intensificou o processo de mudança nas formas organizacionais. Impulsionada pela abertura dos mercados e pela dispersão espacial da produção, existe uma crescente pressão competitiva nas empresas e economias políticas.

Produtores de diferentes países agora enfrentam desafios tecnológicos e organizacionais similares. A manufatura tem evoluído e se transformado na economia global, e as melhores práticas foram separadas das características institucionais das economias políticas. Sofisticação tecnológica e inovação organizacional estão distribuídas pelas grandes regiões desenvolvidas do mundo, apesar da persistência das diferenças institucionais em cada país (HERRIGEL; WITTKE, 2005).

Nesse contexto, o desafio de pesquisa tem sido entender como empresas conseguem desenvolver competências tecnológicas e capacidade produtiva, conseguindo responder aos desafios da intensa competição global e das incertezas e volatilidade do mercado. O problema é que as oportunidades que surgiram com a desintegração da produção e sua dispersão geográfica não resultaram necessariamente em *upgrade* para produtores de países em desenvolvimento, ou em crescimento sustentável da economia local. Empresas em algumas regiões conseguem desenvolver competências para participar e competir no mercado global, enquanto outras não conseguem evoluir neste sentido.

As abordagens sociológicas contribuem para identificar elementos nas relações entre empresas que são centrais para a aquisição de capacidades, enquanto pressupostos econômicos sobre estrutura e ação não dão conta de certos comportamentos em rede (UZZI, 1996), especialmente se ficarem restritos a custos de transação na relação entre fazer e comprar, costumeiramente usados como dilema de contratação de fornecedores. Segundo Powell (1990), a visão antiga de que empresas estavam separadas de seus competidores em uma esfera impessoal de mercado foi superada por uma nova realidade: empresas estavam avançando suas fronteiras e engajando em formas novas de colaboração, com alianças estratégicas, parcerias e desintegração vertical.

De 1970 a 2000, houve um aumento expressivo de publicações indexadas por resumos ou títulos sociológicos com os termos “rede social” em pesquisas sobre gerenciamento (BORGATTI; FOSTER, 2003). Esse aumento indica uma mudança de explicações atomísticas e individualistas em direção a compreensões mais sistêmicas, contextuais e relacionais. Nessa lógica, as empresas poderiam ser melhor entendidas como conectadas entre si em múltiplas redes de recursos e outros fluxos, com relações complexas, simultaneamente competitivas e cooperativas (GULATI; NOHRIA; ZAHEER, 2000).

Dessa maneira, a sociologia oferece recursos teóricos e metodológicos para abordar a forma como atores econômicos agem no contexto da produção desintegrada global, examinando os mecanismos sociais que atuam em transações comerciais complexas. Essa análise contribui, em última instância, para explicar porque empresas em algumas regiões conseguem aprimorar produtos e processos, enquanto outras não, ao atribuir o aprimoramento a relações específicas entre empresas em uma cadeia de fornecimento.

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise sociológica dos processos de *upgrade* que ocorrem em função dos vínculos sociais entre atores econômicos, identificando e caracterizando o padrão de relações entre empresas que pertencem à cadeia produtiva da indústria de óleo e gás na região norte fluminense do Rio de Janeiro, no ramo *offshore*. Assim como a indústria automotiva e a de eletrônicos, que serviram de base para os mais importantes trabalhos sobre produção desintegrada, cadeias de fornecimento e *upgrade*, a indústria de óleo e gás é um segmento intensivo em tecnologia e conhecimento, que também acompanhou a tendência global em direção à produção descentralizada. Da fase exploratória à perfuração; da completação à produção, todo o encadeamento produtivo O&G passou a contar com maior

importância de fornecedores em relação aos grandes produtores. Além disso, é especialmente fragmentada e diversificada, oferecendo oportunidades para que empresas de países em desenvolvimento participem de cadeias globais de fornecedores.

A indústria de óleo e gás é dividida em três áreas de atuação: *Upstream*, *Midstream*, *Downstream*, cada uma correspondendo a uma fase do processo, que vai da exploração, perfuração e produção do óleo (*Upstream*) até a logística de transporte do produto refinado (*Downstream*). Na fase *Upstream*, a modalidade de exploração petrolífera pode ser realizada no continente (*onshore*), ou no mar (*offshore*), tanto em águas rasas como profundas. O Brasil é hoje o 9º maior produtor de petróleo do mundo. O aumento de sua produção nacional está atrelado à produção no pré-sal, que já representava, em 2016, 40,6% da produção nacional (ANP, 2017). 94% da produção de petróleo no país correspondem à produção em mar, com o Estado do Rio de Janeiro sendo o responsável pela maior parte¹ (ANP, 2017).

Macaé é o principal ponto de apoio para operações *offshore* no Rio de Janeiro, desde que a Petrobrás escolheu a cidade para fazer sua base no final da década de 70, com a descoberta de petróleo na Bacia de Campos. Apesar de haver 12 municípios na Bacia de Campos, a maior parte dos investimentos da Petrobras foram feitos em Macaé, como o complexo da sede, o parque de tubos, o polo de Imbetiba e o terminal de Cabiúnas. A estrutura industrial na região pode ser dividida em quatro grandes grupos: (1) operadoras; (2) parapetroleiras e grandes EPCistas; (3) fornecedores de bens e serviços menos complexos e tecnológicos; (4) e pequenas e médias empresas nacionais de serviços que são subcontratadas (ABDI, 2013). Os principais fornecedores de serviços na cadeia de valor da exploração e produção de óleo e gás são esses:

Equipamentos: equipamentos subaquáticos; ferramentas e equipamentos de interior de poços; produtos tubulares; sondas, plataformas e FPSOs; equipamentos rotativos; equipamentos estáticos e de processo; tubos, válvulas e acessórios; equipamentos elétricos; instrumentação e controle; fluidos e químicos.

Serviços: serviços geofísicos; serviços de perfuração; reservatório e avaliação de produção; serviços de poço; bombeamento de fundo de poço; serviços de completção; preparação e construção do site *offshore*; engenharia e EPC; construção e montagem; serviços

¹ Rio de Janeiro manteve a liderança da produção total do País, sendo responsável por 71,1% da produção em mar e 66,9% da produção total. A produção do Estado do Rio de Janeiro passou de 1,64 milhão de barris/dia em 2015 para 1,68 milhão de barris/dia em 2016.

de operação e manutenção; logística e instalações (RAMOS; PIGORINI, 2009).

A caracterização dos padrões de relações entre empresas na cadeia produtiva O&G é feita segundo a perspectiva da colaboração, e expressa duas formas muito diferentes de se pensar a organização de uma rede de fornecimento: uma em que a colaboração seja plena ou significativa, e outra em que a colaboração seja errática ou mínima. Apesar da grande variedade de estratégias de fornecimento viáveis na indústria (cativas, de mercado, relacionais, modulares, hierárquicas, etc), quando analisadas sob a perspectiva da colaboração, giram em torno de questões que dizem respeito a dilemas como cooperação e colaboração vs. custos e preços; relações mutualmente benéficas vs. somente transferência de riscos para fornecedores.

A hipótese principal deste trabalho é que o conjunto de empresas de manutenção e reparo pode gerar uma cadeia emergente de fornecedores com atividades de manufatura na região de Macaé. O aglomerado de negócios no norte fluminense tem muitos serviços e atividades de manutenção e reparo. A região se tornou uma opção preferencial para empresas que precisavam instalar bases de apoio para as atividades de exploração e produção *offshore*, por causa da proximidade geográfica com a Bacias de Campos. Assim, as empresas poderiam se encarregar da revitalização e manutenção completa das estruturas petrolíferas localizadas nos campos, com células para montagem de terminais, equipes de assistência técnica e estoques dedicados aos principais clientes. É comum grandes fabricantes de equipamentos possuírem fábricas em diferentes lugares e manterem bases de serviço no norte fluminense.

Por isso, existe uma demanda para terceirização de atividades de manutenção para fornecedores locais, que investem em um maquinário flexível para soldar e redimensionar componentes metálicos desgastados ou danificados, que poderia ser reutilizado em atividades de manufatura, caso houvesse demanda. O conhecimento dos itens e a experiência com a prestação de serviços industriais possibilitam, ainda que na teoria, a migração para a fabricação de componentes, criando uma base de manufatura onde antes só havia de serviços de manutenção e reparo.

Além de examinar a possibilidade de empresas migrarem da manutenção para a manufatura, fazendo aprimoramento de processos e funções, os dados reunidos na pesquisa são também analisados a partir de duas hipóteses auxiliares. A primeira prevê que processos de aprimoramento manufatureiro diferem em intensidade, qualidade e regularidade, de acordo

com as relações que são estabelecidas entre clientes e fornecedores. O trabalho de caracterização das relações é realizado com o intuito de identificar se esses padrões podem ser correlacionados com dados sobre sofisticação e aprimoramento de produtos e processos, a fim de comprovar se empresas fornecedoras em relações menos colaborativas fazem *upgrade* com a mesma regularidade que aquelas que colaboram mais intensamente com seus clientes.

A segunda hipótese auxiliar prevê que arranjos institucionais com o objetivo de desenvolver aprimoramento manufatureiro em cadeias de fornecimento serão mais eficientes se variarem de acordo com o modelo organizacional encontrado. Para não generalizar o alcance de um padrão de relações na indústria em detrimento de outro, especialmente em segmentos onde as estratégias são tão variadas, essa hipótese associa o desempenho das instituições à sua flexibilidade e capacidade de resposta para qualificar produtores locais em conformidade com o modo como seus clientes se engajam com eles.

A estrutura do trabalho se divide em seis capítulos: introdução (1), referencial teórico (2), contextualização da indústria O&G (3), metodologia e apresentação de resultados (4), discussão de resultados (5), e conclusões (6).

No capítulo de referencial teórico, há uma revisão de duas interpretações rivais sobre os paradigmas da produção desintegrada global, que surgiram no final dos anos 1990 e início de 2000. A primeira aponta para características modulares em indústrias. Sua premissa é de que um design de produtos que pode ser decomposto em módulos independentes, mas interconectados, também pode ser produzido de forma modular, ou seja, com unidades de produção separadas, cada uma responsável por uma etapa do processo produtivo. Dessa maneira, em condições de haver modularização, era previsto que a cadeia de fornecimento se tornasse mais horizontal (com um número maior de empresas fabricando componentes compatíveis com o produto final), e que as relações se dariam em transações de mercado com plena concorrência (o cliente escolheria o fornecedor que oferecesse o melhor componente com o melhor preço).

Essa teoria tem algumas implicações: a primeira é que haveria uma separação rígida entre design e manufatura. Clientes fariam o design do produto, com uma interface padronizada, e somente passariam as especificações do produto para fornecedores, que então se encarregariam da fabricação. Haveria também uma hierarquia cristalizada na divisão do trabalho. Empresas líderes, a maioria em países desenvolvidos, com mão-de-obra qualificada,

ficariam responsáveis por atividades de alto valor agregado, delegando atividades de menor valor agregado e conhecimento para empresas de países em desenvolvimento, onde o custo de produção é mais baixo. Por último, a inovação ficaria restrita internamente às unidades de produção, que se especializariam cada vez mais no aprimoramento de seus módulos.

A segunda interpretação, baseada nas disciplinas manufatureiras de montadoras japonesas, e na adaptação dessas estratégias pelo setor automobilístico americano, enfatizava como mecanismos de questionamento rotineiro estimulavam a cooperação entre unidades de produção e ajudavam empresas a inovar e tornar seus produtos mais competitivos. Os principais desses ‘mecanismos pragmáticos’ observados eram: *benchmarking*, engenharia simultânea e sistemas de detecção e correção de erros. Nessas relações, o design era feito de forma conjunta e repetitiva. Segundo essa abordagem, em contextos de alta volatilidade e incerteza, formas de organização e práticas que privilegiassem o engajamento em colaborações e trocas comerciais constantes foram mais bem-sucedidas em desenvolver produtos com contínua inovação, elevação da qualidade e redução de custos.

Apesar de abordarem a desintegração sob ângulos diferentes, o que cabe como comparação entre os dois proeminentes esforços teóricos é justamente o grau de colaboração que cada modelo gera. Na modularização, a colaboração tende a ser mais baixa, principalmente por causa da separação entre design e manufatura, mas também pela forma como o design pode ser realizado dos dois lados de uma interface previamente estabelecida, com a decomposição de um equipamento em diversos componentes compatíveis entre si. Já em empresas que adotam mecanismos pragmáticos, a assistência substancial de fornecedores sobre aprimoramentos de processos e design melhora a cooperação e a transferência de conhecimento.

Depois, são comparadas diferentes literaturas quanto ao modo como descrevem arquiteturas de governança e relações entre empresas na economia manufatureira global, indicando pontos de convergência, sobreposição de termos e diferenças entre cada uma, sempre dentro de um enquadramento analítico que abrange dois tipos de relações na cadeia de fornecimento, sob a perspectiva da colaboração. Concluindo o capítulo, são examinadas evidências de processos de aprimoramento que diferem conforme as relações estabelecidas entre clientes e fornecedores, inclusive, demonstrando como etapas do processo de aprimoramento de produtores locais acompanham as diferentes fases de desenvolvimento da

cadeia de valor, nas quais empresas clientes mudam a forma como se relacionam com fornecedores locais.

No capítulo de contextualização da indústria O&G, é feita uma revisão de como funciona a cadeia produtiva que dá suporte às atividades de exploração e produção em águas profundas, como as que existem na Bacia de Campos, próxima à região norte fluminense. Essa revisão é útil para entender as possibilidades que surgem com a fabricação de equipamentos e prestação de serviços após um amplo e irrestrito movimento da indústria de óleo e gás em direção à produção desintegrada, quando as principais produtoras de petróleo passaram a diminuir suas estruturas organizacionais por uma série de motivos.

Assim como a discussão sobre arquiteturas de governança tratada no capítulo de referencial teórico, duas formas diferentes de contratação estavam sendo implementadas com a reestruturação da indústria O&G, e também estavam relacionadas ao debate sobre formas tradicionais de relacionamento *versus* colaboração. O trabalho avança no sentido de aproximar o universo de pesquisa, em que serão testadas as hipóteses sobre correlações entre aprimoramento e colaboração e migração para atividades de maior valor agregado, com a discussão teórica organizada no segundo capítulo. Por último, é examinada a importância da manutenção com a crescente fragmentação das empresas, diminuição de níveis de inventário e flexibilização da manufatura, especialmente para a indústria de óleo e gás, que tem intensificado seus altos parâmetros de confiabilidade, assim como indústrias ligadas a energia nuclear, aviação civil e engenharia aeroespacial, que devem executar suas tarefas extraordinariamente exigentes sem falhar (SABEL, 2006).

O capítulo de metodologia e apresentação de resultados trata primeiramente da amostra de empresas que fazem parte da cadeia produtiva O&G. Descreve o processo de definição da amostra, dos detalhes da pesquisa de campo, de técnicas metodológicas e da forma como o relatório de pesquisa foi estruturado. Também apresenta uma tabela com os cargos dos entrevistados, as empresas ou instituições que representavam, as datas das entrevistas e se houve visita à unidade fabril. A seção de apresentação de resultados é dividida em 3 subseções, segundo diferentes objetivos:

1. **O Arranjo Produtivo da Indústria de Óleo e Gás:** apresentar uma tipologia de empresas com parâmetros como porte, portfólio, design, competência e maquinário, e analisar quais empresas na indústria O&G representam cada tipo, e como elas compõem o

arranjo industrial no norte fluminense.

2. **Caracterização das Empresas Pesquisadas:** organizar as empresas da amostra, de acordo com a tipologia apresentada na subseção anterior e detalhar as informações coletadas nas entrevistas, que descrevem as operações das empresas, suas relações com fornecedores, suas atividades principais, se havia fabricação pontual ou contínua, se existia gestão de fornecedores locais, etc. Cumprir o objetivo específico de caracterizar as atividades manufatureiras da indústria O&G no norte fluminense.

3. **Variáveis e Correlação com Colaboração:** associar os parâmetros examinados na tipologia com o grau de colaboração identificado na análise do relatório de campo, atendendo ao objetivo específico de mapeamento da colaboração na indústria O&G e aprimoramento de produtos e processos de fornecedores.

O capítulo de discussão dos resultados é dividido em 4 seções, com o objetivo de analisar diferentes temas relativos à pesquisa de campo, ao referencial teórico e às hipóteses principais e auxiliares:

1. **Desenvolvimento nacional e local da indústria:** analisar a diversidade de fatores nacionais e locais que estimulam ou criam obstáculos para o desenvolvimento de um parque industrial robusto no norte fluminense, dando continuidade ao trabalho de Herrigel (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013; HERRIGEL, 2004), que demonstra que empresas instalam unidades fabris em países em desenvolvimento por inúmeras razões, não somente para criar uma plataforma de exportação utilizando mão-de-obra barata e transferindo atividades de menor valor agregado para diminuir custos com fabricação.

2. **Colaborações Pragmáticas e Modularidade na indústria O&G:** analisar as características gerais das relações de fornecimento identificadas na pesquisa de campo, e comparar com a discussão teórica sobre os paradigmas da produção desintegrada global abordados no segundo capítulo, quanto à modularidade ou integralidade de produtos e unidades de produção, bem como o nível de colaboração gerado por cada arquitetura organizacional.

3. **Colaboração, upgrade e outros benefícios:** analisar casos ilustrativos que comprovam a hipótese auxiliar de que processos de aprimoramento variam conforme a relação estabelecida entre empresas, e demonstrar como a colaboração foi um fator

importante para o aumento da capacidade produtiva das empresas que forneciam equipamentos *subsea*.

4. Possibilidades manufatureiras: migrando de manutenção para fabricação: analisar os resultados da pesquisa de campo que suportam a hipótese principal do trabalho, que trata da possibilidade, ainda que teórica, de prestadores de serviços de manutenção e reparo locais adquirirem maior competência em um ciclo virtuoso que envolve solução conjunta de problemas, confiança e aprimoramento, a ponto de estarem qualificados a participar de cadeias de fornecimento gerenciadas por fabricantes de equipamentos.

Concluído esse projeto, espera-se que seja possível contribuir com uma análise de *upgrade* que envolve o papel positivo das multinacionais na transferência de conhecimentos e estímulo ao aprimoramento; uma compreensão mais dinâmica das relações entre empresas e sua correlação com *upgrade*; a formulação de programas voltados às necessidades reais de empresas pequenas e médias, com propostas realistas que levem em conta a capacidade instalada da indústria local, e como essa oferta já existente pode ser utilizada para atividades de maior valor agregado e, conseqüentemente, maior participação do mercado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A DESINTEGRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Por muito tempo os modelos dominantes de organização econômica se restringiram a transações de mercado contratuais ou relações hierárquicas, com regras definidas pela precificação competitiva ou pela autoridade corporativa. Por isso, após a Segunda Guerra Mundial, a produção nos países mais industrializados permaneceu integrada verticalmente, até que as crises econômicas das décadas de 1970 e 1980 provocaram uma discussão sobre a necessidade de se buscar novas técnicas de organização, com maior flexibilidade, autonomia e qualificação (SABEL; ZEITLIN, 1985; HIRST; ZEITLIN, 1991; ZEITLIN, 2008).

Os primeiros trabalhos identificavam formas viáveis de organização industrial que contrariavam a lógica de desenvolvimento tecnológico a partir da produção em massa. Um dos mais notáveis foi o de Piore e Sabel (1984), *The Second Industrial Divide*. Baseados em exemplos de modelos de produção flexível organizados com sucesso por muito tempo, Piore e Sabel (1984) demonstraram que o capitalismo de produção em massa na Europa não surgiu como única forma de mecanização viável. Enquanto a hierarquia, especialização de papéis e controle ainda dominavam como exemplo de eficiência, já existiam outras possibilidades de se organizar processos, indústrias e empresas de forma competitiva. Os estudos sobre Alternativas Históricas (PIORE; SABEL, 1984; SABEL; ZEITLIN, 1985; HIRST; ZEITLIN, 1991) forneceram um caminho para que autores questionassem se organizações poderiam combinar inovação radical e contínua com a fabricação eficiente em larga escala, de modo a compensar as fraquezas da produção em massa dominante (BERGER, 2010).

Empresas de regiões industriais no século XIX² desenvolviam novas tecnologias sem se tornarem maiores, e grandes empresas com tecnologia sofisticada não concentravam a produção de bens padronizados. Até quando a concentração era mais eficiente em algumas fases da produção, redes de pequenas empresas podiam explorar economias de escala sem alterar o padrão existente. Ou seja, a produção artesanal não era uma atividade econômica tradicional, nem estava somente subordinada à produção em massa, como previa o dualismo

² Regiões como Baden-Wurtemberg, Emilia-Romagna, Lyon, Saint-Etienne, Solingen, Remscheid, Sheffield, Alsácia, e outras.

industrial³.

Essas economias regionais continuaram inovando, preservando sua estrutura de ofício e sua relação flexível com o mercado até que, após a Segunda Guerra Mundial, governos nacionais iniciaram campanhas de modernização, seguindo as tendências de desenvolvimento econômico (SABEL; ZEITLIN, 1985). Fusões e aquisições remodelaram a estrutura produtiva das regiões, enquanto em outros casos produtores perderam a competitividade ou foram atraídos pela produção em massa, sem terem sido direcionados pelo governo. Países competiam para elaborar tecnologias industriais adaptadas às particularidades de suas economias, distribuindo direitos econômicos, privilegiando ou penalizando grupos e atividades (SABEL; ZEITLIN, 1985). Foram essas as circunstâncias que favoreceram uma forma de mecanização sobre outra igualmente viável tecnologicamente.

Mas o dinamismo tecnológico tratado nos primeiros trabalhos em especialização flexível não se realizou da maneira como foi previsto. Com o tempo, a produção artesanal diminuiu no mundo inteiro, e os distritos industriais que serviram de exemplo inicialmente já não demonstravam as mesmas características identificadas, em termos de colaboração capital/trabalho (BERGER, 2010). Entretanto, organizações menores, mais especializadas e menos burocráticas demonstravam notável flexibilidade e inovação, enquanto sistemas hierárquicos e de mercado esgotavam mecanismos que regiam as relações entre firmas. A transformação da indústria pelas novas tecnologias de informação destruiu muitas das vantagens das rígidas estruturas hierárquicas de grandes corporações verticalmente integradas.

O rápido crescimento econômico japonês na década de 1970, e o melhor desempenho de suas empresas contra competidores americanos, geraram novas discussões sobre o modelo de organização industrial desintegrada (WOMACK *et al.*, 1990). Empresas americanas coordenavam a produção de dezenas de milhares de partes em centenas de componentes, integrando todo o sistema de produção em uma estrutura burocrática única. Na produção em massa, o dilema entre fazer ou comprar se restringia aos custos dessas transações, com fornecedores competindo em plena concorrência.

Enquanto isso, empresas como Toyota e Honda trabalhavam em harmonia com fornecedores para reduzir custos e melhorar a qualidade, independentemente da relação legal

³ O argumento do dualismo industrial era que máquinas de produção em massa não podiam ser produzidas em massa, fazendo com que uma forma de produção qualificada, quase artesanal, fosse inerente à lógica de produção em massa.

e formal que tivessem (WOMACK *et al.*, 1990). O termo produção enxuta foi dado segundo os atributos de desempenho do sistema montado por essas empresas, porque demandavam menor esforço para projetar e fazer; menos investimento por capacidade de produção; havia menos defeitos nos produtos; menos fornecedores com maiores habilidades; menor tempo de produção; menor inventário, entre outros (WOMACK; SHOOK, 2011). Na produção enxuta, fornecedores eram organizados em pisos, com responsabilidades diferentes. As montadoras passavam especificações de desempenho, mas não especificações de design; encorajavam fornecedores a conversar entre si para melhorarem o processo de design, investiam no grupo de fornecedores e os tornavam independentes (WOMACK *et al.*, 1990). A mudança no sistema de produção visava superar alguns problemas da produção em massa:

Organizações fornecedoras, trabalhando segundo os desenhos técnicos, tinham poucas oportunidades ou incentivos para sugerir melhorias no design de produção com base em sua própria experiência de fabricação. Como os funcionários da fábrica de montagem da produção em massa, eles foram orientados a manter a cabeça baixa e continuar trabalhando. Alternativamente, os fabricantes que ofereciam designs padronizados próprios, modificados para veículos específicos, não tinham nenhuma maneira prática de otimizar essas peças, porque praticamente não recebiam informações sobre o restante do veículo. As montadoras tratavam essas informações como proprietárias. E havia outras dificuldades. Organizar fornecedores em cadeias verticais e jogá-los uns contra os outros em busca do menor custo mais rápido, bloqueou o fluxo de informações horizontalmente entre os fornecedores, particularmente sobre os avanços nas técnicas de fabricação. A montadora poderia garantir que os produtores tivessem margens de lucro baixas, mas não que eles diminuíssem constantemente o custo de produção através de melhores inovações de organização e processo. O mesmo aconteceu com a qualidade. Como a montadora sabia muito pouco sobre suas próprias fábricas, se o fornecedor estava dentro da montadora ou era independente - era difícil melhorar a qualidade, a não ser estabelecendo um nível máximo de defeitos aceitáveis. Enquanto a maioria das empresas do setor mantivesse o mesmo nível de qualidade, era difícil elevar esse nível. Finalmente, havia o problema de coordenar o fluxo de componentes dentro do sistema de fornecimento diariamente. A inflexibilidade das ferramentas nas plantas fornecedoras (análoga à inflexibilidade das prensas nas fábricas de montagem) e a natureza errática das encomendas das montadoras, que tentavam responder à mudança da demanda do mercado, faziam com que os fabricantes construíssem grandes volumes de um tipo de peça antes de trocar para o próximo maquinário e manter grandes estoques de peças acabadas em um armazém, de modo que a montadora nunca tivesse motivo para reclamar (ou pior, cancelar um contrato) por causa de um atraso na entrega. O resultado foi o alto custo de estoque e a produção rotineira de milhares de peças que mais tarde foram consideradas defeituosas quando instaladas na fábrica de montagem (WOMACK *et al.*, 1990, p.59 / 60.

Tradução nossa)⁴.

Na produção enxuta existiam princípios parecidos com os da especialização flexível, embora uma cadeia de fornecimento colaborativa fosse diferente das pequenas unidades autônomas dos distritos industriais. Em *The Second Industrial Divide* (PIORE; SABEL, 1984), o uso de máquinas de uso geral e habilidades artesanais poderiam responder melhor aos mercados fragmentados e voláteis. A flexibilidade da comunidade artesanal demonstraria a coordenação informal e a capacidade inventiva da sociabilidade humana. Mas essa análise, segundo o próprio autor (SABEL, 2006), ignorava as características novas da condição atual, como a quantidade de procedimentos formais de rotina (e não a informalidade organizada, como se previa). Além disso, essas rotinas da nova organização buscavam por respostas além de domínios familiares⁵. Ao usar equipes de trabalhadores qualificados com máquinas automatizadas para produzir volumes de produtos em grandes variedades, a produção enxuta combinava vantagens da produção artesanal com a produção em massa, evitando o alto custo

⁴ Supplier organizations, working to blueprint, had little opportunity or incentive to suggest improvements in the production design based on their own manufacturing experience. Like employees in the mass production assembly plant, they were told in effect to keep their heads down and continue working. Alternatively, suppliers offering standardized designs of their own, modified to specific vehicles, had no practical way of optimizing these parts, because they were given practically no information about the rest of the vehicle. Assemblers treated this information as proprietary. And there were other difficulties. Organizing suppliers in vertical chains and playing them against each other in search of the lowest short-term cost blocked the flow of information horizontally between suppliers, particularly on advances in manufacturing techniques. The assembler might ensure that suppliers had low profit margins, but not that they steadily decreased the cost of production through improved organization and process innovations. The same was true of quality. Because the assembler really knew very little about its suppliers' manufacturing techniques, whether the supplier in question was inside the assembler firm or independent - it was hard to improve quality except by establishing a maximum acceptable level of defects. As long as most firms in the industry produced to about the same level of quality, it was difficult to raise that level. Finally, there was the problem of coordinating the flow of parts within the supply system on a day-to-day basis. The inflexibility of tools in supplier plants (analogous to the inflexibility of the stamping presses in the assembler plants) and the erratic nature of orders from assemblers responding to shifting market demand caused suppliers to build large volumes of one type of part before changing over machinery to the next and to maintain large stocks of finished parts in a warehouse so that the assembler would never have cause to complain (or worse, to cancel a contract) because of a delay in delivery. The result was high inventory costs and the routine production of thousands of parts that were later found to be defective when installed at the assembly plant (WOMACK *et al.*, 1990, p.59/60).

⁵ Montadoras de automóveis que fazem simulações de engenharia de possíveis resultados, teste de mercado para recursos potencialmente valiosos e reação dos consumidores. Depois, avaliam os resultados e dividem equipes provisoriamente para desempenharem subtarefas - o design de um motor, ou sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado - e escolhe uma equipe especialista de dentro ou de fora da empresa-mãe para realizar as especificações iniciais. Métodos de engenharia simultânea ou concorrente, em que unidades de manufatura interagem entre si. Por exemplo, Organizações de Alta Confiabilidade, como as ligadas à energia nuclear, aviação civil, plataformas de voo em embarcação, lançamento e recuperação de ônibus espaciais, ou bombeiros, que devem executar suas tarefas extraordinariamente exigentes sem falhar. Buscam identificar possíveis acidentes e eliminar as fontes de perigo redesenhando suas organizações. E também Serviços Públicos Novos que são organizados para desempenhar uma única tarefa complexa. Como em escolas, que ninguém sabe exatamente qual a melhor fórmula para produzir o resultado desejado. Por isso, criam condições para generalizarem os métodos com maior sucesso dos professores (SABEL, 2006).

da produção artesanal e a rigidez da produção em massa.

No caso das montadoras japonesas e seus fornecedores, por exemplo, buscava-se eliminar o risco de manter inventários. Mas produzir sem inventário colocava pressão sobre a operação e a logística, por isso era preciso haver sincronização para que cada peça fosse produzida a tempo para ser montada. Um problema que exigisse substituição parava o processo até que outra peça fosse feita. Converter produtos em outros rapidamente demandava extrema flexibilidade. Logo, cada fraqueza precisava ser identificada para não haver gargalos na produção, e a informação precisava fluir das pessoas em melhor posição para descobrir o que precisava ser feito, frequentemente os operadores de máquinas (SABEL, 1993).

Desse modelo, surgiram disciplinas manufatureiras inovadoras, como trocas rápidas de matrizes, manutenção preventiva em operações diárias, treinamento de funcionários para qualificá-los para uso de diferentes máquinas, sistemas de inventário *just-in-time*, formalização e extensão da autonomia de unidades de produção, com controle conjunto entre grupos de operadores (com suas próprias engenharias industriais e logísticas), descentralização da responsabilidade, círculos de qualidade e equipes de trabalho (SABEL, 1993). Era como se os produtores estivessem em um supermercado de componentes que eles mesmos organizavam.

A descoberta da vitalidade da produção descentralizada e de escalas menores fez com que empresas passassem a acompanhar essa tendência para a desintegração vertical com o tempo. Empresas reduziam radicalmente a quantidade de bens que produziam e criavam, para distribuir suas atividades entre fornecedores. Com isso, passavam a se concentrar em funções particulares e aspectos do processo manufatureiro nos quais mantinham vantagens competitivas ou conhecimentos difíceis de replicar, enquanto em outras áreas não essenciais, fornecedores poderiam contribuir com componentes importantes, sistemas e outros aspectos de desenvolvimento de produtos.

Colaboração entre unidades de produção se provaram uma vantagem competitiva. Produtores se beneficiavam do conhecimento de especialistas sobre o mercado e tecnologias. Também não carregavam os custos com mão-de-obra e equipamento para produzir esse *know-how*. Os papéis provisórios e revisáveis substituíram os rígidos especialistas e o conhecimento compartilhado coletivamente substituiu o controle hierárquico e a fragmentação (HERRIGEL,

2010). Essas novas organizações puderam ser construídas em arranjos bem diferentes: de países ricos, se difundiu rapidamente para países em desenvolvimento e economias em transição; de culturas de reciprocidade e confiança, até culturas individualistas (SABEL, 2006).

A crescente integração dos mercados mundiais trouxe consigo uma desintegração do processo de produção, no qual as atividades de fabricação ou serviços feitos no exterior são combinados com aqueles realizados no país de origem. As empresas estão agora achando lucrativo terceirizar quantidades crescentes do processo de produção, um processo que pode acontecer tanto no país quanto no exterior. Isso representa um colapso no modo de produção verticalmente integrado - a chamada produção "fordista", exemplificada pela indústria automobilística na qual a manufatura americana foi construída (FEENSTRA, 1998, p. 31. Tradução nossa)⁶.

Embora a desintegração vertical e a regionalização ocorressem antes da globalização extensiva da produção (HERRIGEL; ZEITLIN, 2010), esse processo foi acelerado e intensificado pela integração da economia internacional, com a diminuição nos custos de transporte e comunicação. Com o tempo, as cadeias de valor foram se tornando cada vez mais dispersas espacialmente. Empresas passaram a manter relações comerciais com outras empresas no mundo e dentro de seus países. A tendência global à produção desintegrada afetou significativamente as estratégias regionais e de empresas, em países em desenvolvimento e desenvolvidos. Aumentou não só a quantidade de oportunidades para empresas fornecedoras e outros especialistas como também suas responsabilidades: prover *know-how*; ter as mais altas qualificações; aumentar a variedade de serviços; e diminuir os custos de produção (HERRIGEL, 2010).

2.2 RELAÇÕES ENTRE EMPRESAS NA ECONOMIA MANUFATUREIRA GLOBAL

As definições de relações entre empresas aqui apresentadas expressam duas formas muito diferentes de se pensar a organização de uma cadeia de fornecimento, sob a perspectiva da colaboração. O nível de colaboração indica a extensão da troca de conhecimento e

⁶ The rising integration of world markets has brought with it a disintegration of the production process, in which manufacturing or services activities done abroad are combined with those performed at home. Companies are now finding it profitable to outsource increasing amounts of the production process, a process which can happen either domestically or abroad. This represents a breakdown in the vertically-integrated mode of production - the so-called "Fordist" production, exemplified by the automobile industry on which American manufacturing was built (FEENSTRA, 1998, p. 31)

aprendizado relacionada ao escopo da parceria, bem como as responsabilidades que são delegadas. Assim, é possível distinguir duas relações, em que uma a colaboração seja plena ou significativa, e outra em que a colaboração seja errática ou mínima. Ambos os tipos⁷ remontam a abordagem de ‘voz’ e ‘saída’ (HIRSCHMAN, 1970), posteriormente aplicada sobre modelos de governança de cadeias de fornecimento (HELPER, 1991; SAKO, 1992; HELPER; SAKO, 1995). Essa abordagem previa duas respostas apropriadas à percepção de deterioração do desempenho, distinguindo o comportamento comprometido do descomprometido.

Modos de troca baseados em gerenciamento em ‘voz’ e ‘saída’, no caso das relações entre empresas, indicavam se um fornecedor era submetido a uma relação exclusiva de concorrência e pressão, ou se era incluído em uma relação colaborativa e cooperativa. O gerenciamento por ‘voz’ se baseava nos relacionamentos de longo prazo, mais fechados para novos concorrentes, design controlado por clientes e fornecedores, maior igualdade, normas em vez de contratos e procedimentos tácitos em vez de codificados. O gerenciamento por ‘saída’ se baseava no princípio de plena concorrência, abertura para novos fornecedores, seleção competitiva, simplificação de design, contratos e procedimentos codificados.

