

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RONALD PIOLI FREITAS

ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELO COMISSIONAMENTO NOS CENÁRIOS MACROECONÔMICO, SOCIOECONOMICO E PRODUTIVO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO POR UM EMPREENDIMENTO DE GRANDE PORTE DE ENGENHARIA COM PRODUÇÃO POR PROJETO.

CURITIBA

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RONALD PIOLI FREITAS

ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELO COMISSIONAMENTO NOS CENÁRIOS MACROECONÔMICO, SOCIOECONOMICO E PRODUTIVO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO POR UM EMPREENDIMENTO DE GRANDE PORTE DE ENGENHARIA COM PRODUÇÃO POR PROJETO.

Monografia apresentada ao Programa de Especialização como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão da Cadeia de Suprimentos, Setor de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Profº MSc. Gustavo Valentim

CURITIBA

2014

TERMO DE APROVAÇÃO

RONALD PIOLI FREITAS

ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELO COMISSIONAMENTO NOS CENÁRIOS MACROECONÔMICO, SOCIOECONOMICO E PRODUTIVO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO POR UM EMPREENDIMENTO DE GRANDE PORTE DE ENGENHARIA COM PRODUÇÃO POR PROJETO.

Monografia apresentada e aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Gestão da Cadeia de Suprimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Profº MSc. Gustavo Valentim
Departamento de Engenharia de Produção, UFPR

Profº MSc. Marcell Mariano Correa Macedo
Departamento de Engenharia de Produção, UFPR

Profª Chantal Salazar
Departamento de Engenharia de Produção, UFPR

Curitiba, 08 de agosto de 2014

Aos meus familiares que sempre estão ao meu lado ajudando e apoiando em todos os momentos, inclusive nas provas mais difíceis.

Aos familiares e antecessores que aqui entre nós não mais estão.
Aos grandes mestres da vida, professores e queridos amigos que ainda continuam trilhando o caminho ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

A Deus nosso Senhor, Mestre do Universo e do Céu Absoluto por me conceder a oportunidade, encaminhar e permitir todas estas realizações. A todos os seus mensageiros de grande bondade e virtudes designados à Terra e aos bondosos e fraternos irmãos do plano espiritual.

Aos meus familiares pelo suporte, apoio e ajuda durante este período de grande desafio e superação profissional e pessoal. Aos grandes amigos que estiveram presentes durante os momentos de maior dificuldade.

Ao meu orientador, Professor Msc. Gustavo Valentim (que em breve terminará o doutorado) por aceitar a orientação, pelo apoio, ajuda e paciência durante a trajetória e desenvolvimento da monografia.

A coordenadora e idealizadora fundamental deste curso de Pós-Graduação, Professora Dr^a. Adriana Santos, pelo grande empenho e dedicação para tornar realidade toda a estrutura e a execução do curso.

Ao Prof^o Dr. Cassius Scarpin e a Prof^a Izabel Zattar pelo apoio, explicações e esclarecimentos ao longo do curso de especialização.

Aos professores que compõe a banca examinadora e ao corpo docente do curso de Especialização em Gestão da Cadeia de Suprimentos.

A Universidade Federal do Paraná e no setor de Tecnologia ao curso de Engenharia de Produção por propiciar a abertura e realização deste curso.

Aos antigos colegas e companheiros de labuta e que propiciaram grandes aprendizados, profissionais que com certeza são ou estão entre os melhores em suas respectivas áreas, pois realizam muito bem o que fazem e também têm paixão pelo o que fazem e como a edificam.

Ao corpo discente pela companhia durante as aulas, atividades realizadas no curso e também pela oportunidade de aprendizado com as diferentes experiências profissionais.

Um dos fundamentos da sustentabilidade econômica de um país é a sua capacidade de prover logística e energia para o desenvolvimento de sua produção, com segurança e em condições competitivas e ambientalmente sustentáveis. [...]

Tolmasquim, 2012.

[...] O objetivo principal é atender ao consumidor final e outros stakeholders da forma mais eficaz e eficiente possível, ou seja, com produtos e/ou serviços de maior valor percebido pelo cliente final e obtido através do menor custo possível. [...]

Pires, 2010, p. 54.

[...] Comissionamento não simplesmente o dia seguinte após a finalização da construção e pressionar o grande botão verde!

Killcross, 2012.

RESUMO

O cenário atual da produção de petróleo e derivados apresenta forte expansão e presença marcante de recursos da iniciativa privada que desde o ano de 1997 tem realizado grandes investimentos neste setor, principalmente, participando de leilões para realização de novos empreendimentos no parque industrial de refino nacional. A própria realização destas grandes obras é caracterizada como uma produção por projeto de engenharia e o objeto produzido será responsável pela produção e refino de derivados de petróleo, comercializados em todo território nacional, além disso, é importante destacar que os investimentos na área de petróleo e gás são usualmente de grande monta financeira e proporcional volume físico – instalações. Estas características peculiares acabam por gerar implicações e situações específicas para estes novos empreendimentos, situações estas que envolvem diversos fornecedores, enorme cadeia logística e de suprimentos e o forte impacto sócio-econômico e ambiental. Neste contexto, esta monografia tem como objetivo analisar impactos relativos ao cenário produtivo de derivados de petróleo e os aspectos macroeconômicos relativos a um novo empreendimento de engenharia no parque de refino nacional, em específico no estado do Paraná, na região metropolitana de Curitiba, também abordando aspectos relacionados às atividades de comissionamento de equipamentos elétricos, sistemas e unidades de processo industrial e os impactos que estas atividades podem gerar no âmbito produtivo. Entre os resultados esperados, está a identificação dos atores envolvidos nas atividades técnicas e operacionais, o mapeamento das principais atividades de comissionamento de equipamentos elétricos utilizados nos processos produtivos de derivados de petróleo, estabelecimento das relações entre os empreendimentos e o cenário macroeconômico regional e nacional e análise dos principais impactos gerados no cenário produtivo de derivados e os reflexos macroeconômicos relacionados aos aspectos de falha ou problemas de durante a fase de comissionamento.

Palavras-chave: Cadeia de Suprimentos. Produção por projeto de Engenharia.

Macroeconomia. Comissionamento.

ABSTRACT

The present petroleum and sub products production scenario shows strong growth and huge presence of the private sector resources that since 1997 have made massive investments on this particular economic sector, mainly, when these companies participate in auction intent to offer opportunities to building new enterprises on national industrial oil refining park. These big enterprises on their own are characterized as production by engineering project and the main object produced will be responsible for production and refining petroleum and sub products, that will be commercialized all over the national country, besides, is important emphasize that investments on the sector of petroleum and gas are usually big in financial size and have proportional physic size – installations on their own. These peculiar characteristics generate implications and specific situations to the new enterprises, situations that involve many suppliers, huge supply and logistic chains and strong social, economic and environmental impacts. On these context, the main objective of this monograph is analyze impacts related with petroleum sub products production scenario and macroeconomics aspects related with a new enterprise on a national oil refining industrial park, specific on Paraná estate, located on the metropolitan region of Curitiba city, and in addition, examine aspects related with commissioning activities of electrical equipments, systems and industrial process units and also analyze the impacts that these activities can generate on the productive scenario. About the expected results, the principal are: is the identify actors involved on technical and operational activities, map the main activities to commissioning electrical equipments that are realized on petroleum and sub products production processes, establish relations between the new enterprise and national and regional macroeconomic scenarios and analyze the principal impacts generate on productive oil sub products scenario and macroeconomic and socio-economic reflexes relative to fails or problems during the commissioning phase.

Key words: Supply Chain. Production by Engineering Project. Macroeconomic. Commissioning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Esquema dos integrantes de um sistema.	35
FIGURA 2 – Formas de operação produtiva relacionadas com tecnologia e fator humano.	37
FIGURA 3 – Módulos básicos que compõe um CLP.....	42
FIGURA 4 – Esquema representando arquitetura do controle distribuído.	44
FIGURA 5 – Fragmento de uma matriz de causa e efeito.....	46
FIGURA 6 – Exemplo de ESD utilizado na indústria em processos complexos.	46
FIGURA 7 – CCM do tipo compartimentado com gaveta extraível.	48
FIGURA 8 – Esquema em corte de um compressor de pistão – atuação simples.	49
FIGURA 9 – Esquema de pistão com dupla ação e dupla câmara de compressão.....	50
FIGURA 10 – Esquema tridimensional de um compressor centrífugo.	51
FIGURA 11 – Etapas encadeadas para produção de derivados de petróleo...	54
FIGURA 12 – Aspecto de um forno reformador real em uma refinaria.....	56
FIGURA 13 – PSA real instalada em um parque de refino e destaque para sistema de válvulas de controle do processo produtivo.	58
FIGURA 14 – Esquema de produção hidrogênio: forno reformador, UGH e PSA.	59
FIGURA 15 – Esquema didático para unidade de HDTI, equipamentos e fluxo de processo.....	60
FIGURA 16 – Esquema produtivo para a atividade de Comissionamento.	70
FIGURA 17 – Esquema produtivo para o produto final (refino/combustíveis). .	71
FIGURA 18 – Cadeia de Valor da produção de empreendimento.....	72
FIGURA 19 – Arranjo espacial da disposição das unidades de processo, auxiliar e equipamentos e as respectivas empresas responsáveis pela execução.	83
FIGURA 20 – Fluxograma produtivo do HDTI indicando entradas, saídas e localizando equipamentos de interesse.	95
FIGURA 21 – Fluxo das necessidades de fornecimento (pré-requisitos).....	106

FIGURA 22 – Fluxo de prioridades para realização das atividades de comissionamento no caso de estudo.	107
FIGURA 23 – Cadeia Suprimentos para distribuição de combustíveis.	111
FIGURA 24 – Etapas processo produtivo de comissionamento com etapas temporárias.	112
FIGURA 25 – Fluxo produtivo finalizado o comissionamento.....	113
FIGURA 26 – Fluxo de importação e exportação de petróleo referenciado aos múltiplos blocos geográficos mundiais – em mil barris para o ano de 2012...	120
FIGURA 27 – Diagrama da dinâmica produtiva, suprimentos, econômica, macroeconômica do segmento de exploração e produção de petróleo.	125
FIGURA 28 – Resultante da análise e reunião da necessidade de recursos humanos, processo produtivo e tecnologia de produção.	157

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Derivados tipicamente obtidos da maioria dos óleos crus.	52
QUADRO 2 – Relação de empresas e as respectivas referências e relações de fornecimento para o caso de estudo.	81
QUADRO 3 - Planos de Negócio da Empresa A e previsão de investimentos de expansão do parque industrial de refino nacional.	134
QUADRO 4 – Investimentos nos principais projetos dos novos empreendimentos do parque industrial de refino no estado do Paraná.	135
QUADRO 5 – Referência Ocupacional para Admissões no GRÁFICO 15 e valores percentuais relativos individuais.	143
QUADRO 6 – Referência Ocupacional para Desligamentos no GRÁFICO 15 e valores percentuais relativos individuais.	144

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Curva típica para característica de vida de um produto.	66
GRÁFICO 2 – Demanda de recurso humano ao longo das atividades de comissionamento.	109
GRÁFICO 3 – Produção mensal de óleo diesel no parque industrial de refino localizado no município de Araucária.	114
GRÁFICO 4 – Média de produção mensal no período do ano 2006 até 2014.	117
GRÁFICO 5 - Procedência do petróleo processado na refinaria de Araucária.	119
GRÁFICO 6 – Custos com importação de óleo diesel e custos de importação de petróleo.	121
GRÁFICO 7 – Médias mensais das vendas de óleo diesel em todo o território nacional.	123
GRÁFICO 8 – Produção nacional total de derivados energéticos.	124
GRÁFICO 9 – Evolução estimada da frota de veículos pesados por categoria.	130
GRÁFICO 10 – Emissão de material particulado por combustão conforme categoria de veículos que utilizam óleo diesel.	131
GRÁFICO 11 – Emissão de material particulado conforme tipo de combustível.	132
GRÁFICO 12 – Dados de admissões e demissões do ano 2007 até 2013 no setor da construção civil no município de Araucária.	137
GRÁFICO 13 – Tipos de contratos de trabalho ao longo do período do ano de 2007 até 2013 no município de Araucária.	138
GRÁFICO 14 – Tipos de desligamentos no período dos anos de 2007 a 2013 no município de Araucária.	140
GRÁFICO 15 – Curva de Pareto para admissões e desligamentos no setor da construção civil no município de Araucária de 2007 a 2014.	142
GRÁFICO 16 – Dados de admissões e desligamentos no setor de serviços no período compreendido entre os anos de 2007 e 2013.	145

LISTA DE SIGLAS

ANP	– Agência Nacional do Petróleo
CAGED	– Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CBO	– Classificação Brasileira de Ocupações
CCL	– Casa de Controle Local
CCM	– Centro de Controle de Motores
CLP	– Controlador Lógico Programável
CLT	– Consolidação das Leis do Trabalho
CONAMA	– Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPU	– <i>Central Process Unit</i>
FAT	– <i>Factory Acceptance Test</i>
FCC	– Craqueamento Catalítico Fluído
FMECA	– <i>Failure Mode, Effects and Critically Analysis</i>
FOB	– <i>Free on Board</i>
DDC	– <i>Direct Digital Control</i>
E/S	– Entradas / Saídas
ESD	– <i>Emergency Shutdown</i>
GLP	– Gás Liquefeito de Petróleo
HDTI	– Hidrotratamento de Instáveis
HDR	– Hidrorrefino
HDT	– Hidrotratamento
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I/O	– <i>Inputs / Output</i>
LEED	– <i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>
LNG	– <i>Liquefied Natural Gas</i>
MODICON	– <i>Modular Digital Controller</i>
MP	– Material Particulado
NMHC	– Hidrocarbonetos não-Metano
PC	– <i>Personal Computer</i>
PCH	– Pequenas Centrais Hidrelétricas
PETROBRAS	– Petróleo Brasileiro S.A.

PIM – PF	– Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física – Regional
PLC	– <i>Programmable Logic Controller</i>
PROCONVE	– Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores
PSA	– <i>Pressure Swing Adsorption</i>
QAV	– Querosene de Aviação
RCHO	– Aldeídos
RCM	– <i>Reliability-centered Maintenance</i>
SCMD	– Sistema de Comando e Monitoração Distribuído
SDCD	– Sistema Digital de Controle Distribuído
SMR	– <i>Steam Methane Reforming</i>
SIL	– <i>Safety Integrity Level</i>
SINAMA	– Sistema Nacional do Meio Ambiente
SIS	– Sistemas Instrumentados de Segurança
SIS	– <i>Safety Instrumented System</i>
TAF	– Teste de Aceitação em Fábrica
UCP	– Unidade Central de Processamento
UCR	– Unidade de Coqueamento Retardado
UGH	– Unidade de Geração de Hidrogênio
USGBC	– United States Green Building Council

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	TEMA	17
1.2	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	20
1.3	PROBLEMAS E PREMISSAS.....	20
1.4	OBJETIVO	22
1.4.1	Objetivo Específico.....	23
1.5	JUSTIFICATIVA	24
1.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	25
1.7	EMBASAMENTO TEÓRICO	26
1.8	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	30
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	32
2.1	PRODUÇÃO OU OPERAÇÃO.....	32
2.1.1	Produção e Suprimentos.....	33
2.1.2	Produção por Projeto	35
2.1.3	Tecnologia e Produção	37
2.2	AUTOMAÇÃO E ELÉTRICA	38
2.2.1	Sistemas de Controle.....	39
2.2.2	O Controlador Lógico Programável – CLP	40
2.2.2.1	Constituição Básica do CLP	41
2.2.3	Sistema Digital de Controle Distribuído – SDCD.....	42
2.2.4	Intertravamento e Matriz de Causa e Efeito	44
2.2.5	Cargas Elétricas Auxiliares ao processo	47
2.3	COMPRESSOR	48
2.3.1	Compressor Alternativo de Pistão.....	49
2.3.2	Compressor Dinâmico Centrífugo	50
2.4	PETRÓLEO E PRODUÇÃO DE DERIVADOS.....	52
2.4.1	Unidade de Geração de Hidrogênio (UGH) e Forno Reformador	54
2.4.2	<i>Pressure Swing Adsorption</i> – PSA.....	57
2.4.3	Hidrotratamento de Diesel.....	59
2.5	LEGISLAÇÃO	61
2.6	QUALIDADE E COMISSIONAMENTO	62
3	CASO DE ESTUDO	68
3.1	CONTEXTO DE SUPRIMENTOS, MACROECONOMIA E PRODUÇÃO.....	69
3.2	ATORES ENVOLVIDOS NO NOVO EMPREENDIMENTO	74

3.2.1	Subcontratados dos Atores	78
3.2.2	Disposição Física das Instalações (<i>layout</i>)	83
3.3	ESTRUTURA E FLUXO DE PRODUÇÃO	84
3.4	CONTROLE E AUTOMAÇÃO E O PROCESSO PRODUTIVO	85
3.4.1	Pré-Comissionamento ou Comissionamento Estático.....	88
3.4.2	Comissionamento Elétrica e Automação.....	89
3.5	PRÉ-OPERAÇÃO E OPERAÇÃO PRODUTIVA.....	91
3.5.1	Operação Produtiva e o Comissionamento.....	98
3.5.2	Suprimentos e o Comissionamento.....	101
3.5.3	Operação Produtiva, Cadeia de Suprimentos e Macroeconomia.....	109
3.5.4	Sistema Produtivo e o contexto Socioeconômico	133
3.6	ANÁLISES DO CASO DE ESTUDO E O COMISSIONAMENTO	146
4	CONCLUSÕES	156
4.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS E REFLEXÕES	167
4.1.1	Negociação	169
4.1.2	Gestão de Projetos.....	170
4.1.3	Gestão de pessoas	171
4.1.4	Macroeconomia.....	171
4.1.5	Estoques	172
4.1.6	Contratos.....	173
4.1.7	Compras.....	174
4.2	PROPOSTAS FUTURAS	174
	REFERÊNCIAS.....	176

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a delimitação geral do assunto abordado e desenvolvido nesta monografia, ou seja, é apresentada a contextualização do tema e a respectiva delimitação da pesquisa desenvolvida, o problema e premissas que permitem apresentar o objetivo primordial desta monografia, bem como as justificativas para o desenvolvimento deste trabalho, o embasamento teórico e a estrutura capitular básica utilizada na monografia.

1.1 TEMA

O petróleo é utilizado pela humanidade desde a antiguidade, porém, somente no começo século XIX passou a ser aproveitado como fonte energética. As décadas de 40 e 50 do século passado foram marcadas por significativas descobertas nos Estados Unidos, da mesma forma que a década seguinte é marcada por grandes descobertas na atual região da Rússia. Na década de 70 os preços do barril de petróleo começam uma escalada vertiginosa, aliado ao fato que a perspectiva de produção nos Estados Unidos começa a tender ao esgotamento (THOMAS, 2004).

No Brasil, o cenário do petróleo tem tímido início em meados do final do século XIX, com descobertas de betume na região da Bahia. No ano de 1953, o governo do então Presidente Getúlio Vargas estabelece a lei de criação da Petrobras e determina o monopólio estatal do petróleo e derivados em âmbito nacional, vindo este a ser quebrado no ano 1997 por meio de nova legislação que estabelece novas regras e flexibiliza as atividades ligadas à exploração, produção e refino de petróleo (Petrobras, 2014b).

Esta condição de liberação das atividades para companhias privadas nacionais e internacionais inaugura um novo marco no Brasil e também para a Petrobras que começa a estabelecer parcerias com empresas que estão buscando oportunidades para atuação no ramo de negócios do petróleo (LUCCHESI, 1998).

Neste novo cenário de negócios, um conjunto de diferentes companhias, as quais são legalmente separadas, unem-se para realização do negócio com objetivos comuns, ou seja, a maximização do lucro nas atividades a serem

realizadas e fornecimento ao contratante – cliente – o produto que foi contratado e especificado (BALLOU, 2006).

O setor petrolífero apresenta longo histórico com grupos de empresas se reunindo de modo cooperativo, normalmente formando consórcios, visando principalmente redução nos riscos, sendo que normalmente estes riscos são inerentes às próprias atividades relacionadas aos processos produtivos e exploratórios do petróleo e em face aos grandes volumes de investimentos necessários. Estes volumes financeiros são muito característicos desta área produtiva, pois a tecnologia envolvida nos processos produtivos para superar as dificuldades técnicas aumenta o montante de investimentos necessários para produção comercial e rentável (COSTA e LOPES, 2010).

Considerando o cenário geopolítico mundial atual e as variações e constantes altas no preço do barril de petróleo, tornou-se possível que muitas empresas petrolíferas consolidassem sólidas posições econômico-financeira e estratégica perante o mercado global, além de permitir e impulsionar a busca por novas fontes exploratórias de prospecção e produção de óleo bruto e derivados. Também é importante destacar que no *ranking* das maiores empresas petrolíferas, as sete maiores possuem controle e forte atuação governamental dos países sede, sendo que este conjunto de companhias possui junto mais de um terço da produção de petróleo e gás mundiais (HOYOS, 2007).

A complexidade e os riscos operacionais e produtivos são inerente às atividades de prospecção, refino e transporte de petróleo e derivados, este aspecto gera necessidades de investimentos constantes em manutenção e no desenvolvimento de novas tecnologias para buscas exploratórias cada vez mais complexas e com alto risco para pessoas, equipamentos e meio ambiente, fatores estes que incrementam ainda mais os níveis de risco e retorno dos investimentos realizados (RATNAYAKE e MATKESET, 2010).

Devido a esta complexidade técnica e operacional e os riscos envolvidos, a tomada de decisão na escolha das formas de investimentos são atitudes extremamente complexas, estratégicas e demandam muito tempo de trabalho (ARAUJO e ALMEIDA, 2009).

Decisões relativas às melhorias em processos produtivos são de grande importância tanto para empresas de manufatura quanto para as de serviço,

pois um equipamento novo pode significar modificações produtivas e competitivas com reflexões por um longo período de tempo (MORAES e CASTRUCCI, 2007). Considerando um equipamento novo, a primeira partida requer muito mais cuidados do que a partida com uma máquina ou equipamento mais antigo, de qualquer forma, após ser realizada manutenção ou a instalação de um equipamento novo, a partida é uma etapa de grande risco e que não deve ser negligenciada, correndo-se o risco de perder muito trabalho realizado e colocar pessoas, equipamentos e instalações em risco (NOBREGA, 2011).

Tendo origens nos programas de qualidade total desenvolvidos na década de 70 do e sendo o aprimoramento e resultando dos programas desenvolvidos na década seguinte, a atividade de comissionamento consiste em uma forma de incremento do processo de qualidade especificamente voltado para a fase de entrega do projeto. O comissionamento possui foco centrado nas verificações operacionais e no registro documental das instalações, sistemas, equipamentos e demais produtos manufaturados que compõe o produto final buscando garantir que todos estes itens estão em conformidade com o projeto, instalados da maneira correta, foram adequadamente testados, estão totalmente operacionais e possibilitam a manutenção seguindo as especificações do cliente (NASA, 2008 e *Veterans Affairs*, 2013).

Os investimentos realizados no setor petroquímico envolvem múltiplos fornecedores, uma grande cadeia logística e de suprimentos e também possui enorme impacto sócio-econômico, pois é um setor responsável por empregar milhares de pessoas, fato este que obriga os administradores governamentais a manterem uma política industrial permanente (VALENTIM, 2014).

Além dos empregos diretos e indiretos, as obras dos novos empreendimentos na área do refino brasileiro, em específico no estado do Paraná, também geram ciclos de desenvolvimentos regionais com forte expansão dos setores de serviços e do comércio (NASCIMENTO, 2010).

Inserido no contexto produtivo da área produtiva de petróleo e gás, mais especificadamente no desenvolvimento de novos empreendimentos que são caracterizados pela produção por projeto de engenharia, esta monografia aborda os impactos gerados pelas atividades de comissionamento de

equipamentos, instalações e sistemas de controle eletro-eletrônicos no cenário macroeconômico e produtivo de derivados de petróleo.

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

No contexto de um novo empreendimento de engenharia no setor petroquímico, caracterizado pela forma de produção por projeto de engenharia, serão analisados quais impactos no âmbito produtivo e macro e socioeconômicos são gerados devido às atividades de comissionamento referente a equipamentos, instalações e sistemas eletro-eletrônicos.

Por ser um empreendimento composto por diversos atores, atuação de consórcios de empresas e próprio cliente, serão identificados cada um destes participantes e quais as interações e dependências existem entre estes diversos fornecedores de produtos e serviços.

No aspecto macroeconômico, será estabelecida relação entre os novos empreendimentos de expansão do parque de refino específico de uma planta petroquímica na região metropolitana da cidade de Curitiba e o cenário macroeconômico brasileiro relacionado à produção e consumo (cadeia produtiva) de combustível, além dos possíveis impactos sociais e ambientais.

Ainda considerando o aspecto macro e socioeconômico, identificar os principais impactos gerados devido a possíveis problemas ou dificuldades durante o desenvolvimento das atividades de comissionamento e *start-up*. Considerando o comissionamento da unidade de processamento de derivados de petróleo, serão mapeadas as principais atividades realizadas nas cargas elétricas destinadas à unidade de produção.

1.3 PROBLEMAS E PREMISAS

O começo do ano de 2012 foi marcado pelo início da vigência de novas regulamentações para emissões de veículos automotores no Brasil, com isso, diversas adequações nos motores dos veículos precisaram ser realizadas. Da mesma forma a produção de combustíveis teve que ser adequada aos novos padrões estabelecidos em lei, de modo que os novos derivados de petróleo apresentam características específicas que reduzem a emissão de gases

nocivos e por consequência direta são produtos que apresentam maior qualidade final. Porém, para obter estes combustíveis com maior qualidade as plantas de processamento precisaram ser modernizadas ou ampliadas.

As ampliações (*revamps*) e principalmente os novos empreendimentos realizados no setor petroquímico e de refino de derivados de petróleo são na grande maioria investimentos que apresentam custo muito elevado, envolvem processos produtivos de alta complexidade e instalações físicas de grandes proporções, muitas vezes envolvendo movimentações logísticas, durante a fase de construção e montagem, de alta complexidade e envolvendo equipes multidisciplinares.

Devido à grande complexidade do processo produtivo de derivados de petróleo e refino, envolvendo reações físico-químicas peculiares, para a realização dos novos projetos de engenharia os empreendimentos são divididos entre diversas empresas ou conjunto de empresas (consórcios) que detêm individualmente alto grau de especialização nas atividades a serem realizadas, além de utilizarem todo *know-how* próprio para o desenvolvimento e a implementação do projeto.

A divisão do empreendimento entre múltiplas empresas representa o máximo aproveitamento das características e peculiaridades específicas do conhecimento de cada uma delas, porém, exige que todas estas diversas empresas necessariamente trabalhem em conjunto e integradas umas com as outras de maneira uniforme nas informações de projeto, prazos, etapas de realização de atividades e equipes técnicas e administrativas.

Dentre as diversas fases do empreendimento, caracterizado pela produção por projeto de engenharia, a fase de comissionamento é o momento no qual todas as partes que integram o principal sistema da unidade produtiva são verificadas técnica e operacionalmente sendo possível garantir o funcionamento correto e seguro do sistema da unidade de modo global, com isso, é possível iniciar a fase seguinte – o *start-up* propriamente dito seguido da fase produtiva propriamente dita (produto final especificado e normatizado).

Neste contexto, a participação de diversas empresas na realização das muitas partes constituintes do empreendimento global que resulta na unidade de processo em funcionamento, torna imprescindível a existência de uma rígida coordenação do trâmite, atualização e consolidação das inúmeras informações

multidisciplinares de projeto entre todos os fornecedores envolvidos, pois para finalizar a fase preliminar ao *start-up* – o comissionamento – todas as informações de projeto devem estar finalizadas para que os testes funcionais, operacionais e simulações sejam realizados.

Todas estas atividades preliminares ao *start-up* da unidade de processo estão diretamente relacionadas com prazos, aumento nos custos e multas ou penalidades, ou seja, considerando que todas as etapas prévias relativas à fase de construção e montagem seguiram precisamente o cronograma inicial do empreendimento, todo e qualquer atraso das atividades durante esta etapa de comissionamento implicam em atrasos tanto no *start-up*, quanto no início produtivo da unidade industrial.

Além disso, para este caso em especial do setor petroquímico, a variável prazo está diretamente ligada ao marco de início da vigência de legislação federal específica sobre emissões de veículos automotores, representando maior pressão para atendimento dos prazos e na aplicação de multas e penalidades mais severas no caso de não cumprimento da legislação pela empresa contratante do empreendimento e responsável pela produção e comercialização dos novos combustíveis, agora sob novos padrões regulamentados em normas e leis federais.

Com um cenário envolvendo tantas variáveis e aliado ao fato do segmento de petróleo e gás ser de grande representatividade e importância na atual economia nacional, considerando o cenário de um grande e novo empreendimento neste segmento, quais são os impactos macroeconômicos e socioeconômicos gerados por este tipo de produção por projeto de engenharia? Quais impactos podem ser gerados pelas atividades de comissionamento no cenário produtivo de derivados de petróleo?

1.4 OBJETIVO

Analisar os impactos gerados pelas atividades do comissionamento preliminar ao *start-up* dos equipamentos, sistemas de controle e instalações de processo no cenário produtivo de derivados de petróleo e macroeconômico e socioeconômico inseridos no contexto de um novo empreendimento de engenharia executado pelo sistema de produção por projeto no segmento de

petróleo e gás brasileiro, em especial na planta industrial de refino localizada no município de Araucária na região metropolitana de Curitiba no estado do Paraná.

1.4.1 Objetivo Específico

Identificar os atores participantes das atividades técnicas e operacionais de comissionamento dos equipamentos elétricos, sistemas de automação e controle de processo e das unidades de refino de derivados de petróleo destinados e relacionados ao processo de hidrotreatamento.

Mapear as principais atividades da fase de comissionamento preliminar ao *start-up* dos equipamentos elétricos, sistemas de controle e da automação utilizada no acionamento das cargas elétricas empregadas nas unidades produtivas relacionadas ao hidrorrefino de derivados de petróleo.

Identificar as interações e dependências existentes entre os projetos, atividades de comissionamento e as diferentes empresas fornecedoras, incluindo os respectivos subfornecedores, quando existirem, dos equipamentos, instalações e serviços durante a etapa de comissionamento preliminar ao *start-up* das unidades de produção direta e indireta de combustível hidrotreatado no novo empreendimento de refino.

Estabelecer relação entre os novos empreendimentos de ampliação do parque industrial de refino localizado no município de Araucária e o cenário macroeconômico brasileiro relacionado à produção e consumo de derivados de petróleo e os reflexos socioeconômicos regionais decorrentes deste novo empreendimento do refino.

Analisar os principais impactos gerados no cenário industrial produtivo de derivados de petróleo e os possíveis reflexos na cena macro e socioeconômicas decorrentes de possíveis problemas e dificuldades na realização das atividades de *start-up*, comissionamento, pré-operação ou operação assistida dos equipamentos, instalações e sistemas elétricos da unidade de hidrorrefino.

1.5 JUSTIFICATIVA

Considerando o cenário em que empreendimentos novos são constituídos de equipamentos, instalações e sistemas totalmente novos e aliados ao fato que um empreendimento de grande porte é formado (constituído) por um conjunto de fornecedores especialistas em áreas peculiares, os testes para garantir a integração técnica dos sistemas tornam-se fundamental para o bom desempenho e funcionamento da unidade de processo e para a segurança de todas as pessoas envolvidas na etapa de *start-up* e na etapa seguinte de operação do processo produtivo.

Todas as divergências, dúvidas e ausências de informações de projeto devem ser eliminadas preliminarmente às atividades de comissionamento, permitindo então o início dos testes funcionais para somente após totalmente concluída esta etapa ser iniciada a fase de *start-up* do processo de produção.

Além disso, os diversos equipamentos, instalações e sistemas somente são plenamente testados após a finalização da montagem global da unidade de processo e integração dos múltiplos sistemas, pois nas fábricas dos fornecedores torna-se impossível simular ou testar todas as inúmeras variáveis e diferentes cenários envolvidas no funcionamento da unidade de processo de derivados de petróleo.

As verificações, teste e simulações realizadas durante a fase de comissionamento são a garantia da funcionalidade de todos os diversos sistemas integrantes do processo produtivo, ou seja, é possível garantir que durante na fase de *start-up* caso ocorra alguma contingência ou falha operacional será possível parar todo o sistema com segurança para as pessoas, equipamentos e instalações.

Estes testes também representam a certificação de confiabilidade e segurança dos sistemas garantindo que procedimentos e normas nacionais e internacionais foram seguidos, cumpridos e atenderam todas as condições para validar o seguro contra possíveis falhas (sinistros).

Todos os rígidos critérios e procedimentos de comissionamento relatados anteriormente são plenamente justificados devido à importância estratégica que estes novos empreendimentos representam no cenário econômico e tecnológico nacional, ou seja, analisando o aspecto tecnológico

as ampliações das unidades produtivas representam avanços no processo de refino dos derivados de petróleo e na forma produtiva dos combustíveis que apresentam maior qualidade no produto comercializado ao consumidor.

No âmbito econômico nacional é possível destacar a importância financeira está relacionada diretamente com os investimentos realizados no desenvolvimento e implementação dos novos empreendimentos de engenharia, representando a expansão física das instalações produtivas e o retorno destes investimentos em médio prazo.

No aspecto econômico-social o desenvolvimento dos novos projetos de expansão representa oportunidade de emprego para profissionais das mais diversas áreas do conhecimento e com formação escolar desde os níveis mais básicos até aos mais elevados – do nível fundamental ao nível superior incluindo pós-graduações. Para pessoas interessadas em aumentar os conhecimentos formais e que buscam novas qualificações, também representará uma oportunidade para se especializarem, pois os modernos processos produtivos buscam o equilíbrio entre produção e meio ambiente.

Considerando o aspecto ambiental é importante destacar que recentemente, início do ano de 2012, entraram em vigor as novas etapas das resoluções federais, conforme disposto em Brasil (2002) e complementado em Brasil (2008), relacionadas às emissões de veículos automotores o que implicou diretamente em modificações nos veículos produzidos e na melhoria do processo produtivo de refino dos combustíveis, implicando indiretamente em aumento na qualidade do produto final comercializado e conseqüente redução das emissões poluentes. Considerando que o principal modal brasileiro é o rodoviário, é possível perceber que estas ações possuem grande impacto no aspecto ambiental e na qualidade do ar, principalmente nos grandes centros urbanos.

1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme Gil (2010) e segundo a relação das áreas do conhecimento elaborada pelo conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – esta monografia está classificada na grande área das Engenharias e Computação, área de Engenharia de Produção localizada na sub-área da

Gerência de Produção e dentro da especialidade de Suprimentos. A pesquisa desenvolvida possui natureza científica aplicada, sendo inicialmente realizada a pesquisa bibliográfica e documental sobre o tema desta monografia – características da produção por projetos de engenharia, em especial, novos empreendimentos do setor de refino petroquímico; conceitos das atividades de comissionamento e impactos gerados nos cenário macroeconômico e produtivo na cadeia produtiva de derivados de petróleo.

Em um segundo momento, a pesquisa é de campo com observação participativa, pois durante as fases de comissionamento, *start-up*, pré-operação e operação assistida da unidade de refino de derivado de petróleo o autor estará diretamente envolvido e participando das atividades que objetivam a operacionalização segura da unidade e industrial e conseqüente produção de combustíveis destinados diretamente ao mercado consumidor (distribuidoras de combustíveis).

Em relação ao propósito desta pesquisa, ela é explicativa e fortemente qualitativa, pois conforme Gil (2010), estas formas de pesquisa buscam identificar os fatores de contribuem ou definem determinadas ocorrências de fenômenos, ou seja, são as pesquisas que mais se aprofundam e aproximam da realidade, buscando explicações das razões e porquês das coisas.

1.7 EMBASAMENTO TEÓRICO

Utilizado pela humanidade desde os tempos bíblicos, o petróleo, só foi aproveitado como fonte energética a partir do século XIX, durante as décadas de 40 e 50 do século passado, quando sucessivas descobertas ocorram nos Estados Unidos devido às novas técnicas de perfuração e novos materiais utilizados para fabricação das brocas de perfuração. Com isso, surge um novo cenário geopolítico e econômico regional, pois os Estados Unidos em conjunto com os países localizados na região do Oriente Médio começam a delinear o cenário internacional dos países exploradores de petróleo (THOMAS, 2004).

A década de 60, do século passado, é marcada por abundância nas jazidas e novas descobertas localizadas na região da antiga União Soviética, porém, na década seguinte, anos 70, tem início a alta dos preços do petróleo e as jazidas em solo Norte Americano começam a esgotar as perspectivas

produtivas. Nas décadas de 80 e 90 o reflexo das buscas tecnológicas é perceptível, pois as reservas mundiais aumentam em 60% e os custos de exploração e produção são reduzidos drasticamente, viabilizando novos investimentos e descobertas (THOMAS, 2004).

No cenário nacional, conforme Thomas (2004), a história do petróleo tem início no ano de 1858 na região da antiga província da Bahia, com a extração de mineral betuminoso para fabricação de querosene. A partir do ano de 1953, o governo do Presidente Getúlio Vargas por meio da Lei nº 2.004, de 03 de outubro, cria a Petróleo Brasileiro S/A – Petrobras – e estabelece o monopólio estatal das atividades relacionadas ao petróleo em todo o território nacional (Petrobras, 2014b).

Porém, no ano de 1997 por meio da Lei nº 9.478, o monopólio exercido pelo Estado foi flexibilizado, permitindo que novas companhias nacionais ou estrangeiras pudessem realizar investimentos em projetos para construção e operação de refinarias e unidades de processamento e também atuação nas operações de produção e exploração de petróleo em território nacional (BRASIL, 1997).

Em Leite (2009), além da análise jurídica sobre a participação do Estado, é destacado que a flexibilização do monopólio permitiu aporte de recursos financeiros privados em um setor que estava estagnado e cujo crescimento estava limitado pela insuficiência dos recursos públicos, de maneira tal que este aporte permitiu o desenvolvimento das atividades de produção e exploração (*upstream*) do petróleo, sendo esta última atividade regulamentada pelo modelo de concessões.

Com o cenário internacional atual e a constante variação e alta do preço do petróleo, muitas companhias petrolíferas têm consolidado as próprias posições estratégicas e financeiras perante os mercados internacionais, além disso, as grandes companhias do setor também estão buscando cada vez mais novos horizontes exploratórios de refino e perfuração em territórios estrangeiros. Dentre as sete maiores empresas petrolíferas do mundo, merece destaque o fato de que todas elas possuem forte controle e intervenção Estatal, sendo que estas sete empresas juntas concentram o controle superior a um terço da produção de petróleo e gás mundial e também mais de um terço das reservas de óleo e gás (HOYOS, 2007).

Uma característica marcante deste grupo das maiores empresas é que todas elas são originárias e controladas por governos de países em desenvolvimento, como por exemplo, Brasil, China e Rússia. Agências internacionais estimam que em um prazo de 40 anos, aproximadamente 90 por cento dos suprimentos de petróleo e derivados serão originários destes países e quase totalmente destinados a atender aos mercados consumidores dos atuais países desenvolvidos (HOYOS, 2007).

Ainda considerando a análise de Hoyos (2007), já existe grande preocupação internacional relacionada ao forte controle Estatal realizado nas sete grandes empresas e também com a destinação dos lucros e condução de investimentos e expansões de produção, pois muitos destes países apresentam governos fortemente nacionalistas e que não possuem como fundamental diretriz o investimento dos lucros, ou parte deles, e também dos ganhos nas próprias companhias, fato este que preocupa muitos países que ao longo do tempo dependerão ainda mais dos recursos e suprimentos providos pelo grupo dos sete grandes.

A preocupação com os investimentos nas próprias companhias é partilhada em Ratnayake e Marksete (2010), sob o aspecto da complexidade operacional do processo produtivo, das grandes dificuldades e riscos técnicos enfrentados para buscas exploratórias cada vez mais complexas.

Aliado a este fato, todas estas instalações industriais precisam de constante manutenção para que possa ser garantida a segurança operacional tanto das pessoas e instalações quanto do meio ambiente onde estão inseridas estas unidades produtivas, sendo que para alcançar esta condição segura, são necessários altos investimentos devido aos fatores extremos e hostis nos quais os sistemas produtivos operam.

Conforme Keisler (2004) os processo de tomada de decisões sobre o direcionamento dos investimentos em uma organização consomem muito tempo de trabalho e normalmente são decisões realizadas pela alta direção administrativa da companhia.

Araújo e Almeida (2009) apresentam uma análise voltada a projetos de investimentos no ramo de petróleo e gás, no qual as escolhas de investimentos são muito estratégicas e complexas devido à simultaneidade e forte dependência entre projetos novos e os que já estão em andamento; somado a

estas condições, a cadeia produtiva de petróleo e gás, desde a prospecção, transporte, refino e comercialização, é considerada uma atividade de alto risco, grandes incertezas e custos crescentes para exploração e produção.

O fato do aumento dos custos produtivos relatados em Almeida e Araujo (2009) e também compartilhado por Ratnayake e Marksete (2010), no âmbito da segurança operacional e na perspectiva da manutenção, demonstra que as preocupações internacionais, apresentadas na análise de Hoyos (2007), são muito coerentes e demonstram que à médio e longo prazo as grandes nações mundiais serão extremamente dependentes dos recursos e suprimentos dos países em desenvolvimento.

No contexto brasileiro atual, Almeida *et al.* (2014) apresentam uma análise econômica e histórica comparativa das políticas econômicas empregadas pelo atual governo, de maneira que as manobras econômicas realizadas apenas represam, agravam e adiam para o futuro a real e atual inflação. Também é destacado a importância e alto nível de impacto na economia gerado pela intervenção no setor energético, setor este que por ser muito difundido na economia gera grandes e fortes impactos quando alterações de políticas ou manobras são realizadas.

A atividade de exploração, produção e refino de petróleo possui altos riscos que são inerentes à própria atividade e por este motivo, as empresas petrolíferas e demais companhias diretamente envolvidas com esta atividade, possuem um longo histórico de formação de arranjos cooperativos que visam redução dos riscos apresentados pelos altos investimentos atrelados a estas atividades, sendo que a formação de consórcios para participação em projetos é a forma mais comum de associação entre as empresas para participação e atuação nestas atividades (COSTA e LOPES, 2010).

Este grupo de empresas, legalmente independentes, com processos de negócios similares e objetivos mútuos de maximizar os lucros e entregar ao cliente final o devido bem ou o serviço contratado, é denominado de superorganização. O grande objetivo do gerenciamento deste conjunto de empresas independentes consiste em estabelecer condições para que as companhias individualmente possam tirar proveito por meio da própria contribuição e capacidade individuais e que também exista benefício para a todas as demais empresas integrantes do conjunto (BALLOU, 2006).

As operações e os empreendimentos no ramo petrolífero apresentam riscos inerentes à própria atividade, conforme abordado em Costa e Lopes (2010), e aliado a este fato está a constante necessidade de manutenção que reflete a necessidade recursos técnicos e financeiros, pois em caso de negligências as perdas são muito maiores (RATNAYAKE e MARKESET, 2010).

Tendo origens nos programas de qualidade total da década de 70 e sendo resultado direto dos programas de qualidade total dos anos 80, surge a atividade de comissionamento com intuito de garantir que os componentes de determinado sistema tenham qualidade, confiabilidade e funcionalidade, atendam princípios de eficiência energética e operacional, tendo a operacionalidade de acordo com o projeto e com expectativa do cliente e atendendo às expectativas do cliente final (NASA, 2008).

Quando condições operacionais adversas ou problemas ocorrem em novos equipamentos, instalações ou sistemas produtivos, por exemplo, no caso de alteração em padrões de qualidade ou novos tipos de suprimentos, toda a cadeia produtiva acaba tendo problemas no fornecimento e as conseqüências podem atingir segmentos da economia e da sociedade que estão indiretamente ligados à cadeia produtiva, comprometendo diversos serviços e atividades que a não estão envolvidos com esta cadeia de produção, porém, sofrem diretamente os reflexos da quebra na cadeia (MARQUES, LOPES e LEITÓLES, 2012).

1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia está dividida em quatro partes, distribuídas em capítulos específicos, mas que possuem integração entre eles e são apresentados de maneira a um complementar o outro. O capítulo 1 apresenta o tema abordado na monografia e demais delimitações da pesquisa desenvolvida, ou seja, delimitação da pesquisa, problemas e premissas, objetivo, justificativa, procedimentos metodológicos utilizados e breve embasamento teórico que fundamenta este primeiro capítulo.

O capítulo 2 apresenta conceitos e fundamentos de base para o desenvolvimento desta monografia, onde são desenvolvidas as bases teóricas e científicas que aparam e são relevantes para as análises dos impactos das

atividades de comissionamento no cenário macroeconômico e produtivo e também são referência para o caso de estudo que será desenvolvido na sequência.

O capítulo 3 consiste no desenvolvimento do caso de estudo propriamente dito sobre um novo empreendimento de engenharia no segmento de petróleo e gás visando ampliação do parque industrial de refino, em específico da planta industrial localizada no município de Araucária, região metropolitana de Curitiba no estado do Paraná.

O caso de estudo é apresentado, desenvolvido e analisado com o foco sob os aspectos pontuados e detalhados no objetivo desta monografia, conforme item 1.4, e também contemplando os objetivos específicos, propostos e detalhados anteriormente no item 1.4.1.

O capítulo 4 condensa as conclusões do desenvolvimento da monografia, nas quais é feito um paralelo entre o conjunto do objetivo macro do trabalho e dos objetivos específicos, apresentados e detalhados no capítulo 1, especificamente nos itens 1.4 e 1.4.1 desta monografia, respectivamente, e o desenvolvimento do caso de estudo e as respectivas particularidades, conforme o desenvolvido no capítulo 3.

Além disso, também são apresentadas algumas considerações e reflexões sobre algumas das disciplinas do curso de especialização, ao qual esta monografia está sendo submetida, que possuem conteúdos e teorias que foram diretamente aplicados na prática, durante a execução do caso de estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta os conhecimentos básicos dos assuntos específicos desenvolvidos nesta monografia. Também estão inclusos os principais e fundamentais conhecimentos científicos necessário para bom entendimento dos assuntos abordados no caso de estudo desta monografia.

2.1 PRODUÇÃO OU OPERAÇÃO

Durante o período da chamada Era Industrial recursos como instalações, equipamentos, matéria-prima, capital e mão-de-obra era precípuos para o funcionamento da produção, fato este que ainda permanece nos dias atuais, porém, um novo componente foi adicionado a este conjunto de recursos com o advento da Era da Informação, foram as competências essenciais desenvolvidas, reunidas e aplicas por cada empresa. Estas competências essenciais representam as atividades que melhor a empresa realiza e é uma vantagem competitiva no mercado altamente disputado (CHIAVENATO, 2005).

No contexto dessas competências, a empresa primeiramente precisa identificar e definir qual *know-how* ela possui, em seguida é necessário ter foco e concentração nesta atividade que ela melhor desempenha frente aos concorrentes, o terceiro passo está na melhoria e incremento de qualidade da atividade ou produto que ela melhor produz e por final, delegar ou transferir para terceiros as atividades que ela não consegue desenvolver de maneira satisfatória e com baixo custo, de maneira a manter o foco no produto ou atividade que ela domina (CHIAVENATO, 2005).

As empresas são definidas como organizações sociais que, com o advento da Era Tecnológica, reúnem pessoas com competências específicas, recursos para atingir um objetivo comum que pode ser, por exemplo, lucro ou atendimento das exigências de um cliente, e que possui os elementos participativos reciprocamente integrados com interesses mútuos. Em alguns casos, modernamente, diferentes empresas com objetivos comuns podem se reunir para alcançar interesses próprios, como maximizar lucros, e atender a demanda de um cliente contratante, formando a chamada superorganização. Na formação desta nova estrutura, o principal objetivo gerencial é obter condições favoráveis para que individualmente consigam maximizar o

desempenho e também seja possível beneficiar as demais participantes da estrutura da superorganização (BALLOU, 2006 e CHIAVENATO, 2005).

Em relação à terminologia, quando é considerado estritamente o setor industrial – conjunto de atividades primárias ou extrativas e secundárias ou de transformação – é comum realizar a atribuição da atividade produtiva como Produção, no caso do setor de serviços ou terciário é mais comum o emprego de Operação para a atividade produtiva, residindo basicamente neste fato a diferença entre utilizar um ou outro termo (CHIAVENATO, 2005).

2.1.1 Produção e Suprimentos

A gestão da produção tem como objetivo maximizar a utilização dos recursos físicos e materiais da empresa com intuito de obter uma produção eficiente e eficaz, tendo a estrutura produtiva no formato que melhor seja compatível com forma do sistema produtivo e com as tecnologias empregadas na produção (CHIAVENATO, 2005). Ainda conforme este último autor, os componentes básicos mais importantes para um sistema produtivo são:

- Engenharia do produto – área responsável pelo planejamento, desenvolvimento e especificação dos produtos de maneira a atender ao cliente final ou contratante;
- Engenharia industrial – na produção efetivamente é a área destinada a cuidar das distribuições físicas de equipamentos e *layouts* adequados à melhor maneira produtiva;
- Planejamento e controle – área de controle e planejamento da produção conforme a demanda e a capacidade produtiva;
- Produção – é a manufatura propriamente dita, portanto é a área que realiza a transformação da matéria-prima em produtos finais (ramos secundário), extração de recursos (ramo primário) ou realização de serviços (ramo terciário);
- Administração de materiais – área responsável por manter o provisionamento dos recursos necessários à produção, sendo que nesta divisão estão inclusas as áreas de suprimentos, compras e logística;

- Controle de qualidade – área responsável pela verificação da conformidade, estabelecida pela engenharia do produto, nos produtos acabados e nos processos produtivos e
- Manutenção – responsável pela preservação das instalações, equipamentos e demais recursos físicos necessários à produção.

As empresas são consideradas organismos sociais organizados, conforme explicado anteriormente no início do item 2.1, porém, é possível complementar que as organizações funcionam como sistemas nos quais um sistema representa um conjunto integrado de partes que estão relacionadas entre si mesmas com o objetivo comum ou buscando cumprir determinado propósito, no qual estas partes do sistema podem representar órgãos, departamentos, áreas ou subsistemas, ou seja, o sistema é composto por várias partes individuais especializadas em determinadas atividades ou funções (CHIAVENATO, 2005).

Expandindo a explicação anterior para uma condição macro, o sistema faz parte de sistema maior, o chamado supra-sistema ou macrosistema, ou seja, uma empresa pode ser um sistema composto por inúmeros departamentos ou subsistemas menores e parte de um sistema muito maior (macrosistema), que pode ser a própria sociedade na qual está inserido, assim sendo, dependendo da focalização todo sistema pode ser considerado integrante de um sistema maior ou considerado o próprio macrosistema constituído por sistemas menores (CHIAVENATO, 2005). Neste contexto, as principais partes integrantes de um sistema são:

- Entradas – recursos que entram no sistema e permitem o funcionamento e são externas ao sistema;
- Saídas – resultados devolvidos ao meio externo;
- Processamento ou transformação – trabalho realizado no sistema e subsistemas com as entradas para possibilitar às saídas e
- Retroação – influencia que as saídas imprimem nas entradas no sentido de realizar ajustes ou correções no funcionamento.

Para contextualizar melhor, é apresentado na FIGURA 1 um esquema posicionando cada uma das quatro partes descritas anteriormente e a

localização do processamento também pode ser entendida como a posição da empresa.

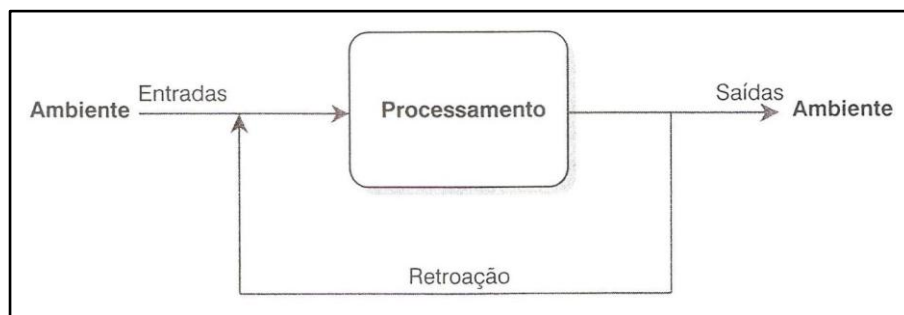


FIGURA 1 – Esquema dos integrantes de um sistema.

FONTE: CHIAVENATO, 2005.

Considerando, na FIGURA 1, o processamento como sendo a empresa, os recursos são obtidos do ambiente externo, processados e transformados internamente e devolvidos ao ambiente. A relação entre as saídas e as entradas pode fornecer um indicativo da eficiência do sistema de modo global.

2.1.2 Produção por Projeto

O sistema de produção sob encomenda ou por projeto é caracterizada pela produção dedicada ao atendimento do pedido de um cliente exclusivo, com a produção unitária ou de quantidade muito pequena do produto e conforme a produção é realizada podem ocorrer modificações ou alterações das especificações iniciais. O processo produtivo utiliza grande volume de mão-de-obra e muitas horas de trabalho artesanal (CHIAVENATO, 2005).

Em Houaiss (2001) o termo artesanal está relacionado com artesanato que é significado da arte e técnica manual realizada por artesão e não é produzido de forma seriada. Mesmo estando estabelecidas estas definições pelo autor, é necessário abandonar o paradigma que possa existir quanto utilizado o termo artesanal como significado de pouca qualidade ou algo rústico, pois grandes, modernas e complexas estruturas como, por exemplo, navios, submarinos, refinarias e geradores e motores de grande porte são resultados deste tipo de produção.

Chiavenato (2005) apresenta cinco características básicas do sistema produtivo por encomenda, considerando as peculiaridades da produção pelo setor industrial, pois, por exemplo, uma roupa pode ser encomendada sob

medida e com isso algumas das características podem não serem precisas. São as seguintes:

- Produto único e específico – o produto final entregue ao cliente é exclusivo, de grande porte e alta complexidade, exigindo grande quantidade de horas de trabalho, sendo que cada pedido ou contrato possui uma característica específica e podem ocorrer alterações ao longo do processo produtivo – observando condições de contrato e acordos realizados no ato da encomenda;
- Necessidade de diversos equipamentos e máquinas – para execução e construção do produto é necessária grande variedade de máquinas universais, ferramentas, dispositivos de transporte e equipamentos para realização de tarefas específicas e não seqüencial;
- Necessidade de operários especializados – para a execução das muitas atividades e manuseio de equipamentos diversos são exigidos profissionais com grandes habilidades e prática nas funções que irão desempenhar, esta peculiaridade implica em grande fluxo de profissionais de diversas áreas no local de trabalho;
- Prazo de entrega definido – para cada contratação é estipulada uma data para entrega final ao cliente, sendo necessário a programação pela produção para alcançar esta meta e
- Prazos individualizados – por terem características peculiares, cada novo projeto ou encomenda será atribuída uma data para entrega, sendo difícil estabelecer uma previsão ou estimativa fixa para todas as encomendas.

Este sistema de produção exige administradores e especialistas altamente qualificados e competentes nas áreas que irão atuar e também é necessário comprometimento de todas as equipes envolvidas no controle e na produção do projeto para resultar em êxito a entrega final (CHIAVENATO, 2005).

2.1.3 Tecnologia e Produção

Conforme Chiavenato (2006), para a produção de produtos ou serviços as empresas utilizam as mais diversas tecnologias, de maneira que a tecnologia pode ser definida como o conjunto de conhecimentos práticos ou científicos, sendo possíveis três formas de operação produtiva:

- Tecnologia ou capital intensivo – é a produção baseada no emprego massivo de máquinas e equipamento com grande ênfase nos sistemas de controle automatizados e reduzida participação humana no processo produtivo, representando o mais avançado estágio de industrialização;
- Mão-de-obra intensiva – manufatura com ênfase na utilização de pessoas com habilidades específicas e grande atividade manual em serviços artesanais e
- Média tecnologia – operação produtiva mista entre máquinas e equipamentos e a força de trabalho humana que é destinada ao controle e operação dos dispositivos.

Na FIGURA 2 é apresentado de forma esquemática as três diferentes formas de operação produtiva, indicando a proporcionalidade entre tecnologia e presença humana.

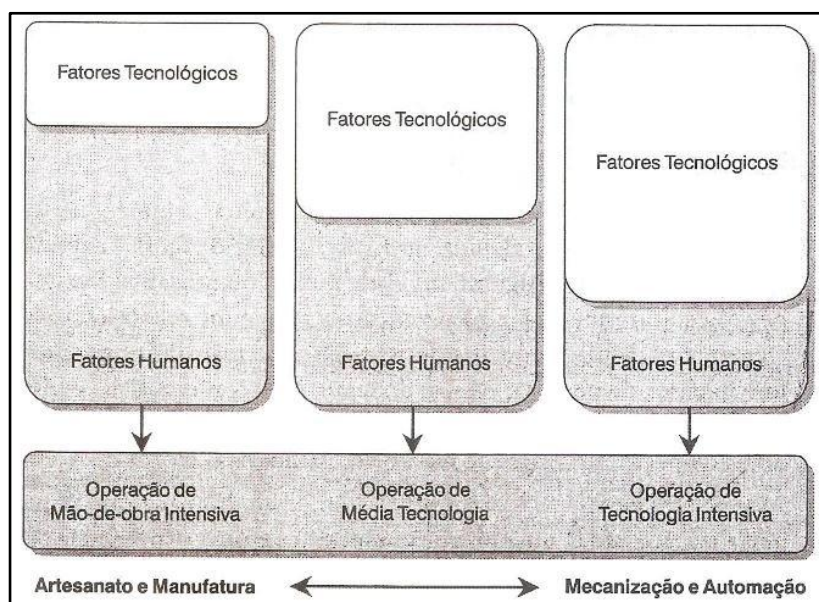


FIGURA 2 – Formas de operação produtiva relacionadas com tecnologia e fator humano.

FONTES: CHIAVENATO, 2006.

É perceptível na FIGURA 2 que conforme aumenta a participação e utilização de tecnologia o fator humano é reduzindo em favor da maior confiabilidade dos sistemas. Porém, é importante destacar que neste caso o fator humano não é descartado do sistema produtivo, ele passa a ocupar outras funções, normalmente, mais especializadas. De maneira análoga oposta, está a atividade artesanal que não necessariamente indica ausência de tecnologia, mas indica a forte presença e utilização do trabalho humano.

2.2 AUTOMAÇÃO E ELÉTRICA

Aqui é apresentado um breve histórico sobre a automação nos processos produtivos os quais até o final do século XIX na indústria de manufatura ainda utilizavam basicamente a força muscular humana ou animal, porém, com a Revolução Industrial surgem sistemas mecânicos e a figura do homem passa de executor direto da atividade para a função de controlador do processo fabril e responsável pela tomada de decisão (MAMEDE, 2011).

Com o advento e avanço dos sistemas e dispositivos eletrônicos e de comunicação, a produção de bens se torna cada vez mais automatizada e menos dependente da intervenção humana (MAMEDE, 2011). Ainda seguindo o que apresenta Mamede (2011), é necessário citar um breve trecho que apresenta uma perspectiva muito atual sobre os caminhos que a tecnologia e a humanidade estão seguindo nos processos produtivos, sendo:

[...] um palestrante iniciou sua apresentação profetizando: “no futuro as fábricas só terão dois seres vivos – um homem e um cão-de-guarda”. [...] alguém indagou o palestrante: “para que serve o homem?” e a resposta foi enfática: “para cuidar do cão.” (MAMEDE, 2011, p. 526).

Esta citação pode gerar alguma polêmica, porém, é uma condição quase irreversível na realidade dos dias atuais, considerando a crescente necessidade em reduzir custos produtivos versus o custo de implantação da tecnologia aliada à confiabilidade e a qualidade desde a produção até ao produto final, acabado e pronto para o transporte.

2.2.1 Sistemas de Controle

Os diversos sistemas de automação podem assumir diferentes funções dependendo do tipo de arranjo que é implementado e qual o principal objetivo de controle do sistema, sendo que a especificação do arranjo do sistema dependerá diretamente de variáveis características do processo produtivo – tamanho, complexidade e grau de confiabilidade exigido (IBRAHIM, 2006 e MAMEDE, 2011). Considerando os dois autores anteriores, para a indústria de manufatura, as principais funções dos sistemas de controles são as seguintes:

- Monitoração – o operador ou controlador da planta produtiva pode acompanhar as grandezas mensuradas durante o processo fabril por meio de gráfico, indicadores e valores dispostos nas estações de operação;
- Medição – instrumentos instalados na linha planta de processo possibilitam o acompanhamento do processo produtivo;
- Supervisão – função que possibilita garantir a atuação de um comando enviado para a planta de processo, de maneira que a ação esperada seja realizada – em caso de falha outros mecanismos de alerta são utilizados, como por exemplo, alarmes;
- Controle – ação que é aplicada ao sistema produtivo de maneira a manter a produção dentro de parâmetros previamente estabelecidos;
- Comando – condição que possibilita o acionamento remoto de um dispositivo instalado *in loco* e que atuará diretamente no processo fabril direto ou indireto, como, por exemplo, algum sistema de proteção;
- Alarme – indicação de algum tipo de irregularidade, problema ou falha no processo fabril;
- Intertravamento – conjunto de condição que habilitam ou bloqueiam o sistema de maneira a respeitar uma sequência operacional para evitar danos às pessoas ou equipamentos;
- Gráficos (*trend*) – com a aquisição dos dados de processo é possível apresentar ao operador: gráficos, oscilografias ou tendências do processo ao longo do tempo;

- Armazenamento – registro dos dados de processo (histórico) que são gravados para análises posteriores e
- Proteção – condição de controle que conforme é estabelecido o intertravamento possibilita condições seguras de operação quando o processo produtivo está em regime, falha ou emergência.

2.2.2 O Controlador Lógico Programável – CLP

O CLP tem origens no ano de 1968 na fábrica da General Motors nos Estados Unidos com a denominação em inglês de *modular digital controller* – MODICON e com a invenção atribuída a Richard Morley. A principal função do desenvolvimento dos CLPs foi a substituição dos gabinetes de relés que realizavam toda a lógica do processo produtivo por meio de contatos por equipamentos e dispositivos mais confiáveis, seguros, com fácil acesso à modificações no processamento, franca disponibilidade mercado, preços competitivos em relação aos sistemas de relés e com robustez suficiente para operação em ambientes agressivos das industriais (BEGA, 2003).

O CLP tem nome originário do inglês *programmable logic controller* – PLC, inicialmente sendo apenas definido pela sigla PC, porém, com o advento dos computadores pessoais, do inglês *personal computer* – PC, foi adicionada a letra ‘L’ que significa lógica ou no inglês *logic* que difere os dois dispositivos fundamentalmente quanto ao propósito e tipo de aplicação (BEGA, 2003 e GEORGINI, 2000).

Na primeira metade da década de 70 surgem manipulações aritméticas, instruções avançadas e a comunicação com computadores, com o desenvolvimento e melhoramento contínuo do dispositivo. A segunda metade desta mesma década é marcada pelo advento do armazenamento de dados (memórias), entradas e saídas remotas e controle de variáveis analógicas (BEGA, 2003).

Na década seguinte, anos de 1980, o progresso da eletrônica embarcada no CLP continuou e com o advento da melhora nos tempos de varredura de variáveis, redução de tamanho físico, utilização em pequenas aplicações, sistemas de *inputs/outputs* – I/Os – de alta capacidade e maior integração dos sistemas possibilitando o surgimento do processamento

distribuído (o chamado SDCD), são vantagens que influenciaram a forma de projetar os sistemas e o emprego dos dispositivos pelos projetistas (BEGA, 2003).

2.2.2.1 Constituição Básica do CLP

O CLP possui uma constituição básica formada por um conjunto de dispositivos eletrônicos que funcionando em conjunto resultam na operação seqüencial das diversas variáveis lógicas entrada e saída (I/Os), sendo esta a principal função do CLP (GEORGINI, 2000 e MORAES e CASTRUCCI, 2007).

Ainda seguindo as concepções dos dois autores anteriores, o CLP é constituído pelas seguintes partes: fonte de alimentação, unidade central de processamento – UCP (do inglês *central process unit* - CPU), memórias e dispositivos para entradas e saídas – I/Os, as quais possuem, de forma resumida, as seguintes funções:

- Fonte de alimentação – responsável pela conversão da tensão alternada de entrada em tensão contínua para alimentar os circuitos eletrônicos, apesar de que a grande maioria dos controladores possuem uma pequena bateria interna para evitar perda dos dados no caso de uma breve falta de energia;
- CPU – é o elemento de processamento propriamente dito – controlador – responsável por executar as tarefas que estão programadas, recebendo informações das entradas e atuando nas saídas;
- Memórias – elementos de armazenamento das informações necessárias ao funcionamento e atuação do controlador e
- Dispositivo de I/Os – são interfaces entre os sinais provenientes das entradas e o controlador e também com a mesma finalidade para os sinais processados pelo controlador e enviados para as saídas – os sinais convertidos podem ser dos tipos analógicos e digitais.

Na FIGURA 3, a seguir, é apresentado um CLP comercial, contendo todos os principais componentes mais comuns nestes dispositivos (fonte, controlador, memórias e I/Os), com encapsulamento final para aplicações

industriais reais e com a possibilidade de interligação em redes industriais específicas e dedicadas ao controle de processos produtivos.



FIGURA 3 – Módulos básicos que compõe um CLP.

FONTE: ABB, 2014.

É possível perceber na região inferior da FIGURA 3 e coincidentemente também na região inferior do corpo do CLP bornes e conectores destinados à interligação do dispositivo a redes industriais e conexão de entradas e saídas (I/Os), normalmente, advindos de campo ou do processo produtivo.

2.2.3 Sistema Digital de Controle Distribuído – SDCD

A forma de controle até o início da década de 80 estava voltada exclusivamente para o controle da planta de forma integral, ou seja, todos os dispositivos externos e periféricos do controlador convergiam fisicamente e estavam concentrados em um ponto único – o controlador principal. Este tipo de estrutura na qual todas as informações de processos convergem para um único ponto de controle apresenta vantagens como o emprego de apenas um controlador central, facilidade de manuseio e manutenção e a operação centralizada e realizada por poucas pessoas (IBRAHIM, 2006).

A empresa Honeywell conduziu estudos sobre as rotinas de controle utilizadas nas salas de controle centralizadas abordando e avaliando as diversas ações realizadas pelos operadores durante condições anormais de operação e a quantidade de informações que eram recebidas pelo operador,

advindas dos painéis, que necessitavam ser entendidas e processadas pelo operador de forma coerente e a resposta deveria ser coerente para solucionar o problema e evitar maiores complicações ao processo (BEGA, 2003).

O estudo indicou que o operador apresentava grande dificuldade para supervisionar o elevado número de variáveis disponibilizadas nos enormes painéis de modo simultâneo e reagir de forma correta na solução, para mitigar este problema foi indicado que as informações deveriam ser dispostas e apresentadas ao operador de forma lógica, ordenada, agrupada e quando possível por meio de representações pictográficas do processo produtivo visando facilitar o rápido entendimento e as tomadas de ação por parte do operador do processo produtivo (BEGA, 2006).

Outros estudos em linhas semelhantes à da Honeywell foram desenvolvidas por outros fabricantes e chegaram a conclusões semelhantes, porém, até então as atenções estão voltadas e relacionadas com os sistemas de controle centralizados. Com os avanços e popularização dos computadores, o advento das redes de comunicação e a redução nos custos dos equipamentos surge uma nova forma de controle na qual a arquitetura básica está calcada na instalação de múltiplos CLPs em diversas áreas da planta de processo realizando controles independentes (IBRAHIM, 2006).

Esta nova forma de realizar o controle das plantas de processo foi chamada de sistema digital de controle distribuído – SDCD e digital devido à utilização de CLPs – que obteve vantagens na performance devido à distribuição das ações de controle, aumento confiabilidade do sistema produtivo que em caso de falha parava apenas parte da planta industrial, maior facilidade para expansão do sistema produtivo com a adição de novos setores produtivos e maior flexibilidade no momento dos ajustes e de novas configurações da produção (IBRAHIM, 2006).

Na arquitetura do SDCD é possível conectar sensores e atuadores aos computadores locais que estão mais próximos dos elementos de controle permitindo a execução de algoritmos locais com controle digital direto – do inglês *direct digital control* – DDC (IBRAHIM, 2006). Na FIGURA 4 é apresentado um esquemático da arquitetura distribuída, onde a unidade de controle representa o computador, controlador ou CLP – termos utilizados de maneira sinonímia – que realizam o controle local.

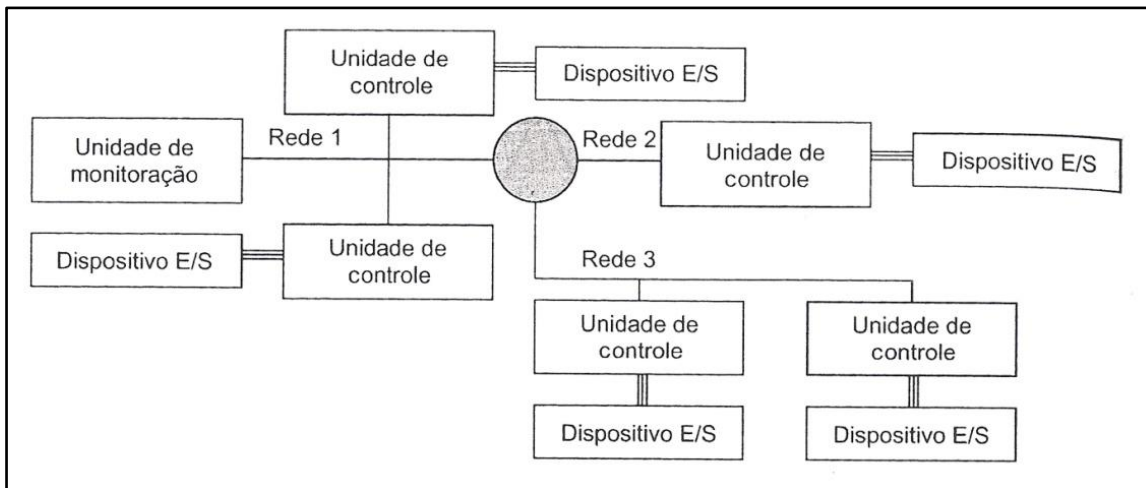


FIGURA 4 – Esquema representando arquitetura do controle distribuído.
 FONTE: MORAES e CASTRUCCI, 2007.

Na FIGURA 4 é possível notar que as diversas unidades de controle distribuídas estão representando alocações em diferentes pontos da planta industrial, porém, é necessário destacar que elas estão interligadas em rede, representação das redes 1,2 e 3, e também todas elas possuem dispositivos de para entradas e saídas (I/Os ou E/S) de sinais e comandos de campo.

2.2.4 Intertravamento e Matriz de Causa e Efeito

No ambiente industrial produtivo, dependendo do tipo de processo produtivo, riscos envolvidos e complexidade do processo fabril, muitos elementos de controle são necessários para manter a segurança e confiabilidade dos sistemas; em alguns casos as arquiteturas clássicas conseguem suprir de modo eficiente as exigências de processo, porém, no caso de processos complexos, extensos e de alto risco, as arquiteturas dos sistemas devem ser preparadas para suprir falhas ou emergências.

Tendo como função básica a parada do processo produtivo em caso de emergências surgem os chamados sistemas instrumentados de segurança – SIS – ou provenientes do inglês *safety instrumented system*, que realizam a parada de emergência do processo fabril com segurança seguindo etapas e realizando atuações que são previamente configuradas nos respectivos dispositivos de controle voltados para estas ações (BEGA, 2003).

Os modernos conceitos de proteção buscam a análise global de uma falha e quais as possíveis implicações indiretas podem surgir devido a uma falha ou problema setorizado, pois deve ser abandonado o paradigma que um sistema é totalmente seguro quanto tudo está desligado, em muitos casos a segurança de um processo pode estar atrelada diretamente ao acionamento de determinado equipamento, como por exemplo, quando é necessário o acionamento da bomba de resfriamento de um processo exotérmico. Neste contexto, realizando o cálculo do risco envolvido em um processo e comparado com o risco que é aceitável surge o conceito de nível de segurança, o chamado *safety integrity level* – SIL (BEGA, 2003).

O SIS pode operar de duas formas distintas, na primeira o sistema realiza o desligamento da unidade de processo quando determinados valores de algumas variáveis ultrapassam valores configurados e estabelecidos no sistema de controle; na segunda, o sistema impede o acionamento de determinados dispositivos ou equipamentos sem que antes determinados critérios sejam satisfeitos, como por exemplo, acionamento de uma grande máquina mecânica sem o funcionamento do sistema de lubrificação, e a estas condições permissivas para realização de certas ações é chamado de intertravamento (BEGA, 2003).

O intertravamento de um processo produtivo está intimamente ligado com a matriz de causa e efeito, na qual são definidas quais as causas deverão gerar qual tipo de ação em determinado dispositivo, fundamental para a gestão dos processos de automação da planta industrial produtiva (MORAES e CASTRUCCI, 2007).

Um fragmento de uma matriz de causa e efeito é apresentado na FIGURA 5, na qual a coluna vertical da esquerda apresenta o tipo de evento que pode ocorrer no processo – incluindo o *tag* do dispositivo ou equipamento correspondente – enquanto a linha superior indica qual ação será realizada pelo sistema de automação da planta e em qual dispositivo ou equipamento será realizada a ação de desligamento ou acionamento – também inclui o *tag* do elemento correspondente.

Número		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	
Fluxograma DE-XYZ-3404)		005	005	005	005	005	005	005	005	005	005	005	005	005	
Efeito	Tag	-	-	-	-	-	XY-020	XY-021	XY-022	XY-024	XY-025	XY-026	PV-014	PDV-003	PDV-005
	Evento	Corte de forn. de ener. eléct. (DL-2700 1A)	Corte de forn. de ener. eléct. (DL-2700 1B)	Desliga A B-122 206 A/B (notas 4 E5)	Desliga A B-27001 A/B	Fecha XV-020 (nota 5)	Abre XV-021 (nota 5)	Fecha XV-022 (nota 5)	Fecha XV-024 (nota 5)	Fecha XV-025 (nota 5)	Abre XV-026 (nota 5)	Abre damper	Fecha PDV-003	Fecha PDV-005	
Causa	Tag														
Evento	Tag														
Nível muito baixo de HC no DL-27001A	LSLL-004	X			X										
Nível muito baixo de HC no DL-27001B	LSLL-008		X		X										
Corrente elétrica alta no DL-27001A	ISHH-001	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Corrente elétrica alta no DL-27001B	ISHH-002		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Pressão muito alta a jusante da PDV-003	PSHH-004												X		
Pressão muito alta a jusante da PDV-005	PSHH-006													X	

FIGURA 5 – Fragmento de uma matriz de causa e efeito.
 FONTE: MORAES e CASTRUCCI, 2007.

Para que um dispositivo de controle (CLP) possa ser empregado em sistemas de segurança, o equipamento deve ser construído conforme rígidas normas internacionais e ter aprovação em testes normatizados. Na FIGURA 6 é apresentado um exemplo comercial de sistema de para de emergência – ou do inglês *emergency shutdown* (ESD) – utilizada em grandes empresas e em complexos processos produtivo que oferecem inúmeros riscos durante todo o manuseio da produção.

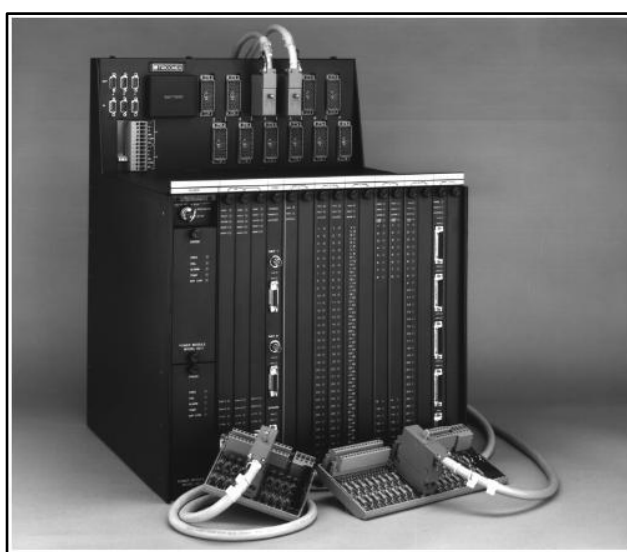


FIGURA 6 – Exemplo de ESD utilizado na indústria em processos complexos.
 FONTE: Invensys Inc., 2014.

Quando comparada a imagem da FIGURA 6 com a imagem do CLP encapsulado da FIGURA 3 as diferenças de porte e formas de conexão ficam mais evidentes. As principais características do ESD consistem na existência de sistemas redundantes, a prova ou resistentes a falhas (robustez) e a aprovação em rígidos testes normatizados internacionalmente e com aceitação e aderência global por parte dos fabricantes e dos clientes.

2.2.5 Cargas Elétricas Auxiliares ao processo

Conforme explicado no item 2.2.4 nem sempre a condição mais segura da unidade de processo é quando todos os sistemas são desligados, muitas vezes sendo necessário o acionamento de equipamentos auxiliares ao processo para garantir a integridade das instalações de produção e principalmente das pessoas envolvidas na produção.

Em grande parte dos casos, na indústria, o termo cargas elétricas está relacionados a qualquer equipamento que consuma energia elétrica no processo produtivo, como por exemplo, fornos, válvulas e filtros, porém, a grande maioria das cargas – aproximadamente 85% – são constituídas por motores elétricos, motivo pelo qual os painéis que concentram a alimentação, controle e proteção destas cargas são chamados de centro de controle de motores – CCM (MORAES e CASTRUCCI, 2007).

A instalação dos CCMs é destinada principalmente às indústrias que possuem elevada quantidade de cargas que devem ser acionadas, situações que exigem a máxima continuidade operacional do processo produtivo, necessidade do rápido acesso ao comando das cargas por pessoas autorizadas ou não e que necessitam e exigem alto grau de segurança para os operadores e equipes de manutenção (MORARES e CASTRUCCI, 2007).

Na FIGURA 7 é apresentado um CCM do tipo compartimentado extraível, no qual é possível realizar a remoção física da gaveta referente a uma determinada carga específica. Além disso, é possível perceber que no interior da gaveta estão instalados dispositivos de proteção elétrica, elementos de comunicação e acionamento remoto.

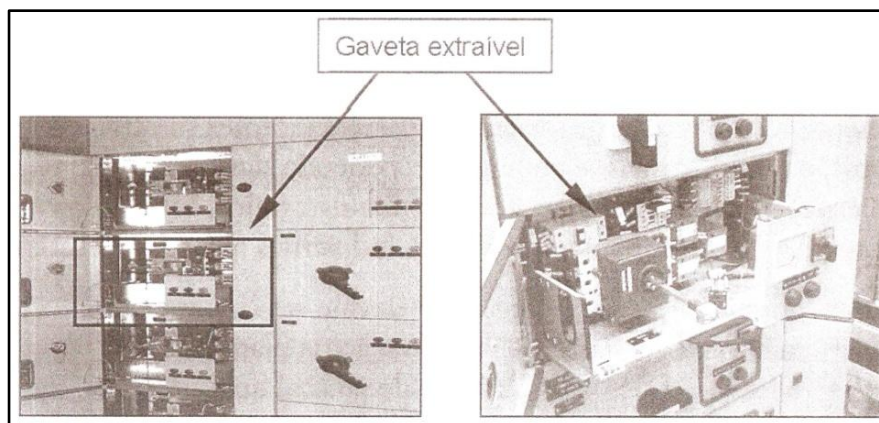


FIGURA 7 – CCM do tipo compartimentado com gaveta extraível.

FONTE: adaptado de MORAES e CASTRUCCI, 2007.

É de fácil percepção que a forma compartimentada do CCM apresentada na FIGURA 7 possibilita a padronização da estrutura física destinada à alimentação elétrica das cargas de campo, principalmente quando o número de cargas é muito elevado. Além disso, fica mais evidente a facilidade e agilidade na realização de manutenções.

2.3 COMPRESSOR

Conforme Costa (1978) e Houaiss (2001), um compressor é definido como máquina ou estrutura mecânica que possui a finalidade e a capacidade de compressão de fluídos elásticos por meio do incremento da pressão. Para Nóbrega (2011), o dimensionamento e as características peculiares de um compressor são determinadas pelo tipo de gás a ser comprimido e sob quais condições operacionais será submetido o equipamento, sendo que cada fluído em particular apresenta diferentes características de compressão, expansão, densidade e difusão.

Consta em Houaiss (2001) que a compressão é a propriedade de redução de volume que uma determinada substância possui quando submetida a uma pressão; expansão é capacidade da substância em dilatar ou alargar; densidade é a relação entre massa e volume e a difusão é a capacidade da substância em se disseminar por todas as direções.

Os compressores são divididos modernamente conforme o regime de operação em que estão inseridos, ou seja, estão relacionados diretamente com a forma operacional do processo produtivo e com a característica intrínseca

dos gases que serão comprimidos (Nóbrega, 2011). Seguindo estes critérios, as máquinas são divididas em:

- Volumétricos alternativos – tipo diafragma e pistão;
- Volumétricos rotativos – tipo palheta, parafuso e lóbulos;
- Dinâmico centrífugo – tipo radial;
- Dinâmico axial e
- Dinâmico ejetor.

Para o caso de estudo que será apresentado nesta monografia, apenas dois tipos de compressores serão citados – compressor alternativo (pistão) e centrífugo – por isso, são aqui apresentadas apenas maiores detalhes e características específicas destes dois tipos de máquinas.

2.3.1 Compressor Alternativo de Pistão

Este tipo de máquina possui a classificação de volumétrico devido ao esquema básico de funcionamento, no qual certo volume de gás a ser comprimido é admitido na câmara de compressão por meio das válvulas de sucção, onde permanece por curto período de tempo enquanto sofre ação de um elemento móvel que comprime e logo após elimina o volume por meio da válvula de descarga (NÓBREGA, 2011).

Em relação ao elemento móvel que realiza a compressão propriamente dita, por ser um êmbolo móvel que reduz o volume interno da câmara de compressão, a máquina recebe a classificação de alternativo de pistão (NÓBREGA, 2011). A FIGURA 8 apresenta um esquema em corte de um sistema de compressão a pistão simples com uma única câmara de compressão e uma válvula para admissão e outra para descarga.

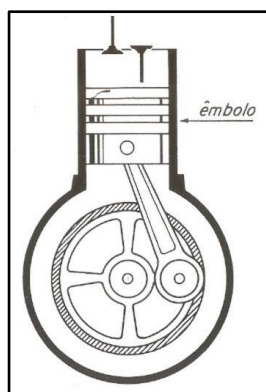


FIGURA 8 – Esquema em corte de um compressor de pistão – atuação simples.
FONTE: COSTA, 1978.

A representação anterior, FIGURA 8, é apresentado um esquema para compressão com uma única câmara, porém, em alguns casos especiais de projeto e construção da máquina é possível que o êmbolo tenha dupla ação – quando o pistão está realizando o movimento de compressão em um dos lados, o outro está em processo de admissão do gás por meio de válvulas independentes (*Howden Thomassen Compressors, 2013*).

Na FIGURA 9 é apresentado o esquema, em corte, do sistema de dupla compressão com pistão, onde a flecha localizada na parte superior direita da figura representa a admissão do gás na câmara de compressão e a flecha lado esquerdo inferior demonstra a descarga do gás para o próximo estágio de compressão ou diretamente para o processo produtivo, mas, com pressão superior ao valor da pressão de admissão.

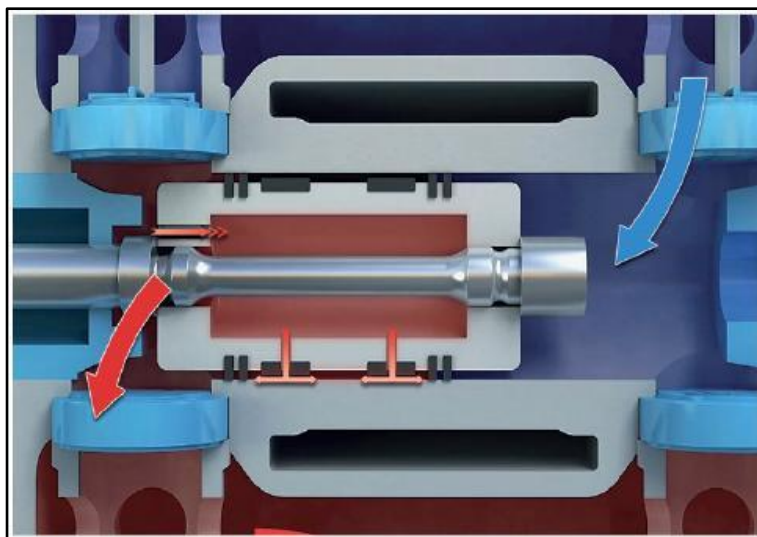


FIGURA 9 – Esquema de pistão com dupla ação e dupla câmara de compressão.
FONTE: HOWDEN THOMASSEN COMPRESSOR, 2013.

2.3.2 Compressor Dinâmico Centrífugo

Este tipo de compressor transfere a energia mecânica rotacional do eixo principal (impelidor ou roda) para o fluido que está passando, de maneira que o movimento do eixo aumenta significativamente a velocidade do fluido que está circulando internamente, com isso, a quase totalidade da energia cinética é transferida para fluido que aumenta muito de velocidade, porém, com

pequeno acréscimo na pressão final – característica fundamental deste tipo de máquina dinâmica (NÓBREGA, 2011).

O compressor classificado como do tipo centrífugo utiliza a ação da força centrífuga para gerar aumento da energia cinética do fluido que está passando, fluido que pode ser gás ou líquido. O fluido entra axialmente pela sucção da máquina e por efeito da rotação é expelido radialmente seguindo para próximo estágio e reiniciando o processo nos sucessivos estágios até a chegada na descarga da máquina (NÓBREGA, 2011). Na FIGURA 10 é apresentado um compressor centrífugo em corte tridimensional e os sucessivos estágios que aumentam a energia cinética do fluido.