Tomando como exemplo a indústria automotiva americana para explicar o gerenciamento por ‘saída’, clientes estabeleciam um grande conjunto de fornecedores potenciais sob contratos de curto prazo, terceirizando simples tarefas, padronizando especificações e fazendo licitação de procedimentos com aqueles que ofereciam os menores preços. Assim, conseguiam maximizar seus lucros e facilitar a mobilidade de suas relações com fornecedores. Essas práticas, entretanto, resultaram em ineficiência e baixa qualidade, que ficaram evidentes com a entrada no mercado norte-americano de produtos de montadoras japonesas, e posteriormente com o estabelecimento de suas próprias plantas de operação no país, desenvolvendo relações de produção enxuta, gerenciadas por ‘voz’ (MacDUFFIE; HELPER, 2006).

Como será analisado ao longo do trabalho, esses conceitos são consistentes com outros apresentados em diversos trabalhos sobre governança de cadeias de fornecimento e desenvolvimento de produtos: Fornecedores Duráveis de Mercado ou Parceiros Estratégicos (DYER; CHO; CHU, 1998), Relação Quase Hierárquica ou Em Rede (HUMPHREY;

⁷ Exceto as de mercado ou hierarquia, que são modos radicais de relação em que a possibilidade de colaboração não é relevante

SCHMITZ, 2000), Relação Sem Confiança ou Com Confiança (MACDUFFIE; HELPER, 2006), Governança Modular ou Relacional (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005), Contratos por Manufatura ou Relacionais (HERRIGEL; WITTKE, 2005). As terminologias podem gerar certa confusão, até porque partem de literaturas diferentes, mas todas visam responder às mesmas questões sobre cooperação e colaboração vs. custos e preços; e relações mutualmente benéficas vs. somente transferência de riscos para fornecedores.

A revisão proposta por Herrigel (2004) serve de orientação para discutir as duas formas opostas de relações entre empresas. O autor apresenta dois proeminentes esforços teóricos para identificar as características gerais da produção no contexto da desintegração vertical: a abordagem da Modularidade e a abordagem das Colaborações Pragmáticas⁸. Cada uma é caracterizada de acordo com suas divergências sobre a reintegração ou afastamento entre concepção e execução, e, conseqüentemente, sobre as relações entre cliente e fornecedor.

‘Fordismo’, a ‘empresa tradicional’, o ‘modelo de produção em massa’, etc. são tipicamente considerados como formas de práticas históricas que dominaram a produção durante os anos de grande desenvolvimento após a Segunda Guerra Mundial. Desde a metade dos anos 1970, esse velho sistema está em crise e a sensação é que em um determinado momento uma nova forma de prática dominante tomará seu lugar. Houveram muitos modelos candidatos sugeridos pela literatura, muitos dos quais foram abandonados ou modificados a ponto de se tornarem irreconhecíveis ou serem simplesmente desmentidos pelos eventos: especialização flexível, produção de qualidade diversificada, novos conceitos de produção, racionalização sistemática, produção enxuta, wintelismo, a empresa em rede, acumulação flexível, pós-fordismo, etc. Na discussão contemporânea da desintegração vertical no setor manufatureiro, existem dois proeminentes e competidores modelos de “novo paradigma da produção” que ganharam muita atenção: o modelo da Modularidade/Manufatura por Contrato de Timothy Sturgeon, Richard Florida, Charles Fine, e outros (Fine 1998; Sturgeon and Florida 2001; Sturgeon 2002; Sturgeon and Lester 2002) e o modelo das “Colaborações Pragmáticas” e Aprendendo por Monitoramento, desenvolvido por Charles Sabel e seus colaboradores (Sabel 1994; Helper et al. 2000; Whitford and Zeitlin this issue) (HERRIGEL, 2004, p. 47. Tradução nossa. Grifos nossos)⁹.

⁸ Uma comparação parecida também foi feita por Sabel e Zeitlin (2004).

⁹ ‘Fordism’, the ‘standard firm’, the ‘mass production model’, etc. are typically held to have been historical forms of practice that dominated production during the great boom years after World War II. Since roughly the mid-1970s, this old system has been in crisis and the feeling is that at some point a new dominant form of practice will take the old system’s place. There have been many candidate models suggested by the literature, many of which have since been either abandoned or modified beyond recognition or simply overtaken by events: Flexible Specialization, Diversified Quality Production, New Production Concepts, Systematic Rationalization, Lean Production, Wintelism, the Networked Firm, Flexible Accumulation, Post-Fordism, etc. In the contemporary discussion of vertical disintegration in the manufacturing sector, there are two prominent and competing models of the “new production paradigm” that have garnered a lot of attention: the **Modularity/Contract Manufacturing model** of Timothy Sturgeon, Richard Florida, Charles Fine, and others (Fine 1998; Sturgeon and Florida 2001; Sturgeon 2002; Sturgeon and Lester 2002) and the model of “**Pragmatic Collaboration**” and **Learning by Monitoring** developed by Charles Sabel and his collaborators (Sabel 1994; Helper et al. 2000; Whitford and Zeitlin this issue) (HERRIGEL, 2004, p. 47. Grifos nossos).

A abordagem Modular era uma forma de explicar as mudanças técnicas e as instituições econômicas no contexto da desintegração da produção, enfatizando a decomposição de produtos e organizações em subsistemas ou módulos com interface padronizada, que teriam permitido a especialização e dispersão geográfica do processo produtivo. A abordagem das Colaborações Pragmáticas identifica disciplinas manufatureiras que geram maior participação de fornecedores e estimulam a colaboração, constituídas por processos de questionamento conjunto sobre práticas rotineiras, como *benchmarking*, engenharia simultânea e detecção e correção de erros.

Ainda que Herrigel (2004) e Sabel e Zeitlin (2004) considerem os dois modelos em um contexto de disputa entre duas interpretações rivais, as abordagens das Colaborações Pragmáticas e da Modularidade dialogam pouco entre si, porque analisam as relações entre empresas sob ângulos diferentes. Enquanto a literatura sobre Modularidade tenta fazer um retrato das estruturas de organização em cadeias de fornecimento, e seus desdobramentos na concentração de fornecedores e hierarquização da divisão do trabalho, a literatura sobre Colaborações Pragmáticas fala de mecanismos que estimulam a troca de conhecimento, aumentam a recompensa da cooperação e reduzem os comportamentos oportunistas.

O que há entre uma abordagem e outra, e torna possível a comparação, é precisamente o grau de colaboração que cada arquitetura gera. Onde a modularização é possível, o co-design é desnecessário. Quando há uma definição dos *inputs* e *outputs*, o design pode ocorrer dos dois lados dessa interface sem colaborações subsequentes. Já em empresas que adotam mecanismos pragmáticos, a assistência substancial de fornecedores sobre aprimoramentos de processos e design melhora a cooperação e a transferência de conhecimento.

Existe uma certa confusão acerca do conceito de modularidade, que pode ser usado para se referir a diferentes dimensões de arquitetura de produtos, cadeias de valor ou organizações, de forma simultânea ou separada (MACDUFFIE, 2007). A confusão também se estende à forma ambígua como autores trabalham com o termo, e o que os críticos dessa literatura afirmam que eles falam, algumas vezes com uma simplificação exagerada¹⁰. Portanto, agrupar todos os trabalhos sobre modularidade de forma homogênea pode ser problemático. A opção

¹⁰ Langlois (2004), por exemplo, afirma que decisões centralizadas de design e fornecimento sem autoridade não correspondem a uma relação modular, e que os fabricantes dão aos seus fornecedores especificações de interface e os encorajam a fazer o design como desejarem. Isso contraria, por exemplo, os críticos da modularidade que afirmam se tratar de uma clara separação entre design e manufatura, e demonstra como cada trabalho tem suas peculiaridades.

mais segura é abordar a modularidade através de seu princípio mais básico: a decomposição de um sistema em elementos interconectados, mas independentes.

A partir desse princípio, a ênfase pode ser dada à modularização no design de um produto, com cada componente ligado ao seu elemento funcional, sem necessidade de complementação de outros componentes (ULRICH, 1995); à modularização da estrutura das cadeias de fornecimento, seja por determinação dos próprios princípios de decomposição do design flexível do produto (SANCHEZ; MAHONEY, 1996) ou na medida em que as empresas escolhem quais atividades delegar a seus fornecedores através da coordenação padronizada e inovação independente (MACDUFFIE, 2013); à modularização de diferentes organizações, agindo separadas umas das outras, com um mesmo fim. ¹¹Trabalhos anteriores sobre modularidade poderiam ser caracterizados de acordo com as dimensões de arquitetura tratadas, como produto e organização (SAKO, 2005), produto e cadeia de valor (FINE, 1998), e cadeia de valor e organizações (GEREFI, HUMPHREY, STURGEON, 2005; SAKO, 2009).

No contexto da produção verticalmente desintegrada, a modularização significa a separação da propriedade e o controle sobre fases distintas da produção. Empresas se tornam unidades de um grande sistema, estruturalmente independentes umas das outras, mas trabalhando conjuntamente (BALDWIN; CLARK, 2000). A opção pela modularidade permite desmontar “grandes empresas verticalmente integradas em redes de empresas autônomas, cada uma fornecendo e produzindo componentes que seriam combinados por outras empresas em uma vasta e rápida mudança de produtos finais” (BERGER, 2010, p. 13. Tradução nossa¹²).

Existem trabalhos que se dedicam a apresentar evidências de que haja uma tendência à modularização nos designs de produtos e na organização da cadeia de fornecimento. De acordo com esses trabalhos, a modularização é a razão para o fenômeno da desintegração vertical e especialização, com evidências em setores como o farmacêutico, de eletrônicos, semicondutores e automóveis (LANGLOIS, 2003); que redes de produção vem se organizando em módulos firmemente integrados, em que novos *players* assumem protagonismo, como grandes fornecedores com alta capacidade e independência

¹¹ Revisão e caracterização das referências bibliográficas por MacDuffie (2007)

¹² This would make it possible to disassemble large vertically-integrated companies into networks of autonomous firms, each supplying and producing components that would be combined by yet other firms into a vast and rapidly-changing array of final products (BERGER, 2010, p. 13).

(STURGEON, 2002); e que formas de design modulares vem sendo implementadas em produtos como aviões, automóveis, eletrônicos de consumo, computadores pessoais, eletrodomésticos, softwares, etc (SANCHEZ; MAHONEY, 1996).

Mas também existem esforços teóricos que partem de uma ideia quase intuitiva de que a modularização seja uma forma de gerenciamento e design superiores, e são determinados a explicar os motivos pelos quais a modularidade deveria ser perseguida, apesar dos obstáculos práticos para sua implementação. Essa seria uma abordagem mais normativa do tema. Em condições de haver modularização¹³, a cadeia de fornecimento se torna mais horizontal, ou seja, com maior participação de fornecedores, que poderiam prover componentes padronizados e compatíveis com os produtos de seus clientes (FINE, 2000); o volume de informação necessária para coordenação é reduzido, permitindo que gerentes possam se dedicar mais a objetivos amplos e de longo-prazo de seus produtos, do que monitorando, resolvendo problemas e intervindo (SANCHEZ; COLLINS, 2001); indústrias passam por processos de fragmentação, em que pequenas empresas eventualmente não precisariam mais se comunicar e cooperar com os líderes da indústria que estabelecem os parâmetros, podendo operar de forma independente (GALVIN; MORTEL, 2001); é mais fácil para o produto ter mudanças funcionais sem alterar o conjunto, ter menos custos, ser montado em diferentes combinações para ter mais variedades e padronizado na linha de produção (ULRICH, 1995).

Essa diferença precisa ser destacada, porque nem todos que contrariam a ideia de que esteja havendo uma convergência da indústria em direção à modularidade, ou que ela seja um estágio final da evolução tecnológica (argumentos positivos), acreditam que a indústria não deveria adotar a modularização (argumentos normativos). Ernst (2005), por exemplo, identifica que a modularidade não é um processo natural, e que, quando tecnologias mudam abrupta e imprevisivelmente, é necessário um alto grau de coordenação. Porém, o autor aborda as fraquezas da teoria para entender “quais forças podem restringir a convergência da modularidade técnica, organizacional e de mercado, e identificar possíveis respostas

¹³ Condições para modularidade querem dizer que um componente pode desempenhar a mesma função em diferentes sistemas, e que diferentes componentes podem desempenhar a mesma função em um sistema: “In HDDs, for example, if a read—write head (itself a complex system, including the head, the air bearing to fly the head, the arm to support the head, and so on) can be used with multiple discs, and if multiple heads can be used with a given disk, then this interchangeability means that modularity exists in the design of a disc drive” (CHESBROUGH, 2005, p. 179).

gerenciais” (ERNST, 2005, p. 309. Tradução nossa¹⁴). Chesbrough (2003), também apresenta uma teoria dinâmica da modularidade, em que aponta limites da teoria, como seu aspecto tecnologicamente determinístico e as barreiras que gera para inovação, embora mantenha que a modularidade possa ser um catalisador de inovação dentro da indústria e de progresso de estruturas integradas verticalmente a organizadas horizontalmente.

A abordagem das Colaborações Pragmáticas é uma literatura revisionista, crítica à modularidade não só quanto às evidências de que haja uma convergência para esse modelo de organização, mas também de que ele deveria ser implementado. Aproveita as críticas e os limites apontados por proponentes da modularidade, como o número reduzido de contratos por manufatura (STURGEON, 2002), e a dificuldade em desenvolver projetos inovadores sem contínua remodelarização (LANGLOIS, 2003), e acrescenta: (1) que a arquitetura de produtos se provou resistente a esforços de modularização, mantendo um alto nível de integralidade, especialmente para assegurar a interação entre componentes, subsistemas e funções gerais no produto (MACDUFFIE; HELPER, 2006; HERRIGEL, 2004; SABEL; ZEITLIN, 2004); (2) que a porcentagem de produtos com características genuinamente modulares é baixa, além da capacidade técnica de empresas desenvolverem arquiteturas modulares ser extremamente limitada (HERRIGEL; ZEITLIN, 2010); (3) que nem a horizontalização nem o acúmulo de fornecedores únicos e independentes acontecia da maneira prevista, porque empresas ainda mantinham parte da manufatura *in-house* para preservar seus conhecimentos sobre questões de produção; selecionavam fabricantes que já estivessem participando de suas equipes de produção para otimizar processos de aprendizado; e não se restringiam a um parceiro comercial, por não esperar que algum fornecedor, por maior que seja, possua a capacidade para dominar todo o conhecimento e tecnologia para produzir os inúmeros componentes e sub-conjuntos de forma competitiva (HERRIGEL, 2004).

Além disso, afirma que a modularização é uma estratégia auto-limitante em tempos em que todos os designs de produtos bem sucedidos estão vulneráveis às mudanças constantes da nova economia e aos desafios de novas alternativas (SABEL; ZEITLIN, 2004). No mundo atual, onde a inovação de rivais pode desvalorizar completamente a capacidade central de

¹⁴ These weaknesses need to be addressed to understand what forces might constrain the convergence of technical, organizational and market modularity, and to identify possible management responses (ERNST, 2005, p. 309).

fornecedores, a estratégia mais robusta é acabar com a diferença entre organizar o sistema de produção e repará-lo ou substituí-lo em casos de interrupção (SABEL, 2006).

Por isso, em vez de modularidade na arquitetura de produtos, são enfatizados os processos de co-design repetitivos entre fornecedores e clientes (conhecidos como métodos de produção japoneses), em que “conjuntos complexos são analisados provisoriamente em partes, cujo desenvolvimento posterior, em seguida, sugere modificações no projeto geral inicial, que são então analisadas provisoriamente novamente, e assim por diante” (SABEL; ZEITLIN, 2004, p. 395. Tradução nossa¹⁵). As Colaborações Pragmáticas são relações entre empresas constituídas por mecanismos que sistematicamente questionam as rotinas e provocam dúvidas: *benchmarking*, engenharia simultânea e sistemas de detecção e correção de erros (HELPER *et al.*, 2000).

Trata-se de um processo de questionamento conjunto e disciplinado: *benchmarking* é um questionamento da conveniência de métodos atuais e exploração de possibilidades encontradas; a engenharia simultânea é um questionamento dos objetivos iniciais de design, com alterações, avaliações e refinamento em cada sub-unidade responsável por fabricar componentes; o sistema de detecção e correção de erros é um ajuste contínuo do design, com questionamento das fraquezas no design ou processo de produção que não foram examinadas na engenharia simultânea (HELPER *et al.*, 2000). Segundo Zeitlin (2003), essas práticas oferecem melhores respostas a períodos de incertezas e volatilidade, porque se baseiam em reavaliações provisórias de práticas existentes, sem minar seu uso nas atividades diárias ou paralisar atores em um estado de constante dúvida.

As rotinas organizacionais definem métodos para escolher provisoriamente, designs iniciais e configurações de produção, e revisá-los à luz de uma análise posterior e experiência operacional. Os colaboradores são recompensados por atingir metas abrangentes de acordo com padrões definidos como parte do processo pelo qual as próprias metas são estabelecidas. A obediência à regra implica - paradoxalmente, dada a antiga compreensão de cumprimento - a obrigação de propor uma nova regra

¹⁵ Typically, too, lead firms do not break products down into fixed modules defined by a one-to-one mapping between a function and the physical devices that embody it, but instead engage in a process of iterated co-design with component suppliers, in which complex wholes are provisionally parsed into parts whose subsequent development then suggests modifications of the initial overall design, which are then provisionally parsed again, and so on (SABEL; ZEITLIN, 2004, p. 395).

quando a atual perde seu propósito (SABEL, 2006, p. 108. Tradução nossa)¹⁶.

Em vez da horizontalidade da governança modular, em que a produção descentralizada de componentes é comercializada através da plena concorrência (STURGEON, 2002), e a inovação procede independentemente dentro dos módulos, sem necessidade de coordenação (LANGLOIS, 2002), os trabalhos sobre disciplinas pragmáticas enfatizam iniciativas geridas hierarquicamente (ZEITLIN, 2003), que estimulam clientes e fornecedores a atuarem mais próximos uns dos outros, e fazem com que a inovação perpasse o sistema de produção, extrapolando as fronteiras das empresas.

Em alguns casos, podem ir tão longe a ponto de questionar se a modularidade é possível, da forma como é abordada na literatura (SABEL, 2006). Ou seja, não contestam só a modularização como uma estratégia superior, ou um novo paradigma da produção no contexto da desverticalização, mas se ela pode ser sustentada conceitualmente. Segundo Sabel (2004, p. 83), a modularização, “por definição é impossível”, e que ela não tem lugar na abordagem das Colaborações Pragmáticas sobre o co-design como razão e também parte da separação entre concepção e execução de produtos. O autor admite usar o termo “modularidade”, mas para se referir à “análise provisória de conjuntos complexos” (SABEL, 2004, p. 83), ou “partição” (SABEL, 2006, p. 126). Essa diferença entre ‘pedaços’ (da partição) e módulos diz respeito justamente ao co-design repetitivo, que é difundido pelos mecanismos de questionamento rotineiro abordados pela Colaboração Pragmática.

Segundo Sabel (2006), a modularização significa que, assim que a distinção inicial do produto é estabelecida, ela se torna a base para as distinções seguintes. É considerada uma grave falha no design que subdivisões forcem alterações nos designs estabelecidos pelas divisões mais altas. O objetivo da partição no co-design repetitivo é analisar as possibilidades de reconfiguração de um produto a partir do ponto de vista de cada peça, e a revisão não é considerada uma falha, mas um resultado desejável e esperado.

O que é chamado de "módulo" poderia ser mais precisamente descrito como um pedaço de componentes fisicamente próximos que poderiam ser submontados independentemente do resto do veículo, testados para funcionalidade após a

¹⁶ The organizational routines define methods for choosing provisional, initial designs and production set-ups, and revising them in the light of further review and operating experience. Collaborators are rewarded for achieving broad goals according to standards defined as part of the process by which the goals themselves are set. Rule following entails— paradoxically, given the older understanding of compliance—the obligation to propose a new rule when the current one arguably defeats its purpose (SABEL, 2006, p. 108).

submontagem e depois instalados na linha de montagem final em uma única etapa. Isso viola a definição formal de 'modularidade' de várias maneiras: mais de uma função é mapeada para o 'pedaço', não há definição padrão das funções desempenhadas por um módulo (certamente não dentro da indústria, mas geralmente nem mesmo entre modelos projetados pela mesma montadora), e não há uma interface padronizada que permita a conectividade intercambiável de módulos (MACDUFFIE; HELPER, 2006, p. 426. Tradução nossa).¹⁷

Por isso, a abordagem das Colaborações Pragmáticas dedica maior atenção aos elementos de integralidade em estruturas que, vistas de cima para baixo, pareçam modulares. Mesmo em arquiteturas dessa natureza, Sabel (2004; 2006) observava um agrupamento de tarefas rotineiramente corrigíveis e, portanto, não modulares. Para o autor, todas as organizações em rede deliberadamente inovativas apresentavam mecanismos pragmáticos para produzir bens e serviços: *benchmarking*, escolhas provisórias e revisáveis de design, objetivos gerais mudados por práticas de engenharia simultânea e métodos de detecção e correção de erros (SABEL, 2006).

Ao analisar a estrutura de organização de baixo para cima, seria possível identificar os processos de produção especializada em que fornecedores se engajam para atender seus contratantes - e esses processos ocorrem seguidamente, dos fabricantes de componentes para os fabricantes de sistemas, e dos fabricantes de sistemas para os clientes finais.

Essa é também a razão de críticas que foram dirigidas à abordagem. Por tratar a descentralização colaborativa como um conceito unitário de lógica competitiva na indústria contemporânea, em oposição somente à integração vertical, Herrigel (2004) afirma que os trabalhos sobre Colaborações Pragmáticas acabam não admitindo outras estratégias observáveis e formas de governança que envolvem pouca ou nenhuma colaboração, e tratam exemplos de comportamentos não colaborativos como um conjunto de incompetência organizacional, em vez de uma estratégia sistemática.

Até já foram observadas ocasiões em que empresas abandonaram mecanismos pragmáticos que estimulam a colaboração, como fizeram as montadoras de automóveis americanas nos anos 1950, 1960, 1970 (HELPER *et al.*, 2000). Para Sabel (2004), desequilíbrios de poder e concorrência baseada em preços não são a causa de instabilidades

¹⁷ What is called a 'module' could be more accurately described as a chunk of physically proximate components that could be subassembled independently from the rest of the vehicle, tested for functionality after subassembly, and then installed on the final assembly line in a single step. This violates formal definition of 'modularity' in multiple ways: more than one function is mapped to the 'chunk,' there is no standard definition of the functions performed by a module (certainly not within the industry, but usually not even across models designed by the same automaker), and there is no standardized interface allowing interchangeable connectivity of modules (MACDUFFIE; HELPER, 2006, p. 426).

no comportamento de fornecedores, e, sim, fatores de complicação para a solução de problemas de coordenação em co-designs repetitivos (SABEL, 2004).

Neste sentido, é importante destacar o trabalho de Whitford e Zeitlin (2004), que, apesar de convencidos da proposta normativa da visão das Colaborações Pragmáticas, contestam o alcance de sua realização na indústria, especialmente no contexto americano dominado por relações de plena concorrência e subcontratação por capacidade. Na manufatura de bens de capitais de volumes médios, práticas oportunistas podem surgir não só por esforços deliberados de clientes para explorar a base de fornecimento, mas também por obstáculos organizacionais internos.

Apesar de constatarem uma transição parcial para relações entre empresas mais colaborativas, os autores também apresentaram evidências de fraquezas na base de fornecimento e conflitos dentro da organização da produção que subvertiam os esforços para cooperação. Com isso, muitos fornecedores pequenos e médios se tornavam vulneráveis ao mercado, sofrendo pressões de diminuição de custos ou se responsabilizando por serviços adicionais sem remuneração adequada.

Esses problemas não devem ser vistos como disfunções organizacionais aleatórias obstruindo o caminho para um modelo outrora atraente e acessível, mas sim como bloqueios relacionais sistêmicos que não podem ser facilmente superados sem a assistência de atores e instituições externas às próprias firmas. Por isso, não surpreende que as autoridades públicas em vários níveis territoriais estejam experimentando soluções institucionais destinadas a facilitar a transição para um regime de produção mais descentralizado (WHITFORD; ZEITLIN, 2004, p. 32. Tradução nossa).¹⁸

MacDuffie e Helper (2006) também argumentam que a colaboração se tornou inevitável, por causa da persistência da integralidade. Mas, apesar da convergência em tarefas de design e manufatura, no nível de governança (seleção de fornecedores e tipos de contratos) algumas relações permaneciam conflitantes e sem confiança. Para conciliar esse modo de relação, também visto como viável, com a realidade do co-design repetitivo através da cadeia de fornecimento, os autores propuseram dois tipos de colaboração com variações substanciais, que assumissem formas parecidas com os modos de troca baseados em ‘voz’ e ‘saída’:

¹⁸ These problems should not be viewed as random organizational dysfunctions obstructing the path to an otherwise attractive and attainable model, but rather as systemic relational blockages that cannot easily be overcome without assistance from actors and institutions external to the firms themselves. Hence it is not surprising that public authorities at various territorial levels are experimenting with institutional solutions intended to ease the transition to a more decentralized production regime” (WHITFORD; ZEITLIN, 2004, p. 32).

relações com confiança e sem confiança.

Os dois tipos têm em comum a forma de um híbrido colaborativo, com maior capacidade para colaborações e processos de gerenciamento interdependentes, como os modos de troca em ‘voz’, mas com maior pressão competitiva entre fornecedores, como os gerenciamentos em ‘saída’. O que os diferencia é que um é conflitante, a curto prazo e baseado na concorrência, e o outro é de longo prazo e relacional:

Algumas empresas estão preferindo uma dependência maior em mecanismos de mercado para manter a pressão sobre os preços de seus fornecedores, enquanto outras estão optando por buscar um pequeno número de relacionamentos de longo prazo, dentro dos quais várias questões são resolvidas (MACDUFFIE; HELPER, 2006, p. 432. Tradução nossa).¹⁹

O legado dos estudos sobre ‘voz’ e ‘saída’ em cadeias de fornecimento contribuem ainda por oferecer a segunda opção, tratada pela literatura das Colaborações Pragmáticas como uma ‘disfunção organizacional’: admitem a possibilidade, reivindicada por Herrigel (2004) e Whitford e Zeitlin (2004), de se abordar uma relação não-colaborativa como estratégia corporativa dos Fabricantes de Equipamentos Originais (OEM²⁰). O próprio Herrigel (2004) aponta para a possibilidade de um meio termo entre as duas lógicas ser sistematicamente estruturado, por causa da estratégia de empresas, que se engajam em diferentes relações com cada um de seus fornecedores, e evitam soluções únicas. Contratações relacionais estáveis são possíveis, mas é difícil identificar condições onde relações entre fornecedores e clientes possam ser caracterizadas por integração total da produção e capacidade de desenvolvimento em múltiplas contratos por todo o tempo (HERRIGEL, 2010).

A razão de não haver convergência entre as abordagens, segundo Herrigel (2004), é que atores econômicos evitam decisões definitivas sobre como organizar sua cadeia de fornecimento. A tendência para desintegração vertical não produziu uniformidade em práticas de OEMs através das indústrias, ou mesmo dentro de próprias empresas ou plantas. Empresas podem manter sua produção interna para reter conhecimento e se engajar melhor com colaboradores; ou optam por continuar verticalmente integradas quando essa alternativa é

¹⁹ Some firms are choosing a greater reliance on market mechanisms to keep price pressure on their suppliers, while others are choosing to pursue a small number of longer-term relationships within which various issues are resolved (MACDUFFIE; HELPER, 2006, p. 432).

²⁰ Original Equipment Manufacturer

vista como rentável, ou quando não há fornecedores competentes disponíveis (HERRIGEL, 2010). A mesma empresa pode abandonar a fabricação de um componente em uma planta e continuar em outras, por diversas razões.

Diante dessas duas possibilidades, em um momento a empresa contratada para fornecer determinado componente pode participar do design e desenvolvimento do produto em um projeto, e em outro pode ser isolada das discussões de novos projetos, caso seu cliente resolva continuar fazendo o design do componente em suas outras plantas. Pode acontecer de fornecedores externos competirem com a produção interna, com resultados que mudam de forma contínua e imprevisível (HERRIGEL, 2010).

Além disso, modelos híbridos de organização de cadeias de fornecimento são comuns porque empresas buscam diminuir custos e aumentar sua flexibilidade em um nível agregado, não em cada relacionamento individual com seus fornecedores (HERRIGEL; WITTKKE, 2005). Isso significa que clientes podem escolher uns fornecedores para cortar custos ou aproveitar o know-how específico de outros, pagando mais caro. Herrigel e Wittke (2005) propõem que a ambiguidade de papéis e a necessidade de fornecedores e clientes inovarem e aprimorarem seus produtos continuamente fazem com que as colaborações passem a ser sustentadas por contingência.

A abordagem das Colaborações Sustentadas por Contingência (ou CSC, para facilitar futuras referências) enfatiza que em relações onde fornecedores e clientes têm capacidades complementares em produção e design, a definição de papéis pode variar de acordo com os projetos. Em alguns casos, os contratos envolvem colaboração completa, em outros, somente manufatura ou uma colaboração limitada no design: “Clientes e fornecedores envolvidos em colaboração intensa e íntima em um projeto podem optar por uma relação mais limitada (talvez o fornecedor fabrique um componente de acordo com design de outro) para um diferente projeto em um diferente produto” (HERRIGEL, 2010, p. 150. Tradução nossa)²¹.

Assim como os conceitos de *Colaboração com Confiança* e *Colaboração sem Confiança* (CC/SC), a abordagem das *Colaborações Sustentadas por Contingência* (CSC) é uma outra tentativa de ampliar o alcance da análise da literatura das Colaborações Pragmáticas, de forma a ressaltar a possibilidade de arranjos menos colaborativos nas relações

²¹ A customer and supplier involved in intense and intimate collaboration on one project may opt for a more limited relation (perhaps the supplier manufactures a component according to someone else's designs) for a different project on a different product (HERRIGEL, 2010, p. 150).

de fornecimento. Além das colaborações sustentadas por contingência, que Herrigel e Wittke (2005) afirmam se tratar de uma tendência cada vez maior na indústria, também são identificadas outras práticas na produção e nas relações com fornecedores: relações de plena concorrência ou mercado, autocráticas ou cativas, de manufatura por contrato, e por contratação relacional.

Essa tipologia é consistente com a apresentada pela literatura de Cadeias Globais de Valor (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005), ou GVC (*Global Value Chains*). Os trabalhos sobre sistemas de produção modulares (STURGEON, 2002) e relações quase hierárquicas e em rede (HUMPHREY; SCHMITZ, 2000, 2002) foram usados para o que veio a ser a tipologia GVC (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005): governança de mercado, modular, relacional, cativa e hierárquica. O conceito de Cadeias Globais de Valor parte da ideia que design e produção envolvem uma cadeia de atividades divididas entre diferentes empreendimentos, em diferentes lugares (HUMPHREY; SCHMITZ, 2000).

Segundo a literatura GVC, os tipos de governança dependem de três fatores: (1) a complexidade de informação e transferência de conhecimento exigida para sustentar uma transação particular, especialmente com respeito ao produto e especificações de processos; (2) a extensão na qual a informação e conhecimento podem ser codificados e, portanto, transmitidos eficazmente e sem investimentos específicos de transação entre as partes; (3) as capacidades atuais e potenciais de fornecedores em relação aos requerimentos da transação (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005).

A importante contribuição de Humphrey e Schmitz (2000; 2002) foi ligar governança a *upgrade*, ou seja, visando entender a forma como a “coordenação de atividades econômicas através de relacionamentos que não são de mercado” (HUMPHREY; SCHMITZ, 2002, p. 1018. Tradução nossa) afetavam as possibilidades de *upgrade* de produtores inseridos em cadeias de valor. Segundo Humphrey e Schmitz (2000, p. 28. Tradução nossa)²², “depende do tipo de aprimoramento que está sendo buscado e do tipo de cadeias de valor globais que o *cluster* está inserido”.

Os tipos de cadeias de valor ao qual os autores se referem são dois, quase-hierárquicos e em rede, e possuem elementos parecidos com os que foram abordados até agora em outras tipologias. Relações quase hierárquicas indicam cenários em que fornecedores com

²² “Our answer is that this depends on the type of upgrading which is being pursued and on the type of global value chain which the cluster feeds into” (HUMPHREY; SCHMITZ, 2000, p. 28).

competências limitadas, especialmente tecnológicas, precisam de gerenciamento ativo de seus clientes. Dessa maneira, pode-se identificar em relações quase-hierárquicas, baixa cooperação, transferência unidirecional de especificações e aplicações de parâmetros relacionados a design de produtos, assimetrias de poder, pressões de entregas rápidas e monitoramento e supervisão de processos de produção (HUMPHREY; SCHMITZ, 2002).

Relações em rede são mais intensivas em informações, em que fornecedores e clientes definem conjuntamente o produto e combinam competências complementares. Nelas, fabricantes não são dependentes de um único cliente, e desenvolvem capacidades em processos tecnológicos, compras de componentes e adaptações de design (HUMPHREY; SCHMITZ, 2002).

Ao contrário da literatura das Colaborações Pragmáticas, que claramente influenciou as abordagens CSC²³ (HERRIGEL; WITTKE, 2005) E CC/SC (MACDUFFIE; HELPER, 2006), os trabalhos sobre Modularidade, Cadeias Globais de Valor e Relações Quase Hierárquicas e em Rede se interpenetram de diferentes formas, e não se pode dizer que um seja extensão de outro, mas que todos se influenciaram. Existem temas em comum, como, por exemplo, a transferência de atividades padronizadas para regiões com menores custos de produção, o estabelecimento de plataformas de exportação criadas por multinacionais em países em desenvolvimento, a especialização de atividades desempenhadas por trabalhadores com alta capacidade em países desenvolvidos, e uma forte mudança em direção ao valor ser criado por capital e mão-de-obra altamente qualificada, e longe do trabalho menos qualificado (TIMMER *et al.*, 2014; GEREFFI, 2014; HUMPHREY; SCHMITZ, 2000, 2002; GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005; STURGEON, 2002).

A literatura GVC se tornou um marco analítico predominante nos estudos sobre cadeia de fornecimento e relações entre clientes e fornecedores. Até por isso, a consistência entre as tipologias de GVC e CSC indica um processo de convergência na análise da organização industrial entre duas literaturas diferentes, apesar da sobreposição de termos, em que são identificados três tipos distintos de governança em rede²⁴: Modular/Manufatura por Contrato, Relacional/Contratação Relacional, e Cativo/Cativo. Para adequá-los à perspectiva da

²³ Glossário:

CSC - Colaborações Sustentadas por Contingências

CC/SC - Colaborações com Confiança e Sem Confiança

GVC - Global Value Chains

²⁴ Que exclui formas de organização radicais, onde a interação é mínima, como Mercado e Hierarquia.