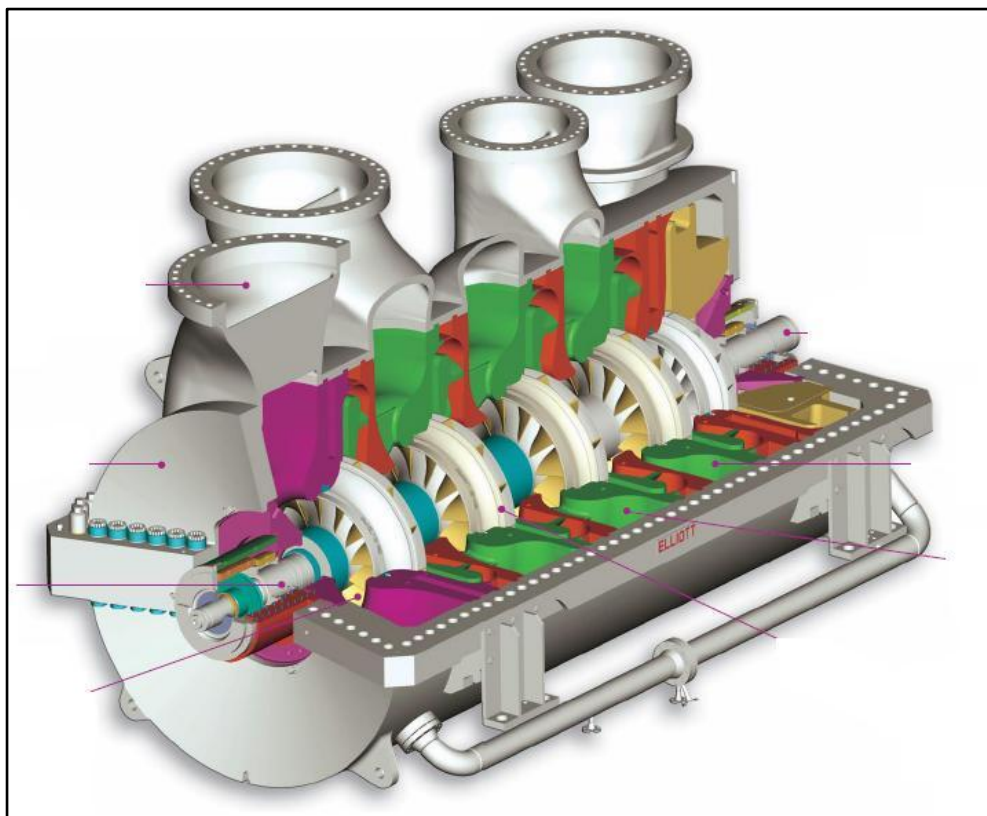


FIGURA 10 – Esquema tridimensional de um compressor centrífugo.
FONTE: adaptado de Elliot, 2014.

Na FIGURA 10 é possível perceber que no eixo central os diversos impelidores e aletas do compressor, os quais por meio da alta rotação do eixo aumentam sucessivamente a velocidade do fluido que pode sair por uma das duas descargas superiores. Dependendo da especificação do arranjo ao qual o sistema de compressão estará acoplado, pois diferentes descargas ao longo do eixo apresentam diferentes características de velocidade e pressão do fluido.

2.4 PETRÓLEO E PRODUÇÃO DE DERIVADOS

A palavra petróleo para a área química tem como significado óleo natural com coloração escura e composto básica e exclusivamente por hidrocarbonetos que nas condições normais de temperatura e pressão se encontram no estado líquido, caso de moléculas grandes, e no estado gasoso, para moléculas menores; tem etimologia nas palavras *oleum*, que no latim significa óleo, e *petra*, que também proveniente do latim significa pedra (HOUAISS, 2001).

Dependendo da localidade onde é extraído o petróleo (óleo cru), podem existir variações nas composições básicas da mistura, o que implica na obtenção de subprodutos (derivados), por meio da destilação, com características peculiares e diretamente dependentes da composição básica. Porém, em termos gerais, a grande maioria das variações de tipos de petróleo resulta em derivados conforme apresentado na QUADRO 1.

Fração Extraída	Temperatura de ebulição [°C]	Composição de carbono	Utilização
Gás residual	≤ 40	C ₁ – C ₂	Gás combustível
Gás liquefeito de petróleo		C ₃ – C ₄	Gás de uso doméstico
Gasolina	40 – 150	C ₅ – C ₁₀	Combustíveis automóveis, solventes
Querosene	175 – 235	C ₁₁ – C ₁₂	Combustível de aviação
Gasóleo leve	235 – 305	C ₁₃ – C ₁₇	Diesel
Gasóleo pesado	305 – 400	C ₁₈ – C ₂₅	Matéria-prima, lubrificantes
Lubrificantes	400 – 510	C ₂₆ – C ₃₈	Óleos lubrificantes
Resíduo	> 510	≤ C ₃₈	Asfalto, impermeabilizantes

QUADRO 1 - Derivados tipicamente obtidos da maioria dos óleos crus.

FONTE: adaptado de THOMAS, 2004.

O processo de refino do petróleo consiste basicamente em consecutivos processos físicos e químicos realizados com o óleo cru para obtenção de subprodutos ou derivados, sendo o processo primário, em uma refinaria, a chamada destilação que consiste no contínuo aquecimento do óleo

cru para ocorrer a separação das diversas partes que compõe o óleo, utilizando da característica dos diferentes pontos de ebulição dos subprodutos.

Da torre de destilação são obtidos principalmente frações de gás, gás liquefeito de petróleo (GLP), nafta, gasolina, querosene, óleo diesel e resíduo atmosférico – porção mais pesadas que não é destinada diretamente para outras unidades, mas é encaminhada para novo fracionamento, agora na torre de vácuo (ANP, 2010).

As frações obtidas da torre de vácuo seguem necessariamente como carga para outras unidades de processo que reduzem o peso molecular do produto e agregam maior valor ao produto final por meio de processos que aumentam a qualidade. É possível citar o exemplo do envio do gasóleo da torre de vácuo para o craqueamento catalítico fluído (FCC) que resulta em GLP e gasolina que seguem para outras unidades de processo para novos tratamentos (ANP, 2010).

De forma complementar ao exemplo anterior, o encaminhamento do resíduo da torre de vácuo para unidade de coqueamento que resulta em GLP, nafta e óleo diesel, subprodutos que também são enviados para outras unidades para novos processamentos que resultam em outros produtos e que também aumentam a qualidade e o valor agregado (ANP, 2010).

A produção encadeada é uma característica marcante e típica das plantas de processamento de petróleo e é inerente ao produto manipulado (óleo cru) e aos produtos obtidos (derivados), pois o acréscimo de etapas no processo melhora a qualidade do produto final, o que agrega maior valor comercial final, e aumenta a eficiência e o aproveitamento dos produtos e subprodutos nos processos industriais.

Para exemplificar esta forma encadeada de produção, é apresentado na FIGURA 11 um esquema didático com as diversas etapas que formam uma planta de processamento de petróleo com o máximo aproveitamento dos subprodutos, destacando que normalmente o acréscimo de etapas no processo significa a adição física de unidades inteiras de processamento dedicado exclusivamente a um determinado produto.

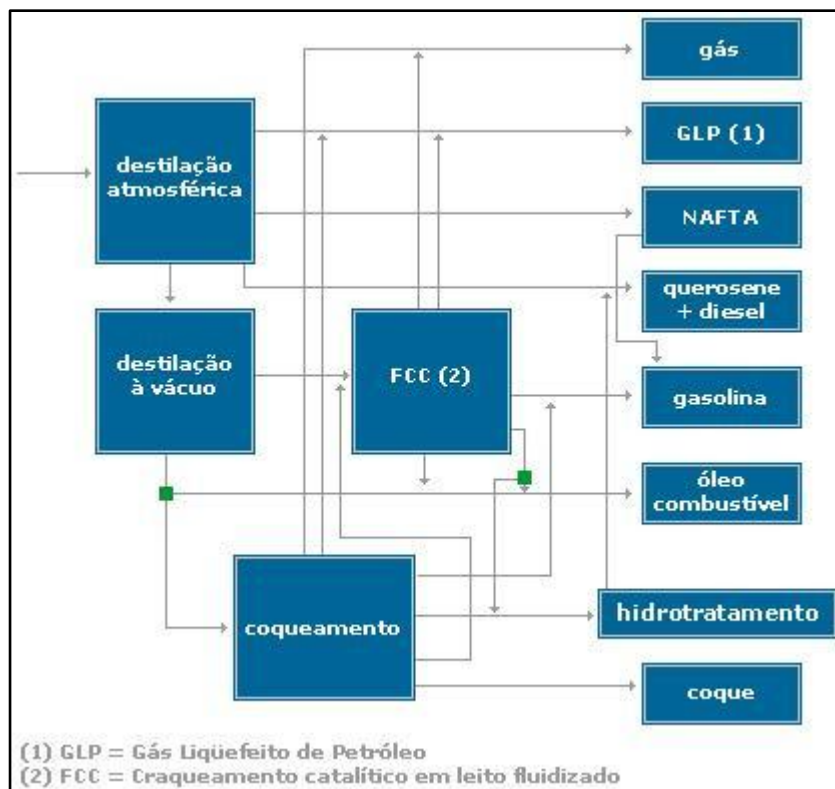


FIGURA 11 – Etapas encadeadas para produção de derivados de petróleo.
FONTE: ANP, 2009.

Por meio da análise da FIGURA 11 é possível perceber que as sucessivas unidades encadeadas no processo produtivo aumentam o aproveitamento e a eficiência global da planta industrial, o que conseqüentemente resulta em produtos com maior qualidade e maior valor agregado para comercialização.

2.4.1 Unidade de Geração de Hidrogênio (UGH) e Forno Reformador

Conforme Brasil, Araújo e Sousa (2012), nos dias atuais, com a realidade dos processos produtivos nas refinarias de petróleo é crescente a demanda por hidrogênio utilizado nos processos de hidrorrefino (HDR) e comercialmente para aplicações nos processos petroquímicos o hidrogênio pode ser obtido das seguintes formas:

- Reforma com vapor (*steam reforming*) – processo que utiliza vapor e gás metano para obter hidrogênio, sendo o modo comum e mais viável economicamente;

- Reforma catalítica – durante o processo de produção de naftas com alta quantidade de compostos aromáticos, o hidrogênio surge como subprodutos, porém, em quantidade reduzida;
- Oxidação parcial – utiliza hidrocarbonetos pesados em reações subestequiométricas na presença de oxigênio e catalisador para produzir hidrogênio e
- Gaseificação de resíduos – processo também subestequiométrico com oxigênio do ar sob condições de alta temperatura e pressão.

Dentre as diversas maneiras de obter hidrogênio para aplicações no refino de petróleo, a maneira que demonstra viabilidade econômica e volume de produção suficiente e compatível com a demanda dos processos de HDR é a reforma a vapor do metano, ou do inglês *steam methane reforming* – SMR, que consiste em uma reação química endotérmica que ocorre em tubos dentro do forno reformador na presença de catalisador de níquel ou cobalto (BRASIL, ARAÚJO e SOUSA, 2012 e CRUZ, 2010).

A faixa de operação do forno reformador varia de 750 a 900 °C, com os queimadores dispostos no topo ou na lateral do forno, e a pressão operacional possui variação de 20 a 50 atm. Considerando a atual rede de gás instalada no território nacional e a fonte de fornecimento por meio do gasoduto Brasil-Bolívia, as condições são muito favoráveis para a utilização do gás natural em caldeiras (geração de vapor e energia elétrica) e na reforma para obtenção do hidrogênio, pois permite redução nos custos de transporte e armazenamento do próprio hidrogênio e flexibiliza aplicações industriais de grande porte e com alto consumo de gás natural (CALLARI, 2007).

O produto resultante na saída do forno reformador não é composto apenas pelo hidrogênio na forma fundamental (H_2), pois devido à composição do gás natural conter outros elementos além do metano, como por exemplo, nitrogênio (N_2), dióxido de carbono (CO_2), gás sulfúrico, etano, propano e butanos, e principalmente devido à reação incompleta dos hidrocarbonetos, surge o monóxido de carbono (CO). Com o intuito de maximizar a produção de hidrogênio o produto resultante do forno reformado passa pelo chamado processo de recuperação de CO (BRASIL, ARAÚJO e SOUSA, 2012 e CRUZ, 2010).

Para exemplificar este contexto da produção de hidrogênio, na FIGURA 12 é apresentado o aspecto de um forno reformado real instalado e operando em uma refinaria.



FIGURA 12 – Aspecto de um forno reformador real em uma refinaria.
FONTE: Confab Industrial S.A., 2014.

A recuperação de CO ou conversão de deslocamento (*shift*) pode ser realizada por meio de dois arranjos básicos, o primeiro utiliza dois reatores, um de alta outro de baixa temperatura, e o segundo apenas um reator de alta ou média temperatura, processos que utilizam catalisadores a base de ferro, cromo, zinco, sendo que a saída destes processos então enviados para a PSA, melhor detalhado no item 2.4.2 desta monografia (BRASIL, ARAÚJO e SOUSA, 2012 e CRUZ, 2010).

2.4.2 *Pressure Swing Adsorption* – PSA

Após o processo de produção do hidrogênio, conforme descrito no item 2.4.1 desta monografia, o produto final não é apenas hidrogênio puro na forma fundamental (H_2), estão presentes na mistura outros gases, como por exemplo, o gás carbônico (CO_2), vapor de água proveniente do processo de reforma com vapor e outros contaminantes diversos em menor quantidade que devem ser retirados da mistura, para esta finalidade dois processos distintos podem ser utilizados, para somente então ser possível obter e utilizar o hidrogênio (H_2) nos próximos processos de refino (BRASIL, ARAÚJO e SOUSA, 2012). Os dois processos possíveis para purificação da mistura são:

- Tratamento com aminas – utilização de conversão catalítica e quando a exigência de pureza não é elevada e
- Adsorção – processo que utiliza peneiras moleculares para purificação, o processo é realizado em um único estágio e o grau de pureza final é superior a 99%.

O processo de produção chamado de PSA, sigla em inglês para adsorção por variação de pressão, consiste na purificação de um gás forçando a passagem dele através de materiais que retêm impurezas diferentes do gás de interesse, ou seja, o princípio utilizado é a filtragem molecular, processo no qual apenas o gás de interesse consegue passar pelo material filtrante de forma que as impurezas, qualquer outro tipo de gás, ficam retidas no material filtrante depositado nas camadas do material filtrante e o resultado deste processo é o gás com grau de pureza garantido de 99,99 % (LINDE GROUP AG, 2014 e LONG, PICICCIO e ZAGORIA, 2011).

A operacionalidade do sistema de PSA está baseada na diferença de pressão entre o gás de entrada que alimenta todo o sistema composto por diversos vasos, saída do gás de interesse com armazenamento em separado e a purga do material filtrante com o gás de interesse para purificar o filtro e remover as impurezas retidas, sendo um processo produtivo por bateladas com velocidade relativamente elevada devido à dinâmica do processo (CRUZ, 2010).

Para esclarecer, o termo adsorção é processo no quais átomos ou moléculas ficam retidos na superfície de um material sólido específico pela ação de processos físicos ou químicos (HOUAISS, 2001).

Na FIGURA 13 é apresentada uma PSA real com os diversos vasos utilizados no processo de purificação do gás de interesse para aplicação industrial. Devido à característica inerente a este tipo de processo produtivo são necessários diversos vasos que realizam as trocas de gases, equalização de pressões e purga dos leitos com material filtrante, além disso, por ser um processo muito dinâmico, de alta pressão e ambiente altamente explosivo, está destacado no lado direito da figura, o sistema automatizado das válvulas de controle do processo.



FIGURA 13 – PSA real instalada em um parque de refino e destaque para sistema de válvulas de controle do processo produtivo.

FONTE: LINDE GROUP AG, 2014.

Para melhor demonstra a sequência produtiva do hidrogênio via forno reformador, unidade de recuperação e PSA para purificação é apresentado o esquemático produtivo da FIGURA 14.

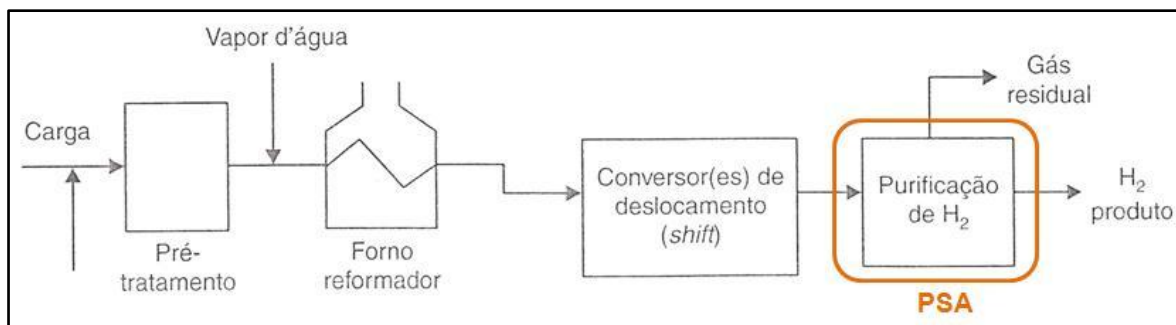


FIGURA 14 – Esquema de produção hidrogênio: forno reformador, UGH e PSA.

FONTE: adaptado de BRASIL, ARAÚJO e SOUSA, 2012 e CRUZ (2010).

Na FIGURA 14 é possível perceber a existência de uma etapa prévia ao forno reformador que consiste no tratamento preliminar da carga utilizada no forno, este processo é importante quando diferentes tipos de cargas e com características peculiares são empregadas no processo produtivo.

2.4.3 Hidrotratamento de Diesel

O refino de petróleo, de maneira geral, possui dois objetivos básicos que são produção de produtos energéticos que são destinados a comercialização e ao consumo direto, por exemplo, gasolina, querosene e gases diversos, e a produção dos chamados produtos não-energéticos que são destinados para aplicações específicas e fonte de matéria-prima para outros setores petroquímicos, pois são produtos mais elaborados (quantidade maior de etapas de processamento no parque de refino) e com valor agregado final maior para comercialização (MARIANO, 2005).

O processo de HDR ou hidrotratamento (HDT) consiste em processar derivados de petróleo em meio a atmosferas ricas em hidrogênio, sob condições severas de alta temperatura, alta pressão e presença de catalisadores de maneira que o produto final obtido na saída da unidade de processo terá maior qualidade, maior valor agregado final, estará em conformidade com a nova legislação ambiental brasileira (dependendo das especificações e configurações da unidade de processo) e a utilização para fins energéticos gerará menor quantidade de derivados pesados, reduzindo a poluição (NEIVA, 1993).

Conforme Brasil, Araujo e Sousa (2012), os tipos de carga da unidade – produtos submetidos ao processo de HDR – influenciarão diretamente a

maneira de operação da unidade de forma, ou seja, o objetivo final do processo de refino e dentre as diversas cargas possíveis, os de maior interesse para a monografia, são:

- Destilados médios – tratamento de gasóleos atmosféricos para produção de óleo diesel com reduzido teor de enxofre;
- Correntes de instáveis – emprego de óleo leve de reciclo advindos do craqueamento catalítico ou do coqueamento retardado, neste caso surgindo a unidade de hidrotratamento de instáveis (HDTI) e
- Nafta pesada – retirada parcialmente do craqueamento catalítico e incorporado ao HDT.

A FIGURA 15 apresenta o esquema básico indicando o fluxo produtivo, os principais equipamentos estáticos e dinâmicos e a sequência de etapas, ou seja, as diversas fases empregadas na produção e que necessárias para obter o produto final com maior qualidade, reduzido teor de enxofre e maior valor agregado – para carga de óleo diesel é obtido na saída da unidade o chamado diesel hidrotratado.

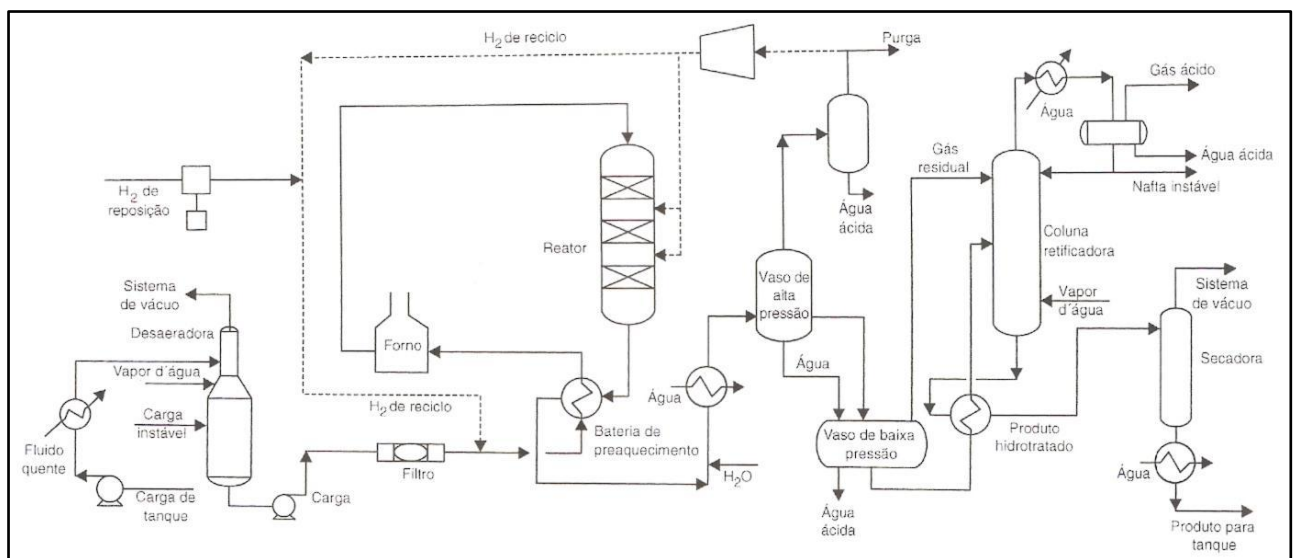


FIGURA 15 – Esquema didático para unidade de HDTI, equipamentos e fluxo de processo.
 FONTE: BRASIL, ARAÚJO e SOUSA, 2012.

Ao centro da FIGURA 15 está representado o reator, equipamento onde ocorre a reação entre hidrogênio e carga (por exemplo, óleo diesel) na presença de catalisador. A reposição do hidrogênio sob alta pressão é,

normalmente, realizado por compressor alternativo e o reciclo, normalmente, por compressor centrífugo.

2.5 LEGISLAÇÃO

O sistema nacional do meio ambiente (SINAMA) foi criado no ano de 1981 e é formado pelo conjunto de órgãos e entidades da União, Estados (incluindo o Distrito Federal) e Municípios e possui como responsabilidade a proteção e melhoria da qualidade ambiental nacional. Dentre os diversos órgãos que constituem o SINAMA está o conselho nacional do meio ambiente (CONAMA) que é um órgão consultivo e deliberativo com inúmeras competências e dentre todas elas estão a de estabelecer padrões e normas de controle da poluição do ar causada por veículos automotores e monitorar e acompanhar o cumprimento das normas ambientais (Ministério do Meio Ambiente, 2014a).

O CONAMA no ano de 2002 tendo como premissas: emissões de poluentes por veículos automotores (ciclo Otto) são fontes significativas de poluição evaporativa deteriorando a qualidade ambiental principalmente nos centros urbanos; existência comprovada de tecnologia para controle da poluição, economia de combustível e competitividade; necessidade de prazo para melhoria dos combustíveis e adequação dos motores e necessidade de novos padrões para emissões dos veículos em todo o território nacional; com isso, foi estabelecida a resolução nº 315 (BRASIL, 2002).

A resolução nº 18 do CONAMA criou o programa de controle de poluição do ar por veículos automotores (PROCONVE) no ano de 1986, a resolução nº 315, também do CONAMA, estabeleceu nova etapa para o programa com objetivo de reduzir a emissão de poluentes por escapamento e evaporação, promover o desenvolvimento tecnológico nacional no âmbito da engenharia de projeto e fabricação e promover adequação dos combustíveis automotivos comercializados, resultando em produtos menos agressivos à saúde pública e ao meio ambiente (BRASIL, 2002; BRASIL, 1986).

Dos marcos estabelecidos pelo PROCONVE, a fase L-6 para veículos leve e a P-7 para veículos pesados representam marcos fundamentais e os prazos iniciais, destaque para a data de 1º de janeiro de 2012, para vigorar os

novos limites de emissão de poluentes. A resolução nº 403 do CONAMA estabelece as características indicativas para óleo diesel comercializado e para ensaio (finalidade de homologação) garantindo o teor de enxofre máximo em 10 ppm (partes por milhão), porém, no período de transição com início no dia 1º de janeiro de 2012 até 31 de dezembro, deste mesmo ano, será permitido a comercialização de diesel que atende as especificações dispostas na resolução nº 32 da agência nacional do petróleo (ANP), ou seja, produção e comercialização de óleo diesel com teor de enxofre máximo de 50 mg/kg (Ministério do Meio Ambiente, 2014b; BRASIL, 2008; BRASIL, 2007).

2.6 QUALIDADE E COMISSONAMENTO

O termo qualidade, referente a produtos e serviços, pode ser entendido como um conjunto de características de engenharia, produção e manutenção por meio dos quais o produto final acabado ou serviço atende às exigências e expectativas do cliente, termos como confiabilidade, acessibilidade e manutenibilidade são utilizados como definições de qualidade no produto, porém, representam um conjunto de características individuais e distintas do produto (FEIGENBAUM, 1994a).

É esperado que um produto desempenhe repetidamente a função para a qual foi concebido de acordo com as solicitações durante o ciclo de vida estipulado atendendo condições ambientais de trabalho, a chamada confiabilidade satisfatória, ou seja, os níveis de assistência e manutenibilidade devem estar adequados e compatíveis com período do ciclo de vida do produto, sendo primordial o produto ser seguro (FEIGENBAUM, 1994a).

Feigenbaum (1994a) descreve duas condições essenciais do cliente para um produto, o objetivo de utilização e o custo, sendo que estas duas exigências refletem no produto ou serviço outras dez condições, conforme segue enumerado abaixo:

1. Dimensionamento e condições operacionais;
2. Confiabilidade e objetivo de uso;
3. Exigências de segurança;
4. Custos de engenharia, qualidade e produção;
5. Normas relacionadas;

6. Condições de produtivas;
7. Instalação em campo e objetivos de manutenção e assistência;
8. Gasto energético e durabilidade dos materiais utilizados;
9. Condições ambientais e efeitos secundários e
10. Custos de utilização e assistência técnica para o cliente.

No contexto da engenharia e gerenciamento de sistemas, o objetivo final para alcançar a qualidade total exige formas eficazes de integração entre um número expressivo de pessoas, quantidade significativa de máquinas e equipamentos e grande volume de informações, com isso, surgem questões de grande proporção relacionadas aos sistemas e o conceito de sistema fica atrelado ao controle de qualidade total.

Relacionado ao controle de qualidade, historicamente, a definição de sistema passou de extremos como quantidade de papéis para utilização de *software*, porém, estes conceitos mostram-se excessivamente limitados, pois afinal o controle de qualidade necessita coordenação do total de atividades importantes e exige coordenação dos elementos relacionados com a qualidade (pessoas, máquinas, informações, entre outros) de forma robusta e ainda segundo Feigenbaum (1994a) sistema de qualidade possui a seguinte definição:

[...] combinação estruturada operacional ampla empresarial documentada segundo procedimentos técnicos e gerenciais integrados e efetivos, com propósito de guiar ações coordenadas de pessoas, máquinas e dados da empresa e de planta através dos meios práticos e adequado a fim de assegurar ao cliente satisfação quanto à qualidade e seus custos (Feigenbaum, 1994a, p. 19).

Conforme Nasa (2008), tendo origens nos programas de controle de qualidade do final da década de 70 e sendo o resultado direto dos programas de qualidade total da década de 80, o comissionamento historicamente estava associado com sistemas individuais e estáticos, porém, a moderna concepção de para esta atividade é um processo sistemático, documentado e colaborativo para garantir que um sistema e todos os componentes integrantes dele tenham as seguintes características:

- Alta qualidade, confiabilidade, funcionalidade, manutenibilidade;

- Atender princípios de eficiência energética;
- Plena funcionalidade e operação de acordo com as especificações do cliente e
- Atender a expectativa de custos e qualidade do cliente.

O comissionamento é uma prática de gerenciamento de projeto e execução técnica que adotado por empresas públicas e privadas devido aos benefícios em incrementar os resultados da entrega e finalização do projeto, além disso, o comissionamento é um esforço multidisciplinar e colaborativo que envolve o cliente, projetistas, construtores e agentes de comissionamento que buscam alcançar os melhores resultados do processo de comissionamento (*Veterans Affairs*, 2013).

As atividades de comissionamento estão normalmente associadas com as disciplinas de mecânica, elétrica, segurança, segurança pessoal, transporte e movimentação e outros sistemas com os respectivos controles, além disso, existe convergência das atividades de comissionamento em direção à sistemática de manutenção e operação dos sistemas. Relativo à manutenção, a sistemática desenvolvida busca aumentar a probabilidade da máquina ou componente permanecer funcionando do modo desejado em tempo superior ao ciclo de vida para o qual foi projetado e com a menor quantidade de tempo de manutenção e parada, sendo esta sistemática chamada de manutenção com foco na confiabilidade, ou do inglês *reliability-centered maintenance* (RCM), que é composta pela manutenção preventiva, preditiva, corretiva e proativa e o conjunto inspeção e testes (NASA, 2008).

O direcionamento das atividades da equipe de comissionamento possui abrangência muito maior que o momento seguinte à finalização da etapa de construção e montagem de um sistema e está muito além do momento que antecede o início de funcionamento apertando um grande botão verde de 'ligar' (KILLCROSS, 2012).

As atividades de comissionamento constituem um processo estruturado que é realizado concomitantemente com as fases de pré-projeto, projeto, construção, montagem, *start-up*, pré-operação, operação, aceitação e treinamento e fase de serviço de garantia (*NIBS Guideline 3*, 2012).

Os objetivos do processo de comissionamento são definidos em *Veterans Affairs* (2013) como sendo para:

- Definir, documentar e manter um estado claro e mensurável o sistema integrado de desempenho ao longo de todas as fases;
- Verificar e documentar de maneira fidedigna e precisa as exigências do desenvolvimento até a finalização de cada etapa, fase e evento;
- Estabelecer claramente tarefas, entregas e programações para cada integrante da equipe de comissionamento, de modo a conduzir a realização das atividades para uma conclusão satisfatória;
- Demonstrar e documentar efetivamente o desempenho da integração dos sistemas construídos por meio da realização de rigorosos procedimentos de testes;
- Verificar o adequado treinamento dos operadores e das pessoas de manutenção e
- Providenciar documentação, ferramentas de treinamento e indicadores de desempenho que possibilitem auditorias externas e internas avaliar o desempenho global do sistema.

No contexto da confiabilidade de produtos, Feigenbaum (1994b) apresenta quatro etapas básicas na evolução da confiabilidade, das quais é importante destacar o aperfeiçoamento da qualidade, na qual produtos com projeto, fabricação e utilização complexa ou que possuem necessidade e exigência de longos períodos de funcionamento confiável e isentos de problemas necessitaram do desenvolvimento de técnicas específicas voltadas para o projeto, fabricação, serviço e manutenção do produto.

Ainda em Feigenbaum (1994b), é mencionado como técnica para o caso anterior a folga de projeto, capacidade nominal reduzida, redundância, controle do efeito ambiental, análise efeito de modo de falha e criticidade, ou do inglês *failure mode, effects and critically analysis* (FMECA).

Em relação ao termo confiabilidade do produto, Feigenbaum (1994b) define de maneira análoga à Feigenbaum (1994a), como sendo a capacidade do item desempenhar a função dele demanda por determinado período de tempo determinado; de modo complementar, é definido pelo mesmo autor a confiabilidade quantitativa o produto que é a probabilidade do item desempenhar a função dele exigida durante certo espaço de tempo.

A análise da confiabilidade de um produto está baseada em estudos estatísticos para identificar padrões de falha em função do tempo durante o ciclo de vida dos produtos (FEIGENBAUM, 1994b e NÓBREGA, 2011). Muitos produtos e equipamentos apresentam ciclo de vida muito similar ao da curva do GRÁFICO 1 com três divisões distintas que segundo Feigenbaum (1994b) são definidas como sendo:

- Primeiro período (“mortalidade”) – causado por falha prematura cujas causas são atribuíveis e não-aleatórias;
- Segundo período (normal) – taxa de falha relativamente constante, de maneira aleatória e com causas constantes e
- Terceiro período (desgaste) – também chamado de desgaste, no qual a taxa de falhas inicia um rápido crescimento.

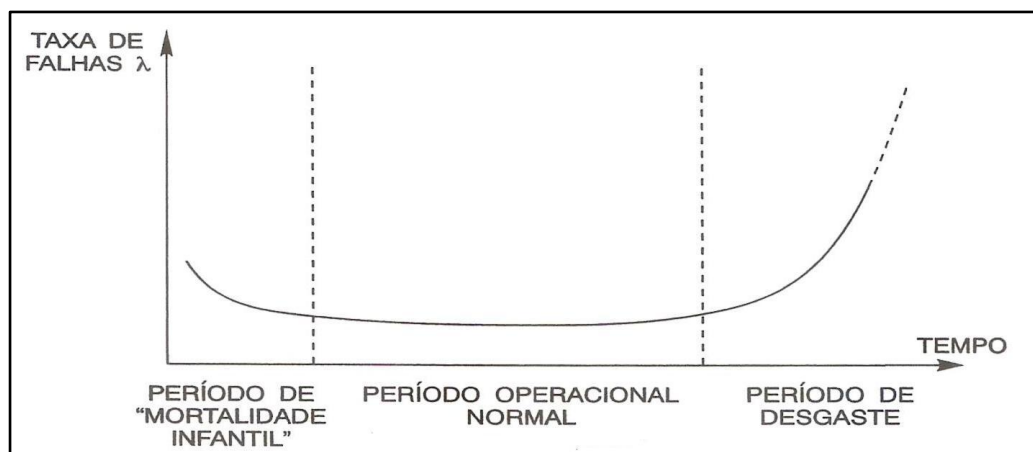


GRÁFICO 1 – Curva típica para característica de vida de um produto.
 FONTE: adaptado de FEIGENBAUM, 1994b.

Quando o produto final é destinado a indústrias que processam, manuseiam, armazenam produtos inflamáveis ou locais com a possibilidade de formação e presença de atmosfera explosiva, é necessário que técnicas de proteção apropriadas do modo de fabricação dos equipamentos eletro-eletrônicos, o respectivo processo de montagem e a manutenção necessitam seguir critérios definidos e normatizados para garantir o nível correto e aceitável de segurança nas instalações para as pessoas, os próprios equipamentos e o processo produtivo em si – segurança é a palavra fundamental para este tipo de atividade produtiva (JORDÃO, 2002).

Os equipamentos e demais produtos destinados às áreas classificadas não podem se tornar ao longo da vida útil, sob quaisquer condições de trabalho, uma fonte de ignição da atmosfera circundante, além desta condição, a operação segura e eficiente da planta produtiva está diretamente ligada com a correta especificação dos equipamentos a serem utilizados e da rígida e normatizada forma produtiva destes equipamentos e dispositivos, ou seja, equipamentos e o ambiente onde estão instalados e estarão operando devem ser compatíveis tecnicamente (BORGES, 1997).

3 CASO DE ESTUDO

O caso abordado nesta monografia, em especial apresentado neste capítulo, compreende um novo empreendimento de engenharia para expansão da planta industrial de refino de derivados de petróleo que está localizada na região metropolitana da cidade de Curitiba.

Devido ao porte, complexidade, volume físico, custo e necessidade de recursos específicos para cada tipo de processo produtivo, o empreendimento foi dividido em diversas partes que serão executadas por diferentes empresas ou consórcios de empresas, mas que ao término deverão compreender unidades de processo que operam em conjunto – cascata ou sequência.

Dois fatores relativos ao empreendimento merecem destaque, o primeiro consiste no fato que o novo empreendimento de expansão será realizado dentro dos limites já existentes, o que implica em atividades de construção concomitantemente com as atividades do processo produtivo de combustíveis e derivados, fato que tem grandes implicações relativas à segurança nacional, pois o governo brasileiro considera a atividade global do refino como sendo estratégica e de relevante importância para o Estado, por isso, a logística de acesso de trabalhadores, equipamentos, máquinas insumos, dentre outros terá atenção especial.

O segundo fator está relacionado com a produção contínua que atende mercados consumidores em três diferentes regiões do Brasil (sul, parte do sudeste e centro-oeste) e não pode ser interrompida ou parada devido à falhas ou problemas relacionados com o desenvolvimento das novas plantas. Neste contexto, durante a fase de comissionamento e todas as fases seguintes será exigido muita habilidade técnica, coordenação das atividades e informações e integração das pessoas e equipes envolvidas para evitar que falhas ou problemas impliquem na parada produtiva, pois o objetivo final é a operação integrada dos já existentes e dos novos sistemas de controle e de processo.

Em relação às informações e dados que serão apresentados, é importante destacar que não são sigilosos e não representam qualquer tipo de segredo industrial, pois todos os conteúdos de dados e informações aqui apresentados são de domínio público e estão disponíveis para livre acesso e consulta nos mais diversos meios de pesquisa, busca, comunicação e

armazenamento (base de dados) e também são compartilhados no ambiente acadêmico, científico e empresarial.

3.1 CONTEXTO DE SUPRIMENTOS, MACROECONOMIA E PRODUÇÃO

Antes de iniciar as análises que envolvem produção, suprimentos e aspectos macro e socioeconômicos, é importante apresentar e explicar o contexto e as relações que as atividades de comissionamento e a produção, suprimentos e macroeconomia possuem e como serão abordados e desenvolvidos estes assuntos neste capítulo da monografia relativo ao caso de estudo.

Conforme explicado no item 2.1.1 desta monografia, empresas são organizações constituídas pela infraestrutura física, que compreende prédios, máquinas, equipamentos e demais recursos necessários a produção, e por pessoas que possuem competências essenciais à produção, porém, o fundamental é que as organizações são criadas para produzir algo. Neste contexto, o processo produtivo aqui abordado possui foco principal no comissionamento de equipamentos e instalações elétricas e sistemas de controle de processo (automação) referentes a uma unidade de processamento e beneficiamento de derivados de petróleo.

Utilizando a FIGURA 1 como referência é possível estabelecer uma analogia com comissionamento que será caracterizado como sendo o processamento ou sistema de transformação que necessita de recursos ou insumos, as entradas, para que um resultado possa ser obtido como saída do sistema produtivo. Como resultado final deste processo produtivo é esperado obter uma unidade de processo, nos aspectos técnicos, testada, segura e pronta (comissionada) para início da fase preparatória para as atividades operacionais em sistemas complexos de modo parcial e já com utilização dos fluídos e produtos de processo (*start-up*).

Em relação às entradas, como o foco está nas atividades relacionadas a disciplina de elétrica e automação do processo produtivo, elas serão a realização de atividades técnicas (teste em campo) dos tipos estáticas e dinâmicas ou funcionais e certificados da realização das atividades de comissionamento relativos à instalações e equipamentos de terceiros –

explicado e detalhado no item 3.2 desta monografia, apresentado na sequência. Na FIGURA 16 é apresentado um esquema para ilustrar melhor a condição descrita anteriormente.



FIGURA 16 – Esquema produtivo para a atividade de Comissionamento.
 FONTE: O autor (2014).

Merece destaque a diferença primordial existente entre a FIGURA 1 e a FIGURA 16 que estabelece a realimentação saindo do próprio processamento antes da finalização e retornando ao início, característica muito marcante e de fundamental importância para este processo, pois caso o sistema de qualidade identifique qualquer problema ou falha é necessário refazer o processo de comissionamento.

A identificação destas falhas ou problemas representa algum tipo de irregularidade normativa ou não conformidade de projeto, ausência ou falha documental (certificação) ou falha no funcionamento de algum sistema que precisará de correção, pois não é possível, sob o aspecto deste ramo produtivo, finalizar a atividade de comissionamento para somente depois realizar correções, uma vez que esta atividade somente é finalizada quando o resultado final ou objetivo é plenamente alcançado ou atendido.

O resultado final do processo de comissionamento (saída) que é apresentado na FIGURA 16 – unidade de processo pronta para início das atividades de *start-up* – considerando um contexto mais amplo e voltado à produção de combustíveis e derivados, este resultado final representa a entrada ou precedência para o esquema produtivo centrado no processamento propriamente dito de produtos refinados. A saída ou resultado para este novo processo consistirá no combustível propriamente dito com as especificações técnicas exatas, conforme a finalidade para a qual a unidade industrial foi construída, e sendo enviado para o armazenamento em tanques apropriados

para a conservação do produto e volume produzido. Para facilitar e ilustrar esta condição na FIGURA 17 é representado este esquema.



FIGURA 17 – Esquema produtivo para o produto final (refino/combustíveis).

FONTE: O autor (2014).

Estes dois processos produtivos apresentado anteriormente e contextualizados nas FIGURA 16 e FIGURA 17 são parte integrante de um sistema produtivo mais amplo que consiste na realização de um novo empreendimento para construção de unidades industriais no setor petroquímico, ou seja, conforme detalhado no início do item 2.1.1, desta monografia, que apresenta a condição de sistemas serem partes integrantes de sistemas maiores. Essencialmente devido às características e peculiaridades do produto, este tipo de sistema produtivo é caracterizado por uma produção sob encomenda ou por projeto de engenharia, apresentado com maiores detalhes no item 2.1.2, que também consta nesta monografia.

Para este sistema produtivo a saída consiste em entregar ao cliente final a unidade de processo conforme especifica e em plena operacionalidade. As entradas deste processo serão todos contemplados pelo projeto das instalações, especificação do processo produtivo (características físico-químicas), pessoal (mão-de-obra multidisciplinar com todos os tipos de qualificação e instrução), todos os insumos necessários à construção civil das instalações, equipamentos estáticos, dinâmicos, elétricos, instrumentos, tubulações e demais recursos necessários e inerentes à construção.

Esta forma estruturada de processo produtivo, voltado para um empreendimento, está corroborada e também é apresentada em Bendiksen e Young (2005), onde é apresentada uma cadeia de valor na qual ao longo do processo produtivo ocorre a sucessiva mudança entre as atribuições de cliente e fornecedor, ou seja, em um momento determinada etapa é um cliente na seguinte ela poderá ser fornecedor. Além disso, estas mudanças não ocorrem

de forma linear e é justamente nas interfaces de transição entre duas fases que os problemas estão concentrados. Para ilustrar melhor esta condição, é apresentada na FIGURA 18 a cadeia de valor referente à produção de um empreendimento para a indústria petrolífera, com foco na atividade de comissionamento e demonstrando as várias transições não lineares referenciadas acima. Ainda considerando esta figura, os termos *engineering/procurement* são referentes às respectivas fases de engenharia e suprimento; *fabrication/hook-up* significam, respectivamente, as fases de fabricação e montagem; *commissioning* representando o comissionamento e ao final a 'Ops', fase de operação.

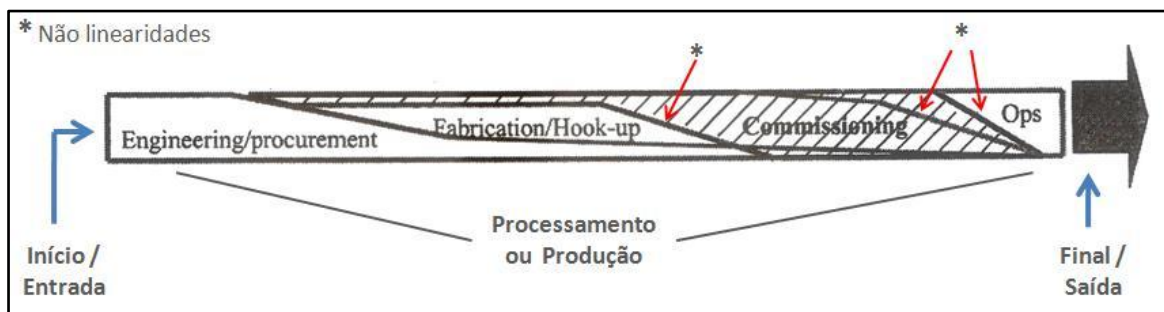


FIGURA 18 – Cadeia de Valor da produção de empreendimento.

FONTE: adaptado de BENDIKSEN e YOUNG (2005).

Realizando uma análise mais ampla e extrapolando o sistema produtivo para o cenário macro no qual este sistema apresentado na FIGURA 18 está inserido é possível identificar que surgem fatores inerentes ao próprio ramo petrolífero, como por exemplo, o alto custo (elevado volume de investimento), complexidade do processo produtivo e extensão das instalações – fatores também presentes em Costa e Lopes (2010) e Ratnayake e Matkeset (2010). Estas características peculiares trazem implicações socioeconômicas para a região na qual será realizada a implementação do empreendimento, a chave para a efetiva realização e execução está na presença das pessoas no sistema produtivo.

Em grande parte dos grandes empreendimentos da área de petróleo e gás, existe necessidade de um grande contingente de trabalhadores que ficam instalados e alojados na própria cidade da obra ou em regiões muito próxima para facilitar a logística de transporte, acesso às instalações em construção,

redução de custos operacionais com pessoal e hospedagem, dentre outras vantagens.

É importante destacar que a qualificação dos trabalhadores necessários às inúmeras atividades das múltiplas disciplinas possui uma amplitude muito grande, ou seja, conforme vai ocorrendo o desenvolvimento do empreendimento, normalmente na grande maioria dos casos, o nível de qualificação e especialização dos profissionais vai proporcionalmente aumentando, enquanto que a número de pessoas envolvidas nas atividades vai inversamente diminuindo.

Todo este contingente de pessoas utilizadas tem origem nas reais necessidades inerentes ao processo produtivo, atendendo às expectativas momentâneas da fase que estiver em desenvolvimento, porém, aprofundando e ampliando melhor esta análise é possível estabelecer que o próprio sistema produtivo em si também é gerado devido a uma necessidade específica gerada por uma demanda ou exigência, que para caso de estudo apresentado nesta monografia, está fundamentada em cumprir a legislação federal que regulamenta a emissão de poluentes por veículos automotores, assunto que está detalhado no item 2.5 da monografia.

A nova fase do PROCONVE estabelecida pela resolução nº 315 do CONAMA definiu novos prazos, estipulou o desenvolvimento de sistemas automotores mais modernos e estabeleceu novas especificações para a qualidade dos combustíveis utilizados nos diversos tipos de veículos automotores buscando reduzir as emissões de poluentes.

Porém, esta nova legislação acaba gerando implicações diversas para a companhia produtora de combustíveis que precisa expandir o parque de refino já instalado e operacional, estabelecer novos processos de produção e refino de derivados para incrementar a qualidade do produto, de maneira a reduzir os poluentes emitidos, e principalmente realizar um plano estratégico de investimentos e expansão da produção e exploração de petróleo.

Este novo planejamento envolve critérios tecnológicos para o desenvolvimento de novos processos produtivos, políticos internos a própria companhia, econômicos (fluxo de caixa e financiamentos) e ambientais.

3.2 ATORES ENVOLVIDOS NO NOVO EMPREENDIMENTO

Neste item serão apresentadas e descritas as empresas envolvidas na realização do novo empreendimento de expansão do parque de refino, conforme explicado no início do item 3 desta monografia. Por motivos de sigilo, confidencialidade e direitos autorais os nomes reais das companhias serão preservados e a elas serão atribuídas apenas letras que estarão referenciadas a um breve descritivo das principais atividades que desenvolvem e principais ramos de atuação, informações para melhor entendimento e contextualização do caso de estudo.

O cenário básico é composto por uma companhia base que realizou a contratação de todas as demais com objetivo de execução do novo empreendimento de refino e para realização de serviços técnicos. Esta companhia é uma multinacional brasileira, constituída por sociedade anônima de capital aberto do setor de energia com atuação nos setores de exploração, produção e refino de petróleo, comercialização e transporte de combustíveis e biocombustíveis, petroquímica, gás e energia elétrica, sendo denominada nesta monografia como empresa 'A' ou 'contratante'.

Uma particularidade importante em relação à controladoria da empresa contratante deve ser destacada, pois por ser uma área estratégica para o Estado brasileiro e por ter capital aberto, o controlador majoritário é a União. Este fato implica diretamente na forma de contratação de empresas para fornecimento de produtos e serviços que devem atender às leis nº 8.666 e nº 8.883 que institui normas para licitações e contratos. Todas as próximas empresas que serão descritas foram contratadas seguindo a legislação pertinente ao tipo de contratação.

A próxima empresa na realidade constitui um conjunto de três empresas nacionais e de capital fechado que se reuniram em um consórcio visando agregar o *know-how* individual em prol de objetivos mútuos formando uma empresa ou sistema maior, forma de associação conforme descrito no item 2.1 desta monografia, e agora sendo denominada de consórcio 'B'.

Estas três empresas possuem capital fechado (privado) e são da área de engenharia, projeto e construção pesada, juntas possuem atuação no ramo de petróleo e gás, petroquímica, fertilizantes, siderurgia, papel e celulose e

mineração. Dentre as diversas unidades de processo que foram atribuídas a este consórcio de empresas, as que são de interesse para o caso de estudo aqui apresentado, são as unidades de HDTI e UGH.

Outro conjunto composto por duas empresas nacionais e de capital privado também foi formado com objetivos em comum, conforme detalhado no item 2.1, anteriormente apresentado, porém, para o caso deste específico deste consórcio, agora denominado consórcio 'C', foram atribuídos projetos referentes às unidades auxiliares das unidades principais de processo produtivo e a expansão de áreas já existentes e operacionais relacionadas com energia elétrica e vapor. Estas atribuições são coerentes com as atividades que as duas empresas que formam o consórcio desempenham, pois uma delas possui atuação na construção civil, saneamento, telecomunicações, dutos e locação de equipamentos e a outra é uma empresa de engenharia elétrica, projetos e de execução de obras e montagens industriais.

As unidades auxiliares são unidades menores que as responsáveis pelo processo de refino e realizam controle e transformação de energias, por exemplo, energia elétrica, e abrigam salas com equipamentos de controle do processo produtivo. O maior foco de interesse do assunto desta monografia está concentrado no desenvolvimento do empreendimento que atende às necessidades operacionais e de controle do HDTI e UGH, ou seja, a subestação e casa de controle local (CCL) destinadas as duas unidade de processo.

Para desenvolver o projeto e realizar a execução das atividades do forno reformador que fica situado anexo a UGH e é de fundamental importância para o funcionamento eficiente da unidade UGH, conforme detalhado anteriormente no item 2.4.1, a empresa 'D' foi contratada. Esta empresa possui atuação em todo território nacional, capital fechado (privado) e possui o negócio todo voltado ao fornecimento de plantas industriais seguindo o modelo *turn key*, processo no qual a empresa realiza a gestão total do empreendimento e o cliente final recebe a planta industrial pronta para a operação e produção. Os principais ramos de atuação estão concentrados em petróleo e gás, petroquímica, biomassa e papel e celulose.

O fornecimento da PSA que normalmente para no fluxograma do processo é considerado um equipamento e é responsável pela purificação final

do hidrogênio gerado na UGH e no forno reformador, conforme explicado no item 2.4.2 desta monografia, foi contratada uma empresa estrangeira (Alemanha). A companhia agora sendo chamada como empresa 'E', possui capital aberto, a sede está localizada na Europa, mas também possui infraestrutura produtiva no Brasil, produzindo equipamentos e desenvolvendo engenharia, tecnologia e soluções voltadas a gases especiais com múltiplas aplicações, além de comercializar e transportar gases industriais e medicinais.

As próximas três empresas que serão apresentadas são fornecedoras de equipamentos que fazem parte e são necessários diretamente ao processo produtivo do HDTI, por isso, estarão localizados e instalados dentro dos limites da própria unidade de processo que possui as atribuições de projeto, construção, montagem, comissionamento, *start-up*, pré-operação e assistência técnica sob responsabilidade do consórcio 'B', descrito anteriormente.

A primeira empresa que necessitará instalar os equipamentos em meio à unidade de processo será denominada de empresa 'F', possui capital aberto e nacionalidade suíça, produzindo, principalmente, bombas mecânicas e dispositivos rotativos para múltiplas aplicações, atuando no ramo de geração de energia, petróleo e gás, indústria de papel e celulose, automotiva e aviação. No Brasil, possui grande infraestrutura de produção, forte representatividade técnica perante os clientes e é líder tecnológica e comercial no mercado.

A segunda empresa multinacional – chamada aqui empresa 'G' – também possui capital aberto, de origem japonesa e desenvolve atividades de projeto, manufatura e serviço relativos à turbomáquinas, compressores axiais e centrífugos, desenvolvimento de equipamentos e dispositivos auxiliares de controle de turbinas e compressores a vapor, além de realizar serviços de assistência técnica de campo. Atua ativamente no ramo de petróleo e gás, gás liquefeito de petróleo (normalmente conhecido no ramo pela sigla em inglês, *liquefied natural gas – LNG*), refrigeração criogênica, petroquímico e refinarias.

A terceira e última neste contexto e de importância e de relevância para este trabalho, denominada empresa 'H', é outra grande multinacional de origem holandesa, também de capital aberto e tendo como *holding* outra grande produtora mundial de compressores de origem escocesa. No Brasil possui apenas escritórios administrativos e uma pequena equipe técnica brasileira, atua globalmente na manufatura de compressores alternativos e centrífugos de

grande porte e especiais, desenvolve projetos, soluções e aplicações de sistemas para problemas principalmente voltados para a área de petróleo e gás, realiza reparos e *start-up* de equipamentos.

As próximas duas empresas são, principalmente no caso aqui apresentado e desenvolvido, fornecedores de serviços diretamente para a empresa 'A', mas interagindo diretamente com todas as outras empresas fornecedoras de equipamentos e instalações, ou seja, a atuação destes dois fornecedores será de precípua importância na configuração, validação de parâmetros e parametrização, integração, intertravamento e na simulação e testes dos sistemas de controle dos processos produtivos em conjunto com os equipamentos dos múltiplos fornecedores.

Esta primeira fornecedora – agora chamada empresa 'I' – para o caso aqui apresentado o foco está nos serviços realizados e agregados ao fornecimento de sistemas de controle de processo. A empresa é uma grande multinacional da Suíça, de capital aberto e atuação global, com plantas produtivas e de desenvolvimento de tecnologia no Brasil, realizando manufatura de produtos elétricos que abrangem todas as classes de tensão (baixa até extra alta tensão), máquinas elétricas girantes, de conversão e de transformação de energia elétrica, PLC, robôs, dispositivos para automação e controle residencial e industrial.

Além da manufatura também desenvolve e realiza execução de projetos de engenharia *turn key* para plantas de energia e energia renovável, redes de transmissão e distribuição, controle de processos e atua no desenvolvimento de tecnologias para o nicho de mercado no qual atua. Os setores que possui atuação são geração, transmissão e distribuição de energia (concessionárias), fornecedor de dispositivos e equipamentos para outros fabricantes, principalmente aplicações em máquinas e painéis, petróleo e gás, *offshore*, petroquímico, mineração, siderurgia, cimento e papel e celulose.

A segunda fornecedora, doravante denominada empresa 'J', possui atividade muito semelhante à anterior, porém, no contexto da aplicação deste case de estudo o foco dela é voltado para sistema e segurança de controle de processo e gerenciamento de procedimentos de emergência.

Esta empresa também é multinacional de capital aberto, originária do Reino Unido e ainda sem produção ou manufatura no Brasil, globalmente é

uma companhia de tecnologia que trabalha em conjunto com o cliente industrial ou comercial para projetar e fornecer sistemas personalizados às necessidades, desenvolve e fornece *softwares*, soluções e sistemas de segurança, controle crítico e distribuído de processos produtivos e atua no gerenciamento de operações para melhoria de desempenho e rentabilidade.

3.2.1 Subcontratados dos Atores

A grande maioria das empresas apresentadas no item 3.2 desta monografia possui contratos de prestação de serviços ou fornecimento de outros equipamentos, plenamente justificável considerando que a empresa terá o foco voltado ao negócio do qual possui e domina o conhecimento, tecnologia ou técnica produtiva e itens que não são os objetivos principais, são fornecidos por terceiro, fundamentação esta que é apresentada anteriormente início do item 2.1.

Vale ressaltar que esta condição receber recursos de fornecedores (ou terceirizar) acaba gerando uma alternância de atribuições, na qual o fornecedor de um equipamento, por exemplo, acaba sendo cliente da outra empresa que possui especialização em determinado produto ou serviço, condição semelhante a esta ocorre no sistema produtivo do empreendimento, conforme detalhado anteriormente no item 3.1 e exemplificado na FIGURA 18.

Este item apresentará os principais e mais importantes sub-fornecedores das empresas do item 3.2 desta monografia, ressaltando que são fornecedores ligados às atividades da fase de comissionamento da disciplina de elétrica e automação, motivo pelo qual implica que diversas empresas tenham e necessitem do mesmo fornecedor, porém, fornecendo recursos efetivamente necessários, úteis e compatíveis com o produto final. Para facilitar a didática e a apresentação da divisão entre empresas fornecedoras diretas e as terceirizadas, observados os mesmos cuidados de confidencialidade já mencionados, neste tópico serão atribuídos números ao invés de letras para as empresas.

A primeira delas, denominada empresa '1', é em uma multinacional brasileira, de capital aberto e com atividade de produção e manufatura de máquinas elétricas girantes destinadas a geração e transformação de energia elétrica, dispositivos de automação e proteção elétrica industrial, execução de

serviços relacionados aos produtos manufaturados, atividade de pesquisa e desenvolvimento, soluções tecnológicas, assistência técnica, produção de materiais tintorais e madeira, e atuação em agricultura, pecuária e exploração de jazidas minerais.

Possui forte atuação e presença nos segmentos de mineração, petróleo e gás, energia, naval, siderurgia, alimentos e bebidas, papel e celulose, açúcar e etanol, propulsão e tração elétrica e saneamento. Estará relacionada na função de fornecedora das empresas 'D', 'F' e 'H', considerando este caso de estudo.

Na sequência, a próxima empresa subcontratada terá relação de fornecimento com apenas duas empresas ('F' e 'H'), é uma companhia de origem americana, de capital aberto e para atender às necessidades das duas empresas que a contrataram participará do fornecimento de equipamentos e serviços uma subárea altamente especializada tecnicamente, no entanto, esta subárea não é caracterizada como uma *holding* por não se tratar de um grupo independente da empresa matriz, apenas uma divisão restrita.

A companhia principal produz e desenvolve produtos, serviços e soluções nas áreas de aviação, geração de energia elétrica, saúde e medicina (diagnósticos), transporte e energias renováveis, em especial, a subárea que realizará os serviços e fornecerá os equipamentos é especializada no sensoriamento, medição, controle e ensaios não destrutivos em equipamentos rotativos dinâmicos. A atuação está concentrada nos segmentos de petróleo e gás, geração de eletricidade e aeroespacial. Para o contexto da monografia será atribuído o número '2' para esta empresa.

As próximas três empresas fornecedoras possuem relação apenas com a empresa 'H', fornecendo a ela equipamentos, dispositivos eletro-eletrônicos e hidráulicos, controladores de processo, painéis e serviços especializados. A primeira delas, agora definida como empresa 3, é uma multinacional de origem suíça, possui capital fechado e é líder em tecnologia de automação e sistemas de controle hidráulicos para compressores, além de desenvolver outras soluções de automação hidráulica e de engenharia mecânica, produzir e fornecer componentes hidráulicos e eletrohidráulicos para outros fabricantes.

A segunda empresa, aqui chamada de empresa 4, é de capital fechado e totalmente nacional, produz e manufatura produtos e equipamentos para

automação industrial, controle, proteção elétrica, realiza projetos de pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e estudos elétricos e executa serviços de consultoria, construção, montagem, *start-up*, manutenção industrial e assistência técnica em PCH e plantas industriais. A atuação está concentrada no setor sucroalcooleiro, *offshore*, petróleo e gás e PCH.

A terceira e última empresa que está relacionada como fornecedor exclusivo da empresa 'H' será denominada de empresa 5, a qual possui origem holandesa, capital aberto e produz, manufatura e desenvolve a engenharia de componentes elétricos, eletrônicos e de automação a prova de explosão para utilização em áreas classificadas (melhores explicações ao final do item 2.6 desta monografia), além de desenvolver sistemas de segurança e controle de processos. Atua globalmente e possui renome técnico principalmente nos segmentos de petróleo e gás, petroquímico e *offshore*.

Relacionado com o consórcio 'C' na forma de subcontrato no fornecimento de equipamentos e serviços está a empresa de sistemas de energia e automação, aqui denominada '6', nacional, de capital fechado e totalmente brasileiro, atuando na fabricação e manufatura de equipamentos elétricos de potência, executando projetos para geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e na prestação de serviço correlatos. Possui ampla atuação e presença no ramo da mineração, siderurgia, petróleo e gás, cogeração, cimento, água e esgoto, aeroportos e telecomunicações.

Para facilitar o entendimento e organizar melhor e de maneira didática, no QUADRO 2 é apresentada a relação de todas as empresas descritas anteriormente no item 3.2 e um breve relato sobre o produto final a fornecido pela empresa, além de apresentar a relação de contratação entre as empresas, conforme apresentado anteriormente no item 3.2.1 e coluna 'Subcontrato' do QUADRO 2.

Ator	Subcontrato (item 3.2.1)	Descrição da atividade produtiva	Produto	Tipo
A	---	Energia, exploração, produção e refino de petróleo	Contratante	--
**B	---	Engenharia, construção e execução de obras	Unidade HDTI /UGH	I
**C	---	Engenharia civil e elétrica, projetos, execução de obras e montagens industriais	Subestação / CCL	I
--	6	Fabricação e manufatura de equipamentos elétricos de potência e de proteção elétrica	Painéis e relés	E / S
D	---	Fornecimento plantas industriais – <i>turn key</i>	Forno reformador	I
--	1	Produção e manufatura de máquinas elétricas girantes	Motores	E / S
E	---	Engenharia, produção de equipamentos e gases	PSA	E
F	---	Bombas mecânicas rotativas	Bomba rotativa	E
--	1	Produção e manufatura de máquinas elétricas girantes	Motores	E / S
--	2	Sensoriamento e controle de equipamentos rotativos	Sensores	E / S
G	---	Projeto e produção de compressores	Compressor	E
H	---	Projeto e produção de compressores	Compressor	E
--	1	Produção e manufatura de máquinas elétricas girantes	Motores	E / S
--	2	Sensoriamento e controle de equipamentos rotativos	Sensores	E / S
--	3	Automação e sistemas de controle hidráulicos para compressores e serviços de <i>start-up</i>	Atuadores	E / S
--	4	Produção e manufatura de painéis e sistemas de controle e proteção elétrica	Painéis	E / S
--	5	Produz, manufatura e desenvolve componentes elétricos e de automação para áreas classificadas	Painéis	E / S
I	---	PLC, controle de processos, configurações	Integração e testes de sistemas	E / S
J	---	PLC, sistemas emergenciais de controle de processo, configurações	Configurações e testes do sistema	E / S

QUADRO 2 – Relação de empresas e as respectivas referências e relações de fornecimento para o caso de estudo.

FONTE: O autor (2014).

No QUADRO 2 apresentado anteriormente, a coluna 'Tipo' apresenta a característica do recurso que será fornecido seguindo três atribuições, das quais (E) indica fornecimento de equipamentos pela empresa, (I) representa a produção de instalações industriais e (S) indica a prestação de serviços, principalmente, de caráter técnico para as empresas contratantes. Ainda considerando o mesmo quadro, a coluna 'Atores' possui dois casos nos quais a letra referenciada aparece acompanhada do símbolo (**), o que indica que empresas estão organizadas na forma de consórcio buscando atender ao fornecimento direto para a empresa 'A'.

Expandindo e aprofundando a análise ainda desta mesma coluna é possível perceber que com exceção das empresas 'I' e 'J', que possuem característica de fornecimento predominante de serviços, todas as demais empresas subcontratadas, conforme item 3.2.1 desta monografia, fornecem conjuntamente equipamentos e serviços.

A explicação para esta peculiaridade reside no fato que por serem equipamentos e sistemas que diferem muito do negócio da empresa contratante e por razões contratuais de garantia e principalmente pela assistência durante o *start-up*, a compra do produto acaba sendo acompanhada pela prestação do serviço técnico especializado.

Analogia muito semelhante também é compartilhada em Nóbrega (2011) ressaltando que o próprio fabricante é o mais indicado a estar presente neste momento de *start-up* devido ao domínio técnico e conhecimento do equipamento, sistema de controle e funcionamento.

Analisando a coluna 'Subcontrato' do QUADRO 2 em conjunto com o descritivo anteriormente detalhado do item 3.2.1 é possível perceber que duas das empresas são fornecedoras simultâneas para outras empresas, porém, é muito salutar destacar que os fornecimentos são independentes, os recursos ou serviços são personalizados de acordo com a necessidade do cliente contratante e estão em conformidade com escopos e contratos específicos individuais.

3.2.2 Disposição Física das Instalações (*layout*)

Neste item é apresentado o arranjo físico do modo como as unidades de processo e equipamentos ficaram dispostos após a realização das atividades das empresas envolvidas na construção das novas unidades de processo, ou seja, apresenta de forma objetiva a localização espacial das unidades e quais foram as empresas responsáveis pela execução, análogo a forma como foi disposto no QUADRO 2 com fornecedores e subfornecedores.

Na FIGURA 19 é apresentado o *layout* após a finalização das múltiplas atividades de fornecimento, como por exemplo, instalações e equipamentos, porém, é necessário destacar que a figura simboliza apenas esquema da disposição das principais estruturas, instalações e equipamentos de interesse e previamente abordadas nesta monografia.

Para que a representação fosse totalmente compatível com instalações reais seria necessário representar todos os cabos elétricos, de sinal e para instrumentos, tubulações e demais recursos auxiliares ao processo e de segurança, fato que inviabilizaria um esquemático reduzido e contemplando apenas os assuntos pertinentes a monografia.

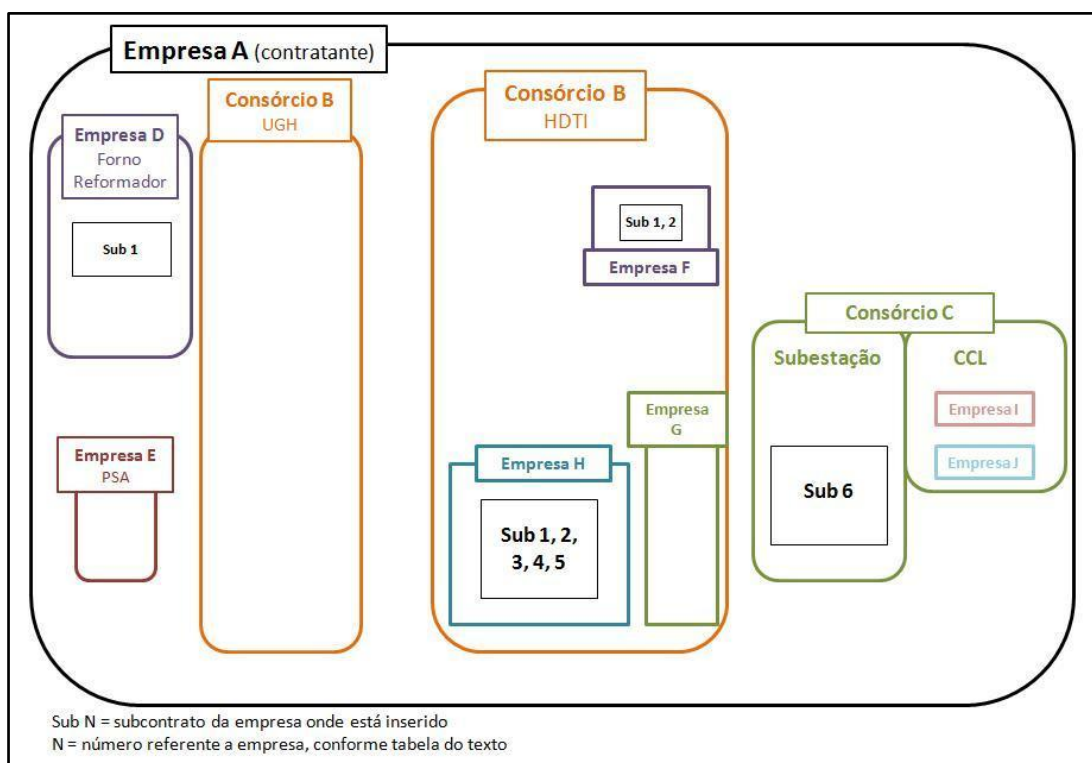


FIGURA 19 – Arranjo espacial da disposição das unidades de processo, auxiliar e equipamentos e as respectivas empresas responsáveis pela execução.

FONTE: O autor (2014).

3.3 ESTRUTURA E FLUXO DE PRODUÇÃO

O objetivo deste item é apresentar e demonstrar a principal sequência do processo produtivo relativo às unidades de processo UGH e HDTI que são de interesse para esta monografia. Não são abordados processos físico-químicos, cargas das unidades ou detalhes operacionais específicos da operação das unidades, o foco está concentrado na dinâmica do processo produtivo, ou seja, na identificação da principal característica do processo que reside na sequência de etapas em cascata ou encadeada para produção dos derivados.

Esta característica produtiva em cadeia é inerente a própria forma de produção dos derivados de petróleo, característica exemplificada na FIGURA 11 na qual são apresentados os diversos processos produtivos em cadeia necessários à obtenção final de combustíveis, GLP e outros produtos. Esta configuração de processos em cadeia acaba gerando implicações no desenvolvimento das atividades de comissionamento e no *start-up* das novas unidades, pois conforme explicado anteriormente no item 3.1 e representado na FIGURA 17 após a completa finalização da execução das atividades de comissionamento, imediatamente é iniciado o *start-up*.

De maneira simplificada e macro o processo produtivo para produção de combustível compatível com as novas legislações ambientais brasileiras tem início com o processo de reforma do gás natural (SMR), passando para a etapa de maximização do aproveitamento de hidrogênio na unidade UGH para então passar a PSA com a saída de hidrogênio de alta pureza, conforme detalhado nos itens 2.4.1 e 2.4.2 desta monografia.

Em relação à dinâmica produtiva esta sequência apresenta algumas características importantes, o forno reformador, após iniciado o funcionamento, opera de modo contínuo e ininterrupto e enviando constantemente produto para a UGH, que também opera neste mesmo ciclo e a parada do forno reformador por qualquer motivo implica na para da UGH.

O produto resultante da UGH – hidrogênio – também é enviado em ritmo contínuo para a PSA que devido às características inerentes ao processo produtivo (peneiras moleculares) e em devido ao arranjo do equipamento (vasos), o ciclo de trabalho ocorre em bateladas e são aproveitados alguns dos

próprios vasos para armazenamento do produto. Esta etapa produtiva pode ser entendida como um estoque (“pulmão”) intermediário que permite suprir a etapa seguinte do HDTI (detalhado no item 2.4.3 desta monografia) por determinado tempo caso ocorra alguma interrupção ou falha nos processos anteriores.

A etapa seguinte consiste na produção do novo tipo de combustível propriamente dito, realizado na unidade HDTI que recebe dois produtos principais para o processo produtivo, o combustível e o hidrogênio proveniente da unidade UGH. Diversos outros recursos como, por exemplo, vapor, água de máquina, ar de instrumento, eletricidade, entre outros, também são de fundamental importância para o funcionamento da unidade e para a realização do processo produtivo em si.

Porém, por serem muitos e diversificados recursos, buscando simplificar a análise de um processo de alta complexidade e devido ao escopo desta monografia, os insumos de entrada do processo produtivo ficaram resumidos aos dois produtos de interesse apenas, combustível (razão da realização do empreendimento) e o hidrogênio (fundamental para o processo).

A unidade de HDTI também opera de modo contínuo e depende diretamente do suprimento de hidrogênio proveniente da PSA e do combustível enviado de outras unidades de processo que não estão contempladas nos estudos desta monografia.

Devido ao porte da unidade, caso apenas um dos dois insumos essenciais (hidrogênio) tenha o fornecimento interrompido, a unidade pode permanecer em funcionamento, porém, sem produção por um período de tempo limitado. Na FIGURA 15 é apresentado o fluxograma de uma unidade de HDTI, contemplando melhor as etapas e os múltiplos equipamentos dinâmicos e estáticos empregados no sistema produtivo.

3.4 CONTROLE E AUTOMAÇÃO E O PROCESSO PRODUTIVO

Conforme explicado e descrito anteriormente nos itens 2.4 e 3.3, é inerente próprio processo produtivo a alta complexidade nas operações e para ser possível e economicamente viável a realização produtiva torna-se necessário a utilização de modernos sistemas eletrônicos de controle,

instrumentos, sensores e equipamentos e dispositivos diversos para controle e monitoração da produção das unidades isoladamente e também para o gerenciamento global da cadeia produtiva, atividades que são desempenhadas por sistemas de controles, conforme detalhado anteriormente no item 2.2.1.

Ao longo do tempo e com o advento da revolução industrial e tecnológica os sistemas de controle foram sendo aperfeiçoados à medida que a os dispositivos eletrônicos e da automação foram sendo aperfeiçoados. Para desempenhar as múltiplas funções necessárias aos sistemas de controle, principalmente em plantas industriais de grande porte, sistemas produtivos ou equipamentos complexos, é utilizado CLP.

O CLP consiste em um conjunto de dispositivos eletrônicos de controle com possibilidade de utilização de múltiplas entradas e saídas (I/O's), detalhado no item 2.2.2 desta monografia, e que possibilitam controle, supervisão, comando processamento e intertravamento dos sistemas produtivos e equipamentos que possuem grande quantidade de variáveis que necessitam de controle e comando de campo, além da flexibilidade da instalação nos mais hostis ambientes de trabalho.

Praticamente em paralelo com o desenvolvimento do CLP, a forma de estruturar a arquitetura dos sistemas de controle também foi sendo aperfeiçoada para atender as necessidades dos operadores e obter maior confiabilidade e segurança dos sistemas produtivos detentores de elevada quantidade de variáveis para serem controladas, desta forma surgindo a arquitetura de controle conhecida como SDCD, melhor detalhado e explicado anteriormente no item 2.2.3.

Com a disponibilidade destes recursos técnicos eletrônicos a tarefa de implementação das condições e restrições operacionais impostas diretamente pelas características do processo produtivo e riscos envolvidos torna-se muito mais viável. Estas restrições e condições operacionais especiais resultam do trabalho de projeto e análise conjunta principalmente das engenharias de processo e química, automação e instrumentação, elétrica e mecânica que materializam como resultado direto a matriz de causa e efeito e como resultado subsequente e indireto, o intertravamento, ambos descritos e explicados no item 2.2.4 desta monografia.

A matriz de causa e efeito e o intertravamento são parte integrante e fundamental das novas proteções de processos, pois resultam e buscam abranger de maneira global as múltiplas situações de falha e problemas operacionais que podem ocorrer no sistema produtivo mitigando as possíveis implicações destas falhas, tornando a operação, produção e manutenção segura para as pessoas envolvidas e também para instalações e equipamentos.

Esta concepção de operação e produção segura, principalmente em ambientes produtivos de produtos inflamáveis, é compartilhada em Jordão (2002) e por Borges (1997), enquanto que Feigenbaum (1994a) aborda a segurança no âmbito do produto, mas analisando que uma nova instalação produtiva para refino é resultado de um processo produtivo e que o cliente final consiste nos operadores do processo, também é muito válida a analogia e consideração de segurança do produto final.

Em sistemas produtivos, principalmente, os que utilizam reações e transformações físico-químicas e complexos equipamentos ao longo do processo, características precípuas do refino de petróleo, é importante destacar que a condição segura não necessariamente reside no desligamento total dos equipamentos e instalações, pelo contrário, em muitos dos casos é de fundamental importância que sistemas sejam acionados para realizar a parada do sistema, em especial sob condições de emergência ou contingência no processo produtivo, considerações e análise muito parecidas com Bega (2003).

Aliando o fato do tamanho do sistema produtivo com a necessidade de acionamento das múltiplas cargas elétricas ao longo do processo surge a concepção nos sistemas de potência do CCM, detalhado anteriormente no item 2.2.5. A característica principal deste arranjo consiste na concentração de grande quantidade de cargas elétricas com potência reduzida, para o caso de aplicações com equipamentos de maior potência o novo arranjo concentrará menor número de cargas com potência maior e sendo normalmente denominado de centro de distribuição de cargas (CDC).

Para o sistema elétrico de potência, incluindo CCM, CDC ou outros arranjos ou cargas com potência muito alta, as funções de monitoramento, comando e proteção são realizadas por dispositivos especialmente destinados a estas funções, os chamados relés de proteção. Porém, em geral, para manter a sistemática global dos sistemas de controle, em plantas que já utilizam o

SDCD, um arranjo similar a este é estabelecido para supervisionar o funcionamento destes sistemas, o chamado sistema de comando e monitoração distribuído (SCMD).

3.4.1 Pré-Comissionamento ou Comissionamento Estático

Conforme apresentado na FIGURA 18 a atividade de comissionamento é muito ampla no contexto da cadeia de valor de um sistema produtivo de um empreendimento de engenharia, de maneira que as primeiras atividades iniciam durante a execução da fase inicial de engenharia, projeto e suprimento dos recursos, início que ocorre antes mesmo do começo das atividades de construção e montagem (ou produção e manufatura).

A fase do comissionamento de maior interesse e principal foco da análise do caso de estudo desta monografia reside na execução das atividades técnicas da disciplina de elétrica e automação, ou seja, fase de realização dos testes dinâmicos ou a quente (acionamento de cargas) e simulações dos sistemas operacionais sob condições restritas de processo – momento no qual as diversas energias, como por exemplo, térmica e elétrica, começam a circular na unidade que estava em processo de construção e montagem. Anteriormente no item 3.4.2 é apresentado e contextualizado a realização destas atividades, porém, algumas atividades, também de comissionamento, precedem eminentemente esta fase e são pré-requisitos para esta execução dinâmica, são basicamente atividades de verificação, inspeção e validação da infraestrutura de acordo com o projeto.

As principais atividades desta fase preliminar podem ser listadas e brevemente descritas da seguinte maneira:

- Montagem, localização e identificação do equipamento em campo;
- Identificação dos cabos de alimentação e comando no próprio equipamentos ou dispositivo e também na fonte de alimentação – normalmente gaveta do CCM;
- Conexão e torqueamento das conexões na carga e no alimentador;
- Encaminhamento dos cabos nos leitos e bandejas atendendo a condição de segregação por diferentes níveis de tensão e passagem por caminhos (eletrodutos) conforme projetado;

- Inspeção e testes no alimentador (normalmente gaveta do CCM) e caso o fornecimento deste recurso seja realizado por terceiros é necessário exigir certificado de comissionamento do item pelo fornecedor e
- Testes elétricos para evidenciar a condição do nível de isolamento dos cabos de alimentação, controle e do equipamento.

Somente após a correta finalização destas atividades por equipes especializadas é possível passar para a etapa dos testes efetivos, porém, é necessário destacar que além da execução técnica procedimentada todas as atividades devem ser registradas e evidenciadas formalmente por meio de documentos específicos do comissionamento que serão aprovados pela supervisão ou gerência responsável e competente a estas atividades.

3.4.2 Comissionamento Elétrica e Automação

No item anterior, 3.4, é apresentado a estrutura macro da arquitetura de controle do processo produtivo que tem como base o SDCD, para as cargas auxiliares é empregado o SCMD e como sistema de segurança o ESD, todos utilizando como dispositivo de processamento, comando e controle dos sinais de campo o CLP. Na fase de comissionamento referente à disciplina de elétrica e automação todos os equipamentos e as instalações da unidade de processo têm a funcionalidade verificada e garantida por meio de testes e simulações do processo produtivo.

De maneira geral, para praticamente todas as cargas elétricas os testes e simulações seguem um padrão de verificação e testes, com exceção aos equipamentos instalados na unidade de processo que são de fornecimento por terceiros, normalmente conhecidos na área de petróleo e gás como 'pacotes', adaptações com testes adicionais ou simulações específicas para a função do equipamento pode ser necessários, por isso torna-se fundamental a presença da equipe ou representante do fabricante.

Considerando uma carga elétrica instalada em campo e fornecida pelo consórcio B (unidade de processo), como por exemplo, um motor elétrico, será

necessário primeiramente verificar o acionamento e desligamento via comando de campo, ou seja, a quase totalidade das cargas possui comando (botoeira) instalado na própria unidade para manobra pelo operador do processo produtivo.

Realizada, registrada e evidenciada a etapa anterior é possível passar para o acionamento da carga via SDCD ou também conhecido como acionamento via console, pois a carga em campo será acionada e desligada através do comando digital. Neste ponto, considerando os atores participantes deste caso de estudo, será necessário a intervenção via os profissionais da empresa I especializados e com atribuições contratuais (garantia e assistência).

O último passo, porém pode ser considerado o mais importante no aspecto da segurança pessoal e das instalações e equipamentos, é a verificação do mesmo acionamento e desligamento, mas agora via o sistema de segurança (SIS). De forma análoga a etapa anterior em relação aos atores participantes, neste momento é imprescindível a presença e atuação dos profissionais da empresa J para realização dos testes via ESD. A presente etapa e anterior permitem identificar a razão da contratação majoritária de serviços das duas empresas, 'I' e 'J'.

Outra possibilidade muito comum nos novos empreendimentos no refino é o fornecimento para a instalação de pacotes, situação que merece maior atenção e cuidados, pois de modo geral este tipo de fornecimento ocorre para equipamentos de grande porte, alta complexidade e com tecnologia restrita a pouco ou exclusivos fabricantes. Para este tipo de situação, devido a todas estas variáveis envolvidas, é comum constar no contrato de fornecimento do equipamento a inclusão dos serviços de técnicos para instalação, comissionamento e *start-up*, o item 3.2 em conjunto com as informações do QUADRO 2 demonstra esta condição.

Em relação aos testes a serem realizados, serão muito semelhantes aos descritos anteriormente para o caso de uma carga simples instalada no campo, a diferença consta no fato que a botoeira de campo é substituída por um painel de campo com muitas outras funções, o equipamento e as cargas auxiliares são controladas por PLC dedicado e exclusivo ao funcionamento do equipamento e os controles do SDCD e do ESD não possuem comunicação e atuação direta nas cargas do pacote, a comunicação, comando e controle

acontecem via o PLC do equipamento e os controles de processo e de parada de emergência.

Prosseguindo com o contexto do caso e estudo é possível perceber por meio da FIGURA 19 a existência de quatro fornecedores de equipamento na forma de ‘pacotes’, o que gera implicações nas atividades de comissionamento uma vez que a empresa fornecedora do ‘pacote’, por exemplo, empresa G, necessitaria do consórcio C para testes de acionamento e desligamento das cargas auxiliares e principal, para o acionamento via console é preciso do trabalho em conjunto com a Empresa J e para a verificação do sistema de controle de emergência será preciso o trabalho com a Empresa I.

Uma importante e fundamental diferença precisa ser ressaltada nas atividades de comissionamento dos pacotes, é usual e muito comum nos grandes e complexos equipamentos a existência de uma matriz de causa e efeito dedicada ao próprio equipamento e neste caso a verificação e validação, de cada uma das condições da matriz, é realizada pelo fabricante visando garantir a funcionalidade de todos os sistemas, instrumentos e dispositivos após a realização do processo de montagem e integração com os sistemas da unidade produtiva, minorando os risco durante a fase de *start-up* e assegurando a garantia de qualidade do equipamento.

Além da verificação de todas as condições e ações da matriz de causa e efeito, por segurança operacional do equipamento e das pessoas presentes nas instalações durante o *start-up* é realizada, após conclusão da etapa anterior, a simulação de partida ou validação do intertravamento que consiste em realizar o procedimento operacional de partida do equipamento acionando todos os sistemas e cargas auxiliares, porém, não acionando o elemento matriz principal do equipamento, normalmente representado por um motor elétrico especial e de grande porte.

3.5 PRÉ-OPERAÇÃO E OPERAÇÃO PRODUTIVA

Após a finalização das atividades descritas anteriormente no item 3.4.2, em específico para a disciplina de elétrica e automação, as unidade de processo estão prontas e aptas a iniciar a fase de *start-up*, conforme explicado no item 3.1 desta monografia e detalhado no esquema da FIGURA 16.

A realização imediata do *start-up* após a conclusão das atividades de comissionamento possui como principal finalidade manter válida todas as verificações, testes e simulações realizadas e evitar que o surgimento de novos cenários nas instalações ou nas condições operacionais impliquem na invalidação dos parâmetros já verificados e estabelecidos, pois a atividade de comissionamento é multidisciplinar, melhor detalhado anteriormente no item 2.6, e no momento do *start-up* todas as disciplinas convergem para um objetivo único, o início operacional e produtivo da nova unidade.

Por ser uma etapa que une todas as atividades realizadas pelas diversas disciplinas necessárias à realização do empreendimento, a unidade de processo produtivo, as condições de uma disciplina resultam em interferência direta ou indireta em outras, ou seja, as condições necessárias ao início produtivo de uma disciplina podem gerar implicações em outras, como por exemplo, após realizada a montagem dos internos e carga com produtos utilizados nas reações físico-químicas do processo em um equipamento estático (torre ou reator, por exemplo), torna-se necessário iniciar o processo produtivo visando preservar as características físico-químicas do conteúdo carregado no equipamento.

Outro fator muito crítico e de grande preocupação para os profissionais da respectiva área é relativo às tubulações da unidade, pois normalmente a última atividade realizada é preparação química do interior dos tubos para proteção ao ataque dos produtos que ali circulam com características particulares, muito ácidas ou básicas, por exemplo.

No caso de surgir a necessidade de postergar ou adiar por um período relativamente longo o *start-up*, torna-se necessário planejar e estabelecer com detalhes a nova data de início produtivo, o período a ser aguardado e quais as atividades e com qual periodicidade serão executadas.

As ações de preservação das instalações e equipamentos instalados em campo, pois equipamentos instalados em campo, sem utilização e sem a realização de ações preservação estão sujeitos à deterioração e ataque de agentes externos, principalmente por estarem instalados em um ambiente com características naturalmente agressiva – processos petroquímicos. Este procedimento, também de comissionamento, que estabelece a preservação

dos equipamentos e instalações e a inertização dos sistemas normalmente é denominado de hibernação.

No contexto do caso de estudo aqui analisado a primeira unidade a ser finalizada foi a unidade auxiliar de processo que é responsável pelo controle do processo, automação e alimentação das cargas elétricas das unidades HDTI, UGH, forno reformador e PSA, ou seja, a subestação que foi atribuída ao consórcio C e fornecimento de equipamentos via subcontrato com a empresa 6 foi a primeira parte do sistema produtivo a ser finalizada a construção e montagem e ser realizada todas as atividades de comissionamento.

O fato da *finalização muito antecipada* desta parte do sistema produtivo acarretou em algumas implicações técnicas e operacionais para as atividades de comissionamento relativo principalmente aos equipamentos instalados na UGH, HDTI e no forno reformador, pois como o sistema de controle e proteção das cargas elétricas – CCM e CDC – é de fornecimento do consórcio C, para realização das atividades de comissionamento relativo às cargas de campo das unidades de responsabilidade do consórcio B e da empresa D torna-se necessário apoio técnico de profissionais da empresa 6 via consórcio C. Para o caso dos grandes equipamentos fornecidos pelas empresas 'F' e 'H' a presença dos profissionais é imprescindível para realização do *start-up* devido às particularidades técnicas e peculiaridades destes equipamentos.