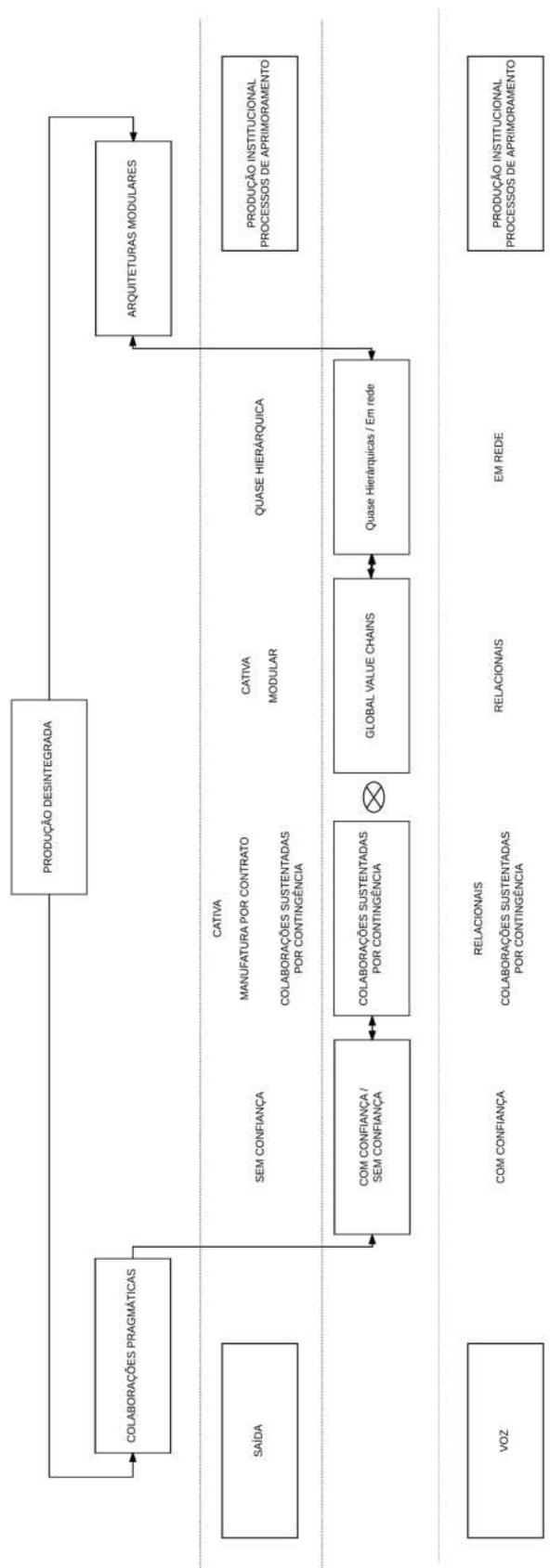


Figura 1. Organograma com pesquisas organizadas sob a perspectiva da colaboração. Elaboração do autor

colaboração, os tipos Modular/Manufatura por Contrato e Cativo/Cativo serão considerados arranjos menos colaborativos (saída), enquanto o tipo Relacional/Contratação Relacional será considerado mais colaborativo (voz).

2.3 PROCESSOS DE APRIMORAMENTO E PRODUÇÃO INSTITUCIONAL

A hipótese auxiliar desse trabalho é que processos de aprimoramento manufatureiro diferem em intensidade e qualidade, de acordo com as relações que são estabelecidas entre clientes e fornecedores - se adquirem características menos colaborativas ou mais colaborativas. Para isso, se faz necessária uma revisão de pesquisas que correlacionam variáveis de aprimoramento e sofisticação com as das relações entre empresas. Como buscamos conciliar diferentes trabalhos dentro de um enquadramento analítico que abrange dois tipos de relações sob a perspectiva da colaboração, nesta seção não haverá referências a literaturas específicas, mas somente ao tipo de relação que pode ser inferida de cada trabalho.

Este trabalho parte da premissa de que existe um potencial enorme para aprendizado e aumento de produtividade de empresas integradas a cadeias de fornecimento, mas que essas oportunidades estão em andamento onde as interações são mais profundas e com maior troca de conhecimento (MONTALBANO; NENCI; PIETROBELLI, 2017). Como abordado nas literaturas GVC e Colaborações Pragmáticas, empresas clientes desempenham um papel de protagonismo na transmissão de tecnologia e conhecimento para seus fornecedores. Portanto, os desafios gerais de empresas fornecedoras são abordados a partir das demandas de clientes por aprimoramentos em qualidade, custo e entrega (HELPER; KIEHL, 2004), de acordo com padrões de governança.

Para satisfazer os requisitos relacionados à qualidade do produto, tempo de entrega, eficiência dos processos, padrões ambientais, trabalhistas e sociais impostos por Cadeias Globais de Valor, empresas especializadas em diferentes funções precisam aprender e inovar. Como o aprendizado ocorre é influenciado pela governança das Cadeias Globais de Valor, e diferentes mecanismos de aprendizado e inovação são mais prováveis de dominar em diferentes tipos de cadeias (PIETROBELLI; RABELOTTI, 2011, p. 1262/3. Tradução nossa).²⁵

²⁵ To satisfy requirements related to product quality, delivery time, efficiency of processes, environmental, labor, and social standards imposed by GVC, firms specialized in different functions have to learn and to innovate. How learning takes place is influenced by the governance of the GVC, and different mechanisms of learning and innovation are likely to dominate in different types of chains (PIETROBELLI; RABELOTTI, 2011, p. 1262/3)

Pode-se, inclusive, tratar de etapas do processo de aprimoramento de produtores locais que acompanham as fases de desenvolvimento da cadeia de valor, nas quais empresas clientes mudam a forma como se relacionam com empresas fornecedoras (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013). Inicialmente, a integração de fornecedores em uma cadeia de valor envolve não só o conteúdo de trocas tecnológicas ou de conhecimento, mas o aperfeiçoamento da sua capacidade produtiva, em que produtores locais aprendem a alcançar os mais altos parâmetros comerciais e manufatureiros através de sua relação com clientes. Países emergentes podem se integrados a cadeias globais de fornecimento através da exploração de vantagens de custos de mão-de-obra, com atividades de baixa complexidade e alto volume, em que a fabricação de componentes e a montagem de produtos finais são ultimamente destinados à exportação.

Essa pode ser considerada uma fase em que grandes empresas não se engajam tanto com seus fornecedores em busca de colaboração, mantendo uma relação assimétrica e voltada a objetivos de curto prazo, mas que ainda assim gera oportunidades para que empresas possam fazer *upgrade*. Uma relação exploradora, com baixas margens de lucro e baixo conhecimento pode atrair investimentos e integrar produtores locais em redes de produção globais, além de gerar crescimento industrial e empregos (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013). Apesar de impedir o desenvolvimento de atividades manufatureiras com funções mais valorizadas, essas condições podem acelerar o aprendizado: produtores locais podem ser tornar melhores fabricantes, mais confiáveis para atingir os parâmetros de qualidade e os princípios de manufatura enxuta, e também melhorar o desenvolvimento de capital humano (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013).

Existe também a possibilidade de que, quando fornecedores adquirem um nível alto de competência para atender a demanda, empresas clientes possam alterar seus compromissos com mercados emergentes em direção a relações mais colaborativas, intensivas em design e com maior valor agregado, onde o processo de aprimoramento acontece de forma mais substancial (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013). Para obter esse tipo colaboração, usam procedimentos formais como CPSs (*Corporate Production Systems*), e equipes de aprimoramento contínuo. Assim, a reflexão e a experimentação são induzidas sistematicamente, produzindo processos de aprendizado que geram aprimoramento manufatureiro.

As adaptações para mercados específicos (parâmetros, alvos e procedimentos) são parte de um co-design repetitivo: alterações dos designs centrais feitas por equipes locais devem ser justificadas para seus clientes, e, quando aceitas, são formalizadas e transformadas em práticas padrão (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013). Esses processos, em relação ao *upgrade*, possuem um efeito de bola de neve: a "transferência de capacidades estimulam o desenvolvimento de competência local que, por sua vez, cria possibilidades adicionais que requerem ainda mais transferência de competência e desenvolvimento de competência local" (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013, p. 119. Tradução nossa)²⁶.

O processo de colaboração consiste em quatro fases: (1) a definição de objetivos conjuntos ou coletivos, (2) a implementação dos objetivos por participantes com discricção local, (3) a transferência de informações sobre alterações e melhorias no objetivo central acordado, (4) a revisão da eficiência dos objetivos centrais de acordo com experimentações locais bem sucedidas (HERRIGEL, 2017). Essas fases são consistentes com o processo de co-design repetitivo e questionamento sistemático de rotinas que previa a literatura das Colaborações Pragmáticas (SABEL, 2004, 2006).

Em vez disso, esta seção mostra que muitas empresas multinacionais de manufatura estão criando arquiteturas de governança (transnacionais) que induzem sistematicamente a desestabilização organizacional e a experimentação recomposicional para promover a inovação e o aprendizado. Essa desestabilização pró-ativa é realizada por meio do funcionamento de sistemas "experimentalistas" formalizados, como sistemas de produção corporativa (CPSs), programas seis sigma e outros sistemas formais de padrões abertos (por exemplo, certificações ISO). Tais sistemas estimulam a auto-análise coletiva por meio de procedimentos formalmente transparentes e inclusivos que envolvem o estabelecimento de metas conjuntas, revisão sistemática de desempenho, solução rápida de problemas e desestabilização organizada de estratégias de isolamento e exclusão (HERRIGEL, 2017, p. 12-13. Tradução nossa).²⁷

Nesse tipo de relação, clientes e fornecedores empregam técnicas para aprimoramento contínuo, para gerar dados que melhorem seu conhecimento e combata o oportunismo.

²⁶ The transfer of capability fosters indigenous competence development that, in turn, creates additional possibilities that require still more competence transfer and indigenous competence development (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013, p. 119)

²⁷ Rather, this section shows that many manufacturing MNCs are creating (transnational) governance architectures that systematically induce organizational destabilization and recompositional experimentation to foster innovation and learning. This proactive destabilization is accomplished through the workings of formalized "experimentalist" systems, such as corporate production systems (CPSs), six sigma programs and other formal systems of open standards (eg. ISO certifications). Such systems foster collective self-analysis through formally transparent and inclusive procedures that involve joint goal setting, systematic performance review, prompt problem solving and organized destabilization of insulation and exclusion strategies (HERRIGEL, 2017, p. 12-13).

Portanto, empresas colaboram para produzir um ciclo virtuoso no qual ganhos de desempenho são contínuos e melhoram a eficiência sem precisar transferir custos (HELPER; KIEHL, 2004). Mas, como Whitford e Zeitlin (2004) afirmam, tais colaborações são difíceis de começar e frágeis de manter. O papel de multinacionais em desenvolver a cadeia de fornecedores locais apresenta muitas inconsistências empíricas, pela forma conflituosa ou desorganizada que pode eventualmente ocorrer.

Quando há muita dependência de poucas multinacionais, das quais depende todo o esforço de qualificação tecnológica, velhas práticas limitam o acesso de fornecedores a novos conhecimentos. Empresas líderes podem priorizar a adoção de seus pacotes tecnológicos e focar mais em redução de custos do que em combinar conhecimentos novos com locais, ou co-investir em novas capacidades (CORREDOIRA; MCDERMOTT, 2014). Em muitos casos, clientes externos buscam grandes volumes de produtos padronizados, desenvolvem modelos e especificações de produtos, e ainda ajudam fornecedores na escolha de tecnologias e organização da produção (HUMPHREY; SCHMITZ, 2002).

Algumas barreiras para a difusão de procedimentos colaborativos são: isolamento hierárquico, exclusão de participantes e recursos de capacitação inadequados (HERRIGEL, 2017). Isolamento hierárquico significa que gerentes não estimulam a solução de problemas dentro de seus domínios com outros gerentes ou superiores, nem negociam com outros participantes sobre definição de objetivos. Se resumem a tentativas de resolver problemas sempre de cima para baixo. Exclusão de participantes acontece quando engenheiros de manufatura e design são incluídos nas discussões sobre desenvolvimento de projetos, mas gerentes de compras (que se relacionam com fornecedores), ou fornecedores essenciais são deixados de lado ou incluídos com atraso. Os recursos de capacitação inadequados indicam que, às vezes, são os próprios participantes que falham em conseguir entrar nos processos de auto-otimização, por causa da falta de habilidades adequadas em produção e gerenciamento, especialmente em contextos de mercados emergentes - que podem ser causadas por diferenças de linguagem e cultura, ou por falta de competências em mão-de-obra.

Além da possibilidade de aprimoramento através de iniciativas lideradas pelas próprias empresas que gerenciam sua cadeia de fornecimento, existem outras duas fontes primárias de assistência ao aprimoramento: as de mercado e institucionais (HELPER; KIEHL, 2004). Uma hipótese auxiliar deste trabalho é que certos programas, ou fontes institucionais para

aprimoramento, funcionam melhor em um tipo específico de modelo organizacional, ou seja, quando adaptados às relações estabelecidas por clientes com seus fornecedores. Embora relações colaborativas apresentem as condições ideais para *upgrade*, essa é uma possibilidade menos provável para empresas de países em desenvolvimento, por causa da exigência de um conjunto de competências que nem sempre fornecedores locais possuem (HUMPHREY; SCHMITZ, 2002).

Essa hipótese é consistente com outros trabalhos que identificam a proximidade geográfica como tão importante quanto a proximidade organizacional e relacional, de forma que o contexto institucional afeta o aprendizado e inovação da mesma forma que o tipo de relação entre empresas (PIETROBELLI; RABELOTTI, 2011). Neste sentido, a centralidade do papel de clientes como fonte principal para a difusão de aprimoramento em cadeias de valor pode ser questionada. Pipkin e Fuentes (2017) reforçam que, para evitar que processos de aprimoramento se deteriorem ao longo do tempo, é necessário um conjunto de fatores, como variedade de clientes, atividades de maior valor agregado e foco em capacidades que não são amplamente disseminadas. Mas, como fator mais determinante, os autores indicam a presença de capacidades institucionais para dar suporte, manter, regular e legitimizar novas competências para empresas.

Em termos de respostas institucionais ao tipo de relação estabelecida entre clientes e fornecedores, instituições podem atuar de forma a qualificar essas empresas de acordo com o que seus clientes esperam delas. Em relações subordinadas e menos colaborativas, por exemplo, a atualização das capacidades das empresas locais depende menos do acesso a tecnologias de ponta ou de instituições ricas em recursos, e mais de instituições que as ajudem a integrar práticas avançadas importadas com uma variedade de conhecimento experiencial. O caminho sugerido é que órgãos governamentais de apoio e associações de alcance geográfico diverso ensinem essas empresas a se integrar aos padrões das multinacionais e às práticas consolidadas (CORREDOIRA; MCDERMOTT, 2014).

Onde clientes não estimulam o *upgrade* de fornecedores, é mais provável que produtores locais busquem assistência de outras fontes para implementar técnicas de produção enxuta. Podem recorrer ao mercado, contratando consultores, recrutando funcionários de outras empresas, buscando informações em livros e programas de treinamento providos por outras empresas (HELPER; KIEHL, 2004). Mas serviços pagos têm preocupações de

resultados de curto prazo, voltados para aumentar a rentabilidade e diminuir custos. Por isso, acabam virando programas de consertos pontuais. Além disso, o preço de consultorias limita esses serviços a empresas grandes e dispostas a implementar tais medidas (HELPER; KIEHL, 2004).

As fontes institucionais de assistência para aprimoramento não cabem unicamente ao Estado, mas são as que costumam ter maior participação de atores governamentais. Os arranjos institucionais costumam envolver também o setor privado, através de programas e da participação de associações comerciais e entidades patronais. Em todos os casos, a interlocução de diferentes atores é o cenário ideal. Empresas podem mesclar diferentes fontes de assistência, como recursos públicos de modernização (institucional) e programas de desenvolvimento de fornecedores (interno), ou especialistas externos (mercado) e infraestrutura pública (institucional) (WHITFORD; ZEITLIN, 2004). Programas de treinamento são importantes, mas é necessário que os conceitos de manufatura flexível aprendidos sejam, de fato, implementados no chão de fábrica. Isso pode ser provido por equipes de especialistas que vendem serviços de consultoria e por engenheiros das empresas clientes, que trabalham regularmente com empresas fornecedoras (WHITFORD; ZEITLIN, 2004).

Em casos de relações mais colaborativas instituições podem desenvolver e manter relações com empresas parecidas com a que elas mesmas possuem com seus funcionários e fornecedores. Para isso, devem instigar empresas a alcançar objetivos com referência a algum parâmetro dominante, oferecendo incentivos (e restrições para competidores) ao mesmo tempo que estabelecendo deveres em termos de qualificação. “Visto desse jeito, aprendizado por monitoramento dentro da empresa, e aprendizado por monitoramento entre empresas e o Estado não são somente formados pelos mesmos princípios: eles podem contribuir para instituições convergentes” (SABEL, 1993, p. 43. Tradução nossa).²⁸

É importante ressaltar que relações mudam de acordo com o tipo dos projetos, com as estratégias de subcontratação, com o design de produtos, componentes ou sistemas, com a complexidade tecnológica ou grau de especialização, com a integralidade do processo e com o piso de fornecimento. Fazer um retrato geral do nível de colaboração na indústria pode importar pouco se focarmos no desenvolvimento local de uma região em que a maioria dos

²⁸ “Seen this way, learning by monitoring in firm and learning by monitoring between firms and the state are not only informed by the same principles: they can issue in convergent institutions” (SABEL, 1993, p. 43).

fornecedores prestam serviços ou fabricam produtos de baixa complexidade tecnológica, pouco valor agregado e menor relevância. Em cadeias de fornecimento, especialmente as longas e com muitas atividades, não seria sensato esperar que pequenas empresas se relacionem da mesma maneira com clientes que grandes fornecedores de primeiro piso.

Isso quer dizer que pode haver intensa colaboração entre grandes fornecedores e clientes principais, e pressão de custos com forte concorrência no subfornecimento. Por isso a ambiguidade de conceitos como Colaborações Sustentadas por Contingência (HERRIGEL; WITTKE, 2005) são úteis: porque dizem respeito a uma variedade de relações possíveis. Em vez de ligar *upgrade* a formas organizacionais, o foco dessa dissertação é entender a dinâmica das relações entre empresas, de acordo com a posição que ocupam na cadeia de valor. Como Sabel (1996) identificou, um pequeno número de fornecedores de primeiro piso assumia a responsabilidade de co-desenvolver módulos e subsistemas com o produtor final, coordenando outros fornecedores de pisos menores para entregarem os componentes com rapidez, com aprimoramentos incrementais na produção. Nesse caso, uma visão geral de relações pode não ajudar muito, se não houver aplicação para cada caso individual abordado.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA O&G

A exploração e produção de óleo e gás no Brasil se dá, majoritariamente, em águas profundas. As duas grandes bacias nacionais são as de Campos e Santos, contíguas uma à outra. Além da brasileira, as outras principais províncias petrolíferas de exploração e produção *offshore* ficam no Mar do Norte, na Europa, entre o Reino Unido e a Noruega, e no Golfo do México, embaixo da costa dos Estados Unidos (SPEIGHT, 2015). Por isso, ainda que sejam implementados nessas outras regiões, projetos de colaboração que envolvem sistemas de produção dedicados a operações em águas profundas podem ser aplicados na discussão sobre o caso brasileiro, já que envolvem riscos, dificuldades e complexidade similares.

Para entender as possibilidades que surgem com fabricação de produtos e prestação de serviços adaptados para cada estratégia das empresas, condições dos campos e marcos regulatórios, é imprescindível uma revisão da cadeia produtiva de óleo e gás em águas profundas, como no caso brasileiro. No Brasil, a maioria dos projetos *subsea* são empreendidos em profundidades de água superiores a 300 metros (podendo chegar a 3000). Em relação à criação e vida produtiva de um poço, cinco fases podem ser destacadas: (1) planejamento; (2) perfuração; (3) completação; (4) produção; (5) abandono.

A seguir será apresentado um breve sumário das atividades de exploração e produção. É importante ressaltar que existem inúmeras maneiras de desempenhar essas atividades e preparar *layouts* submarinos, assim como diversos equipamentos e componentes utilizados nessas operações. Com o intuito de fornecer uma visão mais concisa e objetiva, foram relatados os equipamentos de maior proeminência.

3.1 A ESTRUTURA DA INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS

A fase exploratória corresponde à coleta de dados geológicos com informações relacionadas às condições subterrâneas. A partir desses dados, as equipes de exploração analisam o potencial e a quantidade de óleo ou gás, e se maiores atividades de exploração devem ser realizadas ou não. Existem diferentes métodos empregados para se obter uma imagem do reservatório antes da perfuração: métodos de gravidade, sísmicos, magnéticos,

elétricos, eletromagnéticos. Não existe uma técnica que forneça todas as informações necessárias para definir com precisão as formações e incentivar a perfuração imediata e bem-sucedida. Em certas áreas, técnicas de reconhecimento preliminar são necessárias para identificar potenciais sistemas de reservatórios, com métodos mais detalhados. A perfuração é a fase final do programa de exploração e, de fato, o único método pelo qual um reservatório de petróleo pode ser identificado (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

A primeira etapa na extração de petróleo bruto de um reservatório subterrâneo é perfurar um poço no reservatório. Plataformas móveis de perfuração exploratória são utilizadas para perfurar poços em águas ultraprofundas e determinar a presença ou ausência de óleo e gás. Normalmente, muitos poços são perfurados no mesmo reservatório, para garantir que a taxa de extração seja economicamente viável. Um poço é perfurado pela descida de uma coluna de perfuração, consistindo de uma broca, colar de perfuração e tubo de perfuração. A bordo da plataforma ou unidade de perfuração, uma mesa rotativa gira a coluna de perfuração e os dentes do broca penetram no sedimento do fundo do mar. As várias formações rochosas se desprendem quando a lama de perfuração (também conhecida como "fluido de perfuração") é bombeada de um tanque na superfície, por dentro do tubo de perfuração, e flui através de pequenos orifícios na broca, onde ajuda a quebrar a rocha, controlar a pressão de formação, limpar, arrefecer e lubrificar a broca (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

À medida que os dentes de broca penetram no sedimento do fundo do mar e nas formações rochosas, a lama também carrega as partes trituradas que são liberadas da rocha para a superfície através do tubo de perfuração. Eles passam por máquinas que sacodem as partes sobre telas permitindo que a lama limpa volte para os poços. Qualquer anormalidade nas partes trituradas que passam pela máquina agitadora, bem como o volume do fluxo de retorno, são importantes para identificar um aumento da pressão dentro do poço, que se não for controlada apropriadamente pode induzir a um *blowout*, um vazamento descontrolado de fluidos do poço (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

O *riser* de perfuração proporciona um caminho contínuo da coluna de perfuração à plataforma. Trata-se de um tubo geralmente construído de aço, onde a coluna de perfuração passa em seu interior, de modo que o retorno do fluido de perfuração ocorre no espaço anular

existente entre o *riser* e a coluna de perfuração. Componentes estrategicamente colocados no *riser* permitem que o poço submarino não seja afetado pela rotação da plataforma de perfuração. Conectado a ele, desce um equipamento de válvulas de segurança chamado de BOP (*Blowout Preventer*), que é instalado na cabeça do poço (a cabeça do poço fica no leito do mar, enquanto a atividade de perfuração vai se aprofundando nas rochas abaixo). O BOP é um dos equipamentos mais importantes do sistema de perfuração. É usado para selar, controlar e monitorar os poços de petróleo e gás, controlando as pressões no interior do poço durante a operação de perfuração e evitando que haja uma ocorrência de formação de pressão anormal (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

Ao longo da perfuração, colunas de revestimento são inseridas no poço para cimentar as paredes e evitar seu colapso. A coluna de revestimento é oca e contínua, ligeiramente menor que o furo. O revestimento proporciona integridade estrutural para o furo do poço recentemente perfurado, além de isolar zonas de alta pressão potencialmente perigosas. A pressão da lama de perfuração faz com que a pasta de cimento se mova através da coluna de revestimento no fundo do poço. A lama então volta para cima para preencher o vazio entre o exterior do revestimento e o orifício. Finalmente, o cimento endurece, e se torna impermeável, alinhado e resistente. Revestimento e tubulação são as partes principais da construção de poços. Todos os poços perfurados para fins de produção de petróleo ou gás devem ser revestidos com material com força e funcionalidade suficientes. A perfuração continua em etapas: perfuração, corrida e cimentação de novos revestimentos, em seguida, perfuração novamente (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

Quando as partes de rocha da lama revelam óleo na rocha do reservatório, a profundidade final pode ter sido alcançada. Neste ponto, os perfuradores removem o aparelho de perfuração do furo e realizam vários testes para confirmar esta descoberta. Se o petróleo bruto ou o gás natural estiverem presentes em quantidade suficiente para justificar o desenvolvimento do campo, o poço é preparado para ficar em condições permanentes de operação segura e econômica, e produzir petróleo ou gás. Quando se inicia a completação o poço está cimentado, não permitindo que os hidrocarbonetos fluam. Para abrir o poço são feitos pequenos orifícios na porção do revestimento, proporcionando uma passagem para o óleo fluir da rocha circundante para o tubo de produção (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

Essas aberturas são feitas através de um canhoneio, que é descido até o poço e dispara pequenas cargas explosivas que atravessam o revestimento e cimento, e penetram na formação produtora. Dessa maneira os hidrocarbonetos podem fluir entre as aberturas criadas. Depois que o revestimento é perfurado, é colocado um tubo de pequeno diâmetro no orifício como um condutor para o petróleo e gás subirem ao poço (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

A completação também envolve controlar o fluxo de hidrocarbonetos na superfície. Na superfície marinha é instalada uma estrutura de múltiplas válvulas, chamada árvore de natal molhada. Ela se encaixa na parte superior da tubulação, presa ao topo do tubo de revestimento, na cabeça do poço, onde antes estava o BOP. As válvulas da árvore de natal regulam a pressão, o fluxo de controle e permitem o acesso ao poço de perfuração, quando é necessário mais trabalho de completação. A partir da válvula de saída da árvore de natal, o fluxo pode ser conectado a uma rede de distribuição de tubulações e tanques para distribuir o produto para instalações, estações de compressor de gás natural ou terminais de exportação de petróleo. A completação termina com a instalação dos equipamentos para iniciar a etapa de produção (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

Uma vez que o poço esteja completado, o fluxo de óleo deve ser iniciado e os equipamentos de produção são configurados para extrair o óleo. Sistemas de produção submarinos geralmente estão diretamente no fundo do mar, porque a profundidade do oceano pode tornar a coluna de fluidos muito longa, aumentando a densidade de circulação e as pressões nos poços de perfuração, bem como a energia necessária para levantar fluidos produzidos para a separação na plataforma. Como resultado, a tendência atual é conduzir mais as operações no fundo do mar, separando a água do óleo e reinjetando a água em vez de bombeá-la até uma plataforma. Com isso, a plataforma de produção *offshore* se torna mais uma estação de coleta onde o petróleo e o gás natural são processados antes do transporte para uma instalação terrestre (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

Antes de alcançar a plataforma, a produção do reservatório flui através de conectores (*jumpers*), *manifolds*, *flowlines* e *risers* concebidos para suportar pressões e temperaturas prevalentes nas profundezas submarinas. A árvore de natal se conecta a uma instalação de produção por uma série de tubulações e umbilicais ou a um *manifold*. Existem vários tipos de projetos de árvores submarinas e cada tipo é avaliado para a profundidade da água,

temperatura, pressão e fluxo esperado de petróleo bruto e gás natural. As condições do reservatório são a base para definir os parâmetros de produção, que, por sua vez, determinam o estabelecimento do *layout* submarino (quantos equipamentos, poços perfurados, conexões submarinas, etc.). Se um ou mais grupos de poços individuais forem necessários, um sistema de *manifold* submarino pode ser implantado e usado como ponto focal para conectar cada poço. Quando árvores de natal molhadas ficam no fundo do mar em torno de um *manifold* principal, apenas um conjunto de tubulações é necessário para transportar petróleo bruto e gás natural do *manifold* para a instalação de produção na superfície (SPEIGHT, 2015; OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010).

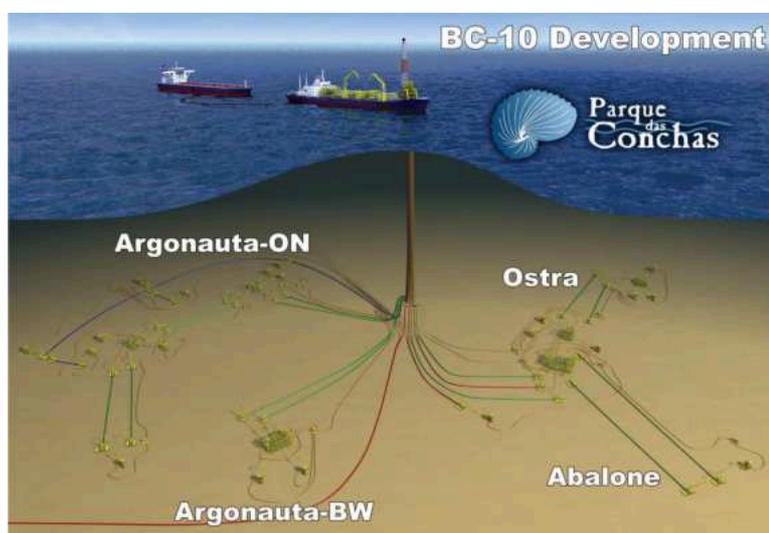


Figura 2. Desenvolvimento de um campo em águas profundas no Brasil. Fonte: STINGL; PAARDEKAM, 2010

Exemplo de desenvolvimento de campo, como ilustrado pela figura 1, por Stingl e Paardekam (2010). Nela se vêem quatro campos *subsea* conectados a uma embarcação de produção FPSO ancorada. São dezenas de poços produzindo, conectados por quilômetros de linhas de fluxo (*flowlines*) e umbilicais, *manifolds* de produção e elevação artificial e *rigid steel jumpers*. Cada *manifold* cobre quatro poços em produção (no caso da produção do campo Ostra, na época da pesquisa, como exemplo). Entre os *manifolds* existem *flowlines* de produção, usados para transportar os fluidos produzidos entre os *manifolds* e permitir a circulação de óleo quente.

Poços de outros campos também são conectados a *manifolds* através de outras *flowlines* quando não são muitos. Isso sempre varia de acordo com a estratégia das empresas que operam os campos. *Jumpers* transportam o produto dos *manifolds* para outros *manifolds* de elevação artificial. O sistema de elevação artificial em alguns casos também separa o óleo do gás. Quando há separação *subsea* de óleo e gás, existem *flowlines* e *risers* separados para transporte de óleo e gás. Dos *risers* o óleo e o gás vão para as plataformas (HOFFMAN *et al.*, 2010).

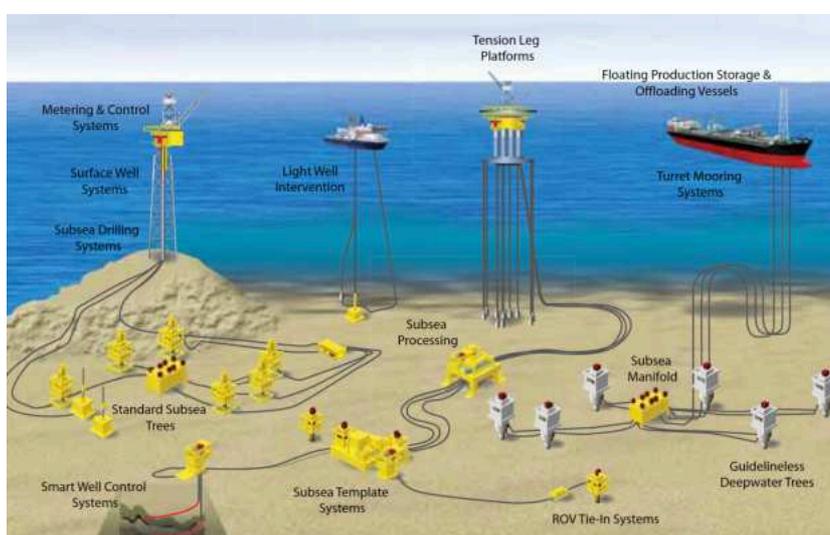


Figura 3. Outro ângulo do desenvolvimento de campos em águas profundas. Fonte: OFFSHORE CENTER DANMARK, 2010

O design de campanhas de perfuração e completação envolvem a entrega de produtos adaptados, que levam em conta margens diferentes, ângulos, controle de areia, custo, profundidade, pressão, velocidade. FPSOs são embarcações de transporte convertidas em plataformas, que têm capacidade de armazenamento de mais de um milhão de barris de petróleo. Existem dezenas de módulos nessas embarcações (STINGL; PAARDEKAM, 2010). Um FPSO pode providenciar instalações de processamento de hidrocarbonetos, armazenamento e descarregamento para os reservatórios (dependendo do tipo de característica do óleo de cada reservatório, isso pode introduzir complexidades no sistema para a separação do óleo). Seu processo de conversão é feito em um estaleiro, assim como a integração dos módulos *topside* para processamento (HOWELL *et al.*, 2010).

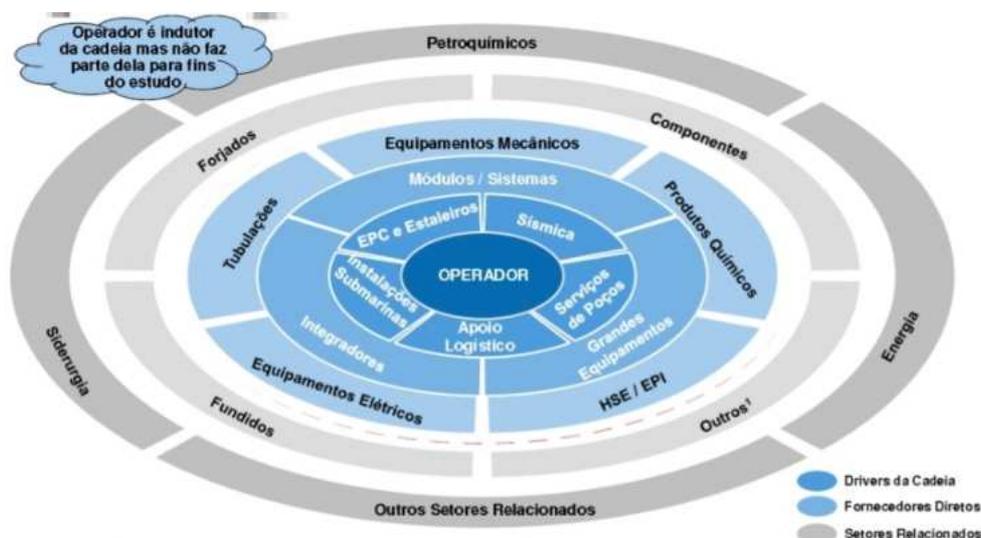


Figura 4. O encadeamento produtivo da indústria de óleo e gás. Fonte: Onip, 2010

Segundo Fernández e Camerini (2014), investimentos em exploração e produção envolvem seis grandes grupos:

Sísmica: aquisição de dados sísmicos, processamento de dados e mapeamento geológico e geofísico.

Exploração e avaliação: perfuração e avaliação de poços exploratórios; aluguel de sonda, perfuração direcional, licenciamento ambiental, etc.

Construção de sondas: inclui casco, *topside* e integração.

Construção de unidades de operação: FPSOs, plataformas semissubmersíveis, plataformas fixas. Inclui casco, módulos (*topside*) e integração.

Desenvolvimento de produção: perfuração e completção de poços de produção; construção de sistemas de coleta, instalação de equipamentos submarinos e serviços associados.

Construção de petroleiros e barcos de apoio: rebocadores, barcos de manuseio de âncoras, barcos de suprimento e grandes petroleiros



Figura 5. Foto de uma árvore de Natal de Molhada. Fonte: Página Subsea World News. Disponível em: <https://subseaworldnews.com/2012/02/16/norway-aker-solutions-to-deliver-subsea-trees-for-statoils-troll/>



Figura 6. Foto de um manifold. Fonte: Página TN Petróleo. Disponível em: <http://tnpetroleo.com.br/noticia/fmc-technologies-recebe-encomenda-de-cinco-manifolds-adicionais-para-o-pre-sal/>



Figura 7. Foto e animação de um Blow-out Preventer (BOP). Fonte: Página da Braeden Engineering. Disponível em: <http://www.braedenengr.com/otw-portfolio/nov-pressure-control-group-product-development-and-support/>

3.2 DESINTEGRAÇÃO VERTICAL NA INDÚSTRIA

Nos anos 1990, as principais produtoras de petróleo passaram a diminuir suas estruturas organizacionais por alguns motivos, entre eles: (1) os conselhos de consultorias para reduzir custos operacionais e focar nos negócios essenciais das empresas, buscando resultados de curto a médio prazo; (2) os exemplos de outras operadoras independentes, que passaram a desenvolver novos produtos e terceirizar desenvolvimentos de projetos e atividades de gerenciamento por conta da falta de *staff* técnico; (3) a demanda de agentes financeiros, principalmente de países sem tradição na indústria, que poderiam se ocupar de responsabilidades pontuais nos projetos de desenvolvimento (HARRIS *et al.*, 2004). Mas a tendência da desintegração na indústria de óleo e gás fez com que a maioria das contratações para grandes projetos fossem feitas de acordo com estratégias que imporiam a outros fornecedores a maior parte das funções e responsabilidades que eram, anteriormente, reservadas às grandes empresas produtoras.

Foi o tempo em que se iniciou uma discussão sobre os efeitos adversos das estratégias de contratações comerciais, que estavam provocando um aumento na disparidade de lucros e

poder de barganha entre operadoras e fornecedores (HARRIS *et al.*, 2004). Era uma crítica a um modelo parecido com o que estava sendo implementado no setor automotivo, que, em partes, foi abordado na literatura sobre modularidade (STURGEON, 2002) e trata de fornecedores de primeiro piso altamente concentrados, que muitas vezes cuidam do gerenciamento de outros fornecedores. No caso da indústria de óleo e gás, se refere às grandes EPCistas competitivas, que oferecem projetos com custos fixos desde o início, e assumem os riscos de contratos. Isso diminui os custos para operadoras, mas sacrifica os níveis de qualidade, execução e segurança dos projetos (VANDERMAN *et al.*, 2005). Segundo Harris *et al.* (2004), esse arranjo diminuía a flexibilidade de mudanças no design pós-contrato, podia causar atrasos, dificultava a definição do projeto e demandava contratados com muita força econômica.

Essa estratégia de contratação, que transfere o conhecimento técnico de gerenciamento de projeto, também reduz a criação de valor e atrapalha a colaboração entre operadoras e contratados. EPCistas podem espremer a margem de lucro de outros fornecedores, diminuindo também sua contribuição e valor agregado (VANDERMAN *et al.*, 2005). A reorganização da cadeia de suprimentos, envolvendo uma maior desintegração vertical através da terceirização de trabalho de operadoras para grandes empreiteiros integrados, criou barreiras à inovação colaborativa (CUMBERS; MACKINNON; CHAPMAN, 2003).

Assim como todo o debate sobre gerenciamento de cadeias de fornecimento em outras indústrias, apresentado no Referencial Teórico, duas formas diferentes de contratação estavam em discussão com a desintegração das estruturas tradicionais de organização: os contratos de engenharia, aquisição, instalação e comissionamento (em inglês, *EPIC*), chamados de *lump sum turnkey*²⁹; e as alianças de projetos, que são relacionamentos entre fornecedores, com integração de recursos, redefinição de limites e novos métodos de cooperação durante todas as fases de desenvolvimento de reservatórios, desde o design inicial até a remoção (HALMAN; BRAKS, 1999). Experiências com alianças na construção de plataformas já demonstraram redução em gastos de capital, seja inovando, otimizando a entrega de equipamentos, diminuindo a necessidade de especificações e documentações de fornecedores e combinando recursos.

²⁹ De difícil tradução, mas que significam contratos a preços fixos, que transferem todas as responsabilidades de subcontratação para uma única contratante.

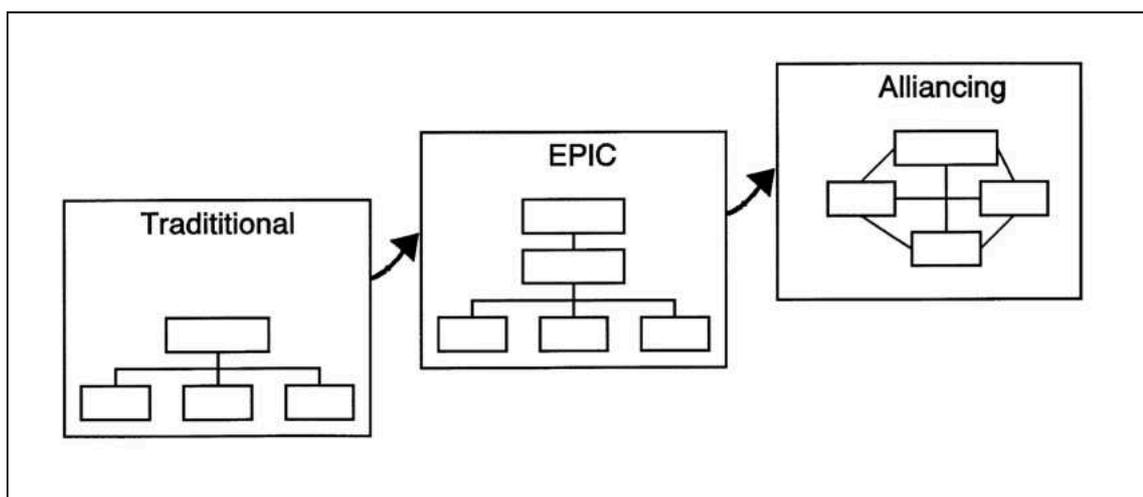


Figura 8. Diferentes estruturas de organização na indústria O&G. Fonte: HALMAN; BRAKS, 1999

Sob a abordagem tradicional, o processo de engenharia se move como uma 'corrida de revezamento' com um grupo de especialistas funcionais passando o bastão para o próximo grupo. Essas funções especializadas são geralmente realizadas por contratados independentes separados. Cada contratado é controlado diretamente pelo operador do cliente. Ou nos tipos de contratação EPIC, pela EPCista. Todos os contratos são fixos e baseados em especificações detalhadas de desempenho de trabalho. O novo conceito de Aliança, por outro lado, é mais como uma abordagem do jogo de rugby, de passar para o lado. A plataforma offshore emerge da interação constante de uma equipe multidisciplinar, cujos membros trabalham juntos em uma organização baseada em rede do início ao fim. A responsabilidade é transferida do operador do cliente para todos os membros da Aliança, sem uma hierarquia formal. A nova abordagem de Aliança pode ser caracterizada mais como uma abordagem de engenharia concorrente, na qual várias fases de engenharia são sobrepostas (HALMAN; BRAK, 1999, p. 72. Tradução nossa).³⁰

Desenvolvimentos em águas profundas exigem excelência em engenharia, manufatura e instalação. Os custos de perda na produção, intervenção e riscos excedem em muito os custos de orçamento do projeto. A complexidade dos processos se tornaram muito maiores com a exploração e produção em águas mais profundas. As opções para perfuração, completção e seleção da infraestrutura de instalação adequada para produzir e transportar são agora muito

³⁰ Under the traditional approach the engineering process moves like a 'relay race' with one group of functional specialists passing the baton to the next group. These specialized functions are generally performed by separate independent contractors. Each contractor is directly controlled by the client operator. Or in the EPIC contracting situation by the EPIC contractor. All contracts are fixed and based on detailed work performance specifications. The new Alliancing concept on the other hand is more like a rugby's 'scrum and scramble' approach. The offshore platform emerges from the constant interaction of a multidisciplinary team whose members work together in a network-based organization from start to finish. The responsibility is shifted from the client operator to all Alliance members, without a formal hierarchy. The new Alliancing approach may be characterised more as a concurrent engineering approach, in which various engineering phases are overlapping (HALMAN; BRAK, 1999, p. 72).

mais amplas. O aumento da complexidade, junto com a tendência para diminuição das operadoras, levou a um aumento expressivo do papel de fornecedores nos processos de desenvolvimento dos campos.

Durante as várias fases de desenvolvimento do campo, fornecedores atuam nos papéis de: (1) informação do reservatório; (2) contratos de perfuração; (3) serviços de perfuração; (4) revestimento e completação; (5) construção e instalação de infraestrutura; (6) operações e manutenção. Operadoras, que são as empresas legalmente responsáveis pelos campos durante sua vida útil, dependem de ativos de tecnologia, equipamentos, mão-de-obra e capital, que são providos por fornecedores que se ocupam com os serviços demandados nos campos. A indústria fez uma transição de conhecimento técnico e de gerenciamento de projeto possuída e controlada por operadoras para fornecedores.

Fornecedores de serviços de sísmica provêm informações sobre os reservatórios que ajudam as operadoras a decidirem sua estratégia sobre desenvolvimento. Depois que o alvo para ser perfurado é definido, a operadora estabelece seus contratos de perfuração, adquirindo os equipamentos e embarcações de fornecedores. Outros serviços especializados dão suporte a essa fase, como cabeamento para baixar equipamentos, perfuração, medição durante a perfuração, perfilagem durante a perfuração e remoção de lama. Em geral, grandes fornecedores dominam a fase de perfuração, que demanda produtos com muita tecnologia e serviços com alto conhecimento técnico.

Para a fase seguinte de revestimento e completação, o processo inclui novas atividades e produtos. Essa é também uma fase dirigida pela tecnologia, com evolução contínua e alto nível de competência de todas as partes. Depois de retirados, o óleo e o gás são tratados, armazenados e transferidos. Para isso é necessário haver uma infraestrutura de construção e instalação de plataformas, instalações e tubulações, que também são providos por fornecedores. Por último, a fase que inclui as operações em andamento, de produção e manutenção, envolve um amplo conjunto de serviços e produtos. Operadores costumam controlar essas atividades, mas também podem terceirizar, tanto a parte da produção, como a manutenção do poço, ou até os dois em alguns casos (VANDERMAN et al. 2005).

Por outro lado, para operadores que perfuram em águas profundas, hoje existe uma infinidade de opções para perfuração, completação e seleção da infraestrutura de instalação apropriada para a produção e transporte de petróleo e gás. Em primeiro lugar, o operador precisa assegurar uma sonda de perfuração em águas profundas. A frota de plataformas em águas profundas é limitada e de propriedade de poucos

contratados. As plataformas são geralmente de contratos de longo prazo e têm taxas de dia relativamente altas. Quanto ao design do poço, um operador pode perfurar um poço vertical com várias ramificações diagonais ou horizontais, ou um único poço horizontal. O operador pode implantar várias tecnologias, como registro durante a perfuração (LWD) ou medição durante a perfuração (MWD), combinando assim o planejamento de perfuração e de completação. As completações podem ser com árvores de natal secas ou molhadas (em poços submarinos), embora poços submarinos levantem a questão da intervenção e manutenção de poços e consideração de novas tecnologias, como completações inteligentes. Garantir a disponibilidade de infraestrutura para transportar o petróleo e gás produzidos em águas profundas acrescenta outra dimensão. Em áreas maduras, é econômico instalar tubulações em águas profundas e conectar-se à infra-estrutura existente de águas rasas de plataformas e oleodutos para transportar petróleo e gás para o mercado. Isso levou ao conceito de instalações de conexões em águas profundas e rasas. Em áreas *offshore* remotas, o petróleo pode ser armazenado usando embarcações flutuantes de produção, armazenamento e descarregamento (FPSO) e depois transportado por meio de navios aliviadores. (VANDERMAN et al. 2005, p. 2. Tradução nossa).³¹

3.3 COLABORAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS

Na indústria de óleo e gás há também uma tendência para a discussão sobre formas tradicionais de relacionamento *versus* colaboração (VANDERMAN et al. 2005). Existem dinâmicas no desenvolvimento de campos em águas profundas que exigem um nível de proximidade elevado entre as partes envolvidas: os riscos de problemas e aumento de custos na fase de execução; o equilíbrio entre o tempo para produzir e o tempo para aprimorar o projeto; a necessidade de se diminuir custos de produção para tornar operações *offshore* viáveis em comparação com produções *onshore* ou em águas mais rasas; e o tempo que demora para desenvolver completamente as reservas (HALMAN; BRAKS, 1999).

A colaboração na indústria de óleo e gás, segundo atores que trabalham no setor, envolve alguns elementos em comum, como relacionamentos, padronização, múltiplas estratégias de contratação e locação, e posse de instalações. Projetos bem sucedidos envolvem

³¹ By contrast, today's operator drilling in deepwater has a myriad of options for drilling, completing and selecting of appropriate installation infrastructure for producing and transporting oil and gas. Firstly, the operator needs to secure a deepwater drilling rig. The deepwater rig fleet is limited and owned by few contractors. Rigs are generally on long-term contracts and have relatively high day rates. As for well design, an operator might drill a vertical well with several diagonal or horizontal offshoots or a single horizontal well. The operator might deploy various technologies such as logging while drilling (LWD) or measurement while drilling (MWD), thereby combining drilling and completion planning. Completions can be with either dry trees or wet trees (subsea wells), although subsea wells raise the question of well intervention and maintenance and consideration of new technologies such as intelligent completions. Ensuring availability of infrastructure to transport the produced oil and gas in deepwater adds another dimension. In mature areas, it is economical to install deepwater pipelines and connect to the existing shallow water infrastructure of platforms and pipelines to transport oil and gas to market. This has led to the concept of hub facilities in both deepwater and shallow water. In remote offshore areas, oil can be stored using floating production, storage and offloading (FPSO) vessels and then transported via shuttle tankers (VANDERMAN et al. 2005, p. 2).

uma base de comunicação e compreensão entre os profissionais que atuam em conjunto. Operadores e fornecedores devem entender onde podem agregar valor e onde não podem, e a confiar que seus parceiros farão o mesmo.

A própria disposição para colaborar supera o tipo de contrato, porque estabelece uma base sobre a parcela apropriada de riscos e decisões. A troca de informações não pode surgir somente depois que um problema aparece. A padronização, segundo Vanderman, em Vanderman *et al.* (2005), é importante para a execução do projeto (ou pelo menos era há dez anos atrás), porque assegura que a cadeia de fornecimento exista para entregar os componentes essenciais, e também melhorar a compreensão operacional, a redução de requerimentos de peças de reposição, a habilidade de se recuperar rapidamente da perda de um componente crítico e a familiaridade com a instalação.

Este ponto sobre padronização, especificamente, se assemelharia com aspectos normativos da modularidade, que tratam dos benefícios de uma interface em comum e compatível com diversos componentes. A padronização é comum, e vista como forma de reduzir custos (EIKILL; ATTRAMADAL, 2013; STINGL; PAARDEKAM, 2010), transferir soluções técnicas (VAN DEN BERG *et al.*, 2015) e criar valor adicional implementando as práticas de ‘melhores da sala’ (LEARY; RETTIE; SMIDTH, 2015).

Kubota, em Vanderman *et al.* (2005), também alerta que colaboração e parcerias são conflituosas, porque tanto clientes como contratados tentam maximizar seus ganhos, seja o lucro das operadoras ou o máximo de vendas possíveis de equipamentos e serviços das fornecedoras. Assim, a confiança dá lugar à competição, e as relações de longo-prazo são preteridas pelas escolhas que priorizam as estratégias de minimização de riscos (geológicos, de produção, operacionais, tecnológicos, comerciais). Mas ainda assim admite que há contingência e engenharia planejada na fase de design, que isso é também uma preocupação da cliente.

Heijermans (VANDERMAN *et al.*, 2005) enfatiza a importância do trabalho conjunto paralelo (em oposição ao sequencial) para criar um ambiente em que criação de valor seja recompensada e indivíduos sejam empoderados. Às vezes acelerar a primeira data de óleo pode oferecer um valor maior do que os custos adicionais que são gerados com as imperfeições na aceleração do projeto, de forma que o ‘fazer mais rápido’ às vezes supera o ‘fazer perfeito’ - ou pelo menos há uma sugestão para manter um equilíbrio entre as duas

soluções, e não deixar que o processo inicial de minimização de gastos atrapalhe. O equilíbrio entre tempo e perfeição é alcançado pela colaboração entre operadoras, fornecedores e desenvolvedores de infraestrutura, com parcerias em que todos ganham: equipes integradas, comprometimento e gastos em fases iniciais, ambiente de confiança, sem pressão de custos para diminuir margem de fornecedores; visão de longo prazo; recompensa de criação de valor; e parceiros se complementando com sobreposição de expertise.

Huff, em Vanderman et al. (2005), também afirma que é necessário haver confiança mútua e concessões de curto prazo de ambas as partes. Ótimos resultados da Oceaneering são exemplos de abordagens colaborativas, e não ‘tradicionais’, com as partes concordando sobre os riscos, as motivações, o calendário, o gerenciamento de imprevistos, integração de equipes, compensação comercial e o estabelecimento de confiança e troca de informações. Formigli (HARRIS *et al.*, 2004), enfatiza o envolvimento profundo de operadoras, o uso intensivo de *feedback* das lições aprendidas, um equilíbrio na divisão de riscos e arranjos de longo prazo como características comuns de projetos bem sucedidos. Além disso, também reafirma a importância da padronização, sempre que possível, para diminuir custos.

Eikill e Attramadal (2013) demonstraram como uma colaboração mais próxima entre diferentes envolvidos foi um pré-requisito para projetos bem sucedidos de renovação da frota de plataformas de perfuração norueguesas (plataformas mais seguras e eficientes). Se uma abordagem colaborativa se prova mais vantajosa para operadoras, isso abre espaço para que empresas que entrem nessas relações consigam desenvolver melhor seu potencial produtivo, adquirindo novas competências e inovando. Plataformas de perfuração têm design multiuso, com flexibilidade para operar em águas com diferentes profundidades. Segundo os autores (EIKILL; ATTRAMADAL, 2013), a colaboração está se acentuando com novos modelos de aquisição, voltados para plataformas construídas com um propósito específico, e feitas sob medida para os ambientes em que serão operadas.

Para isso, é necessário haver cooperação próxima entre designers e fabricantes de equipamentos no processo de design, incorporação de experiências prévias para solucionar desafios nas construções de novas unidades de perfuração, um processo mais democrático na escolha do design entre estaleiros, fornecedores de perfuração, fornecedores de equipamento e outros provedores de serviços terceirizados (se todos souberem, é mais fácil que cobrem preços mais competitivos porque saberão quais riscos que podem enfrentar), e estratégia de

aquisição com abordagem a longo prazo.

Em outro caso ilustrativo, um estudo examinou como o arranjo colaborativo entre a BP e Maersk, para melhorar a operacionalidade e tornar o design das plataformas de perfuração mais seguro, envolveu troca de informações e conhecimento entre fornecedores e operadoras; formação de comissão executiva; princípios de relacionamento estabelecidos de antemão; e equipe de projetos conjunta (LEARY; RETTIE; SMIDTH, 2015). Essa parceria contou também com a assistência de diversos fornecedores de equipamentos e empresas de serviços para contribuírem com os requerimentos funcionais e especificações do estaleiro.

Nesse caso específico, a empresa delegou a uma equipe multi-disciplinar de designers para desenvolver e testar quatro tipos de sistemas, e depois se aproximou de uma empresa com foco em perfuração, capacitada para fazer engenharia e oferecer conhecimento operacional, para colaborar com ela. Assim, as duas empresas entraram em um acordo de estudo conjunto para desenvolver o design de plataformas de perfuração. A ideia de *cleaner sheet of paper* (que quer dizer, em tradução livre, uma folha de papel quase em branco), somente com tarefas já definidas, significa um compromisso com a colaboração, no sentido de evitar somente um processo unidirecional de informação, com transmissão de especificações para os fornecedores.

Em outras pesquisas com pequenas e médias empresas da indústria O&G *offshore*, também foi constatada a importância da robustez institucional e da confiança em aglomerados de negócios (MACKINNON; CHAPMAN; CUMBERS, 2004). Crabtree, Bower e Keogh (1997), demonstraram como a confiança afeta o resultado de processos de inovação no setor de óleo e gás, principalmente na relação entre empresas pequenas e os contratantes (EPCistas).

Cumbers, Mackinnon e Chapman (2003) também descrevem como operadoras de petróleo e as principais contratantes de serviços são os principais parceiros para encorajar a inovação. Com isso, comprovam que a inovação ocorre por redes de demanda. Ou seja, as redes de inovação relacionadas à demanda são concentradas em clientes centrais. Poucas PMEs possuem colaborações regulares com outras empresas ou organizações que não são clientes. O suporte para inovação é, de certa forma, *top-down* (com as grandes corporações gerando demandas para as PMEs). Enquanto algumas mantêm uma contínua relação de pesquisa, a maioria inova para atender demanda.

3.4 DA MANUTENÇÃO À MANUFATURA

Em diferentes indústrias, a manutenção costumava ser considerada um serviço centrado em custo, separado do negócio principal. Mas com a crescente fragmentação da organização das empresas, diminuição dos níveis de inventários e a flexibilização de sistemas de manufatura, a manutenção tem se tornado uma parte cada vez mais integrada da produção (JONSSON, 1997), e um processo de criação de valor econômico, social e ambiental (LIYANAGE; KUMAR, 2003). Além disso, a manutenção se tornou também um dos principais objetivos das empresas para manter sua reputação e imagem institucional (MARKESET; MORENO-TREJO; KUMAR, 2013).

A manutenção evita causas comuns de perda de produtividade na manufatura, como paradas não planejadas, ajustes, defeitos, desempenhos ruins e danificações permanentes. Mas também pode aumentar as habilidades do corpo de funcionários, reduzir os níveis de inventários e aumentar a qualidade dos produtos (AHMED; HASSAN; TAHA, 2005); aprimorar as dimensões de custo, qualidade e entrega, fortalecer a organização e melhorar o desempenho manufatureiro de forma geral (McKONE; SCHROEDER; CUA, 2001); e aumentar a eficiência geral da produção, reduzindo as chances de falhas no processo e mantendo relação com a qualidade do produto (FRANCIS; OKOROCHA; AKUJOR, 2015).

Além do aprimoramento contínuo, o *feedback* de prestadores de serviços de manutenção para designers e construtores virou uma fonte confiável de informação para manufatura. Mecanismos de suporte fazem com que o fluxo de informação seja mais fácil e constante. Os dados fornecidos pela manutenção podem ajudar a diminuir os custos do ciclo de vida do produto que são determinados principalmente nas fases de criação de protótipos e design, e contribuem para o investimento de capital e o provisionamento de peças de reposição (JONSSON, 1997).

A terceirização também se tornou uma opção viável para clientes que desejam economizar com custos internos, transferindo para outras empresas que podem economizar na escala o investimento em melhores conjuntos de equipamentos e ferramentas para manutenção que se torna cada vez mais complexa (JONSSON, 1997). Devido à globalização, mais empresas estão desenvolvendo parcerias internas e externas entre manutenção e outros

elementos da cadeia de fornecimento, para melhorar o processo de produção, gerar sugestões para o departamento de compras e contribuir para o design de processos de produção (ALSYOUF, 2007).

Serviços de manutenção em campo (em oposição à manutenção no interior da fábrica), geralmente precisam de preparação anterior para atender chamadas. Assim, podem assegurar que documentos, equipamentos, partes e componentes de reposição que sejam necessários para o serviço sejam corretamente identificados durante a fase de preparação. A disponibilidade de informação é definitiva para melhorar o desempenho do serviço de manutenção, por isso clientes, as prestadoras de serviço e os fabricantes de equipamentos originais precisam colaborar para trocar informações (LEHTONEN; ALA-RISKU; HOLMSTROM, 2012).

Se o conhecimento e compreensão dos equipamentos adquiridos por meio das atividades de manutenção podem ser direcionados para melhorar o projeto de equipamentos novos, aplicando a experiência obtida sobre o funcionamento das máquinas, existe a possibilidade, ainda que teórica, que empresas terceirizadas que prestam serviços de manutenção possam migrar para a modificação, conserto, melhoria e fabricação de partes e componentes, criando uma base de manufatura onde antes só havia de serviços de manutenção e reparo. A literatura sobre manutenção enfatiza os benefícios para as próprias empresas que fazem manutenção *in-house* ou contratam esses serviços, mas não aborda a possibilidade de empresas terceirizadas se tornarem fabricantes, seguindo os mesmos princípios de criação de valor que a manutenção pode oferecer à manufatura.

A metodologia orientada ao aprimoramento da produção manufatureira, especificamente, a Manutenção Produtiva Total (TPM), foi identificada como um novo paradigma de fabricação que passou por uma evolução rápida, mas constante, no Japão. O TPM envolve todos na organização e proativamente fornece manutenção abrangente para todos os equipamentos produtivos diariamente ao longo de sua vida (Campbell e Reyes-Picknell, 2006; Ahuja e Khamba, 2008c). Sua abordagem otimiza a eficácia do equipamento, elimina falhas e promove a autonomia de manutenção envolvendo a força de trabalho total. É um sistema de manutenção total que cobre a prevenção de manutenção, manutenção preventiva e manutenção relacionada à melhoria, com o objetivo final de evitar perdas e desperdícios. O TPM é globalmente aceito pelas organizações de manufatura como a estratégia de manutenção mais eficaz para melhorar o desempenho da manutenção. A pesquisa mostrou que o TPM tem um impacto direto na melhoria do desempenho

geral do equipamento de produção (LEONG, 2017, p. 2. Tradução nossa)³²

No caso da indústria de petróleo e gás, essa questão é ainda mais importante. Manutenção e produção de equipamentos para atividades *offshore* costumam estar relacionadas, porque sistemas de produção *subsea* são feitos para facilitar a inspeção periódica e as campanhas de manutenção, que são geralmente complexas por causa das condições de se operar em águas profundas. Operar esses sistemas de forma segura e econômica requer inspeções, testes, monitoramentos, manutenção e reparos, se necessários. Para isso, as operadoras identificam alternativas para fazer manutenção preventiva e corretiva antes que a fase de exploração comece, com o auxílio de fornecedores e prestadores de serviços (MARKESET; MORENO-TREJO; KUMAR, 2013).

Logo, a manutenção é decidida na fase do design, ao planejar a estratégia para contratar embarcações, ferramentas e equipamentos. O contato com a água, o sal, a corrente pode causar corrosões, sobrecarga e fadiga, de cabos, válvulas, fixadores, sensores e componentes eletrônicos e hidráulicos. Navios e equipamentos também são feitos com o propósito específico de monitorar e fazer manutenção, e envolvem altos investimentos, ainda mais em condições extremas (MARKESET; MORENO-TREJO; KUMAR, 2013).

Os custos de intervenções em equipamentos ativos é alto, e por isso eles são extensivamente elaborados e testados na fase de design. Como os sistemas são feitos em submódulos para serem facilmente retirados e substituídos (se necessário), isso abre espaço para o surgimento, ainda que teórico, da possibilidade de desenvolvimento de atividades de manufatura de empresas de manutenção terceirizadas do componente ou sistema, localizadas na região em que estão concentradas empresas de serviço, apoio, manutenção, operação e logística às atividades de E&P de uma bacia petrolífera.

³²Manufacturing production driven improvement methodology, specifically, Total Productive Maintenance (TPM), has been identified as a new manufacturing paradigm that has gone through rapid but steady evolution in Japan. TPM involves everybody in the organization and it proactively provides comprehensive maintenance for all productive equipment daily throughout its life (Campbell and Reyes-Picknell, 2006; Ahuja and Khamba, 2008c). Its approach optimizes equipment effectiveness, eliminates breakdowns and promotes maintenance autonomy involving total workforce. It is a total maintenance system that covers maintenance prevention, preventive maintenance and improvement related maintenance, with the ultimate goal of preventing losses and waste. TPM is globally accepted by manufacturing organizations as the most effective maintenance strategy to improve maintenance performance. Research has shown that TPM has a direct impact on improving the overall production equipment performance. (LEONG, 2017, p. 2)

4 METODOLOGIA E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

4.1 METODOLOGIA

O universo da pesquisa compreendeu empresas que pertencem à cadeia produtiva da indústria de óleo e gás brasileira, e fornecem máquinas, equipamentos e componentes utilizados em atividades de exploração e produção *offshore* da Bacia de Campos, na costa do Estado do Rio de Janeiro. A amostra inicial incluiu 14 empresas que conseguiram contrato com a Petrobras, e foram selecionadas da amostra cedida por Kasahara e Botelho (2017). Novas empresas foram sendo adicionadas de outras amostras, como da base de certificados emitidos de conteúdo local, disponível na página da ANP, onde era possível identificar os principais fornecedores de bens e serviços passíveis de exigência de conteúdo local.

Foram incorporadas também empresas que estavam na amostra da Firjan, cedida pelo analista Heber Bispo, e no site da Rede Petro-BC, com apoio do consultor Glauco Nader. Pesquisas na internet serviram também para incluir empresas que possuíam fábricas no norte fluminense. Para aumentar a amostra, foram consultados representantes de certificadoras e instituições que lidam diretamente com a indústria. Essa coleta informal de dados permitiu que se tivesse acesso a outras empresas que não estavam em amostras anteriores, e também facilitou a aproximação, já que os representantes tinham contatos diretos com colaboradores dessas empresas. Outra forma de aproximação foi com apresentações feitas através do orientador, com conhecidos do mercado.

A amostra definitiva possuiu 45 empresas. Foram contactados 33 fabricantes de componentes com demanda contínua ou para peças pontuais de reposição, ou que prestam serviços industriais, ou que prestam demais serviços para atividades de E&P e gerenciam alguma base de fornecimento local. Nove empresas aceitaram participar da pesquisa. As outras rejeitaram oficialmente, ou não responderam os e-mails reiterando os contatos, ou não aceitaram em tempo hábil para o fim da pesquisa de campo, de acordo com os prazos estabelecidos no projeto. Das nove empresas, duas não foram incluídas na análise dos resultados da pesquisa de campo porque não atingiram parâmetros técnicos e éticos: ou as entrevistas que não foram produtivas para gerar um conteúdo robusto, ou as empresas possuíam problema societários.

Cargo	Data	Empresa	Visita à Fábrica
Gerente de Desenvolvimento de Negócios	23/01/2018	Aker	Não
Vice Presidente da Unidade <i>Subsea Lifecycle Services</i>	01/02/2018	Aker	Sim
Engenheiro de Materiais da <i>Subsea Lifecycle Services</i>	01/02/2018	Aker	Sim
Consultor de Vendas Técnicas	02/02/2018	Dril Quip	Não
Diretor de Operações	22/02/2018	JFM Serviços	Sim
Coordenadora de Suprimentos (<i>Subcategory Lead</i>); Analista de Cadeia de Suprimentos	02/02/2018	TechnipFMC	Sim
Gerente	31/01/2018	Thread Pipe Machine	Não
Controlador Financeiro; Gerente de Projetos	25/01/2018	Trelleborg Offshore	Sim
Diretor; Coordenador Técnico	31/01/2018	Usiscrew Usinagem de Petróleo	Sim

Cargo	Data	Instituição
Diretor Executivo de Petróleo, Gás, Bioenergia e Petroquímica	22/01/2018	Abimaq (Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos)
Especialistas em Regulação na Coordenadoria de Conteúdo Local	17/01/2018	ANP
Gerente	19/01/2018	Norwegian Energy Partners
CEO; Gerente do Departamento de Consultoria	24/01/2018	RBNA Consult
Consultor	20/12/2017	Rede Petro-BC
Gerente Executivo	15/12/2017	OSEP (Industrial Base and Offshore Competence Center)

Tabela 1. Informações das entrevistas conduzidas na pesquisa de campo. Elaboração do autor

O passo a passo dos contatos se deu da seguinte maneira: (1) apresentação por telefone; (2) e-mail com apresentação por escrito, e anexo de carta de vínculo institucional com a IUPERJ e documentos do questionário; (3) e-mail reiterando o contato; (4) agendamento das entrevistas. Com algumas empresas, foram enviados até três e-mails com reiteração de contato. As que não responderam até o terceiro, inferiu-se que estavam rejeitando a participação. Em casos de indicação, de representantes de instituições ou do orientador, foi usada uma técnica metodológica chamada *snowball*: os próprios participantes apresentavam outras pessoas, e assim por diante. Em um caso específico foram quatro níveis diferentes até chegar no entrevistado.

Nos contatos com as empresas foi solicitada a indicação de colaboradores que desempenhassem atividades de gerência de suprimentos, atendimento comercial, ou execução de projetos. Muitos colaboradores foram citados nominalmente, em decorrência de pesquisas prévias sobre a empresa e os cargos requisitados que estavam acessíveis pelo LinkedIn. As entrevistas foram semi-estruturadas por um questionário, visando obter informações básicas (não-específicas) sobre relações entre empresas clientes e fornecedoras. Esse questionário seguiu o modelo de Corredoira e McDermott (2014), mas com desenvolvimento próprio de perguntas sobre relacionamentos entre empresas, com quatro níveis de intensidade para colaboração: constante, pontual, raro, inexistente. O conteúdo do questionário está no Apêndice do trabalho.

A amostra da pesquisa foi dividida em dois segmentos: empresas e instituições. As empresas foram entrevistadas com a estrutura do questionário, buscando entender a relação delas com seus clientes ou fornecedores, qual sua atividade principal, se havia fabricação pontual ou contínua, se existia gestão de fornecedores locais no norte fluminense, se havia espaço para colaboração, se a empresa tinha departamento de engenharia, etc.

Foram, ao todo, 9 entrevistas e 5 visitas às fábricas, com 7 empresas diferentes. A amostra foi bem diversificada quanto ao tamanho das empresas: foram incluídas três das maiores fornecedoras de equipamentos *subsea* no Brasil, uma grande subfornecedora multinacional, e três empresas locais de diferentes tamanhos (uma com maquinário robusto e número alto de colaboradores, outra com grande dificuldade e maquinário ocioso e manual, e uma última com capital humano e maquinário, mas com número baixo de colaboradores). Todos os entrevistados ocupam cargos de relevância, e possuem conhecimento da área e das

atividades da empresa que justificam sua presença na amostra.

As instituições incluíram entidades patronais, agências reguladoras, empresas certificadoras de conteúdo local e instituições de suporte, que lidam com empresas da área de óleo e gás no norte fluminense. Seus representantes possuem um conhecimento profundo do mercado e do arranjo industrial que poderiam ser úteis para o desenvolvimento da dissertação. Foram seis entrevistas, com representantes de seis instituições diferentes. As perguntas giraram em torno do arranjo produtivo em Macaé, das atividades das empresas, da presença de subsidiárias de grandes multinacionais e sua relação com empresas pequenas locais, do que existe de fabricação na região, qual a competência tecnológica das empresas locais para entrar em uma cadeia de fornecimento com produção contínua, entre outros assuntos.

A confidencialidade foi um pré-requisito para os acordos de entrevista, e não foram dadas permissões expressas para divulgação do conteúdo integral das informações coletadas no relatório da pesquisa. Respeitando esse entendimento prévio, os entrevistados não serão descritos nominalmente, com o intuito de preservar sua privacidade. Eles serão citados da seguinte forma:

Para empresas: entrevistado e.1 > entrevistado e.9

Para representantes da indústria: entrevistado i.1 > entrevistado i.6³³

4.2 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS³⁴

4.2.1 O arranjo produtivo da indústria de óleo e gás

Na indústria de óleo e gás, especialmente os segmentos que acabaram tendo maior foco na pesquisa, como o de produção de equipamentos *subsea* e de poço, o gerenciamento da cadeia de fornecedores varia conforme as especialidades das empresas. Para caracterizar o padrão de relações entre empresas, e entender como, quando e onde a colaboração na cadeia de fornecimento ocorre, é necessário destacar antes as diferenças que as empresas possuem entre si e qual posição ocupam na cadeia produtiva.

Segundo estudo da ABDI (2013), a Bacia de Campos pode ser dividida em quatro

³³ Não necessariamente na mesma ordem apresentada na tabela de entrevistados.