Outro fato de relevância na necessidade da presença de profissionais do consórcio C está relacionado com condições contratuais, seguro e assistência técnica dos equipamentos e instalações, pois os clientes desta subestação não podem e não devem realizar intervenções nas instalações e nos equipamentos sem autorização e conhecimento do responsável pelo fornecimento, implicando diretamente em perda de garantia e não cumprimento de condições de seguro e contratuais relativas ao apoio e trabalho conjunto com as equipes das empresas que possuem cargas alimentadas por esta subestação (os clientes).

A segunda unidade de processo a ser inicializado o processo produtivo foi o forno reformado seguido imediatamente pela UGH, pois estas duas unidades produtivas estão intimamente relacionadas conforme explicado anteriormente no item 2.4.1. Para a realização das atividades de comissionamento das instalações e dos equipamentos relativos à UGH foi

necessário participação e integração entre as equipes do consórcio B e C e da empresa D, pois existe interdependência entre o processo produtivo do forno reformado e da UGH.

Além da interligação entre os processos produtivos, todos os cabos de potência, controle e automação destinados ao atendimento das cargas elétricas da empresa D chegam até o forno reformador via infraestrutura da unidade de processo UGH (competência do consórcio B), as alimentações, controles e proteções destas cargas elétricas são providos e estão localizados nos equipamentos fornecidos e instalados pelo consórcio C e o controle efetivo e total do processo produtivo e as atividades de configuração e validação dos parâmetros são realizados pelos equipamentos (SDCD e ESD) e serviços fornecidos pelas empresas I e J, respectivamente, e que estão localizados nas instalações fornecidas pelo consórcio C.

Com isso, obrigatoriamente as equipes de comissionamento das unidades de processo necessitam trabalhar em conjunto com as equipes da empresas I e J e com os profissionais do consórcio C via a empresa subcontratada 6, os quais também se relacionam com os das empresas I e J, devido ao SCMD.

A terceira etapa do processo de *start-up*, ainda seguindo a sequência da FIGURA 14, foi realizado com o início operacional das instalações da PSA de fornecimento direto da empresa E, a qual interface de processo e encaminhamento de cabos de controle via unidade UGH – consórcio B – e a relação de controle de processo e do intertravamento (PLC próprio da PSA) ocorreu junto às equipes das empresas I e J, respectivamente para o controle de processo e intertravamento (segurança de processo).

A última unidade de interesse do caso de estudo da monografia a ter o processo produtivo iniciado foi o HDTI, o qual devido ao porte das instalações, alta complexidade do processo produtivo, variáveis de segurança (unidade opera com altos valores de pressão e temperatura e com produtos químicos altamente perigosos) e presença de muitos equipamentos fornecidos por terceiros, por meio de ‘pacotes’ instalados em meio à unidade de processo, acabou gerando certa a morosidade em alguns procedimentos inerentes e característicos do processo de partida.

Antes de ser possível iniciar o procedimento de partida global da unidade muitos são os recursos necessários aos processos físico-químicos produtivos, como por exemplo, carga da unidade, eletricidade, água, vapor, nitrogênio, hidrogênio, e também muitos são os subprodutos gerados na produção e que necessitam de tratamento em unidades destinadas a este propósito.

Porém, o foco de interesse desta monografia por meio da análise do caso de estudo está voltado para recursos ligados à disciplina de elétrica e automação. Para exemplificar e evidenciar esta condição de múltiplas necessidades é apresentada na FIGURA 20 contendo indicação da localização, no fluxo produtivo, dos equipamentos de interesse, as entradas dos principais insumos e saída de subprodutos e do produto final já sob especificação.

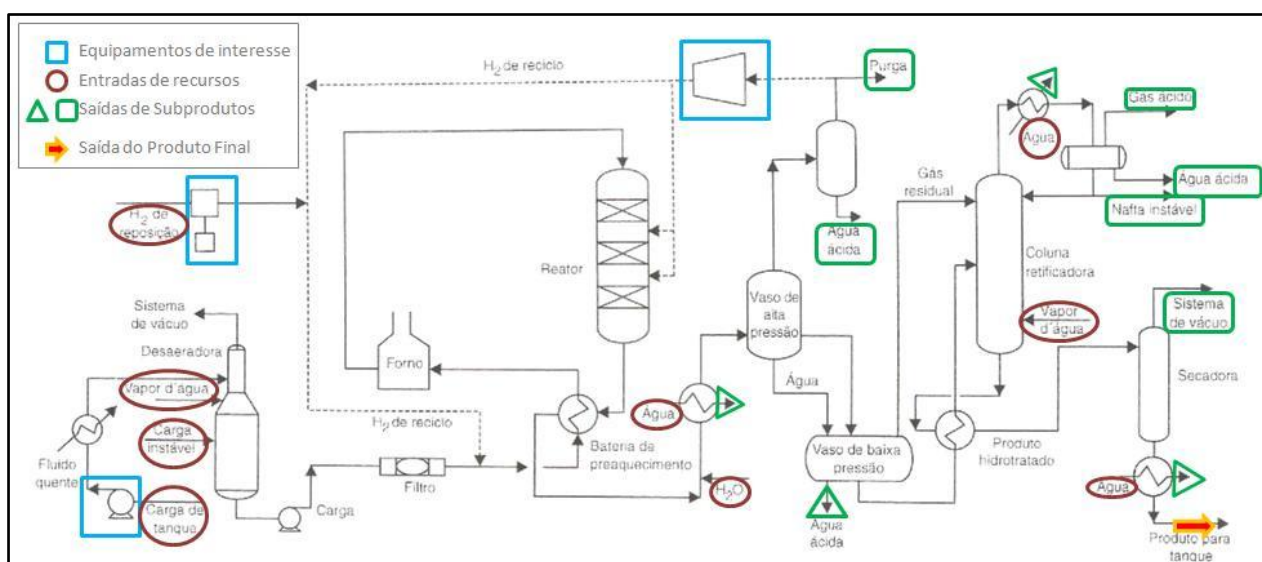


FIGURA 20 – Fluxograma produtivo do HDTI indicando entradas, saídas e localizando equipamentos de interesse.

FONTE: adaptado de BRASIL, ARAÚJO e SOUSA, 2012.

Fazendo uma análise da FIGURA 19 é possível perceber que são dois os principais equipamentos importantes para o processo produtivo e merecem relevância na disciplina de elétrica devido ao porte, criticidade operacional e alta complexidade, somando ao fato que todos estes equipamentos são fornecimento por empresas estrangeiras (F e H) e estando localizados em meio às instalações de fornecimento do consórcio B.

O equipamento fornecido pela empresa G é de fundamental importância para o processo produtivo, pois este compressor do tipo centrífugo,

detalhado anteriormente no item 2.3.2, é o responsável pela circulação do produto (carga da unidade), dentro do sistema produtivo interno da unidade, que será hidrotratada. Este equipamento em especial possui menor relevância para a disciplina de elétrica, pois o acionamento motriz do compressor é realizado por meio de turbina movida a vapor.

As atividades de comissionamento relativas ao equipamento fornecido pela empresa G tiveram relação direta com o consórcio B, uma vez que o equipamento está instalado em meio à unidade de processo e também é parte integrante e importante no processo produtivo, além desta relação também foi necessário apoio das empresas I e J, uma vez que o equipamento possui controle via PLC e precisa estar integrado a funcionalidade e intertravamento da unidade de processo.

Para iniciar o *start-up* do equipamento, de fornecimento da empresa H, é necessário produção de hidrogênio pela UGH e fornecimento via PSA para o equipamento (compressor do tipo alternativo, detalhado no item 2.3.1 desta monografia) realizar a compressão do gás – exigência do processo – sendo utilizado principal e fundamentalmente no incremento da qualidade do combustível devido à redução da emissão de poluentes quando empregado em motores veiculares.

Nas atividades de comissionamento da empresa H será necessário o trabalho colaborativo das equipes multidisciplinares do consórcio B, dos profissionais do consórcio C e das empresas I e J. A relação com o consórcio C existe devido às características particulares e grande porte do acionador motriz (motor elétrico de alta potência) e com as empresas I e J devido ao equipamento ser controlado via PLC e ser necessário a integração (intertravamento) com o sistema da unidade de produção.

Com o auxílio do QUADRO 2 é possível evidenciar a existência de cinco subfornecedores diretos contratados pela empresa H, gerando implicações diretas nas relações apresentadas anteriormente e com isso demonstrando a condição apresentada anteriormente no item 2.1 em que a companhia define qual *know-how* possui e os demais serviços ou fornecimentos podem e devem ser realizados por outras empresas, especialistas nas próprias áreas.

Neste contexto de contratação, os subfornecedores 1 e 4 – relacionados com o motor principal – estarão diretamente em contato com o consórcio C via o subcontrato da empresa 6. Internamente ao ‘pacote’ as subcontratadas 2, 3 e 5 estarão interligadas devido à natureza do funcionamento dos equipamentos por elas fornecidos. A última interrelação consta entre a empresa 5, responsável pelo controle e comando de todo o ‘pacote’, com as empresas I e J que realizam a integração do controle e comando do processo produtivo da unidade.

O equipamento fornecido pela empresa F é utilizado no bombeamento do fluido utilizado como carga da unidade, ou seja, esta bomba é a responsável por abastecer a unidade de processo com o produto que será hidrotratado. Devido à localização do equipamento em meio à unidade de processo para as atividades de comissionamento será necessária interação com o consórcio B e devido às peculiaridades do sistema acionador da bomba (motor elétrico) será necessário o apoio do consórcio C via equipe especializada subcontratada na figura da empresa 6. Este ‘pacote’ devido às características inerentes ao equipamento também possui controle via PLC o que necessita da atividade em conjunto com as empresas I e J, porém, devido à subcontratação realizada pela empresa F, a interação ocorre entre a subcontratada empresa 2 e as empresas I e J.

No caso específico do acionador motriz – motor elétrico – a empresa F, de maneira similar a empresa H, subcontratou o fornecimento do equipamento e dos serviços de outra companhia especializada nesta área, a empresa 1, que terá interação com os profissionais do consórcio C via o subcontrato da empresa 6.

É possível identificar que a mesma companhia, a empresa 1, foi contratada por três diferentes empresas integrantes deste caso de estudo, porém, é importante destacar e esclarecer que cada um dos clientes possui diferentes necessidades e particularidades, recebendo equipamentos diferentes. Além disso, a existência de contratos nacionais e internacionais individuais entre as empresas D, F e H e a companhia contratante, empresa A, estabelece profissionais específicos para cada um dos equipamentos em particular, o que também representa uma segurança do fabricante quanto a garantias técnicas e assistência técnica.

Após a finalização das atividades individuais de comissionamento destes três grandes equipamentos, aliados aos testes de performance com fluido seguro dentro da unidade de processo, é possível passar a fase de *start-up*, na qual a equipe de operação da unidade de processo em conjunto com todas as equipes e profissionais das empresas envolvidas, incluindo subcontratadas, iniciam a fase de pré-operação. Esta nova etapa difere da operação produtiva normal, quando em regime ou em campanha, devido à forma procedimentada e paulatina como é realizada e aliada a condição de monitoramento de todas as variáveis de processo pelas equipes das múltiplas disciplinas envolvidas.

A unidade de processo é mantida nesta condição de observação operacional e então passando ao monitoramento do produto final para validação da especificação técnica (físico-química), para somente após a validação o produto ser liberado para envio a tanque aguardando comercialização.

3.5.1 Operação Produtiva e o Comissionamento

O comissionamento tem início enquanto as atividades de projeto e de engenharia ainda estão no ápice do desenvolvimento durando até o momento de operação da planta industrial ou funcionamento do equipamento. Porém, a transição do comissionamento para a operacionalidade dos sistemas e produção não ocorre de modo abrupto, é possível estabelecer que ao final do comissionamento é iniciada uma nova fase, o *start-up*, com operação de sistemas individualmente e gradativamente passando para a operação com os sistemas integrados, a chamada pré-operação.

Esta fase operativa já resulta em produto final, mas que ainda não alcança as exigências de qualidade, especificação e características do produto final, que para o caso de estudo referente ao refino consiste em combustível com reduzido teor de enxofre ou também chamado de combustível hidrotratado.

O processo produtivo é do tipo contínuo de maneira que a especificação do produto final só acontece após algum tempo de produção sendo que o produto final fora dos padrões pode retornar ao processo ou então ser descartado para outro processo ou eliminado do sistema produtivo,

dependendo muito das características produto e do resultado das análises laboratoriais indicando precisamente a composição do produto.

O caso de estudo apresentado nesta monografia abordou as atividades de comissionamento concentradas na fase imediatamente a montante ao *start-up*, conforme apresentado anteriormente no item 3.4.1, pois as atividades e o processo de comissionamento em si são longos e desenvolvidos em paralelo com as fases de engenharia, projeto, suprimento e construção e montagem (produção e manufatura) e quando são finalizadas as etapas anteriores, a atividade de comissionamento possui execução exclusiva no processo produtivo, conforme melhor exemplificado na FIGURA 18.

Quando a etapa de pré-operação tem início, as manobras, controle e operação dos sistemas produtivos são realizadas pelas próprias equipes de profissionais que serão responsáveis pelo controle da unidade após a finalização do empreendimento, ou seja, o cliente final realiza a operação dos sistemas sob a supervisão e apoio das equipes contratadas para fornecimento das instalações, equipamentos, 'pacotes' e demais recursos.

Estes mesmos profissionais integrantes das equipes operacionais também estão presentes e acompanham as fases de construção e montagem e principalmente as atividades de comissionamento quando são responsáveis pela aceitação do sistema já comissionado, autorizando formalmente a utilização da parte comissionada na fase seguinte, o *start-up*.

Além das equipes operacionais existe também a presença, em menor número, de profissionais da área de manutenção do cliente final, área de apoio a operação e que será responsável por manter o pleno e contínuo funcionamento dos equipamentos e das instalações garantindo a contínua produção dos sistemas.

A presença dos profissionais durante a fase de construção e montagem contribui, principalmente, nos aspectos relativos à instalação de equipamentos e posicionamentos físicos nas instalações (*layout*) sob a ótica das necessidades de acesso e manobrabilidade da manutenção.

A reunião de tantos profissionais de múltiplas áreas do cliente e dos fornecedores demonstra o caráter crítico e preocupação com segurança das pessoas envolvidas e dos novos equipamentos e instalações, além disso, em relação aos fornecedores de instalações, equipamentos e 'pacotes' a presença

de equipes e profissionais durante o *start-up* e a pré-operação é um requisito contratual da empresa A para os diversos fornecimentos.

Para os fabricantes que estão fornecendo equipamentos e as instalações esta imposição contratual está em consonância com os critérios de internos de qualidade, pois torna possível a eles evidenciar e garantir o fornecimento (entrega) em pleno funcionamento dos recursos contratados.

Esta preocupação presente nas exigências do cliente e a garantia obtida, presencialmente, pelo fornecedor da funcionalidade do equipamento ou da instalação entregue estão fundamentadas em dois pontos muito importantes, o primeiro relacionado à confiabilidade dos sistemas que são de alta complexidade e possuem inúmeras variáveis envolvidas que podem ocasionar falhas ou problemas.

Os possíveis problemas e falhas estão relacionados, principalmente, com o fato que estes produtos são da fase de início de produção dos fabricantes e fornecedores, conforme melhor explicado anteriormente no item 2.6 e representado no Gráfico 1, e o sistema produtivo pode gerar e apresentar problemas relacionados, principalmente, com os tipos de materiais utilizados na fabricação, qualidade dos serviços executados, falhas ocultas de projeto e fadiga e desgaste precoce dos materiais durante o início da utilização.

Em relação a esta concentração dos produtos, equipamentos ou instalações, nesta fase inicial produtiva é um fato inerente e intrínseco ao processo fabril e manufatureiro destes produtos via produção por projeto, melhor detalhado no item 2.1.2 desta monografia.

Aliado ao fato que a unidade de processo produtivo é constituída por diversos equipamentos complexos e as próprias instalações são formadas por múltiplos sistemas que operam integrados é onde reside o segundo ponto de preocupação. Relacionado ao fornecimento dos equipamentos, principalmente os 'pacotes', está a impossibilidade da simulação pelos fabricantes das reais condições operacionais nas quais os equipamentos estarão submetidos, pois estas condições estão relacionadas com instalações produtivas complexas e com características muito peculiares e personalizadas para cada cliente, conforme item 2.1.2 desta monografia.

Além disso, estas próprias instalações, nas quais estarão inseridos os equipamentos, constituem outro fato importante, pois as instalações físicas

nunca foram submetidas às condições processuais nominais, ação impossível de ser realizada devido às características inerentes ao sistema produtivo de produção por projeto de engenharia.

3.5.2 Suprimentos e o Comissionamento

A abordagem particular do comissionamento no caso de estudo da monografia, foco nas atividades da fase anterior ao *start-up*, acaba revelando alguns fatos importantes e críticos ao processo de execução, pois todo o tipo de problema ou dificuldade que não foi resolvido até esta etapa precisará ser resolvida e com possibilidade de implicações e ônus, principalmente, aos prazos estabelecidos para a operação produtiva, entrega do empreendimento ao cliente e possíveis custos adicionais relacionados à multas e outras penalidades contratuais.

Retomando o contexto anterior do caso de estudo e considerando as implicações anteriormente descritas, quando uma modificação de projeto relativo ao processo produtivo é gerada pelo cliente final, no caso a empresa A, condição que envolve a análise de profissionais altamente capacitados, é necessária a avaliação detalhada por uma equipe multidisciplinar para estabelecer quais serão os impactos diretos e indiretos.

Estes impactos estão relacionados às instalações e equipamentos ('pacotes') das unidades de processo que são de fornecimento por parte das empresas contratadas. consórcio B ou C ou empresas D, E, F, G ou H, por exemplo. Sendo tecnicamente validada a modificação é necessária análise jurídica contratual para confirmar a execução ou então gerar um aditivo para cobrança da modificação não contemplada e nem coberta pelos contratos.

Superada esta fase administrativa a próxima etapa é a execução da modificação, ou seja, todas as necessidades são verificadas e estabelecidas e tem início o processo produtivo de engenharia, projeto e fornecimento para esta pequena modificação. Após a obtenção dos recursos, instalação e montagem nas instalações da unidade de processo ou auxiliares, todas as atividades de comissionamento são realizadas para somente então passar a fase de *start-up*. Este fato é melhor exemplificado, no contexto da elétrica e automação, quando a modificação no processo gera modificação nas cargas

elétricas, por exemplo, modificação da potência de um motor, equipamento comum no ambiente industrial e nos processo produtivos.

Esta nova necessidade que, normalmente, é gerada pela empresa A é passada ao consórcio B que detêm a atribuição da unidade de processo e também ao consórcio C que detêm responsabilidade de fornecimento da subestação, porém, é importante destacar que o fornecimento de CCM, CDC e outros painéis para o consórcio C é terceirizado via empresa 6 que também precisa ser informada da alteração para execução das respectivas modificações.

Apenas esta delegação pela empresa A as contratadas acaba não sendo plenamente suficiente para contemplar plenamente a execução e ainda satisfazendo as condições técnicas e contratuais, pois na disciplina de elétrica e automação não são permitidas, por força de contrato e de normas técnicas, emendas nos cabos de potência, controle e automação. Este último fato acaba gerando uma situação muito complexa de ser gerenciada devido ao porte das unidades que utilizam inúmeras cargas e pela necessidade de um fluxo de informação entre os envolvidos muito eficiente.

Na execução técnica final o impacto gerado reside no posicionamento final da gaveta no CCM, CDC ou outro painel destinado a esta nova carga, ou seja, desde a unidade de processo onde esta localizada esta carga até chegar à subestação os cabos são acondicionados em infraestruturas de leitos ou bandejas apropriados e atendendo exigências de segregação por nível de tensão.

Por reunirem grande quantidade de cargas por unidade de processo, os CCMs, em particular, acabam tendo grande extensão linear e para chegar até o elemento alimentador, gaveta, o cabo é encaminhado por leitos e bandejas no porão da subestação até chegar à região inferior do local onde são conectados na respectiva gaveta.

A simples modificação da potência de uma carga acaba gerando múltiplas implicações e em relação ao elemento alimentador, a gaveta, como por exemplo, a necessidade de adequação dos dispositivos internos destinados a proteção elétrica dos cabos e da própria carga. Quando o novo valor nominal da potência da carga assume valores acima ao anteriormente estabelecido a modificação dos internos resulta em uma gaveta com nova dimensão que é

incompatível com a antiga locação, pois a estrutura construtiva básica do painel não permite alterações, com isso, é necessário rearranjar o posicionamento. Em muitos dos casos esta nova localização dista muito do ponto original no qual os cabos foram dimensionados em comprimento e cortados para conexão.

Para solucionar esta condição relacionada ao comprimento do cabo e ainda preservando condições contratuais e normativas relativas às emendas de cabos, é iniciada uma ação com desdobramentos em cadeia, ou seja, a análise e realização do rearranjo de outra carga para colocação da nova. Porém, inevitavelmente, este rearranjo gera outra modificação em outra carga diferente e à medida que as modificações se sucedem, novos cenários vão se formando até culminarem em uma solução com menor impacto técnico e financeiro.

Depois de solucionado o problema de alocação da nova carga com potência maior e também do rearranjo de outras indiretamente impactadas devido ao efeito cascata, a nova gaveta com novos dispositivos de proteção adequados e dimensionados para a nova potência, tem início, novamente, o procedimento de comissionamento relativo a esta gaveta.

Mesmo considerando, ainda para o exemplo da alteração da potência do motor, a possibilidade de apenas substituir a gaveta inteira por outra compatível com as novas especificações técnicas, é necessário que todas as atividades e procedimentos de comissionamento sejam realizados, afinal esta substituição representa a inserção de um novo elemento no sistema.

Em relação aos cabos elétricos, de automação e instrumentação, o contrato de referentes às instalações, unidades de processo e equipamentos prevêm o fornecimento, porém, as cláusulas referentes a estes itens possuem características muito particulares nas formas de medição financeira e evidência do quantitativo realizado em campo, devido às peculiaridades inerentes ao trabalho de lançamento dos cabos.

A atividade de lançamento de cabos consiste em instalar corretamente, inclusive com padrões normatizados, os diversos cabos de potência, controle e sinal nas infraestruturas destinadas a esta finalidade de maneira a interligar o elemento de campo a fonte alimentadora ou de controle.

Para a realização destas atividades são demandados inúmeros trabalhadores ao longo de todo o percurso por onde os cabos serão acondicionados e considerando as longas dimensões de comprimento e altura

das unidades de processo que necessitam ser percorridas, estas atividades demandam um grande contingente de trabalhadores e muitas vezes sob condições adversas – por exemplo, espaços confinados e trabalhos em altura – por isso, estas atividades normalmente são realizadas em lotes que contemplam todas as cargas referentes da respectiva unidade de processo.

Uma vez que o cabo este devidamente acondicionado na infraestrutura é deixado uma pequena sobra para conexão no elemento de campo e outra para a conexão no elemento alimentador ou de controle. Esta sobra possui como finalidade permitir a correta e adequada finalização e conexão física entre os cabos e os bornes, de maneira que este comprimento adicional não possibilita alterações na alocação do elemento alimentador, conforme a situação colocada anteriormente.

Caso seja necessário remover um cabo já instalado a probabilidade de reuso deste cabo é muito baixa, pois seria necessário encontrar precisamente uma situação com demanda de comprimento inferior, as equipes necessitariam remover o cabo, na nova localidade ele deveria ser reinstalado e após todos os testes de comissionamento o cabo precisa estar em condições técnica.

Supondo que as condições técnicas invalidem o cabo, resultado principalmente decorrente de danos físicos à estrutura, será necessário repetir todo o procedimento, gerando mais custos de pessoal e material, com isso, torna-se muito mais vantajoso a substituição imediata por outro cabo novo. Os custos inerentes ao cabo inutilizado serão avaliados contratualmente entre a contratante e o fornecedor, por isso das particularidades jurídicas quanto ao fornecimento dos cabos.

Retomando o exemplo anteriormente explicado, sobre a alteração da potência nominal de um motor elétrico, representa apenas uma pequena condição pontual inserida dentro de um horizonte muito mais amplo relativo à unidade de processo como um todo. Analisando o cenário macro deste sistema produtivo das unidades de processamento de combustíveis apresentado neste caso de estudo, no qual o fornecimento das instalações e equipamentos relativo à complexa cadeia produtiva foi fracionado entre diversas empresas e consórcio, a finalização das instalações atribuídas a um fornecedor acaba se tornando o pré-requisito para outro finalizar as atividades de comissionamento e iniciar o *start-up*.

Analisando a cadeia produtiva de forma global, com auxílio da FIGURA 14 e da FIGURA 15, nesta ordem, é possível perceber que elas conectadas e encadeadas e fazendo uma analogia, representam uma rede de precedência na qual para se passar para o *start-up*, pré-operação e até obter o produto final (diesel hidrotratado) são necessárias unidades e equipamentos em certa ordem de finalização. Sob este aspecto produtivo e operacional e considerando o contexto do caso de estudo, a primeira necessidade para este sistema consiste na subestação de fornecimento do consórcio C de maneira que seja disponibilizada energia elétrica para acionamento das cargas e arquiteturas para controle, comando, proteção e automação destas cargas e do processo produtivo.

Uma particularidade em relação ao fornecimento das instalações da subestação merece ser destacada, pois a subestação, incluindo a CCL, foi finalizada muito antes de todas as demais instalações e equipamentos do contexto do caso de estudo, detalhado na FIGURA 19.

A segunda exigência consiste na finalização do forno reformador, de fornecimento da empresa D, para realizar produção de hidrogênio que é enviado à unidade seguinte para maximizar a produção. Para que possa ocorrer a plena operação do forno reformador, a próxima etapa consiste na finalização da UGH sob a responsabilidade do consórcio B, pois os sistemas produtivos e de controle de processo do forno reformador estão integrados e intimamente ligados à UGH. Para obter o produto, hidrogênio, com as especificações de alta pureza surge a função da PSA, equipamento de fornecimento estrangeiro sob domínio da empresa E.

Na sequência produtiva, a fase final e onde ocorre o hidrotratamento do diesel, consiste no fornecimento da unidade de HDTI de responsabilidade do consórcio B, porém, é importante destacar que os equipamentos instalados em meio à unidade de processo, fornecidos pelas empresas F, G e H, são requisitos imprescindíveis para a finalização da unidade.

Para exemplificar a ordem de finalizações das instalações, foi montada a FIGURA 21 na qual é apresentado o fluxo das necessidades de finalização das múltiplas unidades e equipamentos do empreendimento para atender ao processo produtivo.

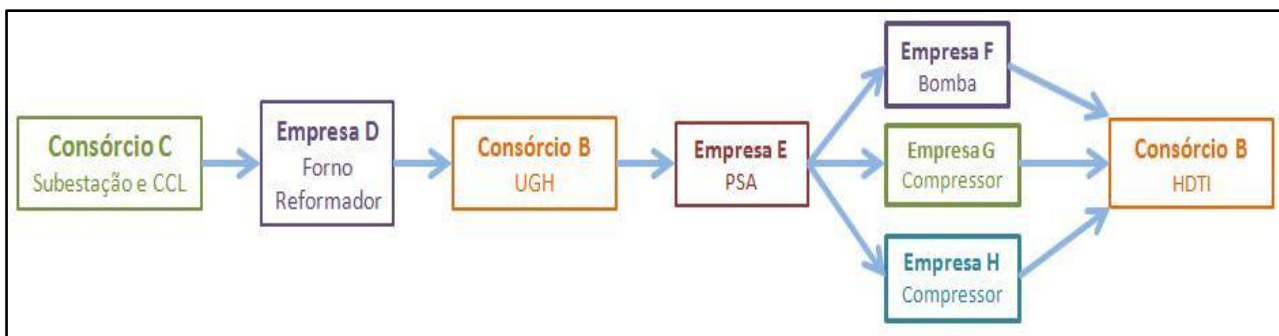


FIGURA 21 – Fluxo das necessidades de fornecimento (pré-requisitos).

FONTE: O autor (2014).

Na FIGURA 21 é apresentada a sequência com as necessidades ou pré-requisitos para obtenção do produto final especificado, proveniente do processo produtivo da unidade de HDTI. Esta abordagem é totalmente voltada ao objetivo final, produto sob especificação, por meio da finalização das diversas etapas que consistem na finalização e operacionalidade das unidades individualmente, motivo pelo qual este fluxo é muito similar ao fluxo de processo apresentado anteriormente nos itens 2.4.1, 2.4.2 e 2.4.3.

Porém, quando foco passa a ser as atividades de comissionamento a sequência do fluxo de necessidade apresenta outro tipo de arranjo, pois apesar do objetivo ser muito similar, na primeira é combustível hidrotratado e nesta o objetivo é o *start-up* que culmina na operação e produção, resultado no mesmo produto, as atividades referentes aos múltiplos integrantes podem ser realizadas em paralelo.

No contexto do caso de estudo significa que o consórcio C ainda permanece como peça inicial e fundamental para todas as demais atividades nos equipamentos e unidades, porém, depois da finalização das atividades é possível iniciar o comissionamento de todas as instalações e equipamentos, excetuando-se a PSA de fornecimento da empresa E que necessita da conclusão do comissionamento da unidade UGH para início das atividades. Para ilustrar melhor este fluxo, a FIGURA 22 apresenta a sequência para execução das atividades de comissionamento.

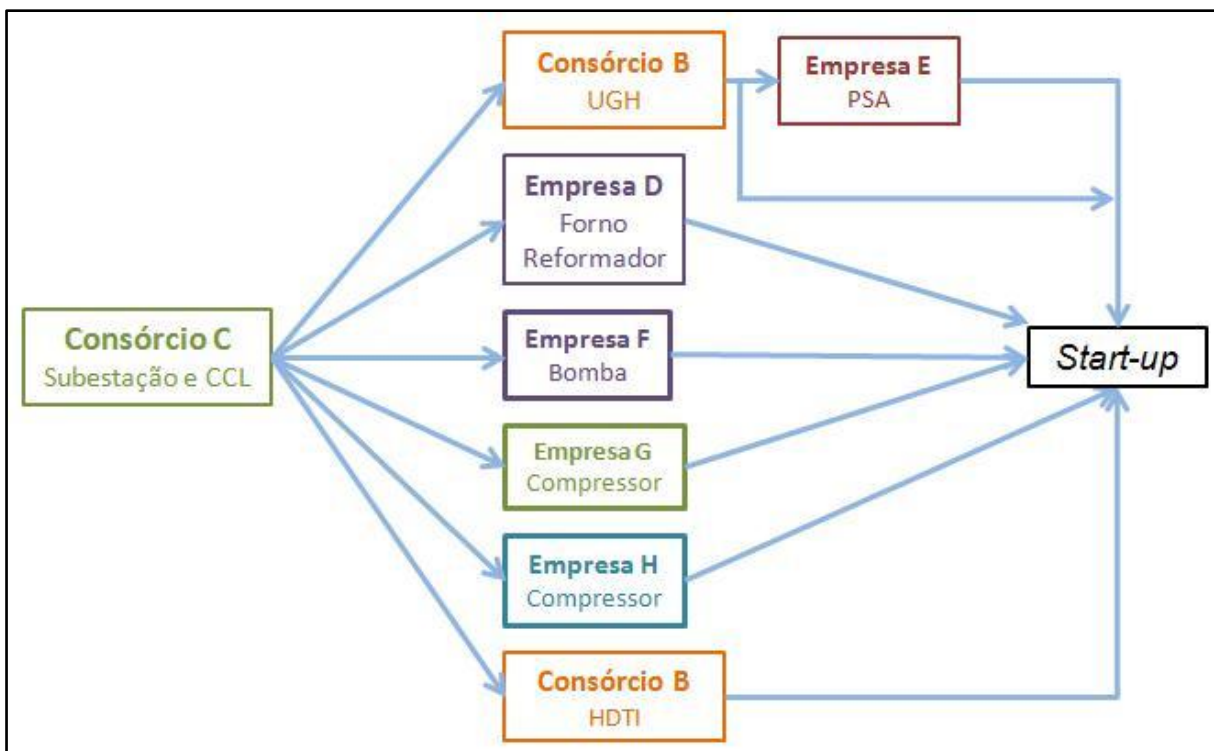


FIGURA 22 – Fluxo de prioridades para realização das atividades de comissionamento no caso de estudo.

FONTE: O autor (2014).

As atividades realizadas na UGH pelo consórcio B impactam apenas no início das atividades da empresa E (PSA), de maneira finalizadas as atividades é plenamente possível passar para a etapa de *start-up* da UGH.

Conforme explicado anteriormente, a finalização das instalações da unidade auxiliar (subestação), incluindo fornecimento dos equipamentos subcontratados, e das atividades de comissionamento ambos de responsabilidade do consórcio C são condições básicas para a produção e fundamentais para o início e o desenvolvimento das atividades de comissionamento nas demais unidades e equipamentos ('pacotes').

Um contraste a estas implicações reside na situação do término e entrega muito antecipada ao cliente final do total das instalações da subestação e CCL pelo consórcio C. Esta situação gera implicações técnicas para as atividades de comissionamento das unidades e equipamentos alimentados e controlados por equipamentos fornecidos com as instalações, pois para os testes e simulações do acionamento das cargas é necessário apoio das experientes equipes do fornecedor do alimentador (consórcio C ou subcontratadas) e no momento do *start-up* a presença é quase obrigatória por

questões contratuais, garantias e apoio em eventuais demandas por ajustes elétricos e funcionais dos equipamentos da subestação, conforme explicado no início do item 3.5 desta monografia.

Esta demanda por profissionais da área técnica em determinadas fases específicas do comissionamento aliado ao longo processo desta atividade, conforme apresentado na FIGURA 18, aponta e revela que as necessidades de recursos humanos gradualmente sofrem incremento conforme a quantidade de atividades aumenta e à medida que novas atividades são iniciadas devido às finalizações dos trabalhos de construção e montagem ou produção e manufatura das instalações e equipamentos.

O ápice da demanda do recurso humano no comissionamento fica localizado no momento da execução das atividades relativas ao pré-comissionamento, descrito anteriormente no item 3.4.1, principalmente devido às demandas geradas pela necessidade da realização de trabalhos integrados entre múltiplos fornecedores.

No período de *start-up* todo o contingente de profissionais relacionados com a execução direta e indireta do comissionamento são necessários à realização e finalização de atividades e justamente desta etapa em diante é quando a demanda por profissionais mais especializados aumenta.

Nas fases seguintes, principalmente durante o final do *start-up* e início da pré-operação, a atuação rápida, efetiva e integrada dos inúmeros profissionais e equipes multidisciplinares torna-se de fundamental importância para a solução de demandas devido à problemas ou falhas no funcionamento dos novos sistemas ou equipamentos, decorrentes de diversos fatores inerentes ao início e exclusivo processo produtivo do produto, conforme melhor detalhado no item 2.6 desta monografia.

No GRÁFICO 2 é apresentado e contextualiza melhor a crescente demanda por profissionais durante as múltiplas fases do comissionamento, estabelecendo a relação entre o contingente de profissionais demandados e o tempo. Ainda considerando este gráfico, o eixo vertical (*number of personnel*) indica o quantitativo de pessoas e o eixo horizontal (*time*) indica o tempo.

Na curva são indicadas em inglês as seguintes fases no desenvolvimento produtivo: *engineering* (engenharia); *fabrication – vessel fabrication* (fabricação e montagem – fabricação de equipamentos); *fabrication*,

outfitting and commissioning (fabricação, fornecimento de equipamentos e comissionamento) e *integration, hook-up and commissioning* (integração, montagem e conexões finais e comissionamento), sendo que nesta última fase ocorre o pico quantitativo de trabalhadores (*peak load*).

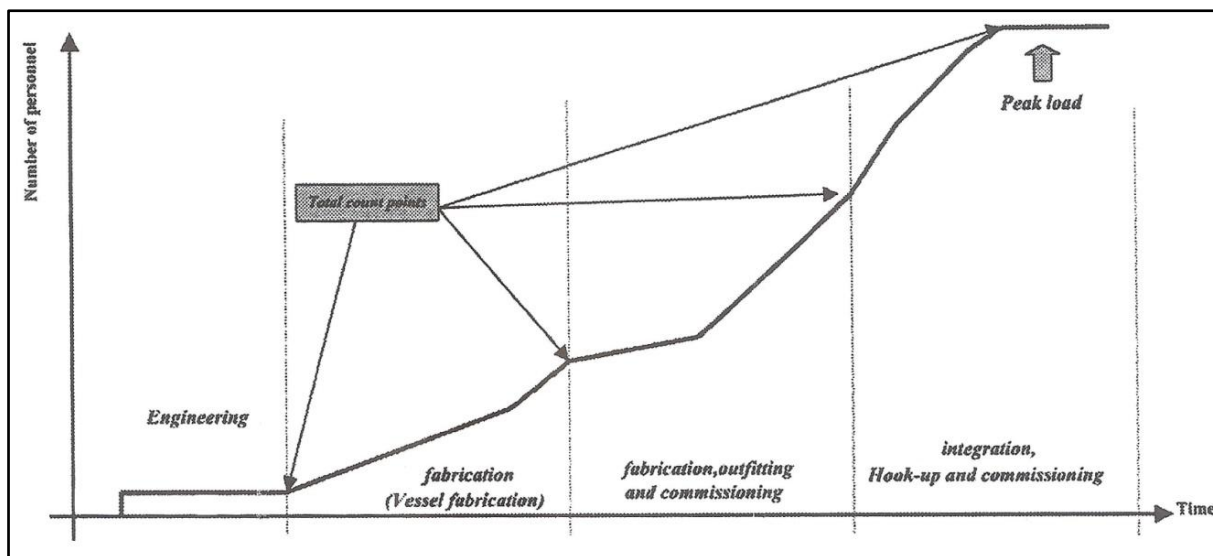


GRÁFICO 2 – Demanda de recurso humano ao longo das atividades de comissionamento.
 FONTE: adaptado de BENDIKSEN e YOUNG (2005).

Finalizada a etapa de pré-operação é iniciada a fase de operação assistida na qual os sistemas produtivos passam a ser operados pelo cliente final com apoio das equipes e profissionais de todos os fornecedores que permanecem durante toda esta fase, mas na etapa de seguinte de assistência técnica tem início a desmobilização das equipes e redução dos efetivos de profissionais e de equipes de apoio que trabalharam durante a fase de comissionamento.

3.5.3 Operação Produtiva, Cadeia de Suprimentos e Macroeconomia

No item 3.5.1 da atual monografia foi possível perceber que produtos ou componentes ainda na fase inicial produtiva podem apresentar falhas, principalmente, devido à incompatibilidade de materiais utilizados na fabricação, desgastes imprevistos, falhas de projeto, problemas fabril em componentes utilizados na manufatura, dentre outros.

Considerando os sistemas produtivos altamente complexos e que são constituídos por múltiplos sistemas menores, a probabilidade da ocorrência de problemas ou falhas torna-se muito alta caso as medidas preventivas e preditivas não sejam adotadas para garantir a qualidade e a confiabilidade do produto final.

Inserido neste contexto e também concernente ao caso de estudo desta monografia, durante o início da produção com produto final já sob a especificação, porém, ainda na fase de operação assistida, um problema em um sistema de controle de uma das máquinas motrizes dos grandes equipamentos necessários ao processo produtivo apresentou problema sendo necessária a intervenção de profissionais técnicos especializados que estavam acompanhando o processo produtivo nesta fase de produção assistida.

A análise da ocorrência deste problema acaba gerando três fatos ligados a cadeia produtiva e de suprimentos, o primeiro e com maior evidência consiste na redução ou parada do sistema de processo produtivo de combustível hidrotratado, principalmente as unidades de processo e equipamentos descritos com mais detalhes no item 3.3 desta monografia, de maneira que caso o processo produtivo seja totalmente parado, o mercado consumidor (cliente final da refinaria) fica abastecido apenas pela reserva já produzida e devidamente armazenada em tanques apropriados a esta finalidade no próprio parque industrial de refino.

Na cadeia de suprimentos específica do ramo de combustíveis leves ou automotivos, os clientes imediatos do fabricante (refinaria) são as distribuidoras de combustíveis recebem e distribuem para a própria rede os combustíveis. Recebendo reduzido volume ou o pior cenário de interrupção no fornecimento torna-se impraticável repassar quantidade suficiente para todas as unidades de distribuição de varejo (postos de combustíveis) que acabam não conseguindo atender ao cliente final em quantidade adequada.

Para ilustrar melhor esta cadeia de suprimentos com origem na refinaria, passando pelas distribuidoras e ao final chegando ao consumidor final, por exemplo, os proprietários de veículos automotores, é apresentada a FIGURA 23 com o esquema da cadeia de suprimentos ou distribuição de combustíveis.

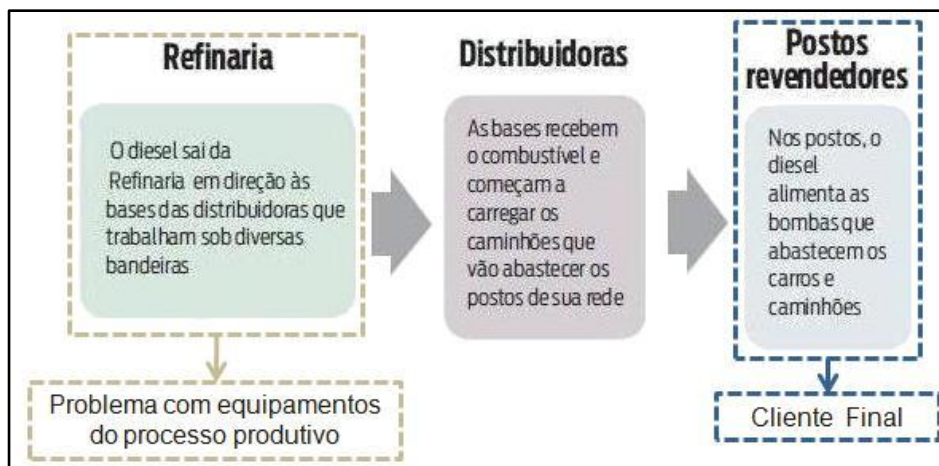


FIGURA 23 – Cadeia Suprimentos para distribuição de combustíveis.

FONTE: adaptado de MARQUES, LOPES e LEITÓLES (2012).

O segundo está ligado ao processo de comissionamento dos grandes equipamentos e das unidades de processo que são integralmente verificadas e testadas antes do início do *start-up*, momento quando os múltiplos sistemas e equipamentos são operados individualmente para somente então serem integrados e passarem a operar em conjunto para somente depois iniciar a pré-operação e na sequência a operação produtiva efetiva (produto sob especificação).

Todas estas etapas integrantes do processo de comissionamento e ele próprio prezam pela qualidade e confiabilidade do produto final, pois buscam mitigar ao mínimo a probabilidade de falhas e problemas inerentes ao processo produtivo concentrado em fase precoce, conforme detalhado anteriormente no item 2.6, e ressaltando em se tratando da produção de itens exclusivos e customizados para o cliente torna-se inevitável a probabilidade de falhas na produção ficarem concentrada nesta região.

Esta condição de produção por projeto de engenharia, itens exclusivos para determinado cliente aliado à necessidade de confiabilidade e segurança na produção e operação do produto fornecido, acaba implicado no terceiro fato de destaque que consiste na presença das equipes e profissionais altamente especializados, principalmente durante as fases de operação assistida e garantia técnica.

Devido às características do processo produtivo contínuo com intensa movimentação dos inúmeros fluídos de processo, qualquer tipo interrupção ou

parada são eventos críticos e que podem gerar situações complexas, de alto risco e com necessidade de intervenções nos equipamentos ou nas instalações.