³⁴ Todo o conteúdo discutido na apresentação e na discussão de resultados resulta das informações obtidas nos relatórios de pesquisa, com a análise e interpretação das entrevistas.

grandes segmentos de empresas: operadoras; para-petroleiras e grandes EPCistas; fornecedoras de bens e serviços menos complexos e tecnológicos; e pequenas e médias empresas nacionais de serviços que são subcontratadas. Parapetroleiras são firmas altamente qualificadas que desenvolvem produtos e serviços customizados com elevado grau de complexidade. As empresas EPCistas atuam como contratantes diretos de operadoras, coordenando o fornecimento junto às empresas. As demais empresas de menor complexidade tecnológica prestam serviços de manutenção e reparo, mergulho, caldeiraria, soldagem, transporte, automação, instrumentação, pneumática e eletrônica. No quarto grupo estão empresas regionais de fornecimento de baixa tecnologia, menor qualificação e poucos empregados: pequenos reparos, metalurgia, pintura, serviços de alimentação, soldagem, caldeiraria, limpeza, hotelaria e segurança (SILVESTRE; DALCOL, 2007).

Embora esta classificação seja suficiente para entender a estrutura industrial da região norte fluminense, são necessários parâmetros organizacionais mais detalhados para esclarecer como e porque essas empresas colaboram entre si, e testar se a colaboração, de fato, depende das características das empresas. Também faz parte da premissa deste trabalho que relações colaborativas sejam determinadas por fatores intrínsecos ao escopo das atividades e à natureza do produto (como seu grau de complexidade, valor agregado, tecnologia, conhecimento e capital demandado). Portanto, todo o esforço inicial foi dedicado a mapear o arranjo produtivo da indústria, desenvolvendo uma tipologia de empresas de acordo com parâmetros como porte, competência tecnológica, capacidade de design, potência de maquinário e oferta de portfólio. Esses parâmetros foram analisados na pesquisa de campo, e a tipologia apresentada já é resultado dessa análise.

Sobre os parâmetros:

Porte: representa o tamanho das receitas, valores dos ativos, presença internacional, número de unidades fabris, quantidade de colaboradores, montante dos contratos, investimentos em pesquisa e volume de oferta de uma empresa.

Portfólio: se a empresa gerencia um conjunto de bens comerciáveis, em torno dos quais seus negócios são estruturados - análises financeiras, mercadológicas e operacionais. São o diferencial competitivo da empresa.

Design: se a empresa possui departamento de engenharia para manufatura, ou gerencia os projetos de fabricação internamente, com prototipagem digital ou física. São desenhos com

as especificações técnicas que determinam o processo de manufatura.

Competência: capacidade para desenvolver e executar tarefas complexas, e desempenhar as funções requisitadas segundo os mais altos níveis de exigência - graus de coincidência, dimensões, precisão, tolerância, peso, material. Fabricar no tempo determinado, sem retrabalho nem pausas imprevistas, resultando em menor custo.

Maquinário: se possui máquinas para executar seus projetos ou de outros. Podem ser máquinas operatrizes manuais (que não possuem comando por computador; o operador que tem que fazer todo o manuseio dela) e máquinas automatizadas (por Comando Numérico Computadorizado). O *layout* comum da parte usinagem inclui tornos de diferentes portes, fresadora, centro de usinagem paleteira e de mesa única, mandrilhadoras e tornos verticais. Existem máquinas ainda mais modernas, que podem desempenhar diversas tarefas, como Integrex Multitarefa, que inclui em um único equipamento processos como torneamento, fresamento, furação, rosqueamento e mandrilhamento, e centros de usinagem de 5 Eixos, que abrangem qualquer direção de corte na peça.

A precisão das máquinas (CNC ou manuais) é a mesma. O que muda é a velocidade em que são executadas as operações, e o tamanho, dependendo do porte das máquinas. É também mais fácil garantir a precisão com uma máquina automatizada, porque o ajuste é por computador. Na prática, porém, é o mesmo nível. Uma peça com vários perfis diferentes não é possível de ser feita com somente uma ferramenta. Fazer isso manualmente exige que toda a mudança de perfil resulte em parada para o operador manusear. O princípio de usinagem é o mesmo, mas a troca de ferramenta, o zeramento e a movimentação é toda manual, e toma mais tempo. A importância disso é que algumas empresas no norte fluminense não possuem um maquinário avançado, o que dificulta a realização de alguns pedidos em tempo hábil e com a agilidade necessária.

Esses parâmetros ajudam a identificar as variáveis que podem ser correlacionadas à colaboração. Também são parte integral do trabalho de mapeamento da capacidade produtiva do norte fluminense, provendo informações sobre as características gerais das empresas instaladas na região. Segundo os parâmetros, e de acordo com as informações analisadas no relatório de pesquisa, é possível classificar a cadeia de fornecimento manufatureiro de óleo e gás em 5 tipos de empresas:

1. Empresas de grande porte, fabricantes de equipamentos originais. Possuem

presença em muitos países com atividades de exploração e produção de petróleo, além de um conjunto extenso de unidades fabris. Seus ativos são bilionários e os montantes dos contratos (geralmente com operadoras) chegam a centenas de milhões de reais. Montam conjuntos complexos (Árvores de Natal Molhadas, *Manifolds*, Sistemas de cabeças de poço, etc.) que estão no caminho crítico de seus clientes, e possuem alta capacidade produtiva, seja em maquinário, tecnologia ou capital humano.

2. Empresas especializadas em componentes complexos e com conhecimento específico, que são subfornecedores de fabricantes de equipamentos originais e sistemistas. A maioria possui presença internacional, mas não tem o mesmo tamanho (em colaboradores, unidades fabris, valores de venda) de empresas do tipo 1. Têm engenharia e possuem portfólio com produtos de alto valor agregado ou diferencial competitivo. Existem empresas de tipo 2 com competências diferentes: umas podem fazer componentes mais complexos e essenciais que outras (que preservem os equipamentos, que tenham automação, que demandem maior conhecimento em design e manufatura). Isso tem também consequências para as relações na cadeia de fornecimento.

3. Empresas fabricantes, sem portfólio de produtos manufaturados, que prestam serviços de usinagem e caldeiraria para empresas do tipo 1 e 2, fabricando essencialmente segundo as especificações enviadas por seus clientes. Um se destacam por sua eficiência na produção e atendem clientes com contratos de fabricação contínua, inclusive *turnkey* (significa que estão validados para fornecer todas as peças que o cliente precisar³⁵). Outras não possuem a mesma competência, ou robustez em maquinário, e costumam disputar o mercado de contratos pontuais, curtos e provisórios - são as empresas chamadas de peixes-pilotos, porque disputam a “sobra” da demanda (Entrevista e.7). Existe também um nível intermediário de competência, com empresas aprimorando sua capacidade para atender demandas mais exigentes e conseguindo contratos melhores. Esse é um processo que gera um ciclo virtuoso de capacitação, com maior investimento em infra-estrutura e capital humano. Empresas do tipo 3 podem também ser empresas menores locais, que se dedicam a manutenção e reparo, com ou sem fabricação pontual. São empresas que se instalam em aglomerados de negócios próximos às atividades onde os equipamentos operam, como é o caso da região norte fluminense. Essas empresas

³⁵ Em casos assim, o fornecedor fabrica, entrega e o cliente só manda para a linha de montagem.

servem de apoio para clientes que decidem terceirizar algumas atividades de reparos. O mesmo maquinário de manutenção é usado para fabricação, mas o próprio mercado diferencia fabricação de serviços de usinagem, quando entende que uma envolve desenho e projeto próprios e a outra somente a produção de acordo com as especificações de um cliente.

4. Empresas pequenas, mas com capital humano e capacidade de design, que fabricam componentes de baixa complexidade. Desenvolvem portfólio limitado a poucos componentes, ou somente um em alguns casos. Se diferenciam de empresas de tipo 2 por causa do porte e do portfólio, ambos bem mais enxutos. Costumam ser empreendimentos de poucas pessoas, que visam atender uma demanda específica de manufatura ou serviço.

5. Empresas que se especializam em soluções de engenharia. Ficam em proximidade com clientes, mas delegam todas as atividades de fabricação para fornecedores. Possuem capital humano e capacidade de desenhar projetos complexos, mas não têm maquinário nem comercializam produtos. Podem ser de porte médio ou baixo.

Esses são os principais tipos de empresas que integram a indústria de óleo e gás, e todos esses tipos se encontram na região norte fluminense. O principal foco dessa pesquisa é com empresas do tipo 3, ou seja, que não possuem portfólio de produtos manufaturados nem fazem design; que dispõem de maquinário para realizar serviços industriais de reparo e fabricação pontual; têm competências e portes distintos; e podem migrar da manutenção para a manufatura, e de encomendas pontuais para demanda contínua.

Alguns são fornecedores que possuem um maquinário robusto, investido na época de grande demanda dos anos anteriores da indústria O&G, e podem utilizar esse conjunto de máquinas (relativamente ociosas em alguns casos) para atender a uma nova demanda de fabricação, ainda que de componentes menos complexos, de empresas que buscam expandir sua gestão de fornecimento na região norte fluminense. Isso abriria uma possibilidade manufatureira, que é o tema deste trabalho, de crescimento de empresas locais através de sua capacidade de oferta já existente.

No norte fluminense encontram os principais tipos de empresas da cadeia produtiva da indústria O&G. Empresas do tipo 1: MHWirth (Grupo Akastor) e Dril-Quip. Empresas do tipo 2: Trelleborg e Contitech Dunlop Oil & Marine. Empresas do tipo 3: Foxoil, Uiscrew, Alphatec, Elfe. Mas o mais comum são empresas do tipo 1, com fabricação em outros

Tipo	Porte	Portfólio	Competência	Design	Maquinário
1	Grande	Sim	Alta	Sim	Sim
2	Médio	Sim	Alta	Sim	Sim
	Médio	Sim	Média	Sim	Sim
3	Médio	Não	Alta	Não	Sim
	Médio	Não	Média	Não	Sim
	Pequeno	Não	Baixa	Não	Sim
4	Pequeno	Sim	Média	Sim	Sim
5	Médio	Não	Alta	Sim	Não
	Pequeno	Não	Alta	Sim	Não

Tabela 2. Tipologia de empresas. Elaboração do autor

lugares³⁶, que instalam bases de apoio na região, para manutenção de equipamentos residentes e ferramentas de instalação.

Essas empresas criam unidades de serviços de pós-venda local, para ficarem perto das operações e dar suporte quando o produto danificar, precisar de customização, manutenção rotineira ou instalação (Entrevistado i.1). Isso é uma resposta de fornecedores para uma demanda gerada por clientes, que não desejam esperar muito tempo para técnicos se locomoverem de longe para as operações para apresentarem uma solução. É necessário haver um parceiro local ou uma estrutura própria para reparo e fabricação de uma peça ou outra, de acordo com as circunstâncias.

O norte fluminense não se desenvolveu como pólo manufatureiro por uma série de razões, que serão discutidas com maior profundidade no capítulo Discussão de Resultados. Embora não haja um parque industrial robusto, a região se tornou um centro de apoio logístico e manutenção, por causa da proximidade com as campanhas de exploração e produção no *offshore* brasileiro e pelo protagonismo histórico da Petrobras no desenvolvimento da indústria de petróleo no país³⁷. Lá se desempenham atividades de inspeção, conservação, reparo, pintura e revestimento de equipamentos que são utilizados nas operações em alto mar (Entrevistado i.1; Entrevistado i.2; Entrevistado i.4). Em Macaé e Rio das Ostras, principalmente, cuida-se da parte que corresponde ao longo da vida produtiva de um campo.

Para instalar um equipamento no fundo do mar são necessárias ferramentas, que estão em movimento constante: elas instalam equipamentos e depois voltam para a base dos fornecedores na região. E essas ferramentas são extremamente complexas, tanto na parte mecânica, hidráulica e eletrônica. Todas as ferramentas de instalação possuem um plano de manutenção. Esse plano se divide em três tipos: A, B e C. A manutenção de tipo A é mais superficial. Envolve limpeza e pequenas trocas. A manutenção de tipo B é mais localizada. É feita quando existe a necessidade de desmonte de alguma peça específica que foi danificada e precisa ser trocada. A manutenção de Tipo C é chamada de *stripdown*, porque o equipamento é desmontado inteiro e refeito (Entrevistado e.4; Entrevistado e.8).

³⁶ Interior de São Paulo, Belo Horizonte e região metropolitana do Rio de Janeiro e Curitiba.

³⁷ No final da década de 70, com a descoberta de petróleo na Bacia de Campos, a Petrobras escolheu Macaé como principal ponto de apoio para operações *offshore* no Rio de Janeiro, por já haver na cidade um pequeno centro urbano e ter disponibilidade de área portuária para ser utilizada pela operadora (ABDI, 2013).

Quanto aos equipamentos *subsea*³⁸, existe um índice que corresponde ao período médio entre falhas (*Mean Time Between Failure*). Isso quer dizer que há uma expectativa do tempo de vida útil de um equipamento, desde a sua instalação até um determinado momento em que ele começa a apresentar falhas. Então, se um equipamento começar a dar problemas que afetem a produção, ele é retirado para manutenção³⁹. Ainda que esse número possa variar, é seguro afirmar que numa média de 15 anos os equipamentos de produção são enviados para as empresas fornecedoras fazerem a manutenção (Entrevistado i.1).

As unidades das grandes empresas em Macaé se ocupam desse tipo de atividade. Em visita à unidade de serviços de uma multinacional em Rio das Ostras, foi possível verificar todo esse processo. Além de fazerem a manutenção das suas ferramentas de instalação, fazem a manutenção mais periódica de seus equipamentos. Dependendo do estado do equipamento, ele pode ser desmontado e avaliado em um relatório de avaria. Depois de medidos os riscos e a condição dos componentes, é sugerido o que pode ser feito para sua recuperação, em termos de usinagem, caldeiraria, revestimento e pintura (Entrevistado i.1). No caso da usinagem, pode haver a necessidade de aplicação de solda e reusinagem, para assim poder acoplar o componente de novo no equipamento. Com essas atividades de manutenção também surge demanda para fornecedores de serviços industriais na região. Quando as empresas preferem comprar do que usar o próprio maquinário para produzir, essas atividades são terceirizadas de acordo com o desenho original do projeto e suas especificações técnicas.

Além das grandes fabricantes de equipamentos originais, existe também uma parte da cadeia produtiva voltada para a prestação de serviços de alta complexidade, como perfuração e completação, que também estimula o terceiro elo, gerando uma demanda de equipamentos utilizados em suas atividades. Segundo relatos de representantes da indústria, quando clientes compram o serviço, os equipamentos são ativos das empresas prestadoras de serviços. E fazem parte do inventário, não são descartáveis. Às vezes empresas que prestam serviços também precisam emitir uma nota fiscal de venda, quando seus serviços (feitos com ativos da própria empresa, ou também terceirizados) envolvem a permanência de um equipamento no poço, por exemplo (Entrevistado i.1).

³⁸ Exemplo: Tubing Hanger, BAP, Tree Cap e Árvore de Natal Molhada.

³⁹ Essa não é uma estratégia padronizada, levando em conta que empresas, às vezes, preferem deixar equipamentos produzindo muito tempo após a expiração do seu período médio entre falhas, quando analisam ser mais viável financeiramente que ele permaneça produzindo mesmo de forma errática do que retirar ele do mar para manutenção.

Mas essas empresas normalmente emitem notas fiscais de serviço, e prestam esses serviços com ativos da empresa (ou terceirizados) utilizados nas atividades. Esse ativo depois da operação é retirado para a base local (que costuma ser próxima) para fazer inspeção, manutenção, reparo, colocar sobressalentes, fazendo eventuais melhorias (Entrevistado i.1). Muitas dessas empresas possuem ativos sem demanda contínua, o que impossibilita o estabelecimento de fábricas nacionais, pois é mais vantajoso importar. Quando o giro não é alto, é melhor ter um parceiro no Brasil, abrindo espaço para a possibilidade de terceirização local de fabricação.

Como os principais equipamentos utilizados nas atividades E&P de petróleo precisam de reposição de peças danificadas, a maioria das empresas desenvolvem uma infraestrutura local para atender essa demanda ou podem terceirizar essas atividades, algo mais incomum (Entrevistado i.2; Entrevistado i.4). A prática mais recorrente é uma mistura das duas estratégias. Algumas atividades são desempenhadas internamente, enquanto outras são terceirizadas de acordo com a estratégia de cada empresa - que varia conforme a comparação do custo fabril com o valor de cada componente. Quando a inspeção detecta algo com uma vida útil avariada, é possível comprar o componente que é comercial, e fabricar internamente o que não é, com o maquinário próprio.

4.2.2 Caracterização das empresas pesquisadas

A pesquisa engloba empresas de tipo 1, 2, 3 e 4. Foram entrevistadas três empresas de tipo 1, uma empresa de tipo 2, duas empresas de tipo 3 e uma empresa de tipo 4. Uma das empresas entrevistadas, de tipo 1, no norte fluminense, é uma norueguesa com muita experiência na fabricação de sistemas *subsea*. Seus principais clientes são as operadoras Petrobras e Total (Entrevistado e.3). No Brasil, a empresa se destaca na produção de equipamentos como: Árvore de Natal Molhada, Manifolds e SCM (Sistema de Controle Multiplexado). Apesar de ser norueguesa, a fábrica que projeta, desenvolve e produz esses equipamentos fica no Paraná, onde são realizadas as três etapas de manufatura: design, fabricação e testes. A instalação, manutenção e operação dos próprios equipamentos é feita em sua unidade em Rio das Ostras (*Subsea Lifecycle Service*), que cuida tanto dos equipamentos residentes, como BAP (Base Adaptadora de Produção), ANM (Árvore de Natal

Tipo	Porte	Portfólio	Competência	Design	Maquinário	Empresas Entrevistadas
1	Grande	Sim	Alta	Sim	Sim	Aker; TechnipFMC; Dril-Quip
2	Médio	Sim	Alta	Sim	Sim	Trelleborg
	Médio	Sim	Média	Sim	Sim	
3	Médio	Não	Alta	Não	Sim	Uscscrew
	Médio	Não	Média	Não	Sim	
4	Pequeno	Não	Baixa	Não	Sim	Thread Pipe JFM
	Pequeno	Sim	Média	Sim	Sim	
5	Médio	Não	Alta	Sim	Não	
	Pequeno	Não	Alta	Sim	Não	

Tabela 3. Tipologia das empresas pertencentes ao encadeamento produtivo O&G e a relação com as empresas entrevistadas. Elaboração do autor

Molhada) e MCV (Módulo de Conexão Vertical, umbilical, anular ou de produção, que vai na BAP), como também de grandes ferramentas de instalação, que vão e voltam, como FIBAP e TRT, e que existem em maior quantidade, conforme verificado na visita à fábrica e na entrevista (Entrevistado e.4).

Na unidade em Rio das Ostras, a empresa realiza atividades de usinagem, montagem, solda, jateamento, revestimento⁴⁰, pintura e sistemas de controle. A fabricação é pontual, sem design, e é considerada como remanufatura, ou seja, fabricação que surge em consequência da manutenção (Entrevistado e.3; Entrevistado e.4). Não se desenvolve nada novo em Rio das Ostras, a não ser um *upgrade* em componentes caso o cliente queira, mas a demanda é muito baixa e para itens menores - sempre para troca e nunca para suporte de projetos. Equipamentos que são feitos para durarem 30 anos embaixo d'água, às vezes são retirados com 10 anos de operação para reparo, com reposição, e melhoria de algum componente (Entrevistado e.4). Um equipamento feito no Paraná é todo desmontado em Rio das Ostras, em períodos de manutenção. Por isso a capacidade de produção tem que ser alta.

A usinagem da unidade é relativamente nova, com aproximadamente um ano e meio. O processo é simples: o item vai para o reparo com alguma região danificada, depositam um outro material forjado, enchem de solda e usinam com o acabamento que precisa para ser acoplado (Entrevistado e.4). Também existe um time de engenharia para manufatura, com *know-how* e pessoas para fazer *upgrade* em equipamentos e reparos.

Bom seria se tudo saísse como está no papel, mas um item que começa a ser executado pode ter várias revisões de projeto no meio antes de chegar para gente. Pode ser que o mesmo item, ao longo de um ano, se torne diferente por causa de revisões. A engenharia de produtos local em Rio das Ostras tem que ser acionada, avaliar o que aconteceu, conversar com a engenharia da matriz e repassar para a engenharia de execução (que é a parte da usinagem), que vai definir como fazer (Entrevistado e.4).

Quando é somente reparo, a fabricação segue as especificações da fábrica principal, sobre desenho e cotas (tolerância máxima e mínima). Em manufatura de *upgrade*⁴¹, o design, a usinagem e o acoplamento são feitos localmente (Entrevistado e.4). Essa empresa possui fornecedores de serviços de usinagem e outros serviços complementares no norte fluminense.

⁴⁰ Compostos químicos nos quais as peças são banhadas para aumentar a proteção contra corrosão.

⁴¹ Quando um cliente, por exemplo, pede alguma melhoria na Árvore de Natal, como incluir uma válvula a mais no equipamento.

Outros produtos que não são o *core business*⁴², e, portanto, não são interessantes para fabricar internamente, são terceirizados. Essa unidade, por exemplo, não fabrica válvulas (compram de um fornecedor no Rio); produtos mais simples de caldeiraria; nem parte eletrônica. No caso de usinagem, o fator principal para terceirização é o custo operacional, que é muito maior em empresas grandes, como pagar estrutura da planta, *overhead* (custos indiretos e com despesas gerais), mandar dinheiro para o país de origem, etc (Entrevistado e.3). Esses fatores tornam a hora fabril da empresa grande muito mais cara, influenciando o custo-benefício de fabricação interna de produtos que não são essenciais da empresa: produtos de menor complexidade, ou com menor exigência de precisão, ou que podem ser feitos em maquinário menos pesado. Porém, atividades que exigem um maquinário mais complexo e caro, são normalmente feitos internamente.

É possível que haja uma tendência de empresas de tipo 2 se instalarem geralmente perto de clientes ou do mercado, de uma forma geral, como foi sugerido em entrevistas (Entrevistado i.1; Entrevistado e.9). No caso da empresa entrevistada, uma multinacional sueca que desenvolve soluções poliméricas para proteção e isolamento térmico de equipamentos, sua localização permitia que ficasse perto de dois clientes que fabricam dutos flexíveis, um no Porto do Açu (S. João da Barra-RJ) e outro no Rio de Janeiro, de modo que Macaé se apresentava como um ponto central entre eles. Como ela não monta equipamentos, mas fornece componentes, uma unidade de serviços exclusiva para manutenção não é prioridade, se é que existe. A proximidade é mais uma questão de estratégia para atendimento comercial (Entrevistado e.9).

Isso não indica que essa estratégia seja invariavelmente implementada, nem que, por isso, o norte fluminense seja o local ideal para a instalação dessas empresas. Mas existe a possibilidade de empresas do tipo 2 seguirem uma tendência de concentração industrial em busca de proximidade com clientes, de forma a gerar um estímulo para consolidação de *clusters*. O relato de um dos entrevistados explica uma das razões pelas quais é benéfico estar próximo (e, por consequência, quais vantagens o norte fluminense teria em relação a outros municípios quanto ao estabelecimento da indústria de óleo e gás):

Quando eu emito a nota fiscal para meu cliente, ele recebe no dia seguinte o material, e pode colocar no próprio dia em produção. Isso gera um benefício em

⁴² Item de competência essencial para a empresa.

capital de giro muito elevado para meu cliente. Se ele precisa interromper uma produção para fazer uma encomenda e atrasar, isso resulta em prejuízo. O material tá aqui, o estoque está aqui. Isso gera uma previsibilidade muito maior do lado dele. Ele não precisa ter estoque excessivo, ter gasto excessivo de administração de importação ou de logística. Isso cria uma confiança bem grande e estimula parceria com fornecedores locais (Entrevistado e.9).

No norte fluminense, a empresa desenvolve produtos com base polimérica para isolamento térmico e restrição à curvatura de linhas flexíveis. O portfólio atual da empresa inclui fitas de isolamento térmico, enrijecedores de curvamento (*Bend Stiffeners*), restritores de curvamento (*Bend Restrictors*) e Uraduct. São produtos importantes para o mercado brasileiro, onde a demanda é elevada. Havia também planos para aumento das linhas de produção, que foram descontinuados diante da crise da indústria. A questão da proximidade com os clientes era até mais importante para uma linha de produção que foi descontinuada, porque o mercado caiu e não valia mais a pena fabricar no Brasil (Entrevistado e.9). A empresa, então, preferiu manter essa fabricação em outras unidades no mundo (Inglaterra e Estados Unidos). Assim, os clientes desses produtos importam das outras unidades.

Como são produtos importantes para a preservação⁴³ de ativos, existe uma relação mais próxima entre a empresa e seus clientes. Com o questionário conduzido, foi possível identificar que, ainda que sejam produtos com aprimoramento interno e *know-how* próprio, a comunicação é constante. Existe compartilhamento de especificações do projeto dos clientes, desenho de projeto. Eles conseguem descobrir informações de seus clientes com os clientes finais deles, e isso ajuda no planejamento da fornecedora. Eles dão *feedback* sobre como o produto está se comportando, ou com alguma mudança necessária que ele precisa em certo aspecto do design para atender melhor o projeto dele. Existem desafios inclusive na exploração do pré-sal, em que é mais profundo e a temperatura mais baixa. A temperatura do óleo é maior, a pressão também é maior. Todos esses fatores são um desafio para uma empresa que lida justamente com equipamentos de preservação. Os clientes passam as novas condições e eles têm que desenvolver soluções para se adequar a esses desafios (Entrevistado e.9).

Uma das empresas de tipo 3 participantes da pesquisa é uma das maiores prestadoras de serviços de usinagem da região norte fluminense. Sua principal atividade é a manutenção de

⁴³ Proteções para não entortarem demasiadamente no ponto de terminação com as ondas constantes e o movimento de instalações dinâmicas (como plataformas flutuantes); proteções para curvaturas excessivas com cargas estáticas nas fases de instalação e operação de tubulações flexíveis; proteção de equipamentos contra abrasão e impactos no fundo do mar.

equipamentos petrolíferos, embora seja voltada também para o processo de industrialização. Na parte da fabricação, a empresa fornece peças técnicas para os principais equipamentos utilizados nas atividades de produção *offshore*, entre eles luvas, conectores, hastes de atuação e anéis que são acoplados para fazer a ligação entre árvores de natal molhadas e o BAP (Entrevistado e.6).

Além disso, está devidamente qualificada e validada para fornecer todos os milhares de componentes de uma árvore de natal molhada montada por uma cliente multinacional, e é também qualificada por uma outra multinacional para fazer o rosqueamento dos tubos de revestimento de poço que ela fornece para a Petrobras. Como foi verificado na visita à fábrica, possui um maquinário robusto (18 máquinas CNC, entre elas, diversos tornos, centro de usinagem, mandrilhadora, fresadora, e seis máquinas convencionais), com aproximadamente R\$ 50 mi em investimento. De uma forma geral, fabricam mais de 1000 peças diferentes para óleo e gás. A maioria dos componentes são patenteados e não podem ser fabricados de forma seriada (Entrevistado e.6).

Desde a crise, passaram por uma redução drástica de contratos e de mão de obra. Antes, empregavam mais de 70 funcionários. Agora são 32. Ainda que estejam com um maquinário ocioso, eles são exemplo de uma empresa que teve aprimoramento manufatureiro e conseguiu manter uma base de contratos ativa e estável mesmo em um momento de queda geral na indústria. Sua demanda é contínua porque possuem contrato (pelo menos renováveis de dois em dois anos) com as maiores e principais empresas operando em diferentes ramos do petróleo no Brasil. São contratos tanto de manutenção, como de fabricação. Muitos de seus parceiros são de longa data, desde 2001, como eles mesmos relataram (Entrevistado e.6).

A empresa é originariamente de São Paulo, e veio para o Rio de Janeiro através de um contrato e uma parceria com uma grande empresa do setor, já com os serviços de reparo e industrialização. Eles priorizaram a instalação de equipamentos mais modernos, como máquinas CNC, e depois se esforçaram para obter certificados. Todos os seus investimentos em maquinário vieram como consequência de novos contratos, e não foi feito nenhum investimento anterior a eles (Entrevistado e.6).

Em 2013, a empresa deu um grande passo à frente em termos de maquinário através de um contrato de exclusividade com uma grande multinacional. Essa cliente faria uma espécie de locação financeira de algumas máquinas da empresa, com aluguel que seria pago através

dos serviços, com uma quantia fixada por mês. Se passasse dessa quantia, a cliente pagava a diferença. Esse contrato deu uma alavancada na empresa, ajudando a ganhar competitividade. Fora isso, todo o investimento em maquinário veio através de parcerias com os próprios fabricantes das máquinas, como financiamentos com juros baixos e cursos ministrados para explicar o funcionamento básico das máquinas e suas operações. Os funcionários também se qualificam constantemente (Entrevistado e.6).

Segundo os representantes, seu diferencial competitivo é a eficiência para fabricar, com boa qualidade e no prazo correto, aquilo que seus clientes mandam. O processo de industrialização ou reparo, na maioria dos casos, acontece da seguinte maneira: um cliente (ou um departamento específico desse cliente) manda um desenho do equipamento e pede para industrializar. A empresa compra a matéria-prima, trata, monta o *book* (coloca a peça com todos os certificados), usina e entrega.

Eventualmente, embora não seja muito comum, a presença de algum técnico da empresa fornecedora é requisitada para ajudar um cliente a desenvolver um dispositivo para solucionar algum problema com um equipamento. Então, o projeto é desenvolvido em conjunto. Eles fazem o desenho, mandam para o cliente, e após a confirmação fazem o protótipo e mandam para teste. Se for aprovado no teste, o desenho é passado para linha de produção, depois industrializado de acordo com a demanda do cliente. Embora sejam ilustrativas de um tipo de colaboração em pisos de subfornecimento, essas situações são muito incomuns, onde a complexidade do componente nunca é alta.

A contribuição maior da empresa em sua relação com clientes é ajudar a reduzir custos, e número de incidentes, evitando retrabalho ou sucateamento. Eles não se envolvem com o design, mas determinam as etapas de fabricação, porque são detentores de um conhecimento específico que muitos clientes não possuem (Entrevistado e.6). Além disso, se engajam em processos de soluções conjuntas de problemas. Um fornecedor que ajuda um cliente a solucionar um problema possui uma probabilidade alta de ser chamado novamente caso o seu cliente perceba um novo problema, porque já existe um histórico de resolução conjunta de problemas entre os parceiros.

Um exemplo real, lembrado nas entrevistas, foi o da necessidade de um programa que fizesse o centro de usinagem desempenhar uma rotação para fazer uma espiral no corpo de um componente (como uma hélice de broca em seu corpo). A fornecedora tinha o

equipamento, mas precisou adquirir um processador que fazia esse programa, resultando em um *upgrade* direto para resolver um problema. Existem outros casos em que uma máquina foi comprada com um propósito específico de atendimento a um cliente. Todo esse esforço é gerado internamente para que a empresa fornecedora consiga atender uma demanda.

De resto, os clientes não participam dos processos de aprimoramento da empresa. Com a condução do questionário, foi possível verificar que seus clientes não ajudam a descobrir novas técnicas e processos, a melhorar sua produção, a se aproximar de outros fornecedores, a identificar problemas na sua fabricação, a se capacitar para um novo projeto, a fazer mudanças em design, nem dão liberdade para customização ou alteração do projeto inicial. A melhor forma de descrever a relação da empresa com seus clientes é a troca de informações unidirecional: o cliente passa as especificações e o fornecedor cumpre elas.

Além disso, a pressão por diminuição de custos acontece de forma sistemática, variando entre 5% e 10%, e chegando a extremos de 25% em cada renovação de contrato. Não atender a esses pedidos carrega a pressão constante de troca de fornecimento (Entrevistado e.6). Eles não geram um portfólio justamente por não ter engenheiros. Também não é interesse da empresa gerar portfólio de produto manufaturado, porque eles não têm mais interesse em crescer.

4.2.3 Variáveis e correlação com colaboração

Esta parte do trabalho atende ao objetivo específico de mapear o que as empresas na cadeia de fornecimento de óleo e gás na Bacia de Campos fazem em termos de colaboração, para aprimorar produtos e processos, e adquirir novos conhecimentos, e, em última análise, inovar. Os tipos das empresas pesquisadas variam conforme as alterações nos parâmetros de porte, portfólio, competência, design e maquinário. Essas variáveis podem ser correlacionadas com o grau de colaboração percebida. Todas as entrevistas foram semi-estruturadas por um questionário que visava documentar o nível de cooperação nas seguintes intensidades: constante, pontual, rara e inexistente. Entre empresas do tipo 1 e clientes, a colaboração é sistematicamente apontada como intensa (Entrevistado e.1; Entrevistado e.2; Entrevistado e.5), e a tecnologia *subsea* nacional está no estado da arte da manufatura desses sistemas,

indicando um aprimoramento significativo.

Isso corrobora com a premissa de que colaboração é mais consistente em projetos complexos, que agregam maior valor tecnológico - e por isso dependem de uma economia mais colaborativa, porque ninguém detém todas as tecnologias ou porque o conhecimento complementar de outros atores é desejado (Entrevistado i.3). Em serviços com menor valor tecnológico, a necessidade de colaboração costuma ser mais baixa. Esse dado também se relaciona com a hipótese de que o aprimoramento manufatureiro é mais significativo quando a relação é mais colaborativa.

Mas não é possível identificar se a colaboração é causa ou consequência do aprimoramento, ou seja, se empresas colaboram com seus clientes por já estarem em um nível alto de capacidade produtiva, ou se elas adquirem essa capacidade através da colaboração. Ao que indicam as informações obtidas, existe um ciclo de aprimoramento e cooperação, com influência mútua: a colaboração ajuda a adquirir capacidades, e ter capacidades aumenta a probabilidade de colaboração. O segmento *subsea*, por exemplo, evoluiu por causa de uma política de fornecimento da Petrobras que priorizava a capacitação de seus fornecedores para atender aos desafios impostos pelas condições de exploração e produção em águas cada vez mais profundas. Mas esse ciclo também depende de outros fatores. No próprio *subsea*, os equipamentos são altamente customizáveis, essenciais para a produtividade do cliente, e também são muito caros (Entrevistado e.1; Entrevistado e.3). O atendimento é muito mais próximo, assim como o engajamento do cliente. No primeiro piso de fornecimento, foi constatada uma proximidade maior com design - grupos de engenheiros de fornecedores e clientes desenvolvendo um projeto em conjunto.

Por exemplo: o cliente (na maioria das vezes a Petrobras), faz um pedido vinculado a uma série de especificações técnicas⁴⁴. Os fornecedores atendem essas especificações, mas têm autonomia para produzir conforme seus próprios desenhos, trabalhando para transformar essas especificações técnicas em vantagem competitiva, ou seja, com o menor custo possível, como o gerente de uma grande fabricante explicou (Entrevistado e.3). Tanto o design próprio como eventuais customizações são a regra no primeiro piso de fornecimento de equipamentos. No caso de uma empresa do tipo 1 entrevistada, engenheiros de clientes lidam direto com engenheiros de fornecedores, especialmente através do Cenpes, que gera

⁴⁴ O quanto precisa aguentar de pressão, se precisa de conexões verticais, a direção do equipamento, etc.

demandas tecnológicas que podem ser desenvolvidas no centro de pesquisas e transferidas para fabricação de seus fornecedores. A empresa fornecedora pode depois incorporar essa demanda tecnológica no portfólio de seus produtos, mas deve, por política interna da própria Petrobras, distribuir as inovações pelo mercado. Existe um processo de isonomia, promovido pela Petrobras para seus fornecedores, que transfere para outros fornecedores o resultado da inovação gerada por uma parceria (Entrevistado e.2).

Como as competências são complementares, as operadoras têm alguma ideia do que desejam para seus equipamentos, e tentam trabalhar em colaboração com seus principais fornecedores, usando o capital humano e a estrutura que essas empresas possuem. Muitas vezes os clientes não têm o sistema de design, sistema de cálculo, softwares mais avançados, simulações que não conseguem fabricar no físico, por exemplo (Entrevistado e.3). Essas são algumas competências que são de especialidade de fornecedores. Também quando há a necessidade de se casar muito bem uma solução para um problema complexo, diante das dificuldades de um projeto, o cliente pode insistir em uma colaboração maior entre diversos fornecedores, como foi citado o caso de uma parceria entre duas empresas estimulada pelo cliente para integração na manufatura (Entrevistado e.3). A Petrobras também ajuda a fazer mudanças no design, apontando melhores caminhos, mas sempre de forma pontual.

Outro ponto alto de colaboração é o que existe nos departamentos de pesquisa e desenvolvimento. Algumas empresas que operam no país não possuem departamentos desse tipo aqui, mas muitas outras instalaram centros de pesquisa para desenvolver novas tecnologias e protótipos, além de auxiliar e atuar próximo das inovações geradas pela Petrobras no Cenpes. Outras vezes, a colaboração em P&D se dá com unidades fora do país, enquanto a engenharia local, situada nas filiais, é utilizada para mudar o produto de acordo com as especificidades locais.

Um caso importante de relação próxima que gerou um aprimoramento replicado no portfólio de uma empresa de tipo 1 foi a colaboração entre engenheiros em Houston (matriz da empresa) com a Petrobras para equipamentos para cabeça de poço. O desenvolvimento de PLEM e PLET também teve uma relação muito próxima, por ser um produto inicial. Projetos inéditos sempre necessitam de relação mais próxima. Nesses projetos, os fornecedores têm acesso aos principais documentos relacionados de seu cliente. Fazem desenhos com informação proprietária e possuem acordos de confidencialidade para transferência de

informações (Entrevistado e.1).

Apesar da colaboração ser considerada como frequente, existe a possibilidade de redução por causa do preço. As entrevistas abordaram uma tendência de esforços em direção à padronização, o que pode levar a uma diminuição da colaboração. Operadoras estão começando a ser mais rigorosas com especificações. Além disso, também existe um esforço maior para padronização de equipamentos empreendido pela API (American Petroleum Institute). Uma terceira razão seria a dificuldade e preços de projetos novos e altamente customizados. Um erro na dimensão do desenho de um componente pode parar a produção, atrasando a manufatura de um sistema inteiro, além de outros fatores imprevistos em desenhos inéditos (Entrevistado e.1; Entrevistado i.1). Nesse ponto não foi possível identificar se esses problemas seriam uma consequência direta da baixa colaboração entre fornecedores e subfornecedores, o que poderia contribuir para avançar na discussão sobre as vantagens de se colaborar.

No subfornecimento, estão empresas do tipo 2, 3 e 4, que podem variar em capacidade de design, competência, portfólio, porte, e outros parâmetros não calculados, como segmento, nível de conhecimento e capital necessário. Os parâmetros mais relevantes entre os tipos são design e portfólio, ou seja, se empresas possuem um conjunto de bens comercializáveis e a capacidade para alterar, customizar e aperfeiçoar seus produtos.

Empresas do tipo 2 e 4 possuem projeto, desenvolvimento e (na maioria dos casos) fabricação próprios, enquanto empresas do tipo 3 se encarregam dos serviços industriais, ou seja, das atividades de fabricação sem design: utilização da mão-de-obra especializada e maquinário para atender as encomendas de clientes. A colaboração para design, com desenvolvimento conjunto entre engenheiros (entendida como um fator importante para aprimoramento) não existe em empresas do tipo 3. Para essas empresas, colaboração é entendida como atendimento ao cliente. Ou seja, o que empresas podem fazer para ajudar seus clientes a melhorarem seu próprio processo de fabricação, conforme um próprio colaborador da empresa destacou (Entrevistado e.6).

Mas entre empresas com portfólio e design (2 e 4), um outro indicador determinante para colaboração é a competência, que indica se uma empresa é capaz de desenvolver produtos com maior complexidade que outros, tanto em design como na fabricação. A complexidade de um produto, por exemplo, influencia na estratégia de clientes colaborarem

com fornecedores ou adquirirem pelo mercado, em plena concorrência. Por isso, empresas do tipo 4, que têm oferta de produtos de menor complexidade, têm relação mais *arm's lenght* com clientes, sem colaboração (Entrevistado e.8; Entrevistado e.9). O porte também influencia, já que empresas que têm porte maior também possuem mais recursos para adquirir competência, se aproximar de novos clientes, ou desenvolver projetos com maior demanda de pesquisa e desenvolvimento (Entrevistado i.3).

Quando um subfornecedor produz componentes que são sensíveis para o ativo de um cliente, ou de *know-how* específico próprio (um diferencial competitivo), a colaboração tem mais chances de ocorrer, como foi verificado pela pesquisa de campo (Entrevistado e.9). Quando há portfólio, design e competência, existe um fluxo maior de informações e *feedback*, mas espera-se que o fornecedor ofereça soluções caso haja algum problema ou novo desafio. Uma situação mencionada com recorrência é a expectativa do cliente em relação ao desempenho do produto e do próprio fornecedor. Eles fazem adaptações, conversam com os clientes sobre as especificidades do projeto e da operação. Os entrevistados explicaram que os clientes avisam se preferem um tipo de solução ou outra. Em contrapartida, problemas na montagem com o produto do fornecedor geram uma pressão constante para solucionar problemas, mas não de forma colaborativa e sim no sentido de um produto vendido no mercado que apresenta falhas.

No caso de empresas do tipo 3, a colaboração é mais um recurso para oferecer soluções mais baratas para projetos de clientes, resolvendo problemas de forma conjunta, ou fazendo adaptações em seus maquinários para atender uma demanda nova (Entrevistado e.6; Entrevistado e.7). Quando se trabalha com fornecedores com bastante experiência na fabricação, até existe espaço para que ele contribua com alguma diferença, mas na maioria das vezes a relação é bem restrita. São mudanças que podem facilitar a operação do próprio fornecedor, e que, se não impactarem na qualidade do produto, são aceitas pelo cliente. Normalmente giram em torno de uma solução mais barata para aquilo que foi encomendado, ou que pode ser feita num tempo mais rápido. Um fornecedor competente analisa o desenho e sabe a hora fabril, e consegue fazer o cálculo e negociar o custo (Entrevistado e.1).

Mas existem casos de empresas que prestam serviços industriais e possuem competência alta que conseguem se engajar em relações próximas e colaborativas com clientes. Dois grandes subfornecedores de clientes de tipo 1 fabricam toda a parte de

caldeiraria de *manifolds* (em um caso) e árvore de natal e *manifolds* (em outro) dessas empresas no Brasil. Eles montam a estrutura metálica, fazendo dobra e soldagem do metal, onde o cliente instala os componentes. Ainda que os desenhos e a engenharia não sejam próprios, a relação não é a mesma que a de outros subfornecedores de serviços industriais (Entrevistado e.2; Entrevistado i.2). Nesses casos, as relações são gerenciadas por contratos muito formais e extensos, que requerem um grau alto de exclusividade⁴⁵.

Em um dos casos, o subfornecedor construiu uma infraestrutura de fabricação, copiando um modelo de fábrica que a própria empresa cliente tinha em seu país de origem. Para que seu fornecedor tivesse capacidade de produzir aquilo que era demandado dele, o cliente passou várias informações de como funcionava essa fábrica. Como o gerente da empresa cliente explicou, esse processo envolveu um fluxo intenso de transferência de informação - de requerimentos de qualificação para mão-de-obra e processos a compartilhamento de tecnologia (Entrevistado e.2). Houve um nível alto de envolvimento do cliente para que o fornecedor conseguisse construir os itens desenhados, e adquirisse um repertório muito maior de produção. Não foi uma relação unidirecional como se espera quando há uma clara divisão entre design e manufatura. De acordo com as entrevistas, houve seguramente muita colaboração. Os soldadores da empresa se qualificaram sobre procedimentos de soldagem, de material de soldagem, de corte, etc. O fornecedor teve acesso a conhecimentos e desafios novos, se capacitando para ajudar a criar soluções para eventuais problemas (Entrevistado e. 2).

Concluindo as correlações, pela análise dos resultados da pesquisa, é possível dizer que: (1) a colaboração em fornecedores tipo 1 com clientes é constante e acontece desde as etapas iniciais de desenvolvimento do projeto; (2) em empresas do tipo 2 a colaboração pode ser constante ou pontual, dependendo do nível de competência da empresa; (3) em fornecedores de tipo 3, a colaboração costuma ser baixa e relacionada a solução de problemas na fabricação, mas existem casos de alta colaboração dependendo da competência de fornecedores e estratégia de clientes; (4) empresas do tipo 4 vendem um produto já criado e desenvolvido, sem espaço para colaboração, e a concorrência é baseada em preços.

⁴⁵ Para empresas, muitas vezes interessa desenvolver somente um fornecedor, e ter esse fornecedor de forma sistemática.

Tipo	Porte	Portfólio	Competência	Design	Maquinário	Colaboração com clientes
1	Grande	Sim	Alta	Sim	Sim	Constante e intensa
2	Médio	Sim	Alta	Sim	Sim	Pontual, mas intensa
	Médio	Sim	Média	Sim	Sim	Pontual
3	Médio	Não	Alta	Não	Sim	Pontual. Dependendo da estratégia do cliente, pode haver colaboração intensa e constante. Envolve também Solução conjunta de problemas
	Médio	Não	Média	Não	Sim	Rara. Colaboração se resume a solução conjunta de problemas.
	Pequeno	Não	Baixa	Não	Sim	Rara. Relação mais de mercado
4	Pequeno	Sim	Média	Sim	Sim	Rara. Relação mais de mercado
	Médio	Não	Alta	Sim	Não	Não constatado
5	Pequeno	Não	Alta	Sim	Não	Não constatado

Tabela 4. Tipologia das empresas e o nível de colaboração. Elaboração do autor

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1 DESENVOLVIMENTO NACIONAL E LOCAL DA INDÚSTRIA

Como foi tratado na discussão teórica, existem outras razões para multinacionais instalarem fábricas em países em desenvolvimento que não estejam necessariamente ligadas à transferência de custos para unidades em que a mão-de-obra é mais barata, como uma plataforma de exportação (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013; HERRIGEL, 2004). Até porque, no Brasil, essa não seria uma vantagem competitiva. Uma das principais razões de empresas estrangeiras estarem no país, especialmente com fabricação de equipamentos submarinos, é a necessidade alta de customização, de acordo com as especificidades do *offshore* brasileiro e com a demanda direcionada pelo corpo técnico da Petrobras (Entrevistado i.1; Entrevistado i.2).

Equipamentos *subsea* não são produtos de prateleira, padronizados e produzidos em massa. Existem diversas adaptações a serem feitas, por exemplo, com relação à criticidade do poço, fluidos mais corrosivos e temperatura. A necessidade de customização torna imprescindível a proximidade entre grupos de engenheiros. Grandes fornecedores fazem o design e desenvolvem a tecnologia em parceria com clientes.

A instalação, permanência ou retirada de unidades fabris no Brasil ou no norte fluminense dependem de múltiplos fatores. Atender as exigências de conteúdo local, por exemplo, pode ter influenciado empresas a abrirem fábricas no país. Mas não é necessariamente um estímulo para o desenvolvimento industrial no norte fluminense, como é a necessidade em alguns segmentos da indústria de estar mais perto das atividades de exploração e produção. A fim de compreender a complexidade que envolve as decisões sobre se instalar, permanecer ou se retirar de um país ou região, é necessário abordar o equilíbrio fino que existe entre múltiplos fatores favoráveis e desfavoráveis à organização industrial em nível local (município, no caso) e nacional.

Ao contrário de outros Estados, o Rio de Janeiro não possui tradição com usinagem local de alta performance. Segundo os relatos, o norte fluminense não oferecia condições básicas para se empreender e nunca houve um esforço político de atração de investimentos em Macaé. Existiu somente a questão geográfica, por ser um ponto da costa próximo dos blocos,

e ser utilizado pela Petrobras desde os anos 1970 (Entrevistado i.1; Entrevistado i.2; Entrevistado i.4). Teoricamente, o município estaria com a vantagem para se desenvolver como centro industrial, mas se tornou caro e inflacionado, com sobrepreço em terrenos e aluguéis de galpões (Entrevistado i.1; Entrevistado i.3). No comparativo, em termos de custos, era incerto se valeria a pena instalar-se em Macaé. Os grandes centros tecnológicos ou mecânicos da indústria começaram a se formar em Estados como Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo, onde já havia um grande pólo metal-mecânico. Portanto ficou mais fácil abrir uma fábrica perto desses pólos pelo custo “real” e transferir para Macaé pelo custo da oportunidade (Entrevistado i.1). Um equipamento vendido pelo mesmo preço tinha um custo de fabricação até 5 vezes maior no norte fluminense. Compensava pagar o frete, já que mão-de-obra, infraestrutura e fornecimento eram muito mais baratos, segundo os relatos.

Existiriam vantagens de se produzir em aglomerados de negócios, especialmente aqueles onde existe proximidade geográfica com as operações em que os equipamentos são utilizados, como em Macaé ou Rio de Ostras. Seria possível imaginar o desenvolvimento de um parque industrial na região porque: (1) é possível fazer um acompanhamento com maior frequência e profundidade, com custo menor; (2) o pós-venda é mais garantido; e (3) clientes estão sujeitos a um menor impacto cambial (Entrevistado i.1).

Muitos processos de compra de operadoras envolvem o envio de técnicos para acompanhar a fabricação. Uma fabricação próxima diminui custos com logística, e permite um acompanhamento muito mais próximo e dinâmico do cliente. Quando se fabrica um equipamento, também se fabricam peças sobressalentes, para não depender que componentes fiquem sendo transportados de longe para substituição. Isso tem um impacto na logística e custo de armazenamento, ou no tempo de demora do transporte de peças de reposição. Também, quando se depende estritamente de produtos importados, a empresa corre o risco de pagar um custo em reais muito mais caro do que previsto orçamento, caso a moeda de compra dispare (como acontece com o dólar, por exemplo). Esses são alguns benefícios que fazem valer a pena ter um parceiro local (Entrevistado i.1).

No caso de serviços de usinagem (em que a capacidade de design não é pré-requisito), a questão da proximidade como vantagem estratégica também foi confirmada pelos entrevistados. O trâmite de equipamentos importados chegarem ao Brasil seria mais longo que a industrialização de peças em unidades fabris perto, que conseguem colocar à disposição

para as operações em tempo muito menor. Isso depende muito da emergência da peça. Mas estar na região tem esse atrativo estratégico para diminuir problemas com logística (Entrevistado e.6).

Embora o custo de logística para entrega do produto pudesse ser mais baixo, a fabricação em municípios sem infraestrutura adequada poderia representar, em contrapartida, um aumento de índice de perdas, que acontece quando uma mão-de-obra não qualificada, com desempenho pessoal ruim, gera perdas para a produção, com produtos mal feitos e sem qualidade. Por causa do custo extra com retrabalho, todo o ganho em logística se perde em fabricação. Ao mesmo tempo, não seria razoável exigir uma capacidade de oferta sem a perspectiva de demanda. Seria necessário, antes de tudo, políticas públicas para mitigarem as incertezas, demonstrando a demanda potencial, e qualificando fornecedores locais para atender os requisitos técnicos e tecnológicos da indústria. Foi constatado que falta transparência sobre a necessidade e as estratégias dos clientes, de forma que a indústria possa se planejar de forma coerente, fazendo investimentos em maquinário, qualificação de pessoal, e melhorias de processo (Entrevistado i.1).

O aglomerado de negócios na região norte fluminense acabou se tornando um ponto preferencial para empresas que prestam serviços, segmento em que a proximidade com os clientes e as operações é um diferencial competitivo. A questão de custos e mão-de-obra explicam parcialmente porque a região não se desenvolveu na parte de manufatura. Existem também fatores externos, do próprio mercado, que se misturam com fatores de ordem nacional e local.

Na fabricação, nem sempre estar perto é uma necessidade. Um produto pode ser fabricado em outros lugares, e transportado para os locais de operação. A demanda no Brasil, como em qualquer outro lugar, tem que justificar os investimentos. A indústria de óleo e gás é mundial e não são necessárias várias fábricas para atender à demanda global. Caso a demanda interna não fosse suficiente, o mercado externo poderia justificar a produção local, se fosse possível produzir para exportação.

Quanto à demanda, ela não é suficiente para tantos equipamentos no mercado *offshore*, exceto no segmento *subsea*, onde empresas adquiriram uma competitividade tão grande que se tornaram internacionais, podendo gerenciar, a partir do Brasil, uma base de exportação. De resto, não são tantas plataformas operando no pré-sal, e os poços são muito produtivos. Pode-

se produzir a mesma quantidade de óleo com muito menos poços perfurados (Entrevistado i.2; Entrevistado i.3; Entrevistado e.2). Para o terceiro elo⁴⁶ isso não é tão bom, porque a demanda para fabricação de equipamentos acaba sendo menor. Grandes empresas construíram unidades fabris no Brasil para atender uma capacidade de produção que hoje não existe mais, porque a produtividade dos poços no pré-sal é muito maior do que se esperava (Entrevistado e.2).

Essas próprias condições de produtividade se apresentam como um desafio à indústria caso ela não consiga produzir para exportação. E por uma questão de competitividade internacional, a indústria no Brasil do mercado de óleo e gás é voltada quase exclusivamente para o mercado interno, embora nos últimos anos um processo de internacionalização, com exportações para América do Sul e África, esteja ocorrendo. Mas, de uma forma geral, as fábricas aqui são para atender a Petrobras e o mercado interno (Entrevistado i.1).

Conseqüentemente, se houver a necessidade de exportar para operadoras em outros países, a tendência é que essas empresas utilizem suas fábricas também em outros locais, por causa de outros fatores institucionais que são empecilhos para o desenvolvimento das atividades no Brasil, como burocracia e impostos, custo de mão-de-obra e utilização dos portos nacionais (Entrevistado i.1; Entrevistado i.2). E quando uma demanda diminui drasticamente, como foi o caso da crise brasileira no setor petrolífero, o fato de a empresa ser brasileira ou não pode ter um impacto significativo em sua estratégia. Uma empresa nacional pequena pode não ter fôlego financeiro para aguentar um ou dois anos sem encomendas grandes, enquanto uma empresa estrangeira, que trabalha em outros mercados, pode fechar sua unidade no país, manter sua cooperação com parceiros no exterior enquanto espera um longo tempo até se reinstalar no Brasil caso ganhe algum contrato novo. Isso acaba prejudicando as empresas nacionais.

Um caso bem ilustrativo dessa possibilidade foi o de duas grandes empresas que faziam projetos de plataformas. Uma foi comprada por uma companhia inglesa. A outra permaneceu nacional. Com a crise causada pelas investigações da lava-jato a empreiteiras que também estavam no ramo de petróleo, as operações foram paralisadas. A empresa que estava sob controle inglês demitiu todos os seus funcionários, deixou o CNPJ ativo e manteve seu cadastro como fornecedora da Petrobras. A empresa nacional com uma folha salarial alta não demitiu seus funcionários, mas com o tempo perdeu a liquidez. Foi processada por falta de

⁴⁶ Fabricantes de máquinas e equipamentos

pagamento de funcionários e até o dinheiro de outros projetos ficou travado. Ela falhou, enquanto a empresa multinacional teve condições de sair até um momento em que fosse favorável voltar (Entrevistado i.4).

Existem também outros fatores institucionais determinantes. Um deles é a questão tributária e os incentivos municipal e federal. Em Rio das Ostras, a Zona Especial de Negócios isenta empresas de pagamento de IPTU, e oferta uma redução significativa do ISS (cobrado do município para prestadores de serviços) (Entrevistado i.4; Entrevistado e.6). O Brasil também tem uma política de conteúdo local que exige um percentual mínimo de fabricação nacional para cada equipamento utilizado, como parte dos critérios de escolha dos processos licitatórios (PIQUET *et al.*, 2015).

Essa é uma forma de proteger a indústria brasileira da competição internacional. Mas a carga de impostos e legislações nacionais incidem diretamente sobre a capacidade de empresas nacionais competirem globalmente - algo mencionado por quase todos os entrevistados (i.1; i.2; i.3; e.1; e.2; e.5; e.6; e.9). A cadeia de produção nacional apresenta sobrepreço de 10 a 40% em relação aos valores praticados no mercado internacional (RAMOS; PIGORINI, 2009; AZEVEDO FILHO *et al.*, 2015). Com a política de conteúdo local, isso impacta no custo final dos produtos desenvolvidos com fornecedores brasileiros. Esse equilíbrio é de grande relevância, porque uma política industrial que não atinge padrões internacionais de competitividade compromete seu desenvolvimento sustentável, criando uma reserva de mercado que reduz o incentivo à inovação e eficiência (RAMOS; PIGORINI, 2009).

Também existe o papel de grandes clientes que se tornam um catalisador de aprimoramento e desenvolvimento da indústria, como foi o caso da Petrobras. Por muito tempo a Petrobras ajudou empresas nacionais a melhorarem sua capacidade produtiva, e também incentivou empresas estrangeiras a criarem bases manufatureiras no Brasil para atender ao mercado nacional, e bases de serviços em Macaé, com cláusulas de fornecimento por proximidade (Entrevistado i.6; Entrevistado i.2). Além das regras da ANP sobre conteúdo local, a Petrobras criou a sua própria Política de Conteúdo Local, aplicando grande parte de seus investimentos na aquisição de bens e serviços locais. Muitas empresas fornecedoras começaram a migrar para o país em decorrência do aumento significativo de encomendas da Petrobras (SILVESTRE; DALCOL, 2007). Isso ajudou a criar um mercado, não só de

primeiro piso, mas também de subfornecedores que foram atraídos pelas novas oportunidades de mercado que surgiram com a presença dos grandes atores.

Ao mesmo tempo, a alta dependência de um cliente também pode inviabilizar outras estratégias de compras que movimentam o encadeamento produtivo. A Petrobras, além de produzir isonomia entre concorrentes, distribuindo os resultados das inovações com colaboradores por todo o mercado, é regida por determinações que limitam o processo de compra ao critério de preço (Entrevistado e.2). Ao mesmo tempo, a empresa não podia fazer processos de compras individuais, então encomendava grandes pedidos com equipamentos mais padronizados, comprando por atacado. Outras operadoras, por exemplo, têm acordos de exclusividade de fornecimento com empresas para equipamentos, além de estabelecerem outros critérios para compras que não somente o de preço menor, como o tempo de durabilidade do equipamento e a melhor condição econômica a longo prazo, por exemplo (Entrevistado e.2).

Prós		Contras	
Nível Local	Nível Nacional	Nível Local	Nível Nacional
Agilidade no fornecimento	Menor Impacto Cambial para clientes	Sobrepços	Baixa demanda
Aproveitar maquinário para serviços de pós-venda	Acompanhamento com maior frequência e profundidade	Falta tradição em usinagem de alta performance	Sem competitividade para exportação
Custo com logística, importação e armazenamento	Estar perto para atender especificidades locais	Capacidade Instalada	Carga tributária
Proximidade com Operações	Exigências de Conteúdo Local	Desnecessária em alguns casos	Repetro
Incentivos fiscais para IPTU e ISS	Influência da maior cliente	Desinteresse do poder público	Dependência de um grande cliente e falta de clareza das regras do jogo

Tabela 5. Fatores que influenciam a presença de unidades fabris no norte fluminense e no Brasil. Elaboração do autor.

O conjunto de diversos incentivos e obstáculos demonstram como há um equilíbrio tênue entre fatores que estimulam a presença local de empresas multinacionais e, por consequência, o desenvolvimento de um encadeamento produtivo, e outros que desencorajam maior participação da indústria global no Brasil. Todos esses fatores mudam com o tempo e, até por isso, possuem um certo grau de imprevisibilidade em alguns casos. Dependem das estratégias do poder executivo atual (em nível nacional e municipal), dos marcos regulatórios, do comportamento da indústria global, do desenvolvimento da capacidade fabril de uma região, etc.

A própria crise da indústria explica como esses fatores se intensificam ou são mitigados, dependendo do contexto econômico e político do país ou do município. Por exemplo, a dependência alta de um cliente travou toda a cadeia produtiva quando a Petrobras ficou virtualmente paralisada com as investigações da Operação Lava-jato, assim como a falta de leilões de blocos de exploração, que por muito tempo diminuiu a demanda. A dependência de um grande cliente e falta de clareza das regras de jogo foram decisivas para a crise que a indústria passou a partir de 2014 (Entrevistado i.2).

Com a queda do preço do barril de petróleo, empresas da indústria reduziram atividades, travaram investimentos e fizeram uma série de corte de gastos, com demissões e reduções de contratos com fornecedores. Essa flutuação até compreensível do mercado se juntou à crise econômica que o país passava. O governo suspendeu rodadas de licitação por cinco anos e mudou o modelo de Contrato de Concessão da 13ª Rodada, diminuindo a demanda a nível nacional. A isso se somou também a crise na Petrobras, paralisada por investigações, com dívidas de cinco vezes seu EBITDA e sem grau de investimento. Com as denúncias de corrupção e a queda drástica de suas ações, a Petrobrás reduziu os investimentos em 30%. (PIQUET et al., 2015). Como era uma indústria muito dependente de um grande cliente, em um dado momento houve um efeito cascata.

5.2 COLABORAÇÕES PRAGMÁTICAS E MODULARIDADE NA INDÚSTRIA O&G

O referencial teórico adotado aborda as discussões entre duas correntes de estudos organizacionais sobre o novo paradigma da produção desintegrada global. Uma corrente trata

da clara separação entre design e manufatura, e da gestão modular de fornecedores como unidades de produção independentes, mas conectadas (STURGEON, 2002; LANGLOIS, 2003; SANCHEZ; MAHONEY, 1996; FINE, 2000). Outra corrente afirma que, por causa da persistência da integralidade de produtos e de técnicas de gerenciamento voltadas ao questionamento sistemático de rotinas, há uma tendência maior de colaboração entre fornecedores e clientes nos diversos níveis das cadeias de fornecimento (SABEL, 2004; 2006; HELPER *et al.*, 2000).

Em referência à esta discussão, os resultados indicam que há, entre fornecedores de primeiro piso, mais de uma opção viável de coordenação das relações entre empresas. Mesmo entre concorrentes, as formas de organização variavam significativamente. Três grandes fabricantes de equipamentos originais foram entrevistados. Um ainda possui uma organização verticalmente integrada, realizando todas as etapas de sua produção internamente, do design à manufatura, inclusive forjando aço em sua unidade norte-americana. Embora mantenha uma produção verticalizada, a empresa se instalou em Macaé para atender a demanda gerada pela Petrobras, atuando em proximidade com a operadora (Entrevistado e.1). As outras duas empresas entrevistadas eram verticalmente desintegradas. Uma gerenciava uma base de fornecimento local, estabelecida no pólo metal mecânico da região metropolitana de Curitiba, enquanto outra gerenciava uma base nacional escassa (com poucos fornecedores de outros estados) e uma estrutura montada para compras de itens de fornecedores internacionais e de unidades fabris da própria empresa em outros países.

Ambas se dedicam à organização do processo. Fazem o design, montam seus equipamentos e fazem os testes. A fabricação interna se limita aos chamados *core components*, ou seja, os itens que são seu diferencial competitivo e possuem maior engenharia agregada⁴⁷. Fabricam os principais componentes e os itens mais pesados. Dependendo do tamanho eles terceirizam (Entrevistado e.2; Entrevistado e.5). Quanto à terceirização, uma das empresas possui uma estrutura gerencial de compras dividida por categorias, com famílias específicas de cada item. Não foi identificada uma integralidade tão grande no equipamento que o impossibilite de ser dividido em diversos módulos, para ser terceirizado família por família. A empresa consegue decompor um produto bem complexo em diversos componentes independentes e destacar algumas partes, passar especificações da manufatura de cada um e

⁴⁷ Mas isso não é uma regra. As empresas possuem maquinário capaz de fabricar tudo internamente. A terceirização depende da estratégia estabelecida.

delegar para seus fornecedores (Entrevistado e.5).

O equipamento é dividido em categorias, e cada uma abriga diversas famílias de itens, administradas por *subcategory leads*, que são unidades menores de gerenciamento para supervisionar a produção com alcance total sobre todos os componentes que integram um equipamento. A relação deles com fornecedores é entendida como de mercado. As compras seguem uma estratégia desenvolvida pelo *subcategory lead*, que leva em conta as condições de características, funcionalidade, volume, condições de termos, qualidade e confiabilidade de entrega, mas também a distância do fornecedor e o custo do frete em comparação com os custos de fornecimento nacional (Entrevistado e.5).

Eles compram produtos já desenvolvidos por terceiros, ou terceirizam de acordo com as especificações de seus grupos de engenheiros (com o desenvolvimento de protótipos em centros de tecnologia, ou com desenhos projetados em outras unidades). Além das soluções parciais, existem também as completas, ou *turnkey*, em que o equipamento é comprado quase em sua totalidade de um fornecedor, e só um detalhe final é acoplado ao equipamento (Entrevistado e.5).

A relação com os fornecedores internacionais ou nacionais é descrita como bem reduzida no sentido de colaboração. Eles passam as especificações para seus fornecedores e eles fabricam conforme as informações passadas. Entre os milhares de itens de uma árvore de natal molhada, por exemplo, a fabricação interna gira em torno de 1,5% - algo próximo de 30 peças mais importantes (Entrevistado e.5). O restante é comprado. Em um processo de fabricação, o projeto geralmente já está especificado, desenhado e acordado com cliente, portanto a interferência do fornecedor é improvável ou até indesejada. Um fornecedor até pode ser chamado para um *round table* de forma antecipada, mas isso é raro (Entrevistado e.2; Entrevistado e.5; Entrevistado e.6).

Essas relações são similares às teorizadas por Humphrey e Schmitz (2002), que identificam em relações quase-hierárquicas os elementos de baixa cooperação, transferência unidirecional de especificações e aplicações de parâmetros relacionados a design de produtos, assimetrias de poder, pressões de entregas rápidas e monitoramento e supervisão de processos de produção

Pode até existir um nível de comunicação alto com algum grande fornecedor, como foi demonstrado com um subfornecedor especial, que fabrica a estrutura metálica dos *manifolds*

(Entrevistado e.2), mas a relação é focada nos detalhes de produção e não no design - o que o fornecedor precisa para produzir tal item com qualidade, para atender os requisitos do desenho, etc. A cooperação não é voltada para o desenvolvimento do projeto. Ainda assim, todas as relação em nível de subfornecimento envolvem trocas de informações sensíveis e proprietárias, embora o subfornecedor não tenham acesso a uma visão geral do equipamento.

Todas as diferenças relativas à colaboração em primeiro piso e subfornecimento indicam que há uma grande diversidade de estratégias corporativas e estruturas organizacionais, que impactam a forma como uma empresa se relaciona com seus fornecedores, caso opte pela terceirização. Esses dados são consistentes com as evidências apontadas por Herrigel (2004, 2010), de que atores econômicos evitam decisões definitivas sobre organização da cadeia de fornecedores. Entender as possibilidades econômicas significa evitar narrativas de padrões de industrialização de comunidades inteiras, enquanto sua própria dependência requer uma diversidade de formas. O que os resultados das entrevistas comprovaram é que não há uma uniformidade de práticas de grandes montadoras de equipamentos, mas que grandes fornecedores de primeiro piso, quando optam pelo subfornecimento, adotam estratégias que se assemelham às organizações modulares previstas na literatura.

5.3 COLABORAÇÃO, UPGRADE E OUTROS BENEFÍCIOS

Nossa hipótese auxiliar prevê que empresas fornecedoras em relações modulares fazem upgrade com menos regularidade que aquelas que colaboram mais intensamente com seus clientes. Todo o desenvolvimento da indústria de óleo e gás nacional é uma ilustração das possibilidades de aprimoramento que surgem com a colaboração. Entre os anos de 1983 e 1989, houve uma intensificação das descobertas de grandes campos petrolíferos na Bacia de Campos, e a percepção de um potencial muito mais alto do que se previa. No início da exploração *offshore* no Brasil, em 1968, importar petróleo era muito mais barato que produzir nacionalmente, devido ao preço do barril e ao elevado custo de produção - os equipamentos eram importados e sem adaptação (NETO & SHIMA, 2008). Por causa do preço do barril do petróleo na década de 1980 e da produção baixa em comparação com a demanda nacional, o Brasil precisava encontrar soluções rápidas e de baixo custo para diminuir a dependência da

exportação de petróleo.

Porém, não havia tantos atrativos para empresas do mundo virem ao Brasil para explorar um negócio ainda incerto, já que óleo de boa qualidade e custo baixo existia em outros lugares, como Oriente Médio, Estados Unidos e México. O processo se desenvolvia muito rápido e faltavam equipamentos. Sem oferta suficiente para operar todos os poços disponíveis, a Petrobras começou a desenvolver com seus fornecedores mais próximos o tipo de tecnologia necessária para operar com as especificidades do offshore brasileiro. Como aumentar a produção interna era fundamental para o país, iniciativas foram tomadas para desenvolver a fabricação de equipamentos específicos para atender às condições de exploração em alto mar e altas profundidades, como, por exemplo, o PROCAP (Programas de Capacitação em Águas Profundas), empreendido pela Petrobras, com os centros de tecnologia, universidades e fornecedores nacionais e globais (Entrevistado e.2; Entrevistado i.2; Entrevistado i.6).

Não havia operação em nenhum lugar do mundo com a profundidade que se buscava no Brasil. Tudo foi invenção brasileira: dutos de alta pressão, equipamentos que não eram esmagados pela pressão da água, dutos que não congelavam, etc. Como as maiores reservas de petróleo e gás do Brasil estavam na costa brasileira, a Petrobras teve que desenvolver tecnologia para explorar, já que não havia uma disponível que se adaptasse às especificidades locais (LIMA; SILVA, 2012). Foi uma época de intensa colaboração com fornecedores e investimento em pesquisa. Desde a parte de modelamento de reservatórios até os FPSOs, o Cenpes criava o conhecimento. A Petrobras sempre direcionou o desenvolvimento de competências das empresas (Entrevistado i.2).

Segundo Lima e Silva (2012), o Cenpes auxiliou a Petrobras na formação de quadros técnicos qualificados pela própria empresa, com a formação de cursos básicos; na construção de convênios com centros internacionais referenciados de pesquisa no setor, de países como França, Estados Unidos, Noruega e Reino Unido; e na aproximação e desenvolvimento conjunto de pesquisas no Brasil, com universidades da Bahia, do Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro. Foi, como definem os autores, o primeiro movimento endógeno de absorção de novos conhecimentos para projetos de desenvolvimento tecnológico.

A necessidade de ter proximidade entre clientes e fornecedores de máquinas, e um abastecimento contínuo de equipamentos, fez o mercado *subsea* nacional (Entrevistado i.2).

No Mar do Norte, onde já havia um conhecimento avançado sobre *offshore*, a lâmina d'água não é muito grande e o poço é profundo. Existem diferenças nos modelos de plataformas, na perfuração de poços, na completação. Toda a parte de ligação, escoamento, produção no poço *subsea* foi desenvolvida no país (Entrevistado i.2; Entrevistado i.6). Era um momento de total aproximação. A Petrobras projetava os sistemas e encomendava os equipamentos aonde fosse possível, no Brasil ou no exterior. Então as empresas acabaram vindo para o Brasil para desenvolver perto da Petrobras (Entrevistado i.2).