Nos momentos de ocorrência destes eventos e também para garantir a correta operação e funcionamento dos sistemas produtivos, equipamentos – principalmente os de grande porte e alta complexidade – e instalações a presença de equipes capacitadas e prontamente aptas para intervir é de fundamental importância. Esta alta eficiência é muito salutar à segurança das pessoas, equipamentos e instalações, pois as intervenções são realizadas quase que instantaneamente de forma precisa e incisa nas causas reais e inclusive gerando baixos impactos nos prazos.

As etapas de operação assistida e de assistência técnica são fases posteriores a fase de pré-operação e que possuem duração determinada, normalmente, por contrato no ato da assinatura do fornecimento e que visam, respectivamente, auxiliar as equipes e profissionais na operação dos sistemas de processo produtivo, equipamentos e na correta intervenção nas instalações, e fornecer apoio nas correções de falhas ou problemas técnicos e funcionais, ou seja, atividades essencialmente técnicas relacionadas com as garantias dos produtos fornecidos – equipamentos, sistemas ou instalações – que também representam interesse pelos fornecedores em prover recursos realmente cobertos pelas garantias.

Para explicar melhor estas duas fases, operação assistida e assistência técnica, com base na FIGURA 17, é possível expandir o processo produtivo, posterior a pré-operação, com as outras duas fases em paralelo conforme esquema produtivo para produção de produtos sob projeto constante na FIGURA 24.

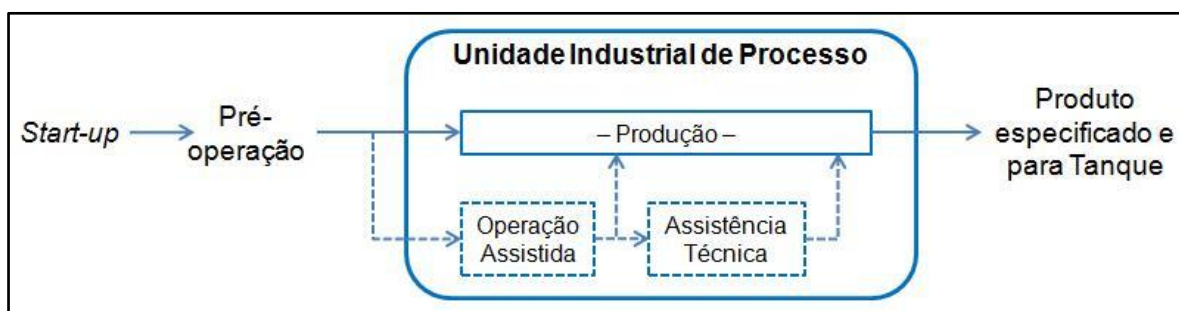


FIGURA 24 – Etapas processo produtivo de comissionamento com etapas temporárias.
 FONTE: O autor (2014).

As duas etapas do comissionamento, marcadas em tracejado, são temporárias e necessariamente ocorrem em paralelo com a produção do normal dos combustíveis e a operação do processo produtivo sendo realizada pelo cliente final, porém, com interferências e intervenções do fornecedor no sistema produtivo buscando corrigir ações inadvertidas ou falhas.

Na etapa de assistência técnica as intervenções não ocorrem mais e os operadores controlam inteiramente o processo produtivo, em caso de falhas dos equipamentos, sistemas ou instalações os fornecedores realizam intervenções, manutenção ou substituições, desde que cobertas e respaldadas pelas cláusulas de contrato.

Depois de finalizadas todas as fases de comissionamento todo o conjunto de produtos dos diversos fornecedores são efetivamente entregues ao cliente final com a emissão de documentos de recebimento das instalações, equipamentos, sistemas e toda a documentação pertinente aos produtos finais e previstos nos contratos de fornecimento.

Desta maneira o sistema produtivo fica resumido à entrada de insumos necessários à produção dos combustíveis, por exemplo, petróleo ou derivados que atendem determinadas características específicas dependendo do tipo de processamento, conforme detalhado anteriormente no item 2.4, o processamento propriamente dito que consiste na transformação em si e em seguida, a saída com o produto final.

Para exemplificar melhor esta condição, na FIGURA 25 é apresentado um esquema similar ao da FIGURA 17, no qual processo produtivo não é destinado ao fornecimento de equipamentos e instalações operacionais para o refino de petróleo, mas destinado ao próprio refino e produção de derivados de petróleo.



FIGURA 25 – Fluxo produtivo finalizado o comissionamento.
FONTE: O autor (2014).

Em relação ao processo produtivo propriamente dito de derivados de petróleo, inclusive representado na FIGURA 25 e em especial para o caso de estudo apresentado nesta monografia, problemas posteriores às atividades de comissionamento e também durante ou após a pré-operação e assistência técnica, podem gerar impactos na cadeia de suprimentos dos produtos refinados, para o caso aqui analisado, óleo diesel hidrotratado. Para melhor embasar o contexto produtivo é apresentado o Gráfico 3 contendo a produção mensal de óleo diesel desde o mês de janeiro do ano de 2007 até o mês de abril de 2014 do parque de refino instalado no município de Araucária.

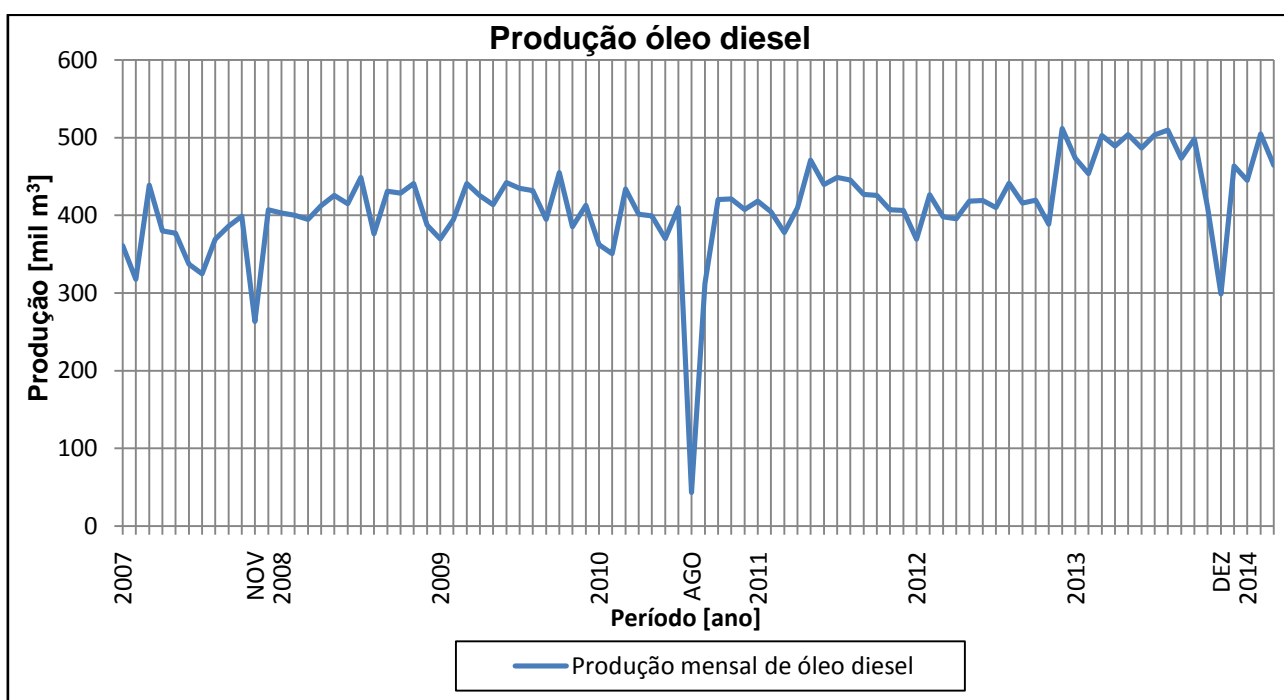


GRÁFICO 3 – Produção mensal de óleo diesel no parque industrial de refino localizado no município de Araucária.

FONTE: ANP – Dados Estatísticos Mensais (2014b).

Eventos pontuais ou com curta duração em relação à taxa de amostragem, mensal, principalmente devido à problemas ou falhas específicas decorrentes do período pós comissionamento ou durante a pré-operação e assistência técnica e que afetaram a cadeia de suprimentos acabam não sendo claramente explicitados no Gráfico 3. Porém, outras informações podem ser obtidas mais claramente, como por exemplo, a presença de três depressões abruptas ou curva em 'V' concentradas nos meses de novembro de 2007, agosto de 2010 e dezembro de 2013.

Este tipo de variação brusca seguido pela retomada rápida, em termos temporais a referência é mensal, indica a ocorrência de parada no processo produtivo contínuo decorrente de paradas de manutenção programadas ou ocorrências graves ou contingências em alguma das partes chaves do processo de refino, ou seja, paralisação de uma ou mais unidades que estão no início do processo produtivo, é possível visualizar melhor este tipo de produção encadeada na FIGURA 11.

O primeiro evento registrado no entorno no mês de novembro de 2007 corresponde a uma parada técnica em algumas unidades de processo para realização de atividades previamente programadas. É possível indicar que esta parada foi parcial, ou seja, não ocorreu a paralisação de todas as unidades ao mesmo tempo para realização das intervenções devido à ocorrência da redução parcial no volume produzido – redução próxima de 33 por cento com retomada produtiva imediatamente no mês seguinte.

O segundo evento característico seguindo a sequência temporal ocorreu no mês agosto de 2010 e está referenciado com outra parada para manutenção das instalações e equipamentos industriais de processo, porém, diferentemente da parada anteriormente descrita esta corresponde à chamada 'parada geral de manutenção', muito mais ampla e intervencionista nos equipamentos, instalações, tubulações e sistemas.

Este tipo de parada exige antecipação de meses nas programações produtivas, planejamento prévio e rigoroso de todas as atividades a serem realizadas, contratação de todos os fornecedores e suprimentos necessários às múltiplas atividades e rígida coordenação de absolutamente todas as atividades visando à retomada produtiva dentro dos prazos estabelecidos. Além disso, internamente a companhia produtora precisa se articular para que outras unidades produtoras próximas consigam suprir o mercado consumidor com combustíveis durante o período da parada.

No âmbito estadual, esta parada geral para manutenção gerou impactos na produção mensal do estado do Paraná, gerando retração de aproximadamente sete por cento quando comparado com o mês anterior, julho. A pesquisa industrial mensal de produção física – regional (PIM-PF) é um indicador de curto prazo do instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE), avaliada e publicada mensalmente, que está relacionada com o

comportamento dos produtos reais das indústrias de extração e transformação agregadas em regiões específicas no território brasileiro.

No contexto da PIM–PF da região do estado do Paraná e relacionado com as atividades de produção de coque, álcool e combustíveis nucleares e refino de petróleo, a produção de óleo diesel e demais óleos combustíveis é a atividade que possui maior peso dentre os sete produtos que compõe esta atividade produtiva. A critério comparativo, o segundo produto em importância na composição desta atividade – gasolina automotiva – possui peso aproximadamente 2,25 vezes menor que o anterior.

O terceiro e último evento abrupto registrado no Gráfico 3 está diretamente ligado com problemas operacionais ocorrido nas instalações industriais de processo, em especial na unidade de destilação atmosférica do parque industrial de refino localizado no município de Araucária, informação que também foi confirmada e divulgada em Agência Estado (2013) e Junges e Jasper (2013).

Analisando a FIGURA 11 é possível notar que esta unidade produtiva consiste na primeira etapa de todo o restante da cadeia produtiva, ou seja, a unidade de destilação atmosférica é o onde o petróleo cru sofre o primeiro processo de transformação, desta forma todas as demais unidades produtivas acabam sendo afetadas devido à falta de insumos produtivos ou também chamada de carga da unidade, para contexto do processo produtivo contínuo de refino de derivado de petróleo.

Na PIM–PF o evento ocorrido no mês de dezembro de 2013 gerou impacto superior, aproximadamente cinquenta por cento maior, ao valor do período da parada geral de manutenção registrada no mês de agosto do ano de 2011. Para o evento inesperado do ano de 2013 o impacto mensal resultou em queda de 10,6 enquanto que no ano de 2010, com a parada geral de manutenção, a queda foi de 6,9, valores em porcentagem e aproximados.

Neste último evento de dezembro de 2013 a curva de produção do Gráfico 3 não chega a um nível tão reduzido quanto o evento imediatamente anterior, pois no evento de 2013, apenas uma das unidades sofreu parada total e as demais não produziam, mas estavam aptas a retomar o processo produtivo assim que fosse disponibilizada a carga, enquanto que na parada de 2010 todas as unidades produtivas foram paradas totalmente e o processo

produtivo necessitou ser reiniciado totalmente, que inclusive tem início com a unidade de destilação atmosférica.

Outra informação que também pode ser obtida por meio da análise macro do Gráfico 3 consiste no leve aumento do volume produzido de óleo diesel. Para ilustrar melhor esta situação de leve aumento é apresentado o Gráfico 4 que contém as médias da produção mensal por ano no parque de refino instalado no município de Araucária.

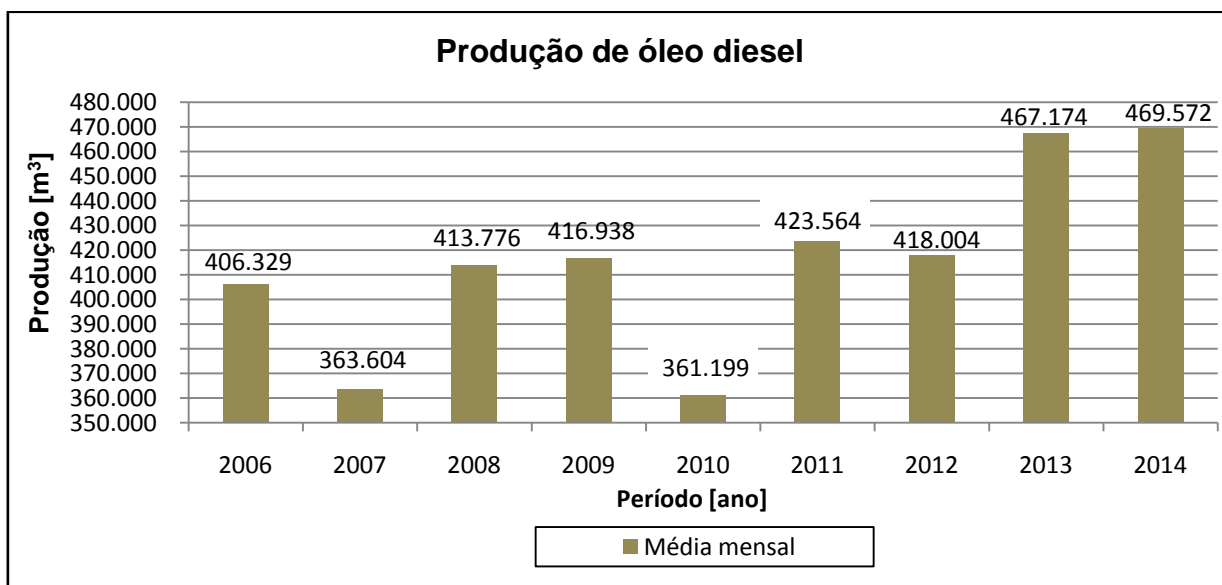


GRÁFICO 4 – Média de produção mensal no período do ano 2006 até 2014.
 FONTE: ANP – Dados Estatísticos Mensais (2014b).

Analisando os dados do Gráfico 4 é possível perceber que até o ano de 2012 as médias mensais de produção permanecem relativamente próximas, cerca de 415.000 metros cúbicos por mês, porém, no ano de 2013 e 2014 ocorre um leve aumento na média do volume produzido. O aumento acumulado de todo o período analisado, mesmo considerando o impacto nos anos de 2007 e 2010 devido às paradas de manutenção e o resultado de 2014 que considera dados da produção mensal apenas até o mês de abril, resultou em aproximadamente 18,4 por cento.

Os anos de 2007 e 2010, conforme explicado anteriormente, foram marcados por paradas de manutenção que representaram reduções de aproximadamente 33,9 e 89,4 por cento, respectivamente, ambos em relação à produção dos meses imediatamente anteriores, ou seja, outubro e julho.

Este fato reforça a condição explicada anteriormente no início do item 2.4 e no item 2.4.3, ambos desta monografia, onde é explicado que a principal finalidade do HDTI consiste em hidrotratar o óleo diesel reduzindo o teor de enxofre no produto, o que representa incremento na qualidade do produto final, maior valor final para comercialização e menor emissão de poluentes nas aplicações em veículos automotores.

De forma complementar, quando analisada a FIGURA 11 é perceptível que o processo produtivo por ser em cascata e devido à localização da unidade de hidrotratamento no *layout* para ocorrer o incremento de produção do produto final não basta apenas ampliação ou implementação da unidade de saída do produto, é necessário ampliação ou modernização das unidades de processo a montante dela, unidades que servem de carga para o processo, e também das unidades auxiliares ao processo.

Conforme explicado anteriormente no item 2.4 o petróleo possui composições diferentes dependendo da localidade de procedência – região de extração – de maneira que estas diferentes composições afetam diretamente o processo de refino. Com a descoberta do pré-sal em território nacional, surgiu a demanda por instalações que pudessem processar este novo volume de óleo cru nacional, fato também descrito anteriormente no item 3.5.4, que possui características particulares.

Quando comparado com os tipos normalmente importados, mais leves, destinados ao processamento nas refinarias brasileiras, o petróleo extraído das camadas pré-sal são caracteristicamente óleos mais pesados. Visando atender não apenas ao processamento do novo volume, mas também buscando o melhor aproveitamento em toda a cadeia produtiva, as novas instalações e a forma de processamento, concepção de projeto do processo físico-químico, foram concebidas e preparadas para o processamento deste novo tipo de petróleo extraído da camada pré-sal.

Para demonstrar melhor a utilização de petróleo extraído em território nacional *versus* óleo proveniente de fonte estrangeiras, é apresentado no Gráfico 5 o volume de petróleo processado nas instalações industriais localizadas no município de Araucária, separado conforme a origem do petróleo – nacional e importado.

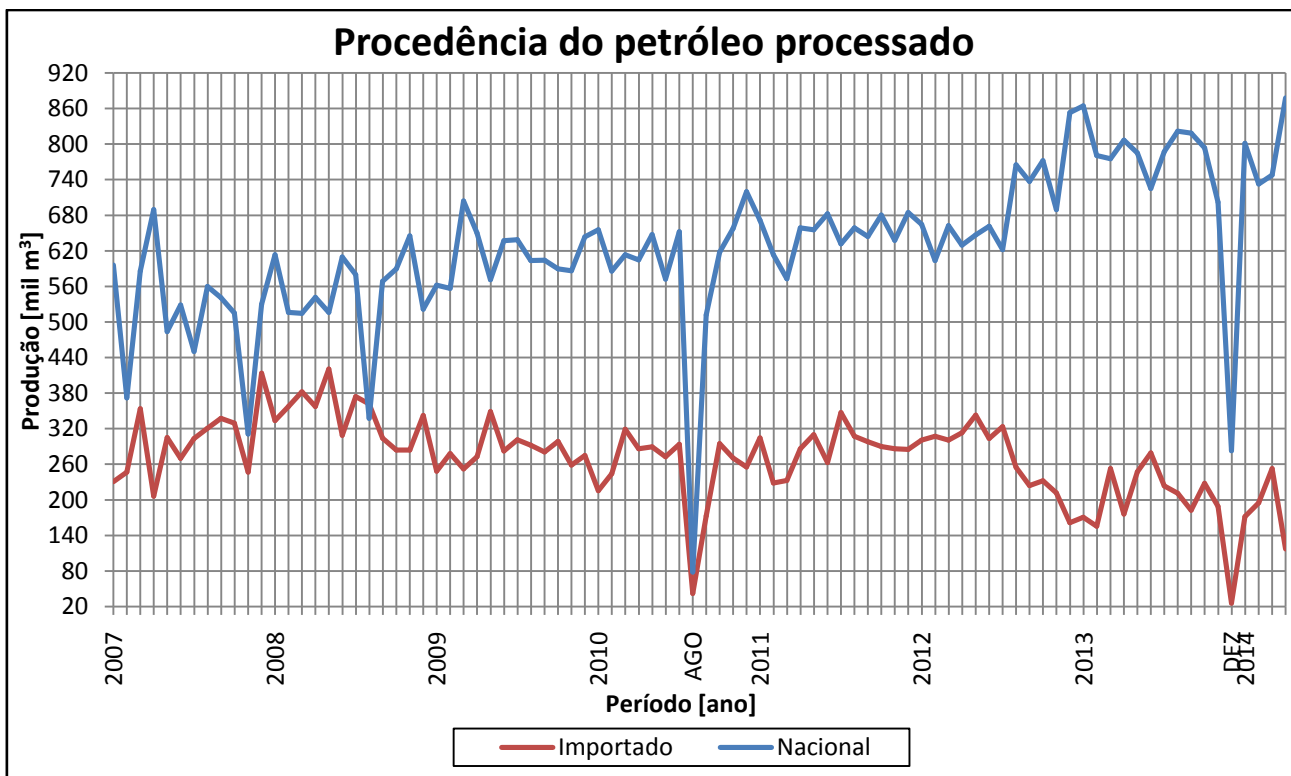


GRÁFICO 5 - Procedência do petróleo processado na refinaria de Araucária.
 FONTE: ANP – Dados Estatísticos Mensais (2014b).

De maneira análoga ao fato que ocorre no Gráfico 3, as variações abruptas referentes às paradas de manutenção também aparecem refletidas no Gráfico 5. Também é perceptível, com exceção das variações bruscas anteriormente explicadas, que o volume de petróleo utilizado no processamento proveniente de fontes nacionais é crescente ao longo do período analisado, enquanto que o petróleo de origem internacional gradativamente reduzido, demonstrando a maior utilização do óleo extraído em território nacional

Realizando a análise mais detalhada dos valores médios mensais da produção é possível perceber ao longo do período iniciando em janeiro do ano de 2007 até o mês de abril de 2014 o crescimento acumulado do processamento utilizando de petróleo nacional foi de aproximadamente 45,5 por cento, enquanto que o processamento empregando petróleo internacional sofreu redução acumulada no período de aproximadamente 37,5 por cento.

No Gráfico 5 as informações apresentadas são referentes à utilização de petróleo de origem nacional e importada para processamento em plantas industriais em território nacional, porém, em muitos casos ocorre não apenas a

importação da matéria-prima bruta, óleo cru. Muitos outros produtos derivados de petróleo são importados, como por exemplo, coque, parafina, nafta, GLP, gasolina, solvente, querosene, lubrificantes, dentre outros produtos.

Para contextualizar melhor este fluxo internacional de mão dupla, afinal o Brasil também exporta petróleo e derivados, é apresentada a Figura 26 que dispõe sobre as importações e exportações de petróleo para os diversos países ao redor do mundo, apresentados sob a forma de blocos regionais.

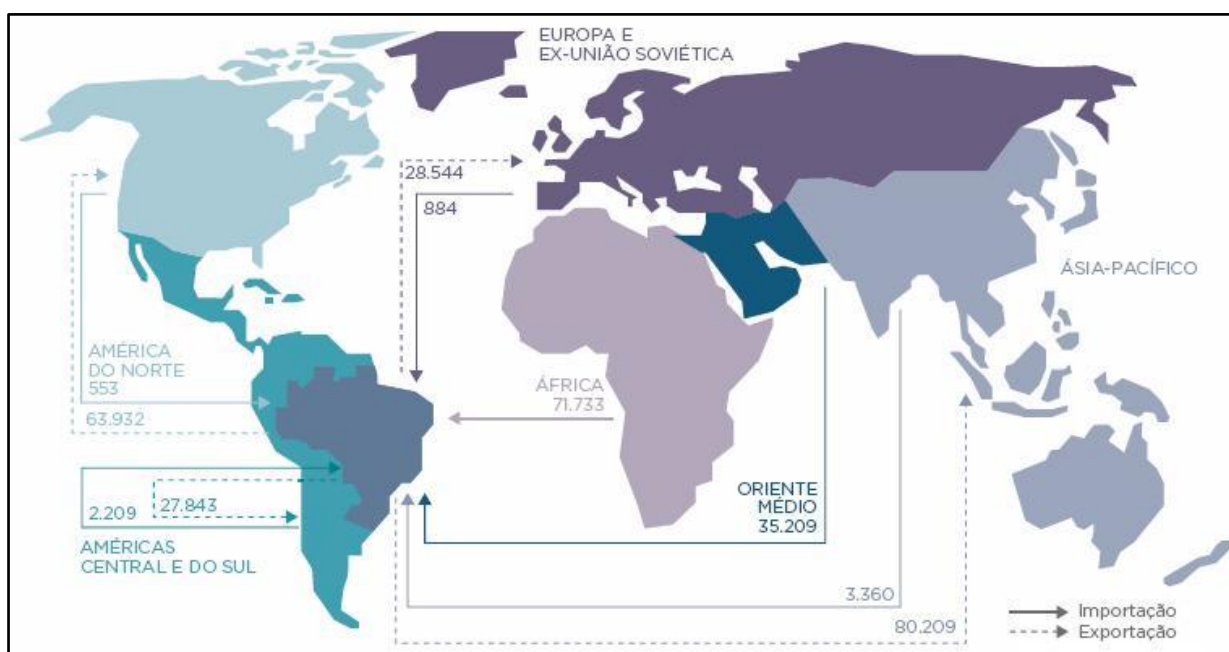


FIGURA 26 – Fluxo de importação e exportação de petróleo referenciado aos múltiplos blocos geográficos mundiais – em mil barris para o ano de 2012.
 FONTE: ANP (2013).

Dois fatos importantes merecem ser pontuados relativo à FIGURA 26, o primeiro é referente a dois caminhos que são apenas de importações advindas da África e do Oriente Médio, justificado devido às características das regiões, inclusive pelos dois maiores volumes de petróleo importados. O segundo fato reside nas exportações que são concentradas com maior volume para a região que concentra os países e foi definida como Ásia-Pacífico.

As razões para realização das importações são as mais diversas, porém, a mais comum é o suprimento de demandas internas pelo produto para consumo direto ou para emprego na produção de outros produtos, o óleo diesel é um caso de produto importado utilizado diretamente pelo consumidor final. Para os casos de importação, os preços praticados estão diretamente ligados

ao mercado global, logo, os preços estão sujeitos às variações do mercado e às oscilações do cenário macroeconômico internacional. Baseado neste contexto é apresentado no GRÁFICO 6 o custo de importação de óleo diesel e o custo de importação de petróleo.

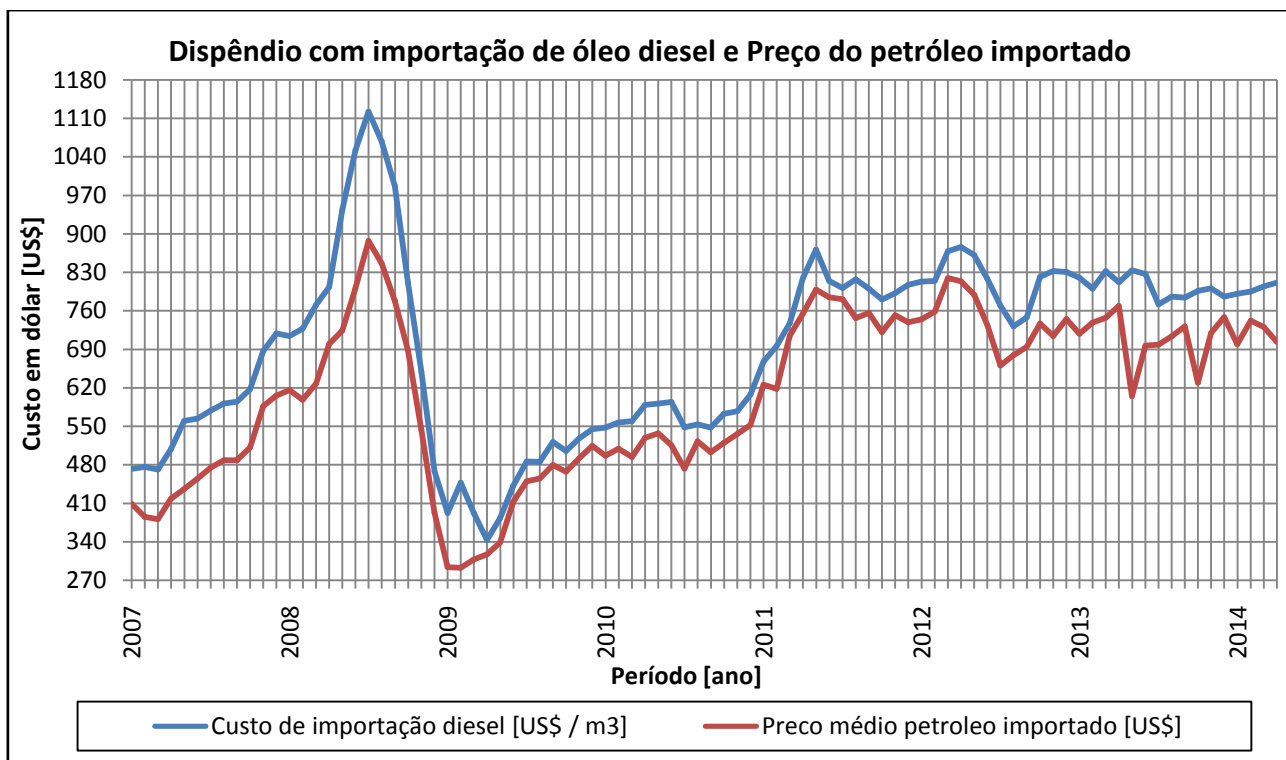


GRÁFICO 6 – Custos com importação de óleo diesel e custos de importação de petróleo.
 FONTE: ANP – Dados Estatísticos Mensais (2014b); O autor (2014).

No GRÁFICO 6 o custo de importação de óleo diesel corresponde à razão entre o dispêndio em dólar (US\$) na importação do produto considerando frete do tipo *free on board* (FOB), no qual o importador arca com os custos do transporte, e o volume de óleo diesel, em metros cúbicos (m³), que foi importado no mesmo período mensal correspondente. Em especial para dados de custos analisados é considerado que para o frete FOB o custo do frete não está incluso no preço do produto.

Ainda analisando e considerando o GRÁFICO 6, os valores referentes ao preço médio do petróleo importado são relativos ao custo mensal da importação de petróleo na forma bruta (petróleo cru) referenciado ao mesmo período representado nos valores do custo de importação de óleo diesel, anteriormente explicado.

Com esta relação estabelecida é possível evidenciar ao longo do período, iniciando em janeiro de 2007 até abril de 2014, a ampla variação do preço do petróleo acompanhando oscilações e variações do mercado internacional. Em paralelo e acompanhando diretamente estas oscilações está o custo com as importações de óleo diesel – produto pronto para comercialização ou consumo – ao longo do mesmo período.

Porém, é notável que em alguns períodos de redução do preço do petróleo não necessariamente ocorreu redução no custo de importação, pelo contrario, ocorreu aumento no custo ou ele manteve-se constante. Esta interdependência entre os custos do petróleo e do produto refinado – óleo diesel – demonstra grande influencia dos preços internacionais nos custos de importação do produto, ou seja, o custo de importação do óleo diesel está diretamente ligado a variação do preço do petróleo.

Uma vez que os preços para importação de derivados de petróleo, em especial, óleo diesel, está diretamente atrelado ao preço internacional do petróleo e aliado ao fato das novas descobertas de jazidas em território nacional, camada pré-sal, é plenamente justificável e extremamente estratégico o planejamento da expansão do parque industrial de refino brasileiro.

Existindo capacidade produtiva nacional, além de conseguir reduzir a dependência internacional e a influência das variações no preço do derivado, o impacto financeiro é reduzido de imediato a partir do momento em que as importações passam a ser da matéria-prima – petróleo cru – e não mais do produto transformado – óleo diesel – perceptível no GRÁFICO 6 pela representação da curva do preço médio do petróleo.

Outro aspecto importante no investimento em ampliação e modernização do parque industrial de refino brasileiro reside no fato da melhora no aproveitamento dos subprodutos da cadeia produtiva, aumentando a eficiência do processo. Outro fato de destaque em relação aos novos empreendimentos está no fato da concepção dos processos produtivos direcionados à utilização do petróleo nacional que possui características particulares, óleo mais pesado, quando comparado ao importado.

Ainda aliado a estes dois importantes fatos encontra-se o aumento na demanda nacional por óleo diesel que reflete principalmente o tipo de modal brasileiro de transporte de cargas e pessoas. Inserido neste contexto é

apresentado no GRÁFICO 7 a média mensal de vendas de óleo diesel para as distribuidoras, conforme detalhado na FIGURA 23.

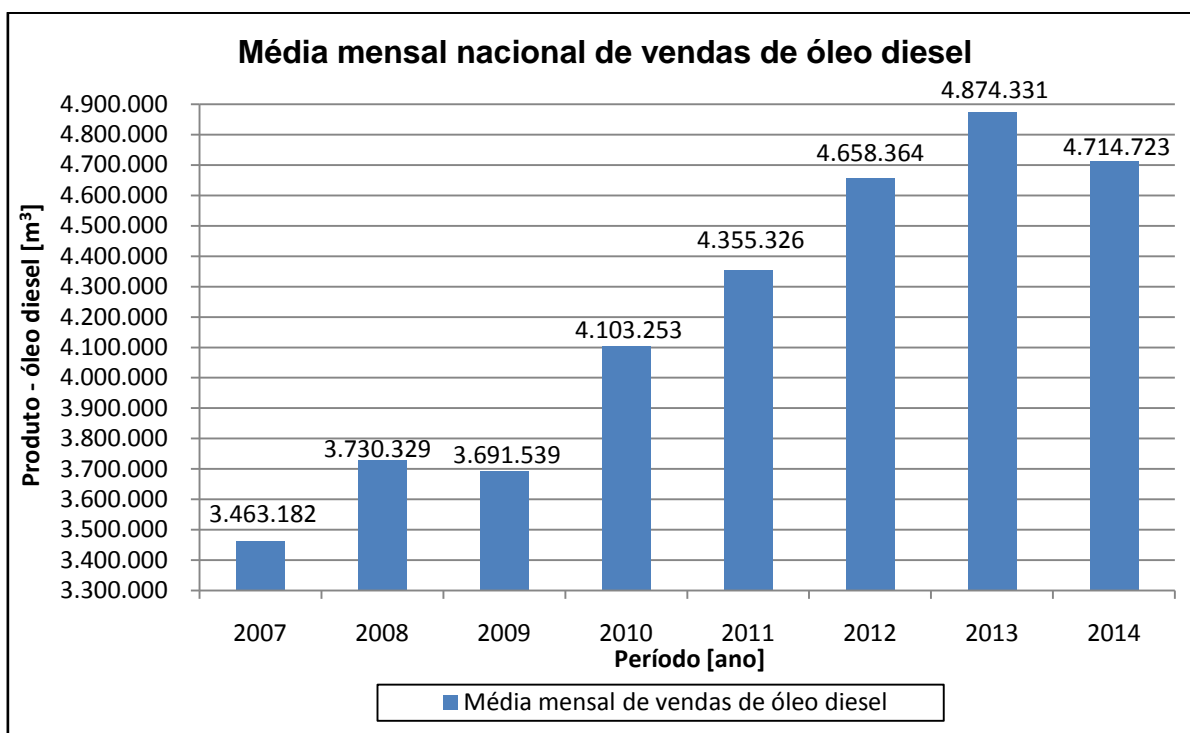


GRÁFICO 7 – Médias mensais das vendas de óleo diesel em todo o território nacional.
 FONTE: ANP – Dados Estatísticos Mensais (2014b).

Para os valores do GRÁFICO 7 o crescimento acumulado ao longo do mês de janeiro de 2007 até o mês de abril de 2014 resultou no aumento das vendas em aproximadamente 32,3 por cento e caso o ano de 2014 seja desconsiderado o aumento passa a ser de aproximadamente 35,6 por cento.

Até este ponto do desenvolvimento do trabalho e das análises realizadas muito foi comentado sobre produção e comercialização do óleo diesel, principalmente nos GRÁFICO 4 e GRÁFICO 7, respectivamente.

Para ser possível contextualizar o tamanho da participação deste produto na cadeia produtiva e mensurar a influência dele dentro do processo produtivo do refino nacional torna-se necessário apresentar o GRÁFICO 8 contendo as informações sobre a produção nacional de derivados energéticos para o ano de 2012 que reúne todos os derivados desta categoria.

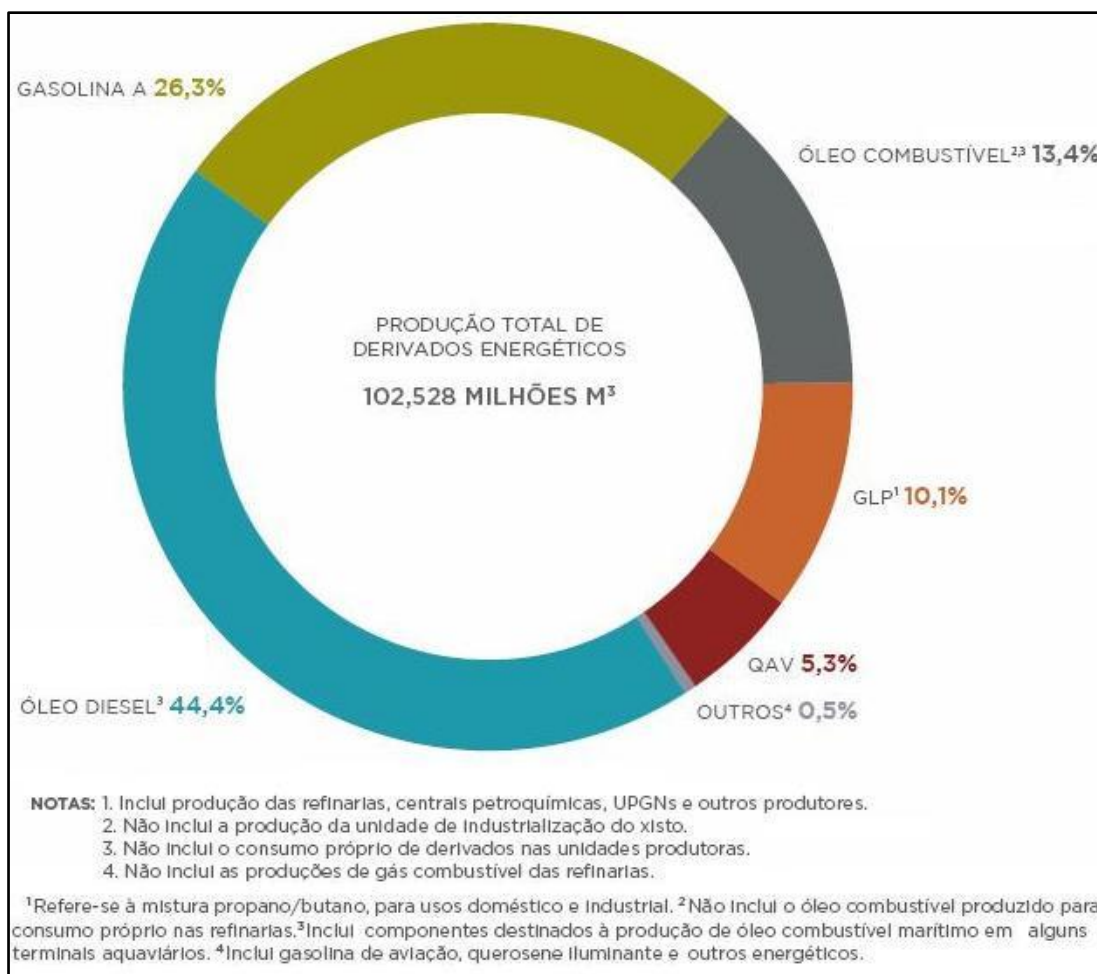


GRÁFICO 8 – Produção nacional total de derivados energéticos.

FONTE: ANP (2013).

Os chamados derivados energéticos correspondem aos derivados de petróleo utilizados predominantemente como fonte combustível para liberação de energia, luz ou ambos e abrange a gasolina A e de aviação, óleo diesel, querosene de aviação (QAV) e iluminante, óleo combustível, coque e GLP. O óleo combustível corresponde a uma mistura de óleos residuais com alta viscosidade obtidos do refino ou mistura de destilados pesados com óleos residuais, a principal utilização é voltada à indústria que a utiliza em equipamentos como fonte térmica para gerar trabalho.

No GRÁFICO 8 o óleo diesel correspondeu à praticamente 45 por cento de toda a produção de derivado energéticos no ano de 2012, demonstrando a grande participação na cadeia produtiva e também na comercialização.

As informações anteriormente apresentadas da produção e venda de óleo diesel e dos custos de importação do produto e as variações do preço do

petróleo internacionalmente, com forte dependência do cenário mundial, demonstram a complexidade e as múltiplas variáveis envolvidas neste amplo sistema que interliga o sistema produtivo, cadeia de suprimentos e influências macro e socioeconômicas.

Aliado a estas condições está à decisão estratégica em realizar investimentos em novos empreendimentos para modernização e ampliação do parque industrial instalado visando atender às demandas de consumo e principalmente utilizar os recursos nacionais de insumos – petróleo nacional advindo das novas jazidas da camada pré-sal.

Para ilustrar melhor este cenário é apresentada a FIGURA 27 com um diagrama representando a dinâmica da cadeia de produção, suprimentos e variáveis econômicas.

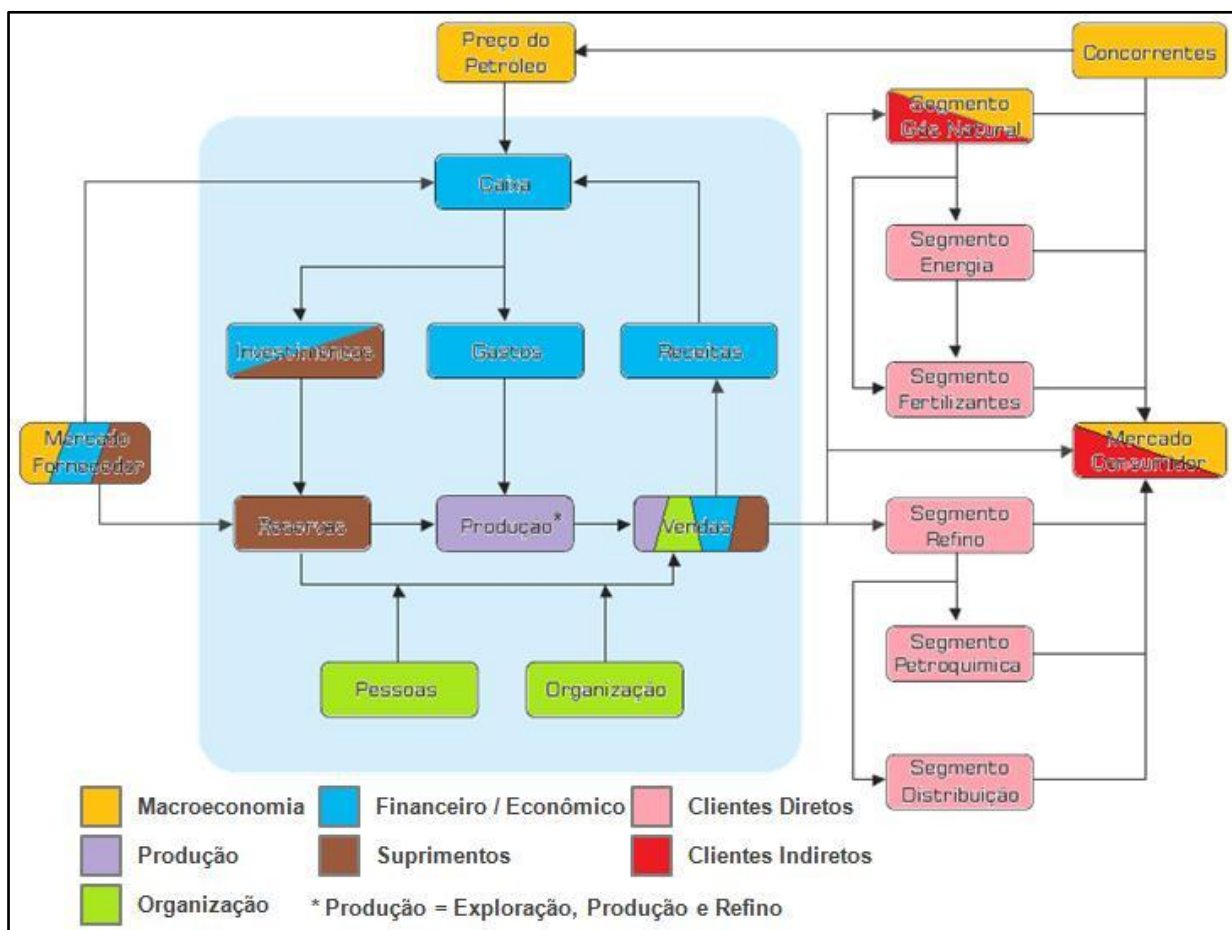


FIGURA 27 – Diagrama da dinâmica produtiva, suprimentos, econômica, macroeconômica do segmento de exploração e produção de petróleo.