Além da parte histórica, o *subsea* nacional deu certo porque é um dos poucos casos em que as operadoras (primeiro elo na cadeia produtiva de óleo e gás) se relacionam diretamente com os fabricantes, no terceiro elo (Entrevistado i.2). Linhas flexíveis, linhas rígidas, umbilicais, *manifolds*, árvores de natal, sistemas de cabeça de poço, são equipamentos comprados diretamente pelas operadoras. É mais fácil de ter conteúdo local, porque são equipamentos que estão no caminho crítico da produção dessas empresas. Eles são desenvolvidos a partir da necessidade da operação no Brasil. Portanto, é mais do que uma customização: eles foram criados especificamente para atender o mercado brasileiro, com projetos novos e novos conceitos (Entrevistado i.2).

Além da demanda e da complexidade exigidas, outros estímulos à indústria foram identificados nas entrevistas, que levaram as principais empresas fabricantes de equipamentos *subsea* a instalarem fábricas no Brasil, para estar em proximidade com a Petrobras, como previsão de demanda, contratos com encomendas de grandes lotes, contratos de longo prazo e possibilidade de importação de componentes se necessário (Entrevistado i.1; Entrevistado i.2).

Dentre as inovações em equipamentos offshore que resultaram dos programas PROCAP e da cooperação com empresas, instituições de C&T e universidades, encontram-se: desenvolvimento de árvore de natal molhada horizontal e árvore de natal molhada para 2.500 metros de profundidade; sistema de bombeamento centrífugo submerso para elevação de petróleo em poços em águas profundas; sistema de bombeamento e separação anular vertical VASPS; Sistema de Bombeamento Multifásico Submarino (SBMS-500); desenvolvimento de linhas sintéticas de poliéster; MAC Manifold com acionamento compartilhado; técnica de perfuração horizontal; Âncora de Carga Vertical, entre outros desenvolvimentos que tiveram aplicações práticas (ABDI, 2013, p. 62).

A partir da interpretação dos resultados da pesquisa, pode-se afirmar que o nível de colaboração identificado entre grandes fornecedores de primeiro piso e seus clientes não

ocorre da mesma maneira no subfornecimento. O conteúdo das entrevistas com representantes de empresas subfornecedoras indica que a colaboração era pontual ou mínima, especialmente quando comparada com o nível de colaboração experimentada entre fornecedores de primeiro piso e grandes operadoras, na liberdade para customizar design, ajustar especificações e incorporar o conhecimento e experiência da empresa em projetos conjuntos.

Mas, mesmo em relações com baixo nível de colaboração verificado, foi possível identificar uma possibilidade de *upgrade* promovida pelos próprios clientes. Existem funcionários que possuem papel importante para qualificação de fornecedores, mesmo aqueles que se dedicam exclusivamente à serviços industriais (sem contribuição em design). Os próprios compradores de cada categoria lideram iniciativas de melhoria de fornecedores, em parceria com engenheiros de qualidade, engenheiros de aplicações e gerentes de projetos. Existe um esforço interno para conduzir a qualificação de novos fornecedores e requalificação de fornecedores existentes. Especialistas de usinagem fazem visitas aos fornecedores, e organizam reuniões específicas para determinado item, com atuação ativa na racionalização da base de fornecimento de usinagem (Entrevistado e.5). Funcionários dos clientes também desenvolvem estratégias de melhoria de custos com os fornecedores, com a filosofia de “melhor da classe”.

Como abordado nas literaturas GVC e Colaborações Pragmáticas (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005; HUMPHREY; SCHMITZ, 2000, 2002; HERRIGEL; VOSKAMP; WITTKE, 2013), empresas clientes desempenham um papel de protagonismo na transmissão de tecnologia e conhecimento para seus fornecedores. Essa avaliação pode ser sustentada também pela análise do conteúdo das entrevistas. Relações com elementos de modularidade, como indicam os depoimentos de representantes de subfornecedores e grandes fabricantes, ainda assim podem gerar *upgrade*. Não é possível afirmar, porém, que esses esforços aconteçam da mesma maneira que nos casos ilustrativos de colaboração plena discutidos na parte teórica, que geravam responsabilidades maiores, subcontratação de sequências de produção inteiras, encargos administrativos e, eventualmente, participação em design.

Além do protagonismo de clientes liderando processos de aprimoramento em sua base de subfornecedores, outros resultados positivos foram verificados como consequência direta das relações entre empresas do tipo 2, 3 e 4 com empresas do tipo 1. Nas entrevistas, a

customização era tratada de forma recorrente como uma maneira de distinguir o atendimento ao cliente (Entrevistado e.6; Entrevistado e.9). Não era uma customização em design, como acontece entre fabricantes de equipamentos e operadoras, mas uma demonstração de flexibilidade e capacidade de resposta: o que o fornecedor podia fazer para se adequar às necessidades do cliente. Isso significa que, enquanto essas relações podem ser convencionalmente definidas como assimétricas e unidirecionais, pequenos indícios de colaboração são estabelecidos através de relações sociais entre indivíduos (em nível gerencial), que se esforçam para criar os canais de comunicação e negociação necessários. Tais esforços, que partem de subfornecedores, expressam o comprometimento das empresas e sua disposição em se ajustar às atividades solicitadas dentro da parceria.

Dois subfornecedores entrevistados relataram que conseguiam fidelizar seus clientes trabalhando juntos, e o trabalho conjunto podia mitigar a pressão por custos (gerenciamento de saída) em alguns casos, e também reforçar os laços diádicos entre empresas, aumentando o nível de confiança na relação (Entrevistado e.6; Entrevistado e.9). Esse ponto bem destacado pelos entrevistados está em conformidade com estudos sobre confiança nas relações de fornecimento, e o fortalecimento da relação entre empresas através do acúmulo de transações repetidas (GULATI, 1999, 1995).

Como um efeito da disparidade de poder entre os grandes clientes e as pequenas e médias empresas, tratada no segundo capítulo, e da tendência natural de *clusters*, onde as notícias de desempenho inadequado ou fracasso costumam circular e se espalhar com maior rapidez (MACKINNON; CHAPMAN; CUMBERS, 2004), a ênfase na confiança ficou mais associada à noção de credibilidade e reputação. Ou seja, a confiança é gerada indiretamente à medida que as empresas desenvolvem um histórico e presença.

As entrevistas constataram que a confiança, nas relações de subfornecimento, tem mais a ver com a capacidade de uma empresa permanecer receptiva às necessidades dos clientes (ainda que sejam relações baseadas em transações comerciais), do que um acordo tácito entre as duas partes, com responsabilidades compartilhadas de forma equilibrada (Entrevistado e.6; Entrevistado e.9). Uma empresa que comprovadamente se adequa às atividades e rotinas requeridas por clientes adquirem um grau de confiança maior deles. Seria a confiança de competência, ou seja, a expectativa de que um parceiro comercial será capaz de desempenhar seu papel de forma competente (GREEN, 2003).

Uma outra consequência natural do esforço do fornecedor em adquirir a confiança do cliente em sua competência são os processos de soluções conjuntas de problemas, que também seriam um elemento central para aquisição de capacidades competitivas das empresas (McEVILY; MARCUS, 2005; UZZI, 1997), porque provêem um meio para observação, experimentação e demonstração. A solução conjunta de problemas se refere ao comprometimento entre as partes interessadas em se responsabilizar pela solução de eventuais problemas que surgem ao longo dela. Como mencionado em depoimento de uma empresa subfornecedora de tipo 3, existem várias iniciativas para desenvolver saídas para dificuldades trazidas pelos clientes. Por último, esses esforços “de baixo” (orientados ao cliente), que podem ser considerados indícios de colaboração, também são uma forma de disseminar conhecimento. A cada projeto os subfornecedores aprimoravam sua capacidade interna, ou seja, seu próprio capital humano, aprendendo a cada nova tarefa de usinagem, e ganhando experiência (Entrevistado e.6).

5.4 POSSIBILIDADES MANUFATUREIRAS: MIGRANDO DE MANUTENÇÃO PARA FABRICAÇÃO

A hipótese principal dessa pesquisa é que manutenção pode eventualmente gerar demanda de fabricação. Essa é uma proposição evidente, dado que manutenção e fabricação estão intimamente associados: o maquinário para realizar as duas atividades é o mesmo⁴⁸. Além disso, muitas vezes uma demanda de manutenção e reparo gera também demanda de fabricação pontual de peças de reposição, dependendo do estado do componente danificado. Em contrapartida, não é comum a reutilização de um maquinário dedicado à manutenção e industrialização básica para desempenhar atividades manufatureiras de maior valor agregado, integrando a empresa a uma cadeia de fornecimento estável.

O propósito do mapeamento da capacidade produtiva de empresas na região norte fluminense era de verificar quais empresas locais possuem um maquinário robusto, prestam serviços industriais para a indústria O&G e são capazes de atender uma demanda maior de fornecimento contínuo para fabricantes de equipamentos. Depois de 2012, muitas empresas

⁴⁸ Em atividades de reparo, após a deposição de materiais de enchimento na peça pela solda, é realizado o trabalho de usinagem do molde para atingir a geometria que confere sua funcionalidade.

que fizeram grandes investimentos para aumentar sua capacidade instalada acabaram ficando com um maquinário ocioso com a queda da demanda na indústria, de uma forma geral (Entrevistado e.2; Entrevistado e.6). Portanto, este é um esforço teórico que visa analisar as possibilidades de desenvolvimento local através da capacidade de oferta já existente.

Macaé e Rio das Ostras concentram grande parte das unidades de serviço que abastecem as atividades de exploração e produção *offshore* no Brasil, e se apresentam como uma opção preferencial para empresas que prestam serviços industriais. A demanda de manutenção gerada no norte fluminense é contínua, embora não precise acontecer necessariamente lá. Por razões históricas, e sua proximidade com a Bacia de Campos, formou-se um aglomerado de negócios na região que inclui instalações para manutenção, armazenamento, testes e inspeção. Portanto, há uma demanda para empresas que prestam serviços industriais e disputam contratos de manutenção e industrialização que são terceirizados, tanto por grandes prestadoras de serviços como por fabricantes de equipamentos originais. Por força dessas atividades, essas empresas já possuem um maquinário dedicado para soldar e dimensionar peças metálicas, que também são utilizados na fabricação.

Uma filial de serviços de grandes fabricantes de equipamentos originais teria, caso fosse necessário, capacidade de produzir quase todos os equipamentos produzidos na matriz, exceto peças com geometria muito grande para algumas máquinas, que normalmente não existem em unidades de serviços (Entrevistado e.4). Mas, certamente, a maioria dos componentes usinados em equipamentos *subsea* poderiam ser feitos em empresas que fazem manutenção no norte fluminense e possuem um maquinário robusto, especialmente os itens periféricos.

O foco do trabalho são os fornecedores locais do norte fluminense, sem portfólio e design, que já possuem maquinário em virtude de suas atividades de manutenção. São empresas de tipo 3, prestadoras de serviços industriais. Através das visitas às fábricas e entrevistas com representantes da indústria, foi identificado que essas empresas variam consideravelmente em termos de conhecimento, experiência, atendimento ao cliente, técnicas gerenciais, capacidade fabril e capital. Entre as próprias empresas entrevistadas essa diferença era bem expressiva: uma possuía somente máquinas manuais e estava com um número muito reduzido de colaboradores, dependendo de oportunidades que surgiam no mercado *spot*, e outra, apesar da redução em decorrência da crise, ainda contava com um número sustentável de colaboradores e um maquinário robusto, embora ocioso. Essa empresa ainda tinha uma

base de contratos estável, e um conjunto de clientes importantes (Entrevistado e.6; Entrevistado e.7).

A primeira etapa dessa possibilidade de migração para manufatura de maior valor agregado seria a aquisição de competências, aperfeiçoando a capacidade para atender a uma demanda mais complexa, seja com máquinas mais robustas ou melhorando seu capital humano (qualificação de funcionário ou disseminação de conhecimento). Ainda seria uma empresa de tipo 3, já que permaneceria sem engenharia para manufatura ou capacidade de colaborar em design. Mas, com a competência maior, poderia oferecer uma solução viável para empresas que desejam terceirizar localmente atividades de usinagem, caldeiraria, soldagem, jateamento, revestimento e pintura, e possuem uma exigência alta para qualificação de fornecedores.

Empresas locais com competência média existem na região, como Foxoil, Usiscrew, Alphatec e Elfe. Essas empresa possuem contratos de manutenção, fabricação para reposição ou pontual, e fabricação contínua. Mas é importante ressaltar que muitos fornecedores não atingem critérios básicos de qualificação para serem fornecedores de algumas grandes empresas que estão no norte fluminense (Entrevistado i.1). As empresas nacionais também possuem baixa competitividade, não só no aspecto tecnológico, mas também em relação prazos, volume de produção e preços (AZEVEDO *et al.*, 2015, p. 15). Esse seria o primeiro desafio, e está relacionado à superação de barreiras que impedem a difusão de procedimentos colaborativos, em especial a que se refere aos recursos de capacitação inadequados: quando os próprios participantes não possuem habilidades apropriadas para produção e gerenciamento (HERRIGEL, 2017).

Mesmo empresas com baixa competência conseguem contratos e podem se manter com relativa estabilidade. Porém, ficam confinadas a serviços de baixa complexidade e menor aproximação. Não fornecer componentes estratégicos pode fazer com que empresas fiquem segmentadas estrategicamente, como fornecedores de mercado. Assim, recebem menos assistência e recursos, se comunicam menos com seus clientes e sofrem pressões frequentes de corte de custos (DYER; CHO; CHU, 1998).

Em compensação, empresas que adquirem competência tecnológica e capacidade produtiva médias podem ir crescendo à medida em que aumentam sua credibilidade e reputação, como abordado na seção sobre colaboração e *upgrade*. Por causa de experiências

prévias de fornecimento, essas empresas conseguem desenvolver uma relação mais próxima com seus clientes, já que as interações passadas influenciam a forma como as partes interessadas agem entre si. Uma empresa que obtém a confiança do cliente de que é capaz de desempenhar seu papel de forma competente tem maiores chances de conseguir prolongar sua relação comercial, gerando um ciclo virtuoso de confiança, troca de informações e solução conjunta de problemas, que aumentam recursos para maior competência e novos contratos, que por sua vez geram maior confiança e assim por diante.

Seguindo essa linha de raciocínio, uma empresa pode obter um contrato primeiro para fazer revestimento e pintura, por exemplo. Se tiver capacidade instalada para outras atividades, como usinagem e soldagem, esse fornecedor pode conseguir novos contratos com um cliente que esteja mais próximo, ou seja, que já tenha tido experiências prévias bem sucedidas com ele. Existem evidências de que empresas estrangeiras ofertam mais conteúdo local à medida em que acumulam experiência no Brasil, e que essas empresas ofertam mais conteúdo local quando entram em consórcio com empresas brasileiras (XAVIER, 2010).

Adquirir competências seria, portanto, o primeiro passo para uma demanda mais complexa e exigente, e também para melhorar o nível de confiança na capacidade do próprio fornecedor. É o que pode ser chamado de subcontratação por capacidade (WHITFORD; ZEITLIN, 2004), em que as empresas têm que se tornar aptas a fornecer para seus clientes. A partir daí já seria possível conceber a possibilidade dessas empresas serem integradas em cadeias de fornecimento gerenciadas por grandes empresas de tipo 1, caso haja uma estratégia nessa direção. O importante é que já haveria um potencial de oferta, diante de um maquinário e empresas com *know-how* de fabricação já demonstrado.

Dentro de uma cadeia de fornecimento, o próprio cliente atua como um catalisador de *upgrade*. Como visto anteriormente, o aprimoramento manufatureiro pode acontecer mesmo em relações com colaboração errática ou mínima. Segundo Herrigel, Wittke e Voskamp (2013), os processos de aprimoramento possuem uma qualidade acumulativa: a transferência de capacidades promove o desenvolvimento local de competências, que cria novas oportunidades para mais transferência de capacidades e maior desenvolvimento de competências. Esse é o ciclo virtuoso que pode ser gerado, em teoria, com a inclusão em cadeia de fornecimento.

As duas empresas de tipo 1 entrevistadas, que gerenciavam alguma base de

fornecimento, relataram se engajar em iniciativas para capacitação de fornecedores. Uma dessas iniciativas, seriam visitas de engenheiros dos clientes nos fornecedores, para introduzir conceitos de *lean manufacturing*, *kaizen*, gestão visual (Entrevistado e.4). São lógicas de aprimoramento voltadas para a parte administrativa e operacional. Além disso, como visto na discussão teórica (HUMPHREY; SCHMITZ, 2000, 2002) e também na análise dos conteúdos gerados pelas entrevistas (Entrevistado e.2; Entrevistado e.4; Entrevistado e.5), clientes transferem seu conhecimento e competência mesmo quando as estruturas organizacionais da cadeia de fornecimento são cativas ou modulares (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005).

Um objetivo final seria o desenvolvimento da capacidade de design e a criação de portfólio. Esta é uma possibilidade menos provável, especialmente em uma indústria que apresenta tantos sinais de modularidade no subfornecimento. Em quaisquer circunstâncias, demandaria tempo e dependeria também de outros fatores, como a participação decisiva de fontes internas de aprimoramento (clientes) e fontes institucionais. Não se poderia descartar a hipótese de um processo natural de *upgrade* de funções acontecer através de esforços de clientes e das respostas de fornecedores. Mas esse tipo de evolução é mais prevista em cadeias de fornecimento com uma cultura organizacional mais colaborativa. De qualquer maneira, quanto maior a competência do fornecedor, maiores as chances de um dia ele ter recursos, financeiros e humanos, para experimentar de forma gradual atividades de maior valor agregado, como design. Tal meta deveria ser prioridade com o desenvolvimento local do norte fluminense: como promover a aquisição de competências e aproximar fornecedores e clientes.

Essa possibilidade já foi tratada por Herrigel, Wittke e Voskamp (2013), que apresentaram o fundamento teórico em que se apoia a discussão sobre a possibilidade de migração da manufatura simples para atividades de maior valor agregado. Os autores demonstraram como fornecedores podem ser integrados a cadeias de fornecimento em etapas: primeiro aprendem os mais altos parâmetros comerciais e manufatureiros, promovidos por seus clientes em relações pouco colaborativas. Ainda assim, essas relações aceleram o aprendizado: de fabricação, confiabilidade, princípios manufatureiros e capital humano. Com um nível mais alto de competência, seria possível atender uma demanda mais complexa, e alterar a orientação das relações para uma parceria com maior colaboração, onde o aprimoramento é mais significativo (HERRIGEL; WITTKE; VOSKAMP, 2013).

Porém, a possibilidade mais realista que se apresenta para fornecedores do norte fluminense é a seguinte: enquanto o norte fluminense for uma opção preferencial para empresas que necessitam fazer manutenção em seus ativos, haverá demanda para serviços industriais terceirizados na região. Caso se deteriorem as condições estruturais que estimulam a permanência dessas empresas no Brasil, e, em especial, em Macaé e Rio das Ostras (como demonstrado na tabela), pode haver uma tendência de retirada de unidades fabris e de serviços redundantes. A perspectiva de que grandes multinacionais possam, por falta de demanda para fabricação ou custo fabril mais elevado, estar se retirando da região, ofereceria novas oportunidades para terceirização de atividades de manufatura, manutenção e serviços industriais. Fornecedores locais poderiam ganhar em escala com a terceirização de atividades inviabilizadas pela baixa demanda ou outros obstáculos para a permanência de clientes nos locais em proximidade com as atividades de exploração e produção *offshore*.

6 CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho era mapear as atividades manufatureiras da indústria de óleo e gás do norte fluminense e caracterizar o padrão de relações entre as empresas, com o objetivo de validar a três hipóteses: (1) que manutenção pode levar a manufatura; (2) que processos de aprimoramento manufatureiro diferem em intensidade, qualidade e regularidade, de acordo com as relações que são estabelecidas entre clientes e fornecedores; (3) que instituições devem ser flexíveis para atender pequenas e médias empresas locais, dependendo do padrão de governança adotado pelas empresas que gerenciam a cadeia de fornecimento.

Quanto à hipótese das instituições, o que as empresas e representantes da indústria relataram foi pouco significativo para gerar alguma proposição relevante. Dessa forma, deve-se admitir que foi uma etapa do trabalho inconclusiva. Porém, algumas considerações podem ser feitas: a primeira é que no Brasil já houveram diversos programas direcionados para a indústria de óleo e gás para incentivar a inovação e aumentar a competitividade nacional. A maioria dessas iniciativas foram citadas em entrevistas, mas todas de forma superficial e, na maioria das vezes, de forma negativa também.

Embora esses depoimentos não sejam suficientes para gerar algum conteúdo robusto sobre o tema, a recorrência de críticas talvez seja um indício pessimista do que poderia ser descrito caso houvesse um resultado mais expressivo. De qualquer modo, fica pendente, como uma possibilidade para pesquisas futuras, a resposta de como instituições podem agir com flexibilidade quando há conflito e desorganização na rede de produção, ou quando há cooperação e confiança.

Outra consideração a ser feita, que resulta das experiências da pesquisa de campo, é que algumas empresas tomam a iniciativa de participarem dos eventos promovidos por instituições de fomento, enquanto outras não se envolvem nessas atividades. Além das entrevistas, a pesquisa de campo incluiu participações em eventos e reuniões com representantes da Firjan e do Sebrae. Em dois eventos promovidos pelo Sebrae, por exemplo, especialmente no que foi sediado em Macaé, chamou a atenção a ausência das empresas de maior competência para prestar os serviços que estavam sendo ofertados no evento.

Nas entrevistas, os representantes das empresas não mencionavam a participação de instituições a não ser quando eram levantadas as questões pertinentes ao tema no questionário.

Ainda assim, nada foi constatado de relevante a não ser o que pode ser inferido da própria ausência de informações importantes: que, pelo menos dentro da amostra de empresas pesquisadas, as instituições de fomento não são tão presentes, ou notáveis.

Como foi discutido no subcapítulo 2.3 (Processos de aprimoramento e produção institucional), a eficiência do arranjo institucional local pode ser analisada em referência ao contexto das relações entre empresas em cada país, contrariando a proposição de que exista um conjunto já comprovado de instituições com as mesmas características que possam estimular a competitividade local de forma padronizada. O objetivo dessa hipótese era primeiramente entender em quais termos se estabeleciam as relações entre fornecedores e clientes, para depois, assim como Corredoira e McDermott (2014) demonstraram, debater se as instituições estavam se adequando à essa realidade, e, assim, aumentando sua capacidade de atuação e eficiência.

Quanto à hipótese de que processos de aprimoramento manufatureiro diferem em intensidade, qualidade e regularidade de acordo com as relações que são estabelecidas entre empresas na cadeia de fornecimento, pode ser que esse seja o grande diferencial do trabalho, especialmente em relação a pesquisas e agenda de políticas públicas voltadas à indústria de óleo e gás, que foram largamente influenciadas pela literatura sobre *clusters*, com destaque para o modelo dos Arranjos Produtivos Locais, que davam grande ênfase no suporte de um amplo arranjo institucional, com agentes econômicos, poder público, associações, universidades e outros, como determinantes para o desenvolvimento tecnológico e a inovação locais.

Em vez de destacar conjuntos específicos de regras e restrições institucionais, foi utilizado um referencial teórico que confere maior importância aos processos de aprimoramento manufatureiro que surgem das relações entre atores econômicos, mantendo as empresas no centro da análise: como experimentam, refletem e interagem dentro da vida industrial (HERRIGEL, 2010). A premissa deste trabalho, que se apoia em evidências apresentadas por outras pesquisas tratadas na dissertação, é que grandes empresas que detêm conhecimento e competência são uma fonte primária de assistência para aprimoramento, e que o desenvolvimento local não pode ser entendido somente com ênfase local, mas levando em conta os múltiplos pontos de convergência entre o local e o global, especialmente com o protagonismo das multinacionais.

Portanto, ainda que a hipótese pareça tautológica, ou seja, que sua lógica interna esteja formulada de maneira circular (processos mudam quando relações mudam; e que as características mudam quando os processos mudam), este não é o caso. A hipótese trata a colaboração como uma variável elementar para upgrade e estipula diferenças técnicas no aprimoramento manufatureiro conforme o tipo de governança da cadeia de fornecedores, seja integral ou modular, colaborativa ou não. Por muito tempo, a lógica da eficiência industrial não levou em conta a multiplicidade de fatores sociais envolvidos no aprimoramento de processos, funções e produtos, enquanto novas abordagens sociológicas vêm destacando a correlação entre upgrade e laços sociais entre atores econômicos, relacionando inovação a formas específicas de governança.

A discussão abordada no primeiro capítulo trata justamente dessa mudança de paradigma. Inicialmente, o locus de eficiência era voltado para a hierarquia e a verticalização, com empresas isoladas em um mercado impessoal, conectando-se somente através da precificação competitiva. Após os anos 70, com a abertura dos mercados, a globalização e novas mudanças tecnológicas, as empresas foram mudando seus recursos espaciais, financeiros e organizacionais, desencadeando um movimento generalizado de desintegração vertical: um modelo de produção com características distintamente colaborativas, porque haveria uma crescente complementaridade de conhecimento, experiência, tecnologia e recursos. Nesse processo, as relações passariam a importar muito mais. Essa é a vertente sociológica na qual a dissertação se encaixa. Ao contrário das interpretações de que a manufatura global se desenvolveria com menos interações entre desenvolvedores e produtores, em que a integralidade da produção diminuísse em detrimento da modularidade, a proposição desse trabalho é que as interações recrudesceram e que existe um tipo específico de interação (onde a confiança é maior, assim como a cooperação e o fluxo de informações) que gera resultados positivos no que se refere ao upgrade.

Sobre a hipótese, foi constatado que há uma relação entre colaboração e aprimoramento, especialmente a colaboração em design, feita entre fornecedores de primeiro piso altamente capacitados e operadoras. Todo o desenvolvimento tecnológico da indústria de equipamentos *subsea* no Brasil é uma prova disso, e esse tópico foi abordado na seção *Colaboração, upgrade e outros benefícios*. Fica em aberto, também, a proposta de um estudo mais aprofundado sobre todas as etapas do processo de criação de novas soluções tecnológicas para

os desafios da produção *offshore*, analisando por diferentes ângulos os resultados de tantos anos de cooperação entre a Petrobras e fabricantes de equipamentos originais: o ângulo do cliente, interessado na capacitação de sua base de fornecedores para poder operar em águas cada vez mais profundas; e do ângulo dos fornecedores, especialmente as multinacionais, que tinham liberdade para alterar ou customizar o design de produtos, e fazer outras contribuições relevantes para o desenvolvimento dos projetos.

A análise pelo ângulo do cliente é importante porque se considera que existam boas razões para clientes se engajarem nesse tipo de relação colaborativa com seus fornecedores, tendo em vista que a colaboração poderia resultar em produtos melhores, assim como conferiam vantagens competitivas a montadoras japonesas contra seus competidores americanos (carros mais seguros, mais baratos, mais duráveis). Essa proposta de pesquisa futura serviria como um complemento da literatura das Colaborações Pragmáticas, que assegura que tanto clientes como fornecedores se beneficiam de arranjos mais colaborativos.

Os “benefícios” tratados na seção *Colaboração, upgrade e outros benefícios* são igualmente relevantes, porque ampliam o sentido do que pode ser alcançado com a colaboração, e até mesmo do que significa colaborar, em última análise. Um comentário pertinente a esse tema é que, na pesquisa de campo, às vezes a definição de colaboração não era compartilhada por todos os participantes. Embora as empresas se esforçassem para fazer *benchmarking*, desenvolver sistemas de detecção e correção de erros, e customizar suas operações, o salto conceitual de que esses mecanismos acabariam gerando maior colaboração não encontra evidência na análise dos resultados da pesquisa.

O colaborar, na teoria, era um atendimento ao cliente, na prática, porque acontecia de forma unidirecional. Os clientes exigiam esses “mecanismos pragmáticos”, porque estavam em uma posição de poder da qual era possível demandar uma assistência diferenciada de seus fornecedores, especialmente aqueles que fabricam itens de menor complexidade e valor agregado. Em casos de colaboração “de baixo para cima”, em que subfornecedores se dispõem a colaborar, mas como forma de destacar seu atendimento comercial, a colaboração não é direcionada para o aprimoramento, mas para o desenvolvimento da própria relação.

Essa observação é consistente com outra literatura sobre confiança e solução conjunta de problemas. Nesses casos, a fidelização dos clientes é um benefício além do aprimoramento, mas que está indiretamente relacionado a ele, porque envolve um aumento

gradual de confiança e desenvolvimento de novos projetos em conjunto (ao longo da dissertação são feitas diversas referências às possibilidades de aprimoramento, mesmo em relações com baixa colaboração). Fornecedores com mais e melhores contratos adquirem experiência e capital para aumentar seus recursos com mão-de-obra, maquinário e infraestrutura. Esse é o caminho para o aumento de competências.

Quanto à hipótese da manutenção gerar manufatura, essa é mais uma elaboração teórica que resultou das entrevistas com colaboradores de empresas prestadoras de serviços industriais e com representantes da indústria. Na prática, manutenção e manufatura andam juntas, pelo menos na indústria de óleo e gás. Nas visitas às fábricas foi possível identificar que empresas que fazem manutenção já industrializam alguns itens de reposição para seus clientes. Mas a “possibilidade manufatureira”, a qual esse exercício é dedicado, diz respeito a uma manufatura contínua e duradoura, ou seja: a integração a uma cadeia de fornecimento.

A integração pode acontecer de forma natural, sem que alguma instituição atue como catalisadora desse processo. Existem, pelo menos, quatro empresas com competência média na região: elas são reconhecidas pelo mercado, possuem um maquinário robusto e um conjunto de clientes estável (ver discussão em Possibilidades Manufatureiras: Migrando de Manutenção para Fabricação). Uma delas assinou dois atrás um contrato de centenas de milhões de reais com a Petrobras para prestação de serviços de construção e montagem industrial em plataformas. Neste sentido, a aquisição de competências não se trata de uma possibilidade, mas de um fato. O desafio consistiria em pegar um maquinário de uso flexível, que serve para redimensionar peças metálicas reparadas, e reutilizá-lo para atividades de manufatura mais consistentes.

Mas também deve ser levado em conta se isso seria vantajoso para empresas. Um subfornecedor de serviços industriais que foi entrevistado não demonstrou interesse em aumentar sua capacidade, ou investir em mão-de-obra qualificada para design. Eles já tinham uma boa estrutura para fazer manutenção, e estavam satisfeitos com o desempenho da empresa. Migrar para outras funções exigiria um risco que eles não estavam dispostos a tomar. De forma realista, seria necessário um aprofundamento maior no tema, para entender por que as empresas competentes permanecem com manutenção e fabricação pontual: se isso é mais vantajoso financeiramente, se é difícil fornecer componentes da região norte fluminense, se os testes e certificados criam uma barreira de entrada muito alta, se vale a pena

sair de uma área em que seu *know-how* é alto, para outra em que iria ter que adquirir muito mais experiência para ter competitividade, etc.

Essas empresas locais têm condições de competir até com algumas unidades de serviços de multinacionais que estão no norte fluminense, como Oil States, Weatherford e Aker. Inclusive, esse é um ponto abordado na discussão de resultados, sobre uma solução viável de desenvolvimento local, porque a permanência das multinacionais no norte fluminense não é definitiva, e depende de múltiplos fatores (ver discussão em Desenvolvimento Nacional e Local da Indústria). E o custo fabril dessas empresas costuma ser mais caro. Se os fornecedores locais demonstrassem que, além competitivos, são capazes de atender o volume de demanda com o mesmo grau de confiabilidade e qualidade, eles poderiam fazer os serviços de pós-venda, testes, inspeção e customização que as unidades de serviços dessas multinacionais fazem hoje - atividades em que a colaboração com as matrizes (ou clientes, no caso da terceirização) é maior, porque envolve um constante diálogo sobre alterações em especificações técnicas que precisam ser seguidas pelas unidades de serviços, além do design em customizações.

Mas existem também empresas que não são tão competitivas, e um conjunto ainda maior de fornecedores com baixa qualificação, infraestrutura reduzida (às vezes até precária) e maquinário mais simples, ou ultrapassado em alguns casos. São os “peixes-piloto” da indústria (ver discussão em O Arranjo Produtivo da Indústria de Óleo e Gás), que disputam contratos de serviços pontuais e urgentes que precisam ser feitos por perto, e estão sempre muito vulneráveis às flutuações do mercado. Deveria ser também de interesse das instituições de fomento auxiliar essas empresas a adquirirem maiores competências, porque isso faz parte do desenvolvimento local, de tornar Macaé e Rio das Ostras um pólo metalmeccânico com maior variedade em capacidades e portes.

Uma contribuição que era esperada desse projeto seria a formulação de uma proposta de programa voltado ao desenvolvimento local, que levasse em conta a capacidade instalada e as necessidades reais das pequenas e médias empresas da região. E durante todo o trabalho de pesquisa de campo não foi encontrada uma possibilidade mais adequada de programa de desenvolvimento do que a que está incorporada à hipótese principal deste trabalho, de que um conjunto de fornecedores de serviços de manutenção possa migrar, com o tempo, para atividades de maior valor agregado. O papel das instituições nesse caso seria o de ajudar

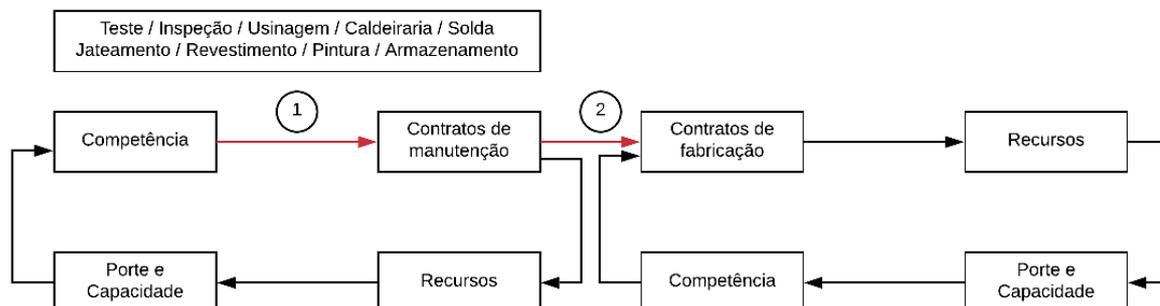


Figura 9. Partes dos processos de aprimoramento em que o apoio institucional seria relevante. Elaboração do autor

empresas a superarem duas barreiras no ciclo de aprimoramento: (1) adquirir competência para atender a uma demanda mais exigente, e ir aumentando o nível de confiança; (2) direcionar demanda de fabricação para empresas com competências já comprovadas, com porte e capacidade suficientes para isso.

Mas seriam necessárias instituições como as que foram descritas por Corredoira e McDermott (2014), que ensinassem empresas a se integrarem aos altos padrões das multinacionais e às práticas consolidadas da indústria, e menos instituições ricas em recursos ou que fornecessem acesso a tecnologia de ponta. Esse é um nível de flexibilidade que se esperaria de instituições capazes de responder a diferentes tipos de relações entre empresas. Na indústria O&G do norte fluminense, onde a dependência é alta e o nível de colaboração é baixo, empresas locais precisam de auxílio para combinar conhecimentos novos com locais ou co-investir em novas capacidades (ver discussão em Processos de aprimoramento e produção institucional).