Fonte: adaptado de MILANI JÚNIOR, BOMTEMPO e PINTO JÚNIOR (2007).

Analisando a FIGURA 27 é possível perceber o mapeamento de diversas variáveis que compõem a dinâmica do sistema de produção do

segmento de petróleo e gás. A utilização de variáveis relacionadas não apenas aos aspectos de produção, mas também ao financeiro, recursos humanos, econômicos e macroeconômicos, indica que o sistema produção, suprimentos e aspectos macroeconômicos estão interligados e possuem mútua influência.

A interligação entre as diversas variáveis apresenta o sentido de fluxo do funcionamento do segmento produtivo e demonstra a múltipla interligação e principalmente a influência direta e indireta entre variáveis a princípio independentes, conforme comentado anteriormente.

Iniciando a análise pelas variáveis contidas dentro da área demarcada pelo indicativo da organização ou segmento produtivo é possível identificar as variáveis referentes a pessoas e organização, conforme item 2.1 deste trabalho, que representam, respectivamente, os recursos humanos com as competências necessárias ao funcionamento da organização ou empresa e a organização propriamente dita que consiste nos recursos físicos necessários a realização das atividades pelas pessoas.

No âmbito financeiro a representação do caixa da empresa agrega todas as receitas relativas às vendas, realizadas por pessoas da companhia, dos produtos resultantes do processo produtivo; gastos inerentes aos processos produtivos e atividades correlacionadas, por exemplo, manutenções; o preço do petróleo, insumo básico para a produção, que sofre variações dependentes do mercado externo e a parcela de investimentos necessários a expandir a produção e inovar a tecnologia produtiva para melhorar a eficiência gerando mais receitas e reduzindo os gastos com a produção.

Em relação ao mercado fornecedor, a condição da companhia possuir acionistas, em especial no caso de estudo o maior acionista e controlador é o governo do Estado, e a possibilidade de buscar capitalização por meio da emissão de títulos (ações e participações) no mercado de capitais implica que a captação dos recursos deverá ser contabilizada no caixa geral da empresa para ser então distribuído conforme decisões e planos estratégicos.

No âmbito de suprimentos é possível dividir em suprimentos de insumos para o processo produtivo do parque de refino (óleo cru) advindos do mercado nacional ou internacional (com influência direta no caixa da companhia); reservas de óleo que são prospectadas por meio de poço, normalmente, em alto mar, por exemplo, o pré-sal e os investimentos

destinados ao desenvolvimento de novas tecnologias para prospecção de novos campos exploratórios (assegurando reservas de petróleo) e novos empreendimentos e modernização nos parques industriais para suprir a demanda no refino do novo óleo proveniente do pré-sal.

Quanto ao suprimento para o processo produtivo o denominado mercado fornecedor representa os insumos utilizados no processamento, porém, antes de serem destinados à produção eles são armazenados para somente então alimentarem o processo continuamente. No diagrama estes insumos são contabilizados juntamente com as reservas, ou seja, contribuem para somar com as jazidas prospectadas e campos em exploração, enquanto que os custos relativos a matéria-prima são destinados ao caixa contábil.

As reservas ou campos de exploração, no Brasil, são explorados sob a forma, normalmente, de concessão de direitos pela União à empresa ou grupo (consórcio) vencedor da licitação do respectivo bloco ou região exploratória, devido à flexibilização do monopólio – melhor detalhado anteriormente no início item 1.7. Para este caso, no diagrama da FIGURA 27, as reservas de óleo exploratório são contabilizadas nas reservas enquanto o custo é convertido ao caixa que na sequência passa a integrar a reserva via canal de investimento.

Para o caso de suprimentos, óleo, petróleo bruto ou derivados, advindos do mercado externo a matéria-prima fica como parte integrante da variável do mercado fornecedor e passa diretamente para as reservas, enquanto os custos, especificamente, são contabilizados na variável preço do petróleo. Devido à alta volatilidade do mercado internacional frente ao preço do petróleo, competitividade e a forma arrojada como este produto está relacionado com mercado consumidor, o preço do petróleo é contemplado sob uma variável específica no diagrama.

Para o caso do petróleo explorado em território nacional os custos da exploração e do desenvolvimento da jazida e do processo produtivo devem ficar abaixo dos preços de mercado para garantir a rentabilidade do negócio, de maneira que ao longo do tempo o investimento tenha retorno positivo. Quando os insumos são advindos de outros países os custos estão necessariamente atrelados ao mercado global e são refletidos diretamente no mercado consumidor.

A variável da produção representa o processo produtivo em si que recebe insumos advindos das reservas de óleo e os custos produtivos são debitados do caixa da companhia que recupera estes gastos por meio das vendas dos produtos. As vendas geram dividendos de são agregados ao caixa via receitas que são distribuídas entre investimentos e custos produtivos inerentes ao processo.

As vendas realizadas podem ocorrer para clientes finais por meio de produtos prontos para consumo, por exemplo, derivados energéticos de petróleo conforme descrito em detalhes no GRÁFICO 8 e representado no diagrama da FIGURA 27 pela variável mercado consumidor.

Outra maneira de comercialização consiste na venda dos produtos para outros segmentos da indústria que utilizam os produtos na forma de insumos para produção de outros derivados mais elaborados e com valor agregado maior ou empregados como fonte energética para a realização de outros processos produtivos que não necessariamente estão ligados ao segmento de petróleo, por exemplo, geração de eletricidade.

As duas formas de comercialização, direta ou indireta, ao mercado consumidor estão interligadas ao processo produtivo por meio das vendas de maneira que as influências do consumo e da concorrência acabam por afetar a produção. O processo produtivo acaba onerando financeiramente o caixa da companhia por duas vias, a primeira nos custos produtivos de produtos que não são comercializados e acabam ficando em estoque, alguns produtos necessitam condições especiais de armazenamento e dependendo do tempo podem sofrer deterioração.

A segunda forma onerosa reside nos investimentos em novas reservas na forma de novas jazidas ou estoques de insumos, petróleo cru ou derivados, ou no dispêndio em novos empreendimentos de ampliação e modernização de plantas de refino que não acabam não trazendo o retorno correspondente para compensar os investimentos, ambas as situações que oneram a companhia e representam altos riscos financeiros e produtivos.

O inverso também se demonstra verdadeiro a partir do momento que a produção sofre algum problema ou falha e o suprimento de produtos para os clientes diretos, por consequência da cadeia os indiretos também, é interrompido ou reduzido gerando reflexos produtivos na cadeia de produção e

falta de suprimentos ao cliente final ou mercado consumidor, conforme FIGURA 27, e ônus financeiros devido à interrupção das vendas e ao aumento dos gastos para restabelecer o processo produtivo, devido ao próprio processo produtivo ou aos estoques.

As afirmações feitas por Hoyos (2007) no início do item 1.7 desta monografia são perceptíveis e confirmadas quando analisado o diagrama da FIGURA 27 sob a ótica do controle estatal da organização, ou seja, a política administrativa e estratégica pode acabar sofrendo algum tipo de interferência direta ou indireta do governo. Uma vez que estas influências podem interferir na condução das receitas, principalmente, para novos investimentos a recente preocupação internacional acaba sendo confirmada.

Continuando a análise do diagrama é possível perceber a presença do governo não apenas na influência do controle produtivo e dos recursos, mas diretamente ligado a tributação do consumidor final e dos clientes intermediários ao processo produtivo, ou seja, por meio da arrecadação e regulamentação do setor o governo federal consegue estar presente em praticamente toda a cadeia produtiva.

Esta forte presença estatal é um dos motivos das preocupações internacionais uma vez que as sete primeiras maiores empresas mundiais possuem presença do estado e estão localizadas nos atuais países em desenvolvimento ou emergentes. Além disso, a presença estatal ao longo de toda a cadeia produtiva acaba gerando preocupações quanto à utilização das empresas ou do capital das companhias como fonte de controle ou intervenção econômica nos países de origem das companhias podendo gerar déficits produtivos e prejudicar a crescente demanda e dependência internacional.

O mercado consumidor final, em específico o de derivados energéticos, pode ser duramente afetado caso problemas na produção impossibilitem suprir toda a demanda por combustíveis. O óleo diesel mereça destaque especial, pois problemas no suprimento deste produto acarretam implicações em setores dos mais diversos da sociedade e da economia, como por exemplo, o transporte público que é grande utilizador deste combustível, que na falta impossibilidade de locomoção dos trabalhadores gera outras implicações, por exemplo, no comércio e serviço, e assim sucessivamente em cadeia.

Para contextualizar esta forte presença e utilização do óleo diesel como fonte energética para veículos automotores é apresentado o GRÁFICO 9 contendo a evolução estimada da frota brasileira de veículos automotores que utilizam este combustível.

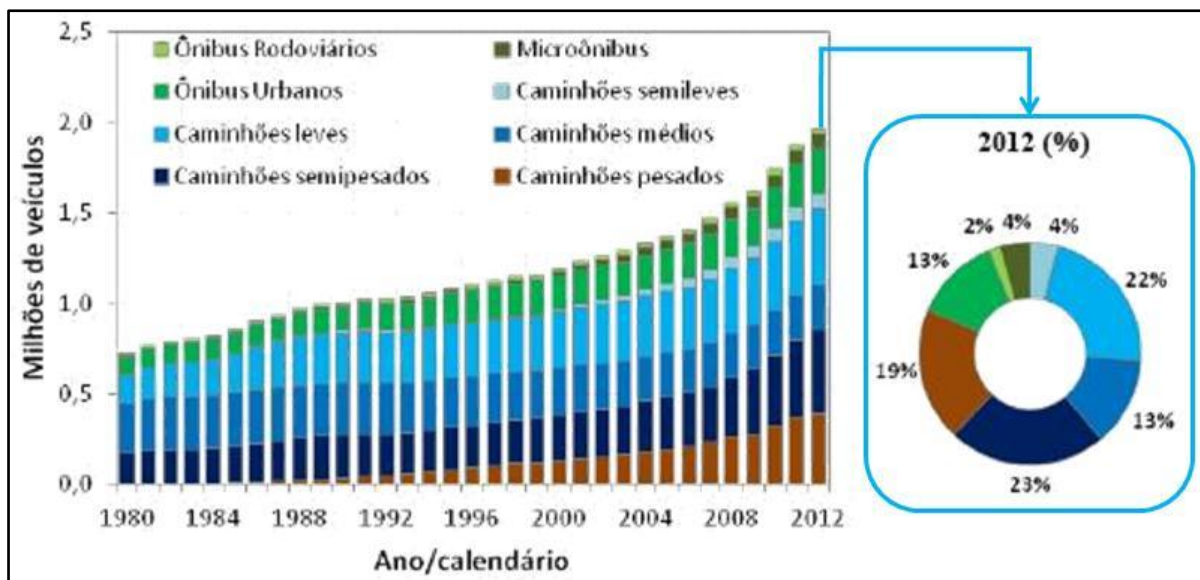


GRÁFICO 9 – Evolução estimada da frota de veículos pesados por categoria.

FONTE: adaptado de Ministério do Meio Ambiente (2014c).

No GRÁFICO 9 é possível a evolução, crescente, da frota de veículos pesados, ou seja, veículos automotores que necessariamente utilizam óleo diesel como fonte propulsora. Merece destaque o crescimento a partir do início da década de 90 dos caminhões pesados – reflexo do modal de transporte de cargas brasileiro – e também do crescimento dos microônibus a partir do início dos anos 2000.

Com a instituição do PROCONVE na década de 80 e com a resolução nº 315 do CONAMA estabelecendo novas datas e etapas para o programa, o reflexo direto estaria presente na melhora da qualidade do ar principalmente nos grandes centros urbanos onde a concentração de veículos é extremamente elevada. Esta melhora na qualidade do ar em relação às emissões de poluentes por escapamentos e evaporação relativos ao óleo diesel pode ser observada nas mensurações de material particulado por combustão de óleo diesel.

Para ilustrar esta condição de emissão de material particulado devido à combustão de diesel em automotores é apresentado o GRÁFICO 10 contendo informações desde o ano de 1980 até 2012, além de conter informações individualizadas por categoria de veículo.

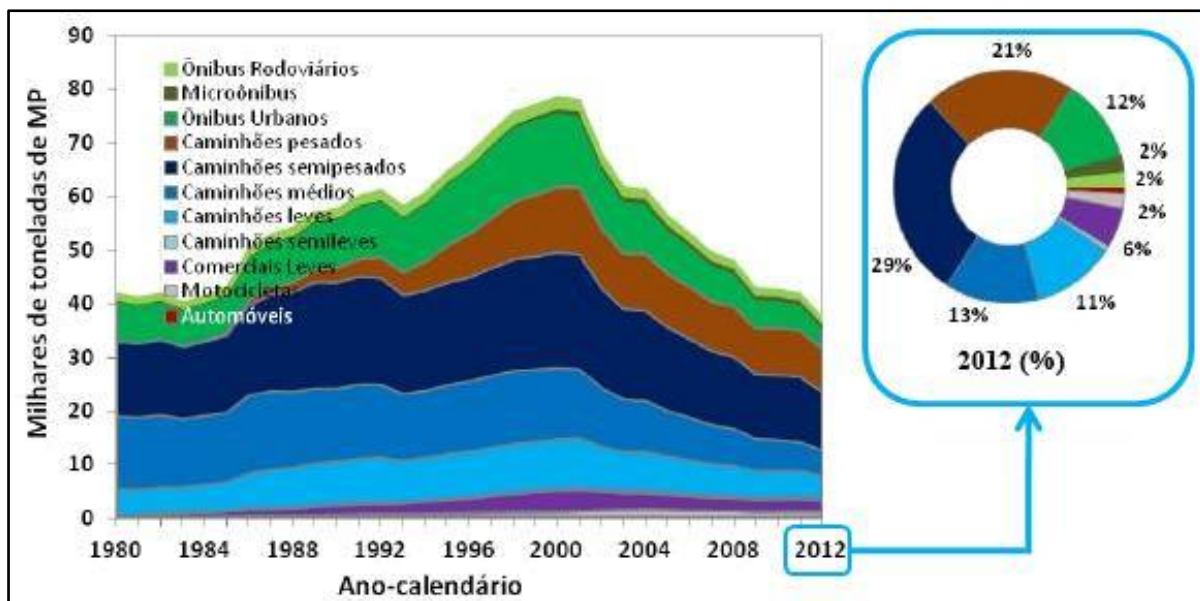


GRÁFICO 10 – Emissão de material particulado por combustão conforme categoria de veículos que utilizam óleo diesel.

FONTE: adaptado de Ministério do Meio Ambiente (2014c).

A emissão de material particulado é uma referência indicativa da poluição emitida e da utilização de diesel com baixo teor de enxofre, pois durante a combustão o enxofre do diesel é oxidado principalmente dióxido de enxofre (SO_2) que ainda pode ser oxidado em sulfatos (SO_4) que na presença de água ficam aglutinados ao redor de núcleos de carbono particulado, também emitidos pela queima, aumentando a massa total do particulado emitido.

Em sistemas motóricos com pós-tratamento de emissões (motores utilizados nos veículos à diesel após fase 7 do PROCONVE) a taxa de conversão de sulfatos pode chegar a quase 100 por cento, desta forma estes tipos de motores necessitam serem abastecidos com diesel de baixo teor de enxofre ou hidrotratado.

A massa do material particulado (sulfatos) emitido pelo motor está diretamente relacionada com o consumo do de combustível do motor, o teor de enxofre presente no combustível utilizado na queima e a taxa de conversão em

sulfatos do sistema de catalisador do motor, sendo estes os parâmetros básicos de mensuração da emissão de material particulado.

Para ilustrar este contexto da emissão de material particulado é apresentado o GRÁFICO 11 com informações relativas à emissão em relação ao tipo de combustível utilizado nos motores veiculares no intervalo dos anos de 1980 até 2012.

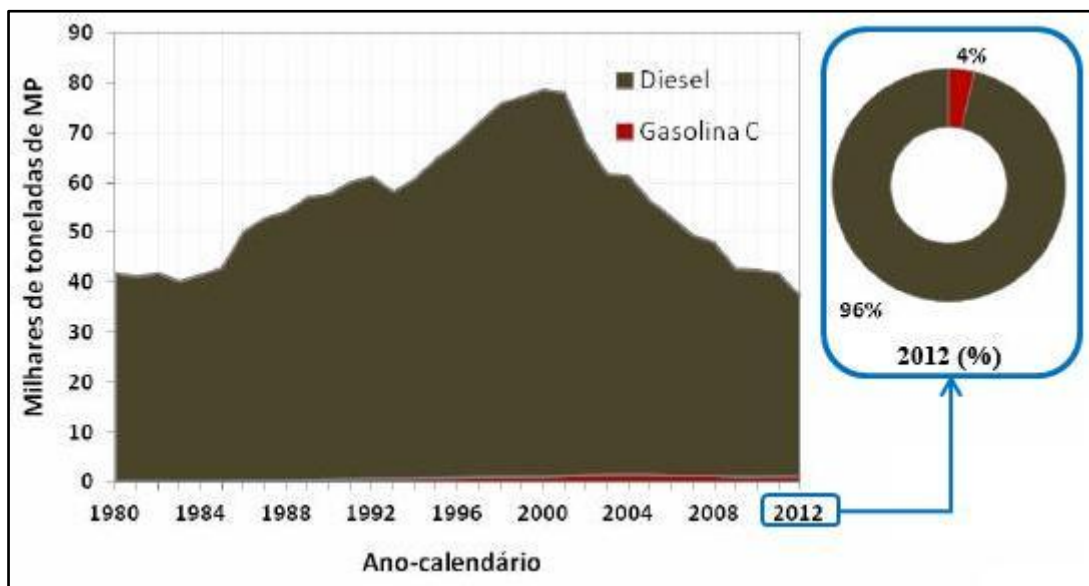


GRÁFICO 11 – Emissão de material particulado conforme tipo de combustível.
 FONTE: adaptado de Ministério do Meio Ambiente (2014c).

Duas informações no GRÁFICO 11 merecem destaque, a primeira é relativa à característica intrínseca de emissão de particulados entre a gasolina automotiva e o diesel que muito superior e a segunda é relativa à redução na emissão com início dos anos 2000 chegando ao ano de 2012 com um valor inferior ao do início da década de 80. Esta redução fica ainda mais significativa quando, utilizando informações do GRÁFICO 9, é perceptível que o número de veículos automotores, que utilizam diesel, desde a década de 80 até o último ano de avaliação das emissões, 2012, é praticamente quatro vezes maior.

Em relação aos demais tipos de poluentes, também fazem parte da avaliação do Ministério do Meio Ambiente e são regulamentados pelo PROCONVE, fazendo parte da composição do inventário anual, a mensuração dos seguintes poluentes: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos não metano (NMHC), aldeídos (RCHO), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e

óxido nitroso (N_2O), sendo estes três últimos denominados de gases de efeito estufa.

3.5.4 Sistema Produtivo e o contexto Socioeconômico

Desde o ano de 2005 já existia preocupação por parte da companhia A em estabelecer no plano estratégico da empresa reservas para ampliações no parque produtivo do refino brasileiro visando atender a regulamentação da ANP, por meio da resolução nº 315 do CONAMA; na melhoria da qualidade dos combustíveis – reduzindo o teor de enxofre nos combustíveis utilizados em motores à combustão – buscando reduzir a emissão de poluentes.

Nos anos de 2008 e 2009 a companhia A, aliado ao fato de necessitar atender as novas exigências técnicas na produção de combustíveis, inicia o processo de estruturação financeira e técnica para atender novas demandas no refino brasileiro devido às futuras demandas que estão surgindo decorrentes do petróleo extraído da camada pré-sal. As novas unidades de processo deverão suprir as instalações já existentes com novas tecnologias de processo, equipamentos e instalações apropriadas e com maior aproveitamento do processamento do novo tipo de petróleo extraído da camada pré-sal que possui características diferentes do petróleo normalmente processado, óleo mais leve, estas diferentes composições estão explicadas anteriormente no item 2.4.

O mercado consumidor é suprido de óleo diesel sob as novas especificações apenas por uma refinaria produtora, localizada no estado do Rio de Janeiro, em produção com máxima capacidade para este tipo de produto, sendo que, a diferença necessária para suprir totalmente o mercado consumidor é realizada com combustível importado.

Nos planos estratégicos divulgados publicamente é possível perceber que existe um processo crescente de estruturação e capitalização para permitir a realização de investimentos de grande montante, pois como explicado em itens anteriores, os investimentos na área de petróleo e gás normalmente são de alto volume e para demonstrar esta crescente preparação é apresentado o QUADRO 3 com os valores reservados, em bilhões de dólares, para expansão do parque de refino das instalações localizadas no estado do Paraná.

Período Plano Estratégico [ano]	Previsão para obras de Expansão do Refino [US\$ em bilhões]
2005 – 2010	1,3
2006 – 2011	2,1
2007 – 2012	2,5

QUADRO 3 - Planos de Negócio da Empresa A e previsão de investimentos de expansão do parque industrial de refino nacional.

FONTE: JASPER, 2007a.

Estes números relativos aos planos de negocio representam previsões a nível estratégico e sofreram aumentos sucessivos majoritariamente devido ao aumento crescente dos principais insumos utilizados na construção e montagem das unidades industriais, como por exemplo, aço e cimento. Com o aquecimento do setor de petróleo e gás, principalmente relativo aos novos empreendimentos do refino e plataformas, a demanda por profissionais de diversas áreas e com os mais diversos níveis de instrução, aumentou consideravelmente resultando em aumento nos custos de mão-de-obra e serviços, além dos setores ligados direta e indiretamente com serviços.

Para as instalações do refino no estado do Paraná foram atribuídas à construção de mais de 19 unidades de processamento diversos, ligados diretamente com o processo produtivo de refino ou provendo insumos e recursos diversos para o processo principal. Neste contexto, a realização do novo empreendimento apresentou maior concentração de capital financeiro e maior exigência de insumos em três grandes contratos devido à grande complexidade e extensão das atividades a serem realizadas por cada um dos fornecedores.

A decisão de dividir em partes reside em aproveitar ao máximo o *know-how* individual de cada empresa, mesmo na formação de consórcio, teoria apresentada anteriormente no início do item 2.1, e na necessidade do atendimento às múltiplas exigências legais durante os processos de contratação dos serviços e fornecimentos, que no caso de uma obra única poderia se torna inexecúvel até para as maiores empresas nacionais e estrangeiras, além de não ser uma prática nada comum neste segmento produtivo – novos empreendimentos.

Os três grandes contratos relativos aos novos empreendimentos foram divididos entre as unidades de coqueamento retardado (UCR), inclusive integrante da FIGURA 11 como sendo carga para outras unidades, como por exemplo, hidrotratamento e coque, gasolina e HDT e interligação das unidades de coque/HDT e gasolina, que consiste na interligação do processo produtivo por meio de tubulações, cabos elétricos, de comunicação, instrumentação e controle, e demais estruturas necessárias ao funcionamento operacional das unidades. Para ilustrar melhor este contexto, no QUADRO 4 é apresentado o montante de investimentos nos três maiores e principais projetos do empreendimento que tiveram os contratos todos assinados no ano de 2008 – valores de domínio público e referentes ao momento da assinatura dos contratos.

Unidade de processo	Consórcio Contratado	Valor de contrato [R\$ em bilhões]
Coqueamento Retardado (UCR)	Outro	2,48
Coque/HDT e gasolina	Consórcio B	1,82
Interligações	Outro	2,25

QUADRO 4 – Investimentos nos principais projetos dos novos empreendimentos do parque industrial de refino no estado do Paraná.

FONTE: adaptado de JASPER, 2007b; REDAÇÃO, 2008.

Na segunda coluna do QUADRO 4 os consórcios contratados para o fornecimento da unidade de coqueamento retardado (UCR) e interligações foram identificados como ‘outros’ apenas para evitar confusões com as denominações utilizadas no caso de estudo da monografia e para não criar denominações adicionais utilizadas apenas uma única vez neste estudo. Como critério comparativo da dimensão deste novo empreendimento, o valor final é quase três vezes maior que o investimento realizado para a instalação de três grandes montadoras de automóveis na região metropolitana da cidade de Curitiba na década dos anos 90.

Considerando todo este volume financeiro de investimentos aliado ao fato da grande necessidade de mão-de-obra que o novo empreendimento gera, torna-se natural que as cidades próximas e principalmente no entorno, devido à facilidade de acesso reduzindo o tempo de deslocamento, custos com

transporte, redução do risco de acidentes de percurso, dentre outros fatores que também são destacados no item 3.1 desta monografia, tenham a rotina alterada em função deste novo fluxo. É estimado que no ápice da execução e das necessidades do empreendimento o contingente mobilizado para trabalhar chegou próximo a 17 mil trabalhadores, exclusivamente na obras, e somando-se o efetivo temporário necessário a suprir atividades programadas no parque industrial já existente, o número total ultrapassou 22 mil pessoas.

Grande parte deste contingente é itinerante e advindo das mais diversas regiões do Brasil, grande parte deste contingente acaba por fixar residência, mesmo que temporária por algumas dezenas de meses, na cidade próxima ao parque industrial, que para o caso de estudo é o município de Araucária.

Outra região que sofre grande influência são os bairros da cidade de Curitiba que estão localizados em regiões próximas ou de fácil acesso ao município onde está localizado o canteiro de obras. Com a fixação de tamanho contingente de pessoas em uma mesma região novas demandas por serviços, comércio, lazer e saúde são gerados, fato que movimenta muito a economia e população local com a abertura de novas oportunidades de empregos, expansão do comércio e dos serviços.

Um dos primeiros reflexos da grande ocupação temporária decorrente da grande demanda por trabalhadores é perceptível no setor imobiliário, que devido à alta demanda por imóveis para compra e principalmente locação, resultando no aumento dos preços. Porém, é importante destacar que a grande oportunidade de expansão do comércio e serviços reside no período preliminar ao início da obra chegando até o momento de ápice das atividades.

A partir de determinado ponto do desenvolvimento do empreendimento as contratações são reduzidas e quando ocorrem são relativas à profissionais mais especializados e visando o período de comissionamento em diante, iniciando o processo de desmobilização de pessoal e substituição, quando necessário a suprir demandas específicas, de trabalhadores.

As informações contidas nos próximos gráficos deste capítulo da monografia são referentes ao setor da construção civil ou serviços na região do município de Araucária do período do mês de janeiro de 2007 até dezembro de 2013 disponibilizadas pelo CAGED.

O setor da construção civil foi escolhido no momento da consulta devido às profissões que este segmento agrega estarem diretamente relacionadas ao desenvolvimento e execução do novo empreendimento do refino, sendo que a classificação destas profissões é periodicamente publicada pelo governo federal. Maiores detalhes sobre estas condições estão apresentadas e detalhadas na sequência e estão concentradas principalmente no GRÁFICO 15 e no QUADRO 5 e QUADRO 6.

Esta dinâmica de contratações no início do empreendimento com o desligamento ao final das atividades pode ser evidenciada no GRÁFICO 12.

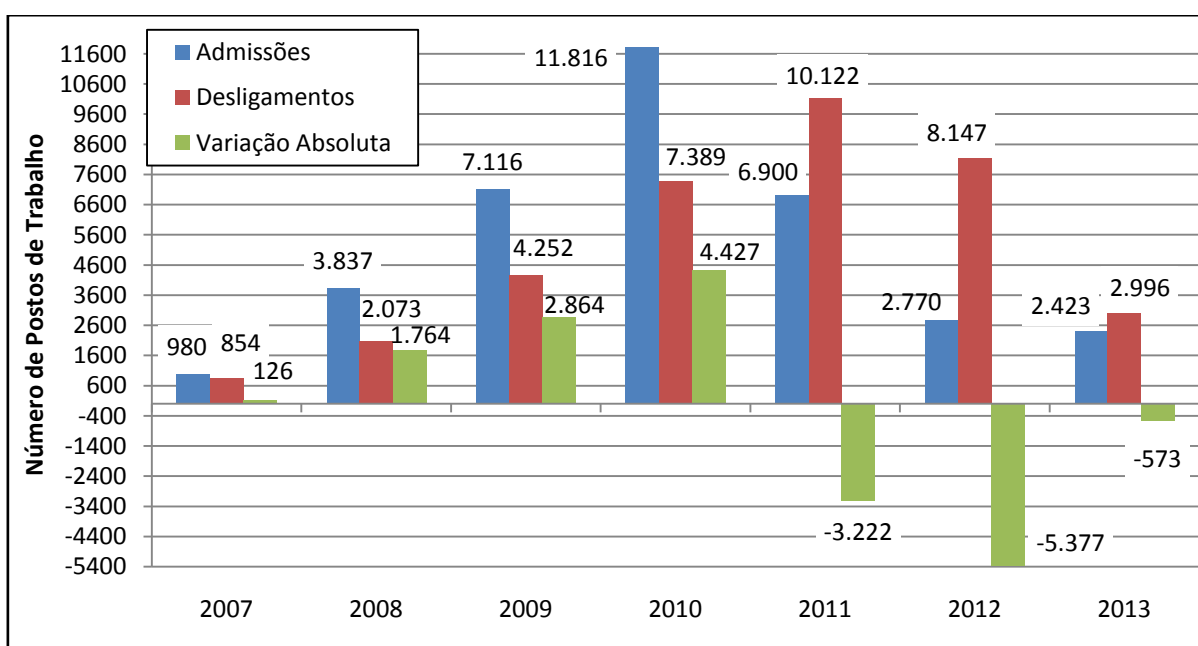


GRÁFICO 12 – Dados de admissões e demissões do ano 2007 até 2013 no setor da construção civil no município de Araucária.
 FONTE: CAGED (2014).

É possível identificar no GRÁFICO 12 que a partir do ano de 2008 o número de contratações sofre expressivo crescimento, próximo a 400 por cento, fato que coincide exatamente com o mesmo ano de assinatura dos três principais e maiores contratos dos novos empreendimentos de expansão do parque de refino, conforme é apresentado no QUADRO 4.

Ao longo dos dois anos seguintes as contratações seguem em ritmo acelerado, uma vez que todas as atividades do empreendimento estão ocorrendo concomitantemente e a demanda por trabalhadores é muito alta.

O contraste começa a surgir do ano 2010 e 2011, momento no qual o grande volume das obras está em fase final de construção e montagem e muitas atividades específicas de comissionamento têm início e necessariamente o número de trabalhadores diminui e o perfil individual também começa a sofrer alterações – mão-de-obra mais qualificada, porém, na maioria já contratada na obra.

A partir do momento em que o trabalhador não possui mais frentes de trabalho que necessitem serem supridas, as empresas ou consórcios iniciam o processo de desligamento ou também muito conhecido como desmobilização de pessoal.

O termo desmobilização é o mais utilizado e conhecido no ramo dos grandes empreendimentos, principalmente e em especial, no setor de petróleo e gás, pois literalmente indica que a força de trabalho que é desligada ao término das demandas em uma obra acaba necessariamente se encaminhando para outra localidade para suprir novas necessidades onde possam existir novos empreendimentos.

Para demonstrar este fato é apresentado no GRÁFICO 13 os tipos de contratações realizadas ao longo dos anos de 2007 até 2013, coincidindo com o período de realização do empreendimento.

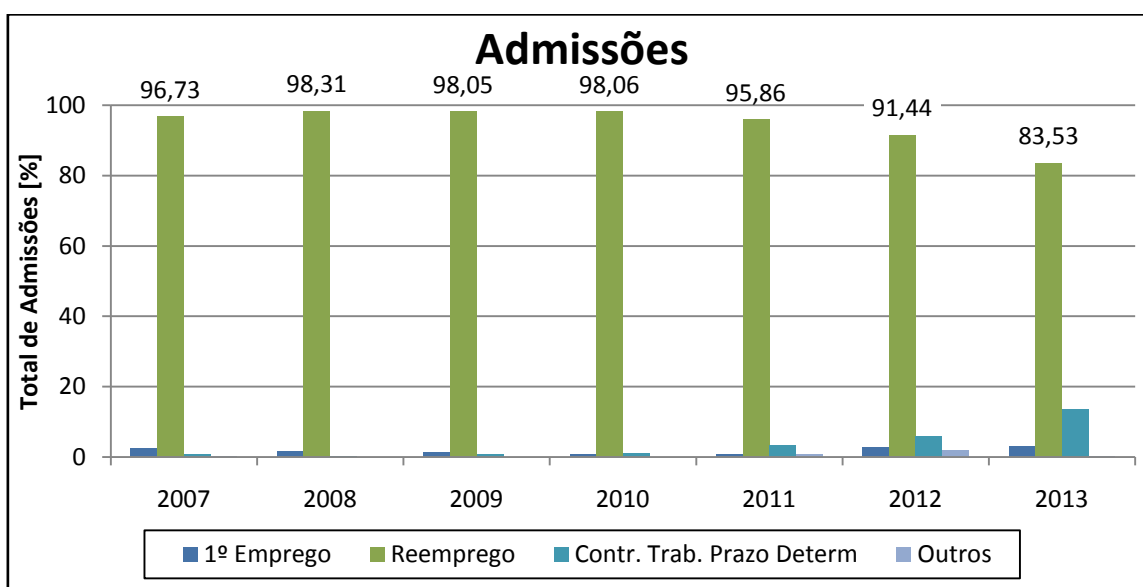


GRÁFICO 13 – Tipos de contratos de trabalho ao longo do período do ano de 2007 até 2013 no município de Araucária.

FONTE: CAGED (2014).

Os valores percentuais anuais do GRÁFICO 13 ao longo dos períodos são referentes aos montantes totais de admissões anuais que constam no GRÁFICO 12, sendo possível perceber que majoritariamente as contratações realizadas nos períodos são de trabalhadores que já trabalharam anteriormente.

Esta condição acaba confirmando a premissa anterior que caracterizava a força de trabalho como sendo itinerante, ou seja, os trabalhadores atuam suprindo as necessidades do novo empreendimento ou obra e ao final da realização das atividades, exaurindo as demandas, se deslocam para outra oportunidade que necessite de mão-de-obra, normalmente em outra localidade.

Este fato de mobilidade de mão-de-obra acaba revelando outra particularidade do setor de petróleo e gás, também contextualizado nos itens 2.1.2, 3.1 e 3.5.2, do presente trabalho, relativa à alta qualificação e as áreas específicas demandas pelo setor de energia – petróleo e gás – para execução dos novos projetos nos parques industriais (refinarias) e também para o setor *offshore* (plataformas).

Esta demanda acaba não sendo totalmente suprida pelo mercado de trabalho, de maneira que os profissionais que se encontram atuando ativamente no mercado acabam se deslocando para as localidades que apresentam as necessidades.

Ainda considerando o GRÁFICO 13 é possível perceber que a partir do ano de 2012 as admissões por contrato de trabalho por prazo determinado começam a crescer, no contexto dos novos empreendimentos, este dado pode indicar a demanda por profissionais para realização de atividades específicas e pontuais na solução de problemas com as novas instalações ou equipamentos que findam os períodos contratuais de garantias com os fornecedores.

Em relação à demanda temporária dos profissionais, é possível corroborar em definitivo esta condição e o caráter itinerante quando realizada a análise dos dados relativos ao tipo de desligamento mais comum durante este mesmo período de tempo. Para isso, são mostrados no GRÁFICO 14, em termos percentuais, os motivos mais comuns utilizados pelas empresas ou consórcios.

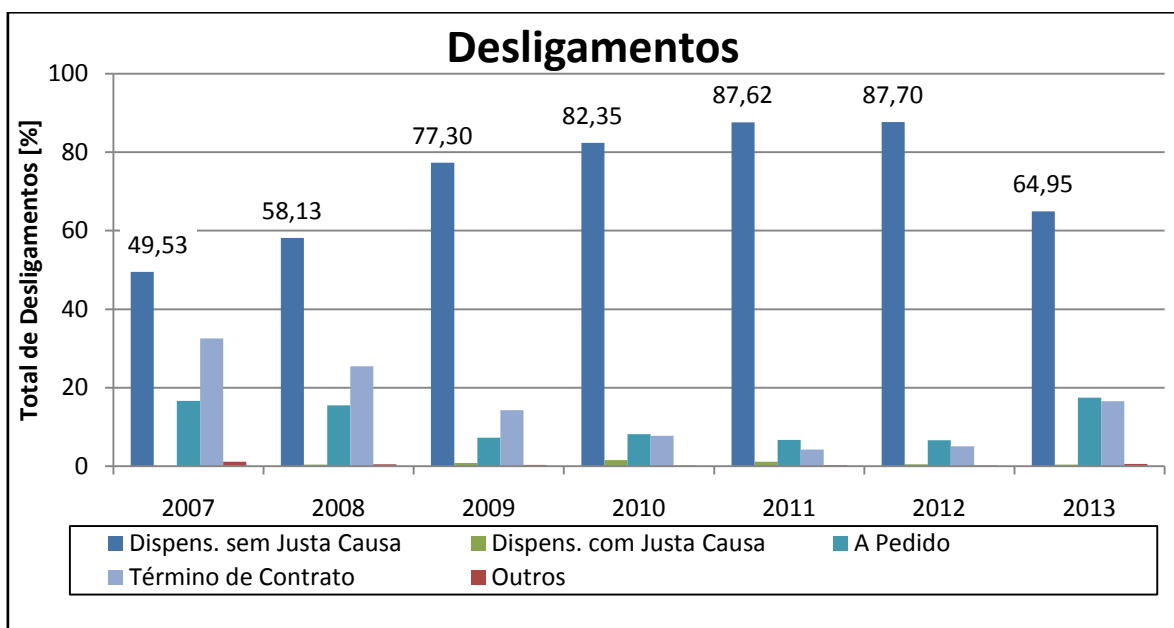


GRÁFICO 14 – Tipos de desligamentos no período dos anos de 2007 a 2013 no município de Araucária.
 FONTE: CAGED (2014).

Por meio da análise dos dados do GRÁFICO 14 é possível notar o crescimento das dispensas sem justa causa dos trabalhadores até o ano de 2012, quando ocorre redução significativa para o ano seguinte, 2013, fato que coincide com o processo de finalização e entrega ao cliente final das unidades de processo e conseqüente encerramento das atividades e atuação das empresas e consórcios fornecedores. O fato do desligamento do trabalhador sem apresentação de justa causa é característico, no contexto do setor de petróleo e gás, da extinção da demanda dos serviços do profissional que devido à finalização das atividades, frentes de trabalho, pode ser desligado da empresa ou consórcio no qual possui vínculo empregatício.

Os dados que são analisados no GRÁFICO 12 e nos demais gráficos subseqüentes até este momento são informações do ministério do trabalho e emprego consultadas por meio da base de dados do cadastro geral de empregados e desempregados (CAGED). Este cadastro foi criado pelo governo federal por meio da Lei nº 4.923 do ano de 1965 instituindo o registro das admissões e demissões de trabalhadores sob o regime da consolidação das leis do trabalho (CLT).

A consulta realizada está referenciada ao estado do Paraná, na microregião de Curitiba e no município de Araucária, localidade de realização do empreendimento e região de interesse para o caso de estudo.

Dentre os diversos setores disponíveis para consulta o setor escolhido para a análise foi o da construção civil, devido às profissões agregadas neste setor estarem intimamente relacionadas às atividades do caso de estudo e por representarem o maior volume quantitativo de trabalhadores e das funções mais demandas no empreendimento.

Esta divisão entre as inúmeras funções que podem ser desempenhadas pelos trabalhadores foi instituída pelo governo federal por meio do ministério de trabalho e emprego que publica periodicamente a chamada classificação brasileira de ocupações (CBO).

A CBO é um documento que nomeia, codifica os títulos ocupacionais e descreve as características das ocupações no mercado de trabalho nacional, de maneira que periodicamente a lista é publicada com novas modificações e adequações para suprir as mudanças econômicas, sociais e culturais que ocorrem no dinâmico mercado de trabalho brasileiro.

Com base nos dados e informações do mês de janeiro do ano de 2007 até o mês de dezembro do ano de 2013 do CAGED, referentes às admissões e desligamentos no setor da construção civil, na mesma região e localidade anteriormente descritas, e seguindo a CBO deste setor é possível identificar que aproximadamente 80 por cento das contratações e demissões estão concentradas em apenas 20 por cento do total de 383 ocupações cadastradas e disponibilizadas neste setor.

No GRÁFICO 15 são apresentadas as informações das ocupações que concentraram maior volume de admissões e demissões, no período de interesse citado anteriormente, por meio da curva de Pareto.