Para além do que já foi tratado em outras pesquisas, as instituições poderiam também atuar para diminuir o impacto negativo de problemas estruturais a nível local, como sobrepreços, falta de tradição em usinagem de alta performance e de capacidade instalada (ver discussão em Desenvolvimento Nacional e Local da Indústria). No caso de sobrepreços, já existem iniciativas para ofertar isenções fiscais para empresas, como a Zona Especial de Negócios em Rio das Ostras. Mas, como forma de exercício, poderia se imaginar uma infraestrutura compartilhada para serviços de soldagem e usinagem, com grandes armazéns e galpões, que incluísse soluções modernas para movimentação e controle de carga, e outros

investimentos que poderiam ser feitos em sistema de consórcio para melhorias de instalações prediais, por exemplo.

Usinagem de alta performance e capacidade instalada têm a ver com competência de empresas (ver discussão em O Arranjo Produtivo da indústria de Óleo e Gás). Algumas medidas poderiam ser tomadas, como investimento coletivo em serviços de consultoria privada para qualificação de mão-de-obra, ou parcerias com o Senai. Também seria possível propor *joint ventures* ou até fusões, que serviriam como uma forma rápida de agregar competências e capacidade instalada para empresas poderem atender a uma demanda maior ou mais complexa, e migrarem para fabricação com mais facilidade.

Por fim, instituições também podem servir como intermediárias entre clientes e fornecedores, direcionando demandas para o norte fluminense, e dando assistência para obtenção de certificados e aprovação em processos de qualificação de fornecedores. Esse seria um conjunto de iniciativas geradas para superar as duas barreiras ilustradas nas figuras. O que viabiliza essa estratégia de desenvolvimento local é que esses dois objetivos não são mutuamente dependentes, ou seja, a implementação da primeira fase não seria em vão caso a segunda fase não fosse bem sucedida, porque adquirir competências já seria uma vantagem em si.

A partir de 2017, ocorre uma retomada das políticas governamentais dirigidas à competitividade do setor de petróleo e gás natural, voltados para a ampliação da cadeia de fornecedores de bens, serviços e sistemas produzidos no país. A última visão do governo federal está voltada novamente para o fortalecimento dos fornecedores, com programas como o Pedefor, instituído em 2016. Portanto, pensar no apoio institucional para promover *upgrade* entre produtores locais é uma proposta realista, tanto é que existem orientações se encaminhando neste sentido - e a retomada dos preços de petróleo geram uma janela de oportunidade. O Pedefor tem como meta prioritária a valoração de um percentual de conteúdo local para bens e serviços de caráter estratégico, o que não é necessariamente o tipo de estratégia pautada pelos resultados apresentados. Aqui a proposição é de fortalecimento através da melhora da competência local, mitigando fatores adversos que desencorajam empresas a instalarem unidades fabris ou desenvolver etapas manufatureiras no Brasil (tratando a diminuição de exigência de Conteúdo Local somente como um deles), assim criando um outro canal de fortalecimento da indústria que substitua as exigências de conteúdo

local.

A previsão é de que ainda exista, por muito tempo, uma demanda de manutenção no norte fluminense, por Macaé e Rio das Ostras serem uma opção preferencial para essas atividades. Ter competência alta ajudaria essas empresas a desenvolver o primeiro ciclo de Competências > Contratos > Recursos > Porte e Capacidade, podendo oferecer uma solução viável de terceirização de atividades de manutenção e reparo para empresas prestadoras de serviços ou fabricantes de equipamentos.

Concluindo, das 3 hipóteses propostas, 1 foi inconclusiva e 2 foram confirmadas pelas análises do relatório de pesquisa. Assim, é possível afirmar que empresas que participam de arranjos mais colaborativos na cadeia de fornecimento têm maiores chances de aprimorar produtos e processos, mas com a ressalva de que subfornecedores também conseguem fazer *upgrade* mesmo em relações sem colaboração, ou com colaboração de “baixo para cima” (atendimento ao cliente, solução conjunta de problemas, aumento da confiança em competência). É justamente por causa dessa possibilidade de aprimoramento em arranjos pouco colaborativos que a hipótese de manutenção gerar manufatura foi confirmada. Nos serviços industriais, as relações comerciais são basicamente de mercado. Mas ainda assim existe uma possibilidade de aprimoramento através da natureza recursiva dessas relações, com um ciclo de confiança e desenvolvimento de novos projetos com antigos parceiros, e o aumento de recursos financeiros e humanos para investir em maquinário, infraestrutura e maior qualificação.

Por fim, restam ainda algumas considerações sobre o alcance e os limites explicativos dos resultados. Por ser uma amostra bem reduzida, não foi possível fazer uma análise quantitativa dos dados gerados pelo questionário. Pela mesma razão, a caracterização dos padrões de relacionamento na indústria também não pode ser considerada como definitiva. Existe uma limitação na amostra, não só do número de empresas participantes, como também do número de colaboradores de cada empresa. Por exemplo, em uma grande fabricante de equipamentos originais, foi entrevistada uma gerente *subcategory lead* de selos e um analista de cadeia de suprimentos.

O objetivo com essa entrevista era comprovar com qual padrão de governança a empresa organizava sua cadeia de fornecimento, de acordo com as tipologias de *Global Value Chains* e Colaborações Sustentadas por Contingência. Mas falar de modularidade em uma

empresa tão grande, com tantos fornecedores, exigiria uma análise mais aprofundada de todas as categorias de compras, dos produtos menos complexos aos mais essenciais e com maior valor agregado (ver discussão em Colaborações Pragmáticas e Modularidade no Aglomerado de Negócios da Região de Macaé). Dependendo de qual for a categoria, é possível que haja maior proximidade entre gerentes e fornecedores.

Isso não significa que os resultados não sejam confiáveis. Os indícios de modularidade foram identificados em quase todas as entrevistas, tanto com representantes de empresas como com representantes de instituições. Mas se, em vez de oferecer uma visão geral da governança de cadeias de fornecimento na indústria O&G, o objetivo do trabalho fosse fazer uma análise minuciosa dos “mecanismos pragmáticos” que existem nas relações entre clientes e fornecedores e podem gerar colaboração, seria necessário um foco maior em um número reduzido de empresas (em vez de 20 empresas, com 1 entrevista cada, fazer 5 empresas com 4 entrevistas cada, por exemplo), com acesso a contratos, engenheiros, base de fornecedores e clientes, etc.

Na pesquisa de campo foi feito esse esforço de aprofundamento, mas as empresas relutavam em dar informações básicas sobre suas operações, ou permitir que outros colaboradores dessem continuidade à entrevista. Esse foi um dos principais obstáculos metodológicos encontrados ao longo da pesquisa de campo, e retrata as dificuldades de se fazer pesquisa para a indústria sem ser endossado por algum parceiro institucional que possa servir de intermediário para os contatos. Essa dificuldade ainda foi amplificada pela crise econômica e pelos problemas que algumas empresas passaram nos últimos anos por causa de denúncias e investigações policiais ligadas ao setor de óleo e gás.

Ao todo, foram encontrados seis dificuldades de pesquisa:

1. Desconfiança natural do mercado com pesquisadores
2. Problemas de *compliance* com divulgação de informações sensíveis
3. Relutância em atender desconhecidos
4. Priorização de atividades
5. Participantes não enxergavam benefício para a empresa na pesquisa
6. Falta de apoio institucional

Como consideração para pesquisas futuras, e para dar prosseguimento ao debate acadêmico sobre modularidade e colaborações pragmáticas, uma sugestão para próximos

trabalhos seria focar em uma análise retrospectiva da evolução de produtos apresentados em portfólios de grandes fabricantes de equipamentos *subsea*, para entender como eles aprimoraram seus equipamentos, e de que forma a colaboração foi determinante para conseguirem gerar algum tipo de inovação ou vantagem competitiva. Estar próximo de, pelo menos, uma grande empresa e ter acesso a essas fases de *upgrade* seria bom para examinar de que forma esses aprimoramentos acontecem, e como são incorporados ao portfólio da empresa. O pensamento dominante na indústria sempre foi de que a sobrevivência das empresas se desse através da competição, mas cada vez mais a colaboração (entre competidores, inclusive) é apontada como um fator essencial para o desenvolvimento tecnológico. Uma pesquisa sobre a evolução industrial do segmento *subsea* ajudaria a fornecer mais elementos empíricos sobre como a colaboração subverte as antigas certezas das teorias gerenciais.

Além disso, seria necessário ter acesso a contratos com fornecedores, para identificar padrões de contratação por confiança; entrevistar mais engenheiros para detalhar os processos de design conjunto de equipamentos; entrevistar especialistas em usinagem que trabalham com qualificação de fornecedores, para analisar como grandes clientes atuam para promover o aprimoramento manufatureiro de sua cadeia de fornecimento; procurar grandes subfornecedores com competência alta, como Delp, Usiesp ou Imetame, para identificar se a competência é um fator para colaboração e como é o relacionamento deles com seus clientes.

Como uma previsão para o futuro da indústria, existe a perspectiva de que os equipamentos se tornem cada vez mais automatizados e com níveis mais exigentes de confiabilidade. Isso significa que está aumentando a demanda para componentes complexos e que sejam aprovados em testes cada vez mais rigorosos, o que poderia, em tese, levar a uma colaboração maior na indústria entre fornecedores de primeiro piso e subfornecedores. Isso poderia ser constatado com uma pesquisa focada em fornecedores de válvulas e montadoras de equipamentos.

Além disso, é preciso ressaltar que o setor manufatureiro tem um setor de serviços complementar que agrega valor ao que é fabricado. Assim como em algumas indústrias, como a da aviação, a produção é feita de forma complementar à prestação dos serviços. No caso específico da indústria O&G, essa complementaridade envolve o conhecimento que operadoras desenvolvem sobre como utilizar novas tecnologias em operações com diversas

características geológicas, e o conhecimento que fornecedores desenvolvem sobre como desenvolver e aplicar essas tecnologias.

A inovação, portanto, é acelerada com a interação entre essas diferentes partes da economia: a indústria que absorve a capacidade providenciada pelos fornecedores (*recipient sector*, ou setor receptor), e o setor manufatureiro que oferece equipamentos, tecnologias e serviços para seus clientes (*enabling sector*, ou setor capacitador). Dessa maneira, a indústria O&G pode ser analisada sob a perspectiva da interpenetração entre serviços e manufatura, e setores capacitadores e receptores, e como as empresas podem ajustar as disciplinas desse modelo de produção inerentemente complementar para se posicionarem na vanguarda do desenvolvimento tecnológico (SABEL; HERRIGEL, 2018).

A fim de avançar na discussão sobre as formas dominantes de organização na produção desintegrada, e quais processos de aprimoramento manufatureiro e produção institucional resultam delas, os trabalhos subsequentes devem contribuir nos seguintes tópicos:

Sobre a colaboração:

1. Apontar evidências que demonstrem como, e porque, a colaboração é melhor que a modularidade para gerar inovação e resultados financeiros para empresas.
2. Identificar qual o alcance da colaboração na indústria, de uma forma geral, comprovando se as empresas estão interagindo de forma mais profunda com seus fornecedores ou não.

Sobre as instituições:

1. Apontar exemplos de produções institucionais que poderiam ser eficazes para promover o aprimoramento manufatureiro na realidade brasileira, que já deram certo em contextos parecidos de relações entre empresas.
2. Identificar se o arranjo institucional afeta o aprendizado e a inovação da mesma forma que a relação entre empresas, comprovando qual papel possui maior importância na promoção de *upgrade*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI. A trajetória recente de evolução do arranjo produtivo de petróleo e gás de Macaé: transformações estruturais, padrões de governança e impactos territoriais. Savi e Geremia Planejamento, Consultoria & Auditoria LTDA. 2013

AHMED, Shamsuddin; HASSAN, Masjuki H. J.; TAHA, Zahari. TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 11, n. 1 p. 19-42, 2005

ALSYOUF, Imad. The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *Int. J. Production Economics*, v. 107, p. 70-78, 2007

ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis : 2017 / Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro, 2017

AZEVEDO, E. T.; PALMA, M. A. M.; PERESTRELO, M.; LIRA, R. A. O pré-sal e os desafios do desenvolvimento competitivo nacional: uma abordagem prospectiva sobre a aglomeração produtiva de petróleo e gás da Bacia de Campos. *Globalização em tempos de regionalização - repercussões no território*. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 9 a 11 de setembro. 2015

BALDWIN, Carliss; CLARK, Kim. *Design Rules: The Power of Modularity*. Cambridge: The MIT Press, 2000

BARRIENTOS, Stephanie; GEREFFI, Gary; ROSSI, Arianna. Economic and social upgrading in global production networks: a new paradigm for a changing world. *International Labour Review*, v. 150, n. 3-4, p. 319-340, 2011

BERGER, Suzanne. "Toward a Third Industrial Divide?". In: OSTERMAN, P. (ed.) *Economy in Society: Essays in Honor of Michael J. Piore*. Cambridge, Mass: MIT Press, 2013.

BORGATTI, Stephen P. & FOSTER, Pacey C. The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology. *Journal of Management* 29 (6) 991-103, 2003

CABIGIOSU, Anna; CAMUFFO, Arnaldo. Beyond the "Mirroring" Hypothesis: Product Modularity and Interorganizational Relations in the Air Conditioning Industry. *Organization Science*, v. 23, n. 3, p. 686-703, 2012

CHESBROUGH, Henry. "Towards a Dynamics of Modularity: a cyclical model of technical advance". In: PRENCIPE, Andrea; DAVIES, Andrew; HOBDDAY, Michael (eds.). *The business of systems integration*. Oxford University Press, 2003

- CORREDOIRA, Rafael; McDERMOTT, Gerald A. Adaptation, bridging and firm upgrading: How non-market institutions and MNCs facilitate knowledge recombination in emerging markets. *Journal of International Business Studies*, Vol. 45, p. 699-722, 2014
- CRABTREE, Elisabeth; BOWER, Jane D.; KEOGH, William. Conflict or Collaboration: The Changing Nature of Inter-firm Relationships in the UK Oil and Gas Industry. *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 9, N. 2, 1997
- CUMBERS, Andrew; MACKINNON, Danny; CHAPMAN, Keith. Innovation, collaboration, and learning in regional clusters: a study of SMEs in the Aberdeen oil complex. *Environment and Planning*, Vol. 35, pp. 1689-1706, 2003
- DYER, Jeffrey H.; CHO, Dong Sung; CHU, Wujin. Strategic Supplier Segmentation: the next "best practice" in supply chain management. *California Management Review*, v. 40, n. 2, 1998
- EIKILL, Geir Ove; ATTRAMADAL, Anders. Driving innovation through collaboration in the rig market. Paper prepared for presentation at the Offshore Technology Conference. Houston, Texas, May, 2013
- ERNST, Dieter. Limits to Modularity: Reflections on Recent Developments in Chip Design. *Industry and Innovation*, v. 12, n. 3, p. 303-335, 2005
- FERNÁNDEZ, E. F. & CAMERINI, C. S. Petróleo: commodity x tecnologia. In: *Produção de commodities e desenvolvimento econômico*. Organizadores: Luiz G. de Mello Belluzo, Cláudio R. Frischtak, Mariano Laplane. Campinas: UNICAMP. Instituto de Economia, 2014
- FERNANDEZ-STARK, Karina; BAMBER, Penny; GEREFFI, Gary. The offshore services value chain: upgrading trajectories in developing countries. *Int. J. Technological Learning, Innovation and Development*, v. 4, n. 1/2/3, p. 206-234, 2011
- FEENSTRA, Robert. Integration of trade and disintegration of production in the global economy. *Journal of Economic Perspectives*, v. 12, n. 4, 1998
- FINE, Charles H. *Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*. Perseus Books, Massachusetts, USA, 1998
- FINE, Charles H. Clockspeed-based strategies for supply chain design. *Production and Operations Management*, v. 9, n.3, 2000
- FRANCIS, Amaeshi Uzoma; OKOROCHA, K. A.; AKUJOR, Jane C. Effects of Production Facilities Maintenance on Competitive Advantage of Selected Firms in Nigeria. *International Journal of Research in Management, Science & Technology*, v. 3, n. 4, p. 176-190, 2015
- GALVIN, Peter; MORTEL, André. Modularity on industry structure: the case of the world bicycle industry. *Industry and Innovation*, v. 8, n. 1, p. 31-47, 2001

GEREFFI, Gary. Global value chains in a post-Washington Consensus world. *Review of International Political Economy*, v. 21, n. 1, p. 9-37, 2014

GEREFFI, Gary; FERNANDEZ-STARK, Karina. The Offshore Services Value Chain: Developing Countries and the Crisis. *World Bank Policy Research Working Paper*, n. 5262, Abril, 2010

GEREFFI, Gary; HUMPHREY, John; STURGEON, Timothy. The Governance of Global Value Chains. *Review of International Political Economy*, v. 12, n. 1, p.78-104, 2005

GREEN, Richard. Measuring goodwill trust between groups of people: three years of an oil industry alliance. *Strat. Change*, Vol. 12, pp. 367-379, 2003

GULATI, Ranjay. Social structure and alliance formation patterns: a longitudinal analysis. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 40, n. 4, pp. 619-652. Dec., 1995

GULATI, Ranjay. Network location and learning: The influence of network resources and firm capabilities on alliance formation. *Strategic Management Journal*, Vol. 20, No. 5, pp. 397-420. May, 1999

GULATI, R.; NOHRIA, N.; ZAHEER, A. Strategic networks. *Strategic Management Journal*, 21: 203-215, 2000

HALMAN, J. I. M.; BRAKS, B.F.M. Project alliancing in the offshore industry. *International Journal of Project Management*, v. 17, n. 2, p. 71-76, 1999

HARRIS, C. T.; FORMIGLI, J.; CRAGER, B.; EGGEN, S.; REED, J.; KHURANA, S. Commercial/Contracting Strategies for Offshore Projects. Paper prepared for presentation at the Offshore Technology Conference. Houston, Texas, 3-6, May, 2004

HELPER, Susan; MacDUFFIE, John Paul; SABEL, Charles. Pragmatic Collaborations: Advancing Knowledge While Controlling Opportunism. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 9, N. 3, p. 443-488, 2000

HELPER, Susan; SAKO, Mari. Supplier relations in Japan and the United States: Are they converging? *Sloan Management Review*, v. 36, n. 3, p. 77-84, 1995

HELPER, Susan. Strategy and irreversibility in supplier relations: The case of the U.S automobile industry. *Business History Review*, v. 65, p.781-824, 1991

HELPER, Susan; KIEHL, Janet. Developing supplier capabilities: market and non-market approaches. *Industry and Innovation*, v. 11, n. 1/2, p. 89-107, 2004

HERRIGEL, Gary. Emerging Strategies and Forms of Governance in High-Wage Component Manufacturing Regions. *Industry and Innovation*, Vol. 11, N. 1/2, p. 45-79, March/June, 2004

HERRIGEL, Gary. Manufacturing possibilities: creative action and industrial recomposition in the United States, Germany, and Japan. New York. Oxford University Press, 2010

HERRIGEL, Gary. Experimentalist systems in manufacturing multinationals: german automobile and machinery industry examples. Draft paper, revised version 04, September, 2017

HERRIGEL, Gary; WITTKKE, Volker. "Varieties of Vertical Disintegration. The Global Trend Toward Heterogeneous Supply Relations and the Reproduction of Difference in US and German Manufacturing". In: MORGAN, Glenn; WHITLEY, Richard; MOEN, Eli (Eds.). Changing Capitalisms? Internationalization, Institutional Change, and Systems of Economic Organization. Oxford, Oxford University Press, p. 312-351, 2005

HERRIGEL, G.; WITTKKE, V.; VOSKAMP, U. The process of chinese manufacturing upgrading: transitioning from unilateral to recursive mutual learning relations. Global Strategy Journal, 3: 109-125. 2013

HERRIGEL, Gary; ZEITLIN, Jonathan. Inter-firm relations in global manufacturing: disintegrated production and it's globalization. In: MORGAN, Glenn; CAMPBELL, John L.; CROUCH, Colin; PEDERSEN, O. K.; Whitley, RICHARD (EDS.). The Oxford Handbook of Comparative Institutional Analysis. Oxford University Press, 2010

HIRSCHMAN, Albert. Exit, Voice, and Loyalty: Responses to Decline in Firms, Organizations and States. Cambridge, Harvard University Press, 1970

HIRST, Paul; ZEITLIN, Jonathan. Flexible specialization versus post-fordism: theory, evidence and policy implications. Economy and Society, v. 20, n. 1, 1991

HOWELL, C.; ANDRING, R.; WIBNER, C.; MUIRHEAD, T.; FELDERHOFF, J. M. Parque das Conchas (BC-10) FPSO Espírito Santo - An Ultra Deepwater Heavy Oil Surface Host Facility. Paper prepared for presentation at the 2010 Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, 3-6 May, 2010

HOFFMAN, J.; YUN, H.; MODI, A.; PEARCE, R. Parque das Conchas (BC-10) Pipeline, Flowline and Riser System Design, Installation and Challenges. Paper prepared for presentation at the 2010 Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, 3-6 May, 2010

HUMPHREY, John; SCHMITZ, Hubert. Governance and upgrading: linking industrial cluster and global value chain research. IDS Working Paper, Institute of Development Studies, n. 120, 2000

HUMPHREY, John; SCHMITZ, Hubert. How does insertion in global value chain affect upgrading in industrial clusters?. Regional Studies, v. 36.9, p. 1017-1027, 2002

JONSSON, Patrik. The status of maintenance management in Swedish manufacturing firms. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 3, n. 4, p. 233-258, 1997

KASAHARA, Yuri; BOTELHO, Antonio. Ideas, leadership, and the craft of alternative industrial policies: local content requirements for the Brazilian oil and gas sector. Working Paper, 2017

LANGLOIS, Richard. Modularity in technology and organization. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 49, p. 19-37, 2002

LANGLOIS, Richard. The vanishing hand: the changing dynamics of industrial capitalism. *Industrial and Corporate Change*, v. 12, n. 2, p. 351-385, 2003

LEARY, Michael J.; RETTIE, Stuart D.; SMIDHT, Frederik. Developing the next generation of deepwater drilling rig: a unique collaboration in design. Paper prepared for presentation at the SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition. London, United Kingdom, 17-19 March, 2015

LEONG, Lai Wan Hooi Tat Yuen. Total Productive Maintenance and manufacturing performance improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 23, n.1, 2017

LEHTONEN, Olli; ALA-RISKU, Timo; HOLMSTROM, Jan. Enhancing field-service delivery: the role of information. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 18, n. 2, p. 125-140, 2012

LIMA, M. F. C. & SILVA, M. A. Inovação em petróleo e gás no Brasil: a parceria Cenpes-Petrobras e Coppe-UFRJ. *Revista Sociedade e Estado - Volume 27 Número 1 - Janeiro/Abril*. 2012

LIYANAGE, Jayantha P.; KUMAR, Uday. Towards a value-based view on operations and maintenance performance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 9, n. 4, p. 333-350, 2003

MACDUFFIE, John Paul. Modularity and the Geography of Innovation. Presentation at the Sloan Industry Studies Conference, Boston, MA, April 27, 2007

MACDUFFIE, John Paul. Modularity as property, modularization as process, and modularity as frame. Lessons from product architecture initiatives in the global automotive industry. *Global Strategy Journal*, v. 3, p.8-40, 2013

MACDUFFIE, John Paul; HELPER, Susan. "Collaboration in Supply Chains: With and Without Trust". In: HECKSCHER, Charles; ADLER, Paul (Eds.). *The Firm as a Collaborative Community: Restructuring Trust in the Knowledge Economy*. Oxford, Oxford University Press, 2006

MACKINNON, Danny; CHAPMAN, Keith; CUMBERS, Andrew. Networking, trust and embeddedness amongst SMEs in the Aberdeen oil complex. *Entrepreneurship & Regional Development*, Vol. 16, pp. 87-106, 2004

MARKESSET, Tore; MORENO-TREJO, Jorge; KUMAR, Rajesh. Maintenance of subsea petroleum production systems: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 19, n.2 p. 128-143, 2013

McEVILY, Bill and MARCUS, Alfred. Embedded ties and the acquisition of competitive capabilities. *Strategic Management Journal*, 26: 1033–1055, 2005

McKONE, Kathleen E.; SCHROEDER, Roger G.; CUA, Kristy O. The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, v.19, p. 39–58, 2001

MONTALBANO, Pierluigi; NENCI, Silvia; PIETROBELLI, Carlo. Opening and linking up: firms, global value chains and productivity in Latin America. MERIT Working Papers 030, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology, 2017

MORENO-TREJO, J. and MARKESSET, T. “Mapping factors influencing the selection of subsea petroleum production systems”. In: *Advances in Production Management Systems, Value Networks: Innovation, Technologies, and Management*, IFIP Advances in Information and Communication Technology Volume 384, pp. 242-250, Paper presented at The International Conference on Advances in Production Management Systems, APMS2011, Stavanger, Norway, September 26-28, 2012

NETO, J. B. O.; SHIMA, W. T. Trajetórias tecnológicas no segmento offshore: ambiente e oportunidades. *R. Econ. contemp.*, Rio de Janeiro, v.12, n. 2, p. 301-332, maio/ago. 2008

ONIP. Agenda de competitividade da cadeia produtiva de óleo e gás offshore no Brasil, 2010

OFFSHORE CENTER DANMARK. Offshore book: an introduction to the offshore industry. 2010

POWELL, Walter. Neither market nor hierarchy: network forms of organization. *Research in Organizational Behavior*, Vol. 12, pages 295-336, 1990

PIETROBELLI, Carlo; RABELOTTI, Roberta. Global Value Chains Meet Innovation Systems: Are There Learning Opportunities for Developing Countries. *World Development*, Vol. 39, No. 7, pp. 1261–1269, 2011

PIQUET, R.; HASENCLEVER, L.; SHIMODA, E. 'Conteúdo Local' na indústria petrolífera: um debate atual. *Boletim Petróleo, Royalties e Região - Campos dos Goytacazes/RJ - Ano XII*, n. 48 - Junho. 2015

PIORE, Michael; SABEL, Charles F. *The second industrial divide: possibilities for prosperity*. New York. Basic Books, 1984

PIPKIN, Seth; FUENTES, Alberto. *Spurred to Upgrade: A Review of Triggers and Consequences of Industrial Upgrading in the Global Value Chain Literature*. *World Development*, v. 98, p. 536–554, 2017

RAMOS, A.; PIGORINI, P. *Pré-sal: a produção de petróleo como base para um novo ciclo de desenvolvimento*. *Perspectiva*: Booz & Company. 2009

SABEL, Charles F. *Learning by monitoring: the institutions of economic development*. New York. Columbia University: Center for Law and Economic Studies. Princeton University Press, 1993

SABEL, Charles. *Pragmatic collaborations in practice: a response to Herrigel and Whitford and Zeitlin*. *Industry and Innovation*, v. 11, n. 1/2, p. 81-87, 2004

SABEL, Charles. "A Real-Time Revolution in Routines". In: HECKSCHER, Charles; ADLER, Paul (Eds.). *The Firm as a Collaborative Community: Restructuring Trust in the Knowledge Economy*. Oxford, Oxford University Press, 2006

SABEL, Charles; HERRIGEL, Gary. "Collaborative innovation in the Norwegian oil & gas industry: Surprise or sign of a new economy-wide paradigm?" In: THUNE, Taran; ENGEN, Ole Andreas; WICKEN, Olav (Eds.). *Petroleum Industry Transformations: Lessons from Norway and Beyond*, 2018.

SABEL, Charles; ZEITLIN, Jonathan. *Neither Modularity nor Relational Contracting: Inter-Firm Collaboration in the New Economy*. *Enterprise & Society*, Vol. 5, N. 3, p. 388-403, 2004

SABEL, Charles; ZEITLIN, Jonathan. *Historical Alternatives to Mass Production. Politics, Markets and Technology in Nineteenth-Century Industrialization*. *Past and Present*, n. 108, p. 133-179, 1985

SANCHEZ, Ron; COLLINS, Robert P. *Competing - and learning - in modular markets*. *Long Range Planning*, Vol. 34, pp. 645-667, 2001

SANCHEZ, Ron; MAHONEY, Joseph T. *Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design*. *Strategic Management Journal*, v. 17, Special Issue: Knowledge and the Firma, p. 63-76, 1996

SAKO, Mari. *Prices, quality and trust: Inter-firm relations in Britain and Japan*. Cambridge, Cambridge University Press, 1992

SAKO, Mari. 'Modularity and Outsourcing: The Nature of Co-Evolution of Product Architecture and Organization Architecture in the Global Automotive Industry'. In:

PRENCIPE, A.; DAVIES, A.; HOBDDAY, M. (eds.) *The Business Systems Integration*. Oxford, Oxford University Press, 2005

SAKO, Mari. 'Outsourcing of tasks and outsourcing of assets: evidence from automotive supplier parks in Brazil'. GAWER, A. (ed.) *Platforms, Markets and Innovation*. Edward Elgar Publishing. Cheltenham, UK, 2009

SILVESTRE, Bruno S. A hard nut to crack! Implementing supply chain sustainability in an emerging economy. *Journal of Cleaner Production*, p. 1-11, 2014

SILVESTRE, Bruno., DALCOL, Paulo Roberto. Conexões de conhecimento e posturas tecnológicas das firmas: evidências da aglomeração industrial de petróleo e gás da Bacia de Campos. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 14, n.2, p. 221-238, maio-ago. 2007

SPEIGHT, James G. *Handbook of offshore oil and gas operations*. Oxford, Gulf Professional Publishing, 2015

STINGL, K. H.; PAARDEKAM, A. Parque das Conchas - BC-1 - An Ultra-Deepwater Heavy Oil Development Offshore Brazil. Paper prepared for presentation at the 2010 Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, 3-6 May, 2010

STURGEON, Timothy J. Modular Production Networks. A new american model of industrial organization. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11, N. 3, p. 451-496, 2002

TIMMER, Marcel P.; ERUMBAN, Abdul A.; LOS, Bart.; STEHRER, Robert; DE VRIES, Gaaitzen J. Slicing up global value chains. *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 28, n. 2, pp. 99-118, 2014

ULRICH, Karl. The role of product architecture in the manufacturing. *Research Policy*, v. 24, p. 419-440, 1995

UZZI, Brian. The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: the network effect. *American Sociological Review*, Vol. 61, No. 4, pp. 674-698. Aug., 1996

UZZI, Brian. Social structure and competition in interfirm networks: the paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, Volume 42, Issue 1, 35-67. Mar., 1997

VANDERMAN, D.; KUBOTA, R.K.; HEIJERMANS, B.; HUFF, J.; MCCURLEY, M.; KHURANA, S. Panel: Collaboration Among Operators and Contractors in Deepwater and Ultra- Deepwater Fields. Paper prepared for presentation at the 2005 Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 2-5 May, 2005

VAN DEN BERG, Frans G.; CHEVIS, Marc; WYNOT, Jo; RITTER, PAUL; ADUN, David K. Collaboration and surveillance enabling optimal asset performance. Paper prepared for

presentation for the SPE Digital Energy Conference and Exhibition, Woodlands, Texas, March, 2015

WHITFORD, Josh; ZEITLIN, Jonathan. Governing Decentralized Production: Institutions, Public Policy, and the Prospects for Inter-firm Collaboration in US Manufacturing. *Industry and Innovation*, v. 11, n. 1/2, p. 11-44, 2004

WOMACK, James P.; SHOOK, John. *Gemba Walks*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, 2011

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *The Machine That Changed the World*. New York. Macmillan Publishing Company, 1990

XAVIER, Carlos. Conteúdo local nas rodadas de licitação da ANP e o papel da Petrobras: evidências recentes. In: *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura*. - n. 08 jun. 2010

ZEITLIN, Jonathan. "Productive alternatives: flexibility, governance, and strategic choice in industrial history". In: AMATORI, Franco; JONES, Geoffrey (eds.). *Business History around the World*. Cambridge University Press, 2003

ZEITLIN, Jonathan. "Industrial Districts and Regional Clusters". *The Oxford Handbook of Business History*. Oxford University Press, 2008

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DAS ENTREVISTAS

1. Perguntas sobre as Relações entre Empresas na Cadeia de Fornecimento

Como você descreveria a intensidade de sua colaboração com clientes:

(1 = Constante; 2 = Pontual; 3 = Rara; 4 = Inexistente; 5 = Depende do Projeto*⁴⁹)

Seu Cliente o ajuda a:

1. Obter informações do mercado sobre novas oportunidades
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto
2. Descobrir novas tecnologias, técnicas e processos
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto
3. Melhorar seu produto para se adequar às necessidades do projeto
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto
4. Se aproximar de outros fornecedores
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto
5. Descobrir e solucionar problemas que aparecem durante a fabricação
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto
6. Criar o design do produto
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto
7. Diversificar seu portfólio, desenvolvendo novos produtos ou serviços dentro da Cadeia de Fornecimento
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto
8. Se capacitar para um novo projeto
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto
9. A fazer mudanças pontuais em design
() Constante () Pontual () Rara () Inexistente () Depende do Projeto

⁴⁹ **Depende do Projeto** significa que deve-se abrir uma nova rodada de perguntas sobre cada projeto específico, de acordo com a tipologia de *Contingent Sustained Collaboration*, de Herrigel

10. Customizar ou alterar, de alguma forma, o projeto inicial

Constante Pontual Rara Inexistente Depende do Projeto

Seu cliente:

1. Te pressiona para diminuir custos

Constante Pontual Rara Inexistente Depende do Projeto

2. Somente passa especificações daquilo que é necessário fazer, seja na produção ou no serviço

Constante Pontual Rara Inexistente Depende do Projeto

3. Te cobra por maior qualificação

Constante Pontual Rara Inexistente Depende do Projeto

2. Perguntas sobre Processo de Aprimoramento

Indique se concorda ou discorda com cada uma das seguintes afirmações sobre sua empresa:

1. Nossa empresa tomou importantes medidas para melhorar as habilidades de nosso corpo de funcionários

concordo totalmente Concordo parcialmente Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

2. Nossa empresa fez importantes investimentos em máquinas e equipamento

concordo totalmente Concordo parcialmente Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

3. O departamento de qualidade aumentou sua eficiência em melhorar a qualidade de nossos produtos

concordo totalmente Concordo parcialmente Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

4. Treinamento e educação de nossos funcionários é uma prioridade

concordo totalmente Concordo parcialmente Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

5. Nossos funcionários são encorajados a inovar e testar novas e melhores formas de desempenhar seu trabalho

concordo totalmente Concordo parcialmente Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

6. Nossa empresa fez uma importante reorganização dos sistemas produtivos
() concordo totalmente () Concordo parcialmente () Nem concordo nem discordo ()
Discordo () Discordo totalmente

7. Nossa empresa fez importantes melhorias no processo manufatureiro
() concordo totalmente () Concordo parcialmente () Nem concordo nem discordo ()
Discordo () Discordo totalmente

3. Perguntas sobre Sofisticação

Indique se concorda ou discorda com cada uma das seguintes afirmações sobre sua empresa:

1. Nossa empresa aumentou a porcentagem de produtos vendidos que envolvem montagem complexa de componentes
() concordo totalmente () Concordo parcialmente () Nem concordo nem discordo ()
Discordo () Discordo totalmente

2. Nossa empresa começou a fazer o design de produtos que não fazia anteriormente
() concordo totalmente () Concordo parcialmente () Nem concordo nem discordo ()
Discordo () Discordo totalmente

4. Perguntas sobre ligação com Instituições e Programas

Indique se sua empresa manteve relacionamento com instituições e programas (associações, bancos, cooperativas, programas públicos, instituições governamentais, escolas) nas seguintes áreas:

1. Treinamento de funcionários administrativos e trabalhadores de fábrica
2. Treinamento de equipe de gerência e executivo
3. Financiamento
4. Tecnologia, técnicas e inovação
5. Comercialização e marketing