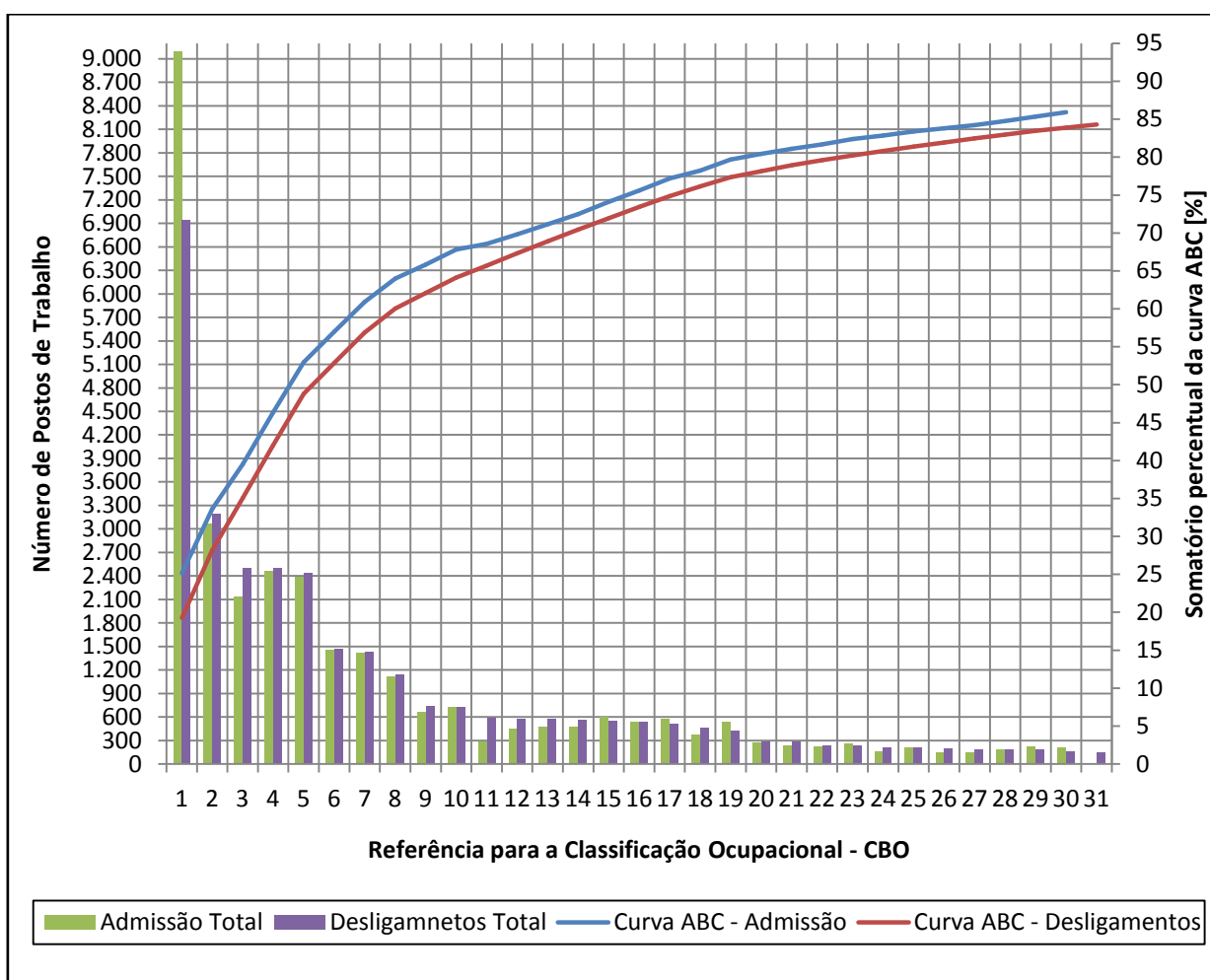


GRÁFICO 15 – Curva de Pareto para admissões e desligamentos no setor da construção civil no município de Araucária de 2007 a 2014.
FONE: CAGED (2014).

Devido à longa descrição das ocupações utilizadas na CBO o eixo horizontal do GRÁFICO 15 está referenciado a uma sequência numérica, além disso, é perceptível que apenas 31 ocupações das 383 ocupações estão representadas, sendo que 20 e 23 ocupações, para admissão e desligamento, respectivamente, representam pouco mais de 84 por cento das ocupações representativas, ou seja, ocupações que tiveram admissões e demissões significativas no período de 2007 a 2013, por estes motivos as curvas ABC do GRÁFICO 15 ficaram limitadas não atingindo o percentual total.

Para o caso das admissões são apresentadas no QUADRO 5 as referências utilizadas e relativas ao eixo horizontal do GRÁFICO 15, apenas as vinte primeiras ocupações, a referência da CBO das profissões, o descritivo da

atribuição ocupacional determinado pelo ministério do trabalho e o percentual individual acumulado que a ocupação representa perante o montante total.

Referência GRÁFICO 15	Nº Referência CBO	Atribuição na CBO	Percentual Representativo [%]
1	717020	Servente de Obras	25,15
2	724115	Instalador de Tubulações	8,48
3	724315	Soldador	5,90
4	715545	Montador de Andaimes (Edificações)	6,82
5	715210	Pedreiro	6,61
6	725205	Montador de Maquinas	4,04
7	715505	Carpinteiro	3,90
8	724205	Montador de Estruturas Metálicas	3,07
9	710205	Mestre (Construção Civil)	1,83
10	715315	Armador de Estrutura de Concreto Armado	2,00
11	312105	Técnico de Obras Civis	0,77
12	723315	Pintor de Estruturas Metálicas	1,24
13	724410	Caldeireiro (Chapas de Ferro e Aço)	1,31
14	951105	Eletricista de Manutenção Eletroeletrônica	1,32
15	715615	Eletricista de Instalações	1,65
16	724110	Encanador	1,47
17	723310	Pintor a Pincel e Rolo (Exceto Obras e Estruturas Metálicas)	1,60
18	732120	Instalador de Linhas Elétricas de Alta e Baixa - Tensão (Rede Aérea e Subterrânea)	1,02
19	411005	Auxiliar de Escritório, em Geral	1,49
20	351605	Técnico em Segurança no Trabalho	0,73
Total acumulado – curva ABC =			80,43

QUADRO 5 – Referência Ocupacional para Admissões no GRÁFICO 15 e valores percentuais relativos individuais.

FONTE: adaptado de CAGED (2014); O Autor (2014).

O referencial total acumulado de 80,43 por cento é referente a 36.138 postos de trabalhos gerados ao longo do período do mês de janeiro do ano de 2007 até o mês de dezembro do ano de 2013.

Em relação aos desligamentos, de maneira análoga à anterior, para as referências dos valores da curva ABC e para a quantidade de postos de trabalho, as atribuições da CBO utilizadas no eixo horizontal diferem em quantidade de ocupações e na ordem das ocupações que mais tiveram desligamentos no período, considerando o volume de ocupações dentro dos 80 por cento mais representativos. Para demonstrar estas condições é apresentado o QUADRO 6 com os mesmos indicativos do QUADRO 5.

Referência GRÁFICO 15	Nº Referência CBO	Atribuição na CBO	Percentual Representativo [%]
1	717020	Servente de Obras	19,28
2	724115	Instalador de Tubulações	8,87
3	724315	Soldador	6,94
4	715210	Pedreiro	6,94
5	724315	Soldador	6,79
6	725205	Montador de Maquinas	4,07
7	715505	Carpinteiro	3,97
8	724205	Montador de Estruturas Metálicas	3,17
9	710205	Mestre (Construção Civil)	2,04
10	715315	Armador de Estrutura de Concreto Armado	2,03
11	312105	Técnico de Obras Civis	1,61
12	724410	Caldeireiro (Chapas de Ferro e Aço)	1,59
13	723315	Pintor de Estruturas Metálicas	1,59
14	715615	Eletricista de Instalações	1,54
15	951105	Eletricista de Manutenção Eletroeletrônica	1,51
16	724110	Encanador	1,49
17	723310	Pintor a Pincel e Rolo (Exceto Obras e Estruturas Metálicas)	1,43
18	411005	Auxiliar de Escritório, em Geral	1,29
19	732120	Instalador de Linhas Elétricas de Alta e Baixa - Tensão (Rede Aérea e Subterrânea)	1,19
20	351605	Técnico em Segurança no Trabalho	0,80
21	414105	Almoxarife	0,78
22	715715	Instalador de Isolantes Térmicos (Refrigeração e Climatização)	0,65
23	313205	Técnico de Manutenção Eletrônica	0,65
Total acumulado – curva ABC =			80,22

QUADRO 6 – Referência Ocupacional para Desligamentos no GRÁFICO 15 e valores percentuais relativos individuais.

FONTE: adaptado de CAGED (2014); O autor (2014).

Para os dados de desligamentos apresentados o valor acumulado de 80,22 por cento está referenciado ao total de 35.997 trabalhadores desligados das empresas em que trabalhavam sob regime da CLT para o mesmo período de referência da QUADRO 6.

Fazendo um comparativo entre o total de oportunidades de empregos geradas e o quantitativo de desligamentos ocorrido durante o mesmo período em questão, é possível perceber um pequeno saldo positivo de 141 postos (aproximadamente 0,4% do total), que no horizonte dos sete anos analisados,

representa pouco mais de 20 novos postos por anos. Comparativamente com o período analisado, a grandeza dos números de admissão e desligamento e o tamanho do município, este pequeno crescimento indica que praticamente todas as oportunidades geradas devido ao empreendimento foram efetivamente suprimidas.

No setor de serviços do município de Araucária também é possível perceber a forte influência do alto fluxo de trabalhadores na região para execução do novo empreendimento. No GRÁFICO 16 são apresentadas informações relativas à contratação e desligamento de trabalhadores no setor de serviços durante o mesmo período de análise para admissão e desligamento no setor da construção civil, diretamente ligados à nova obra.

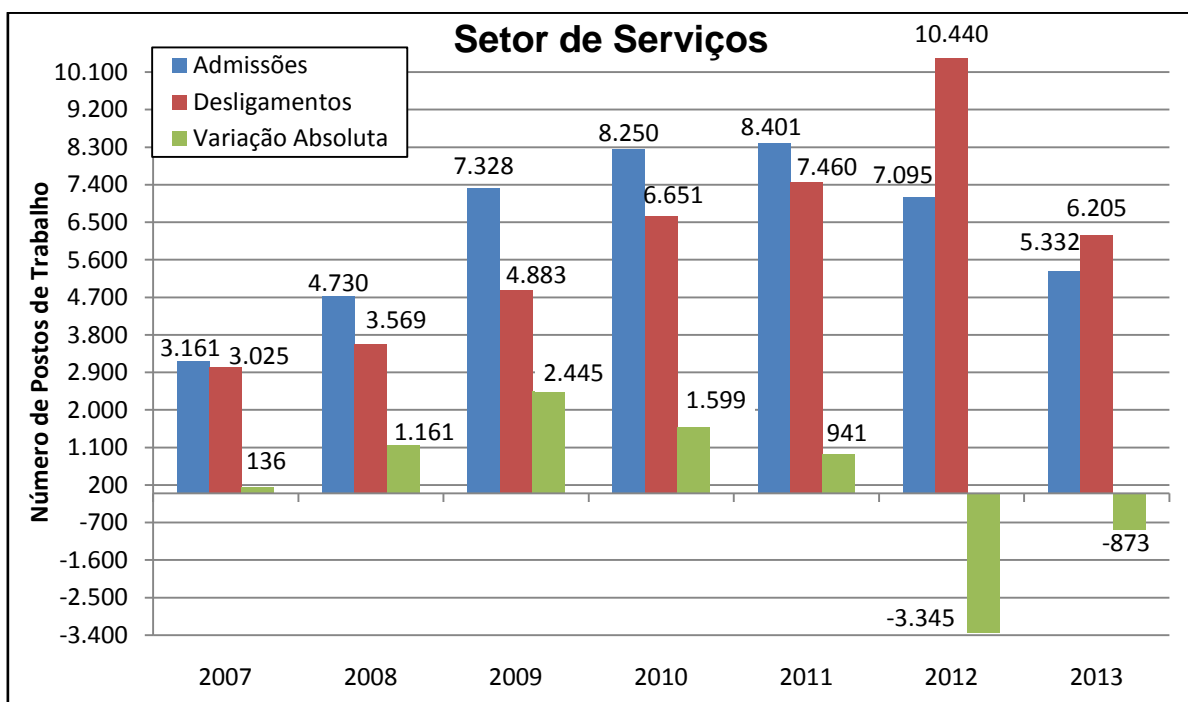


GRÁFICO 16 – Dados de admissões e desligamentos no setor de serviços no período compreendido entre os anos de 2007 e 2013.

FONTE: CAGED (2014).

No período que tem início no ano de 2007 até o final do ano de 2011 é possível perceber crescimento a 260 por cento na quantidade de admissões na área de serviços, que compreende atividades ligadas principalmente à alojamento, alimentação, manutenção, saúde (médico e odontológico), comunicação, transporte, ensino e comércio e administração de imóveis e serviços técnicos.

Analisando o ano seguinte, 2012, o cenário se inverte e o saldo entre admissões e desligamentos fica negativo coincidindo com o mesmo período de finalização das atividades de comissionamento e início produtivo das múltiplas unidades do novo parque de refino, situação que implica diretamente na redução do quadro de pessoas pelas empresas e consórcios devido à finalização das atividades e encaminhamento para a fase de conclusão das atividades e entrega das instalações e equipamentos ao cliente final. Esta situação do ano de 2012 é extensiva ao ano seguinte, 2013, com redução de quase 25 por cento nas contratações.

3.6 ANÁLISES DO CASO DE ESTUDO E O COMISSIONAMENTO

Neste item são apresentadas análises e ponderações relativas ao cenário do caso de estudo, incluindo aspectos produtivos, e as particularidades relacionadas aos múltiplos fornecedores envolvidos neste grande empreendimento de engenharia abordado no caso de estudo, além disso, também são realizadas análises relacionadas às atividades de comissionamento empregadas nas unidades de processo produtivo abordadas também nesta monografia. As análises mais voltadas e centradas nos aspectos macroeconômico e socioeconômico do novo e grande empreendimento de engenharia são melhor detalhadas e desenvolvidas no item 4 desta monografia.

Cada um dos atores ou empresas envolvidas e participantes do novo empreendimento destinado ao fornecimento das instalações, equipamentos e sistemas para o processo de hidrotreamento foram apresentadas e descritas anteriormente no item 3.2.

É possível notar que algumas empresas se reuniram e formaram consórcios de maneira a reunir os esforços e conhecimentos individuais, *know-how*, na busca de objetivos mútuos e com retorno e benefícios para todos os envolvidos. Esta forma de agrupamento de organizações visando aproveitar ao máximo as competências individuais é corroborada e fundamentada por Chiavenato (2005).

Com intuito de manter o foco no máximo aproveitamento das próprias competências muitas das empresas contratadas para o fornecimento das instalações e equipamentos realizaram subcontratações de outras empresas

para realização de atividades e fornecimentos que fogem ao escopo das contratantes. É necessário pontuar que via cláusulas contratuais do fornecimento para os novos empreendimentos, as empresas que forem subcontratadas pelo fornecedor também estão sujeitas aos mesmos termos do contrato firmado entre o contratante do novo empreendimento e o fornecedor primário.

Este arranjo utilizando subcontratações ou também chamadas de terceirização acaba gerando como resultado organizacional uma estrutura muito ampla, porém, compostas por entidades altamente especializadas nas próprias áreas de atuação e partilhando objetivos em comum. Esta forma organizacional e a busca mútua por objetivos comuns e com benefícios a todos os integrantes é característica das fundamentações apresentadas em Ballou (2006) e Chiavenato (2005).

Como forma organizacional este arranjo empresarial, formando a chamada superorganização, é muito favorável ao aproveitamento das competências individuais de cada uma das empresas, porém, a participação massiva de empresas acaba gerando muitas interfaces entre as atribuições dos múltiplos fornecedores envolvidos.

Expandindo esta análise para o contexto do novo empreendimento, devido ao porte, complexidade no processo produtivo, extensão física das instalações e equipamentos e os elevados custos o fornecimento foi separado por conjuntos de unidades, divididas sob os aspectos do processo produtivo. Na quase totalidade dos contratos de fornecimento dos conjuntos de unidades industriais de processo – execução das atividades – ficou sob responsabilidade de empresas reunidas na forma de consórcios.

Considerando que os próprios consórcios em si representam uma superorganização, isto incluindo os respectivos subfornecedores contratados por eles, internamente a esta superorganização a quantidade de interações, interfaces e alternância de atribuições entre clientes e fornecedores é muito elevada e intermitente.

Durante a execução e para a finalização do novo empreendimento as diversas superorganizações formadas estiveram reunidas e devido às divisões realizadas na contratação, necessariamente todas elas precisaram de alguma

forma interagir entre si durante algum tempo ao longo da execução das atividades de fornecimento.

Neste arranjo de múltiplas empresas ou superorganizações reunidas e trabalhando cada uma individualmente sob escopos específicos de fornecimento e necessidades intermitentes de interação técnica e operacional na execução das atividades, torna-se quase obrigatório a existência de uma área especializada nesta intermediação e a presença de profissionais e equipes dedicadas e altamente capacitadas é precípua para suprir esta lacuna existente entre os participantes envolvidos.

Para existir maior coesão, controle e coordenação nas decisões e interações e também a consolidação das informações entre todos os participantes, a respectiva área e os profissionais, preferencialmente, devem ser contratados ou estar sob o comando direto da companhia que contratante de todos os fornecimentos do novo empreendimento.

Estas múltiplas interações entre os diversos fornecedores podem ser mais claramente observada principalmente nos itens 3.4.2 e 3.5 deste trabalho, nos quais é possível perceber que durante a realização das atividades de comissionamento da disciplina de elétrica e automação as equipes das diversas partes envolvidas precisam interagir e realizar o trabalho em conjunto para conseguirem alcançar a finalização das atividades.

Duas situações surgem e são potencializadas devido à grande quantidade de participantes e exigem ainda mais dos profissionais e equipes responsáveis pela intermediação entre as organizações e atividades. A primeira é ligada aos esforços para realização concomitante das atividades técnicas e operacionais que necessitam desta condição, como por exemplo, durante a fase de comissionamento, conforme explorado melhor anteriormente no item 3.5.

A segunda situação é relacionada às modificações e alterações de projeto que possuem relação e implicações diretas na realização das atividades ou também denominado *timings* das atividades descritas anteriormente. Quando uma modificação é realizada ainda na fase de concepção e projeto as implicações são muito reduzidas quando comparadas às realizadas durante a fase final de construção e montagem das instalações e equipamentos, situação

que acaba sendo agravada quando múltiplas empresas estão envolvidas no fornecimento.

Em relação às atividades de comissionamento, para ser possível a finalização das atividades, todo tipo de pendência em relação ao projeto ou modificações que não foram sanadas precisam necessariamente ser solucionadas. Quando a execução deste tipo de atividades pendentes chega até esta fase do comissionamento, conforme maiores detalhes da FIGURA 18, o custo geral – financeiro e operacional – para a implementação das modificações é muito superior quando comparado ao custo de realização durante as fases iniciais de concepção e projeto.

No item 3.5.2 desta monografia é possível perceber, principalmente, as implicações e a complexidade operacional que as modificações tardias podem acarretar nas fases seguintes do processo produtivo, além das implicações indiretas relacionadas ao incremento de custos e possíveis atrasos nas etapas seguintes e na entrega final. Estas considerações sobre acréscimo de custos *versus* o tempo do projeto – fases – pode ser confirmada em PMBOK (2008).

Os testes relativos aos equipamentos, automação correspondente a eles e sistemas de controle são apresentados anteriormente no item 3.4 e detalhes mais específicos encontram-se no item 3.4.2 deste trabalho. Estas verificações e testes realizados durante o comissionamento buscam identificar e sanar problemas técnicos e de projeto que ainda possam remanescer das fases anteriores.

Além desta função os procedimentos e execuções do comissionamento buscam garantir a funcionalidade e operação conjunta dos múltiplos sistemas, equipamentos e instalações de maneira que principalmente as fases seguintes – *start-up* e pré-operação – ocorram de forma segura para pessoas e para os próprios equipamentos e instalações, por consequência.

Em relação aos fornecimentos de equipamentos elétricos de pequeno porte e com produção em série, por exemplo, transformadores de baixa tensão, mas principal e fundamentalmente dos grandes e equipamentos – chamados pacotes – está a realização e acompanhamento, por profissionais e equipes especializadas durante a execução, do chamado teste de aceitação em fábrica (TAF) ou do inglês *factory acceptance test* (FAT).

Estes testes verificam e simulam as condições operacionais especificadas pelo projeto, porém, ainda sob responsabilidade do fabricante e normalmente realizado em ambiente apropriado na fábrica ou local destinado e preparado para tal fim, como por exemplo, laboratórios de certificação.

Nóbrega (2011) define e explica muito bem que no ambiente de fábrica não possível execução de testes dos equipamentos sob as condições nominais de operação, principalmente devido à complexidade e às inúmeras variáveis e condições específicas de processo, tornando-se impraticável a simulação de cada um dos cenários para cada máquina produzida sob encomenda e com características particulares.

A realização do FAT tem como principais finalidades, por meio de testes e simulações em laboratório e análise criteriosa de especialistas que registram os eventos via relatórios e certificados, validar a funcionalidade do equipamento, sob condições normatizadas, e identificar a totalidade de possíveis problemas que podem ocorrer durante a montagem e instalação em campo e situações que merecem e necessitam de maior atenção e cuidados durante o comissionamento.

Uma vez que, na grande maioria dos casos, os equipamentos precisaram ser desmontado para realização do transporte e depois são remontados no local de instalação final a execução e principalmente os registros dos eventos são de grande valia durante a fase de comissionamento. Em termos gerais, a maioria destes aspectos do FAT são compartilhados e confirmados por Bendiksen e Young (2005) e Killcross (2012).

Ainda em relação ao fornecimento dos chamados pacotes de equipamentos e o FAT, a realização da contratação do fornecimento ou também considerada compra global para a ampliação e modernização de diversas instalações industriais, localizadas em diferentes regiões do país, financeira e economicamente é vantajosa.

Porém, é importante frisar que o fornecimento continua sendo sob encomenda – produção por projeto de apenas algumas unidades não chegando a algumas dezenas – para atender às características peculiares de cada processo produtivo de uma instalação industrial, pois conforme indicado na FIGURA 11, as instalações podem ter diferentes arranjos produtivos. Nestes

casos, os registros, documentos e certificados emitidos no TAF são precípuos para as equipes e profissionais de comissionamento.

Neste contexto das atividades de comissionamento aliado a realidade da implementação do novo empreendimento do refino de derivados de petróleo executado sob contratação de múltiplas empresas – conforme já explicado anteriormente – acabam resultando em necessidade de interações entre as diversas partes envolvidas. Estas interações relativas às atividades de comissionamento da disciplina de elétrica estão mais detalhadas no item 3.5.2 desta monografia e podem ser melhor visualizadas na FIGURA 22.

Analisando a própria FIGURA 22, anteriormente apresentada, é possível perceber que a realização das atividades de diferentes empresas acaba sendo direta e indiretamente interligadas, pois diferentemente das necessidades de fornecimento para o processo produtivo, FIGURA 21, que necessariamente ocorrem encadeadas, as atividades de comissionamento possuem ordem ou precedência ligadas e correlacionadas à arquitetura de controle do processo produtivo e fundamentalmente às necessidades específicas da disciplina de elétrica e automação.

Moraes e Castrucci (2007) completado por Bega (2003) apresentam de maneira assertiva o conceito de segurança para uma falha ou problema no sistema produtivo, em especial no segmento de petróleo e gás, quando a condição segura, garantida pelo intertravamento, não representa que todos os sistemas e equipamentos necessitam estar desligados. Pelo contrário, em muitos dos casos para segurança das pessoas que operam e controlam o processo e para os próprios equipamentos e instalações alguns sistemas devem ser acionados para garantia e preservação das condições operacionais seguras – manter a integridade dos sistemas.

Porém, durante a fase inicial das atividades de comissionamento, conforme descrito anteriormente no item 3.4.1, quando cada uma das muitas cargas elétricas é ainda considerada como sistemas operacionais isolados e não apenas equipes da disciplina de elétrica e automação realizam atividades no equipamento o importante nesta fase é a garantia do desligamento devido à segurança pessoal e preservação do próprio equipamento e das instalações onde está instalado o equipamento.

Um exemplo que pode ser citado e que é muito adequado ao cenário anteriormente descrito corresponde ao caso dos motores elétricos quando da realização das atividades de análise de vibração e teste de sentido de giro, por exemplo, que normalmente é realizado pelas equipes e profissionais especialistas da disciplina de mecânica.

Muitas das análises até aqui desenvolvidas fizeram referência às atividades de comissionamento, processo que tem início enquanto as fases de projeto, engenharia e suprimento e representam interinamente o processo produtivo para implementação de um novo empreendimento após a finalização da fase denominada de construção e montagem.

Estes dois últimos termos são muito difundidos no segmento de petróleo e gás e também no jargão corrente da área de empreendimentos neste segmento. Porém, os termos construção e montagem fazem analogia aos termos produção e manufatura, respectivamente, que estão correlacionados com a área de produção, principalmente quando referenciado à indústria de produção de bens em série ou uma linha de montagem.

A realização do novo empreendimento do refino não apenas na planta localizada no município de Araucária, mas também em outras oito refinarias distribuídas pelo território brasileiro que já estão com unidades de HDTI em operação, demonstra a concretização do plano estratégico de negócio da companhia, preocupação em atender da crescente demanda por combustíveis e o comprometimento em produzir combustíveis com maior qualidade, com isso reduzindo a emissão de poluentes na utilização em veículos automotores, contribuindo com o meio ambiente e atendendo requisitos da legislação federal. Estas afirmações são confirmadas em Cruz (2010) e demonstradas detalhadamente por unidade de processo produtivo em Petrobras (2014a).

Dentro de um horizonte de treze unidades de processo instaladas em território nacional, nove delas já estão com unidades de HDTI em operação (incluindo a planta de processo do caso de estudo, localizada no município de Araucária), uma ainda está em fase de construção e montagem e outras três não possuem as unidades de HDTI devido às características de concepção e arranjos produtivos.

No âmbito dos novos empreendimentos que ainda estão em desenvolvimento, todos os quatro possuem as unidades de HDTI, dois deles

ainda estão em fase de concepção e projeto e outros dois estão em fase adiantada de construção. Todas estas informações relativas ao total de unidades de processo instaladas e os novos empreendimentos estão confirmadas e detalhadas em Petrobras (2014a) e ANP (2014a).

Em particular, para o caso de estudo desta monografia, é possível perceber por meio da análise do GRÁFICO 5 que a planta de processo localizada no município de Araucária a partir do início do ano de 2012 reduziu o processamento de petróleo importado e aumentou a participação do óleo nacional do processo produtivo. Este cenário demonstra que o planejamento estratégico em conceber os novos empreendimentos com características de processo capazes de produzir derivados da forma mais eficiente com óleo advindo de reservas da camada pré-sal foi acertado, condição que foi confirmada após o término do empreendimento e que foi exposta por Carvalho (2009), à época da assinatura dos contratos e por e Jasper (2007a), indicando que até então 30 por cento do petróleo utilizado era proveniente de importações.

As importações não são concentradas apenas no petróleo bruto, realizando a análise do GRÁFICO 6, é possível perceber que óleo diesel já refinado também é importado para suprir a crescente demanda interna por este tipo de derivado energético. Do volume total anualmente importado de óleo diesel é possível perceber que o dispêndio com as importações, considerando custo FOB, acompanha quase fielmente a variação do preço internacional do petróleo bruto, sendo que em alguns períodos de baixa do preço do petróleo os custos das importações não necessariamente acompanharam esta baixa.

Em relação à crescente demanda pelo óleo diesel para fins energéticos, é perceptível por meio da análise do GRÁFICO 7 que nos últimos oito anos a demanda é crescente, a exceção do ano de 2009. Para o ano de 2014 os dados disponíveis são apenas até o mês de abril, ainda assim a média já é superior ao ano de 2012 e a perspectiva é superar o ano de 2013, afirmação calcada principalmente no crescimento da frota de veículos pesados – utilizam diesel como fonte combustível – que é apresentado no GRÁFICO 9.

Estes dois fatores aliados, realização de investimentos em novos empreendimentos e a importação de petróleo bruto e óleo diesel, geram implicações diretas na companhia produtora e conseqüentemente também na

economia brasileira. A companhia para realizar a decisão dos investimentos precisa no mínimo estabelecer o plano de negócios, analisar a viabilidade econômica, determinar o horizonte de retorno dos investimentos e submeter estas condições à aprovação do conselho administrativo, uma vez que se trata de uma companhia de capital aberto, porém, com controle majoritário do governo federal.

Na dinâmica da economia nacional as decisões da realização de novos empreendimentos geram impactos socioeconômicos marcantes principalmente nas regiões no entorno das localidades de execução das obras devido ao trânsito e instalação temporária de um grande contingente de trabalhadores demandados para a realização do empreendimento.

Em Nascimento (2010) e em Junges (2012) é possível confirmar esta situação e ainda estabelecer melhor dois momentos extremos, o primeiro com o anúncio e início das obras juntamente com a chegada da força de trabalho e o segundo com o encerramento das atividades – entrega das instalações industriais e equipamentos ao cliente final – e partida dos trabalhadores para outras regiões brasileiras em busca de novas oportunidades de trabalho.

Geralmente estes trabalhadores buscam novas oportunidades neste mesmo segmento de petróleo e gás, uma vez que a demanda por profissionais e as exigências de qualificações específicas são muito presentes neste segmento. É possível observar melhor esta movimentação de trabalhadores por meio da análise das contratações e desligamento durante o período de execução do empreendimento, informações dispostas no GRÁFICO 12.

As regiões que abrigam, por um período temporário, estes trabalhadores acabam sofrendo impactos nas diversas atividades econômicas, aumentando a demanda por acomodações (hotéis e pensões), restaurantes, comércio varejista em geral, saúde, lazer e serviços diversos. Para ilustrar melhor este cenário socioeconômico é possível perceber no GRÁFICO 16 os reflexos econômicos por meio total de contratações e desligamentos no período coincidente com a realização do empreendimento.

Ao final do item 3.5.2 desta monografia é apontado que a demanda por trabalhadores especialistas da área técnica aumenta à medida que os trabalhos de construção e montagem são finalizados e têm início as principais atividades de comissionamento. Por meio do GRÁFICO 2 é possível perceber o

incremento da necessidade de pessoal ao longo de todo o processo produtivo para produção do novo empreendimento.

Em relação a este processo de produção do empreendimento, é possível visualizar na FIGURA 18 as múltiplas fases desde o início com na fase de concepção, projeto, engenharia e suprimento, chegando até a fase final (recebimento pelo cliente final) quando o empreendimento globalmente está finalizado e já em plena operação – inclusive finalizadas as etapas de operação assistida e assistência técnica, conforme detalhado na FIGURA 24.

4 CONCLUSÕES

A proposta desde o início do desenvolvimento desta monografia consistiu em analisar quais impactos são gerados no âmbito produtivo de derivados de petróleo (refino) e no contexto macro e socioeconômicos decorrentes do desenvolvimento de um novo empreendimento de engenharia realizado sob encomenda (produção por projeto) para modernização e expansão do processo produtivo, instalações e equipamentos de um parque industrial em plena operação.

Inserido neste contexto no capítulo 3 desta monografia é apresentado um caso de estudo relativo a um novo empreendimento no segmento de petróleo e gás para expansão e modernização das instalações industriais localizadas no município de Araucária, região metropolitana da cidade de Curitiba no estado do Paraná.

Em relação ao comissionamento dois pontos centrais nesta monografia necessitam de um novo destaque, o primeiro consiste na consideração das cargas elétricas na fase inicial da fase de comissionamento quando as cargas ainda são consideradas como sendo sistemas operacionais isoladas do restante do sistema de processo e não apenas as equipes da disciplina de elétrica e automação estão realizando atividades nos equipamentos.

Neste cenário e durante a realização dos testes, o fato primordial na operação e testes realizados nos equipamentos é a garantia do desligamento total evitando problemas e garantindo a segurança pessoal e preservação da integridade do próprio equipamento e das instalações.

O segundo consiste na utilização dos termos construção e montagem muito difundidos e empregados no meio do segmento de petróleo e gás, porém, no o âmbito da engenharia de produção a analogia destes dois termos deve ser feita relacionando produção e manufatura, respectivamente. Outras análises voltadas ao tema do comissionamento e relacionadas ao caso de estudo desta monografia são melhor desenvolvidos, mais detalhados e aprofundados no item 3.6 desta monografia.

Para o caso dos novos empreendimentos o sistema utilizado é de produção por projeto, também chamada por encomenda, quando o bem a ser produzido é único, possui alta complexidade, atende requisitos estritamente

específicos do cliente, além de outras características que estão melhor detalhadas anteriormente no item 2.1.2. Porém, não apenas o sistema produtivo sofre alterações para este tipo de fornecimento, a tecnologia empregada na produção também acaba sendo compatibilizada com a forma produtiva, conforme detalhado no item 2.1.3 desta monografia.

Fazendo uma análise conjunta do incremento das necessidades de recursos humanos ao longo do processo produtivo, o processo em si e as diferentes tecnologias utilizadas ao longo da cadeia de valor produtivo é possível reunir as informações e obter a FIGURA 28.

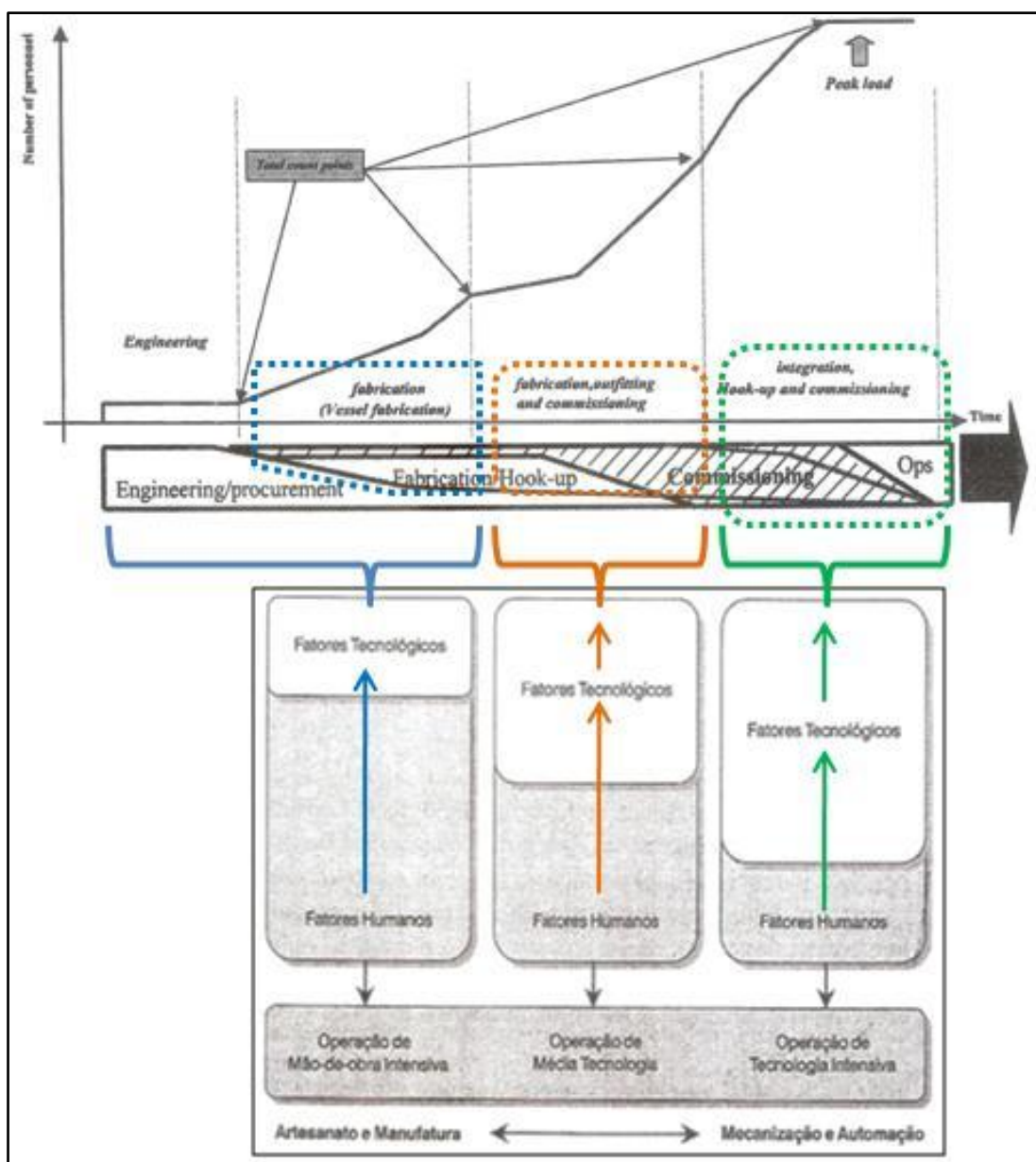


FIGURA 28 – Resultante da análise e reunião da necessidade de recursos humanos, processo produtivo e tecnologia de produção.

FONTE: O autor (2014) adaptado de BENDIKSEN e YOUNG (2005) e CHIAVENATO (2006).

A princípio pode parecer que a FIGURA 28 é apenas uma simples união entre o GRÁFICO 2 e a FIGURA 18 e a FIGURA 24 formando uma nova figura um tanto quanto confusa, porém, os três estão fortemente relacionados. Considerando a explicação no 3.1 sobre a própria FIGURA 18, é necessário detalhar os seguintes termos: *engineering/procurement* estão referenciados à engenharia e suprimentos, respectivamente; *fabrication/hook-up* significando respectivamente as fases de fabricação e montagem; *commissioning* indicando a fase de comissionamento e 'Ops' o termo para indicar a operação produtiva na unidade de processo.

Em relação ao GRÁFICO 2, que também é parte integrante da FIGURA 28, de modo análogo ao descrito no item 3.5.2 desta monografia, é importante destacar que o eixo vertical do gráfico representa o quantitativo de pessoas empregadas nas atividades (*number of personnel*) e o eixo horizontal representa o tempo decorrido para as atividades (time).

Ainda para o GRÁFICO 2, na curva são indicados em inglês os seguintes termos para as fases: *engineering* (engenharia); *fabrication – vessel fabrication* (fabricação e montagem); *fabrication, outfitting and commissioning* (fabricação, fornecimento de equipamentos e comissionamento) e *integration, hook-up and commissioning* (integração, montagem, conexões e interligações e comissionamento).

A primeira relação consta entre o gráfico com a curva de necessidade de pessoal e a cadeia produtiva para empreendimento, no qual fica é possível evidenciar a relação e a dependência do processo produtivo das pessoas e qual a quantidade apropriada em cada uma das fases do processo produtivo – engenharia e suprimentos, construção e montagem, comissionamento e operação produtiva.

A segunda relação estabelecida reside entre a cadeia produtiva para empreendimento e a participação e utilização de tecnologia e o fator humano. Nesta relação à medida que o processo da cadeia produtiva progride o tipo de necessidade também muda e segue as etapas conforme a FIGURA 2.

Inicialmente a necessidade está concentrada na alta mão-de-obra humana para execução das atividades fabris e de montagem, à medida que as atividades vão avançando e sendo finalizadas outras frentes de trabalho com fatores tecnológicos maiores são iniciadas – por exemplo, o comissionamento –

e por fim a presença tecnológica é quase massiva e o fator humano, com maior qualificação e especialização nas tarefas, é reduzido – coincidindo com o final da fase de comissionamento e início operacional (*start-up* e pré-operação).

Ainda considerando a segunda relação, é importante destacar que a relação do tipo de fator necessário momentaneamente na cadeia produtiva acaba refletindo indiretamente as atividades realizadas em campo e o estágio de evolução do empreendimento, ou seja, quando analisado o início da cadeia produtiva existe alta demanda por recurso humano que desenvolve, normalmente, atividades básicas de construção e montagem e as instalações físicas ainda estão em conformação.

Na etapa intermediária, o contingente humano para execução das atividades de construção e montagem diminui e o contingente para atividades de comissionamento aumenta, as instalações começam a ter maior tecnologia agregada, da mesma forma que as atividades ficam mais especializadas.

Na última etapa as atividades realizadas são quase na totalidade apenas de comissionamento, com alto grau de especialização das equipes e das atividades, as instalações físicas estão praticamente com o formato final e com quase todos os itens tecnológicos (dispositivos e equipamentos de controle) já instalados e sob teste ou em funcionamento, pois a próxima etapa passa a ser o *start-up* e a pré-operação.

A terceira análise está relacionada com a curva de necessidade de pessoal e a os fatores tecnológicos e humanos, relação na qual a demanda ao longo do processo produtivo é crescente. Porém, conforme o processo produtivo evolui a relação fator humano *versus* tecnológico vai se alterando, ou seja, inicialmente a necessidade básica das atividades do empreendimento consiste em grande contingente humano para realização de atividades relativamente simples quando comparadas às do final do processo.

Na fase intermediária, surge uma mescla entre as necessidades de atividades relativamente simples com outras que possuem exigências mais elevadas dos profissionais, além disso, com o início massivo das atividades de comissionamento a demanda por profissionais aumenta e a esta soma-se o quantitativo já atuante em atividades precípuas de construção e montagem.

Chegando a fase final do processo produtivo a demanda nas atividades de comissionamento e preliminares ao *start-up* é ainda maior e agrega ainda

mais o quantitativo de pessoas empregadas na realização do empreendimento. As atividades desta fase são muito mais complexas, exigem equipes e profissionais especializados e são de fundamental importância para continuidade do processo produtivo, realização do *start-up* e pré-operação com segurança para as pessoas, equipamentos e instalações e manter o curso da realização das atividades ainda dentro dos prazos, principalmente, a fase operacional imediatamente preliminar a entrega ao cliente final.

Na FIGURA 28 é possível identificar três regiões pontilhadas, as quais indicam a relação, de maneira didática, com foco estritamente produtivo relacionado à execução de atividades de campo propriamente ditas, existente entre as respectivas atividades da cadeia produtiva e a curva de necessidade de pessoal para o empreendimento. Ainda nesta mesma figura, as chaves horizontais delimitam as regiões da cadeia produtiva que estão relacionadas com os fatores tecnológicos e humanos apresentados logo abaixo, na região inferior da própria figura.

Ainda considerando a FIGURA 28, é possível perceber que a parte inicial da cadeia produtiva não foi contemplada na região pontilhada, pois, conforme explicado anteriormente, a região pontilhada foi delimitada para indicar a relação de caráter essencialmente produtivo. A fase inicial do processo produtivo consiste básica e normalmente da concepção e engenharia do projeto e suprimento de recursos é relacionada com a precípua presença do fator humano, porém, para os casos do desenvolvimento de projetos com alta complexidade a presença de tecnologias de ponta é fundamental e na maioria dos casos necessária a realização. Mesmo assim, é importante destacar que toda a tecnologia, por mais avançada, ainda consiste em uma ferramenta ao desenvolvimento do conhecimento humano e ela em si é resultado do próprio desenvolvimento humano.

Em relação ao contingente de trabalhadores mobilizados nos grandes empreendimentos, em Eustáquio (2013) e Senkovski, Eustáquio e Broadbeck (2013) é possível estabelecer um cenário paralelo e também extremo desta movimentação de trabalhadores e dos investimentos realizados na economia local buscando aproveitar a oportunidade de novos negócios.

Quando um empreendimento de grande porte e que mobilizará grande contingente de pessoas tem início são grandes as expectativas econômicas

geradas na localidade e regiões próximas, contudo, no momento em que devido a situações das mais adversas e inesperadas possíveis resulta na suspensão ou interrupção da execução o impacto macro e socioeconômico é imenso. O caso apresentado, pelos autores anteriormente citados, relata que de um total superior a três mil postos de trabalho apenas cento e cinquenta restaram para manutenção das instalações da companhia após a interrupção da execução do empreendimento do segmento de petróleo e gás.

Em relação à importação de petróleo bruto e derivados, os impactos gerados são concentrados na estrutura financeira da própria companhia que acaba arcando com a situação do custo dos produtos estarem atrelados ao preço internacional do petróleo.

No âmbito da economia nacional as importações estão atreladas diretamente com impactos na balança comercial e no preço final praticado ao consumidor final que está diretamente ligado à variação de preços ou inflação. O governo federal, visando controlar a dinâmica econômica dentro dos parâmetros estabelecidos, normalmente por ele próprio, necessita ajustar a taxa juros que resulta indiretamente em redução do crescimento econômico do país.

Para complementar esta análise é possível observar o diagrama da FIGURA 27 na qual são demonstradas de forma esquemática as interações entre produção, consumo, preço do mercado consumidor, concorrência (influência das importações e fontes nacionais) e fluxo financeiro da própria companhia.

Considerando que o controle majoritário é do governo federal acaba revelando que é possível, para o governo, conduzir uma política de preços de forma a influenciar a regulação econômica nacional, além disso, é possível estender esta análise para a política de investimentos da companhia que também pode acabar sofrendo influência nas prioridades e na forma de aplicação dos recursos. Análises similares a estas são também apresentadas e fundamentadas por Blount (2014) e Lorenzi e Blount (2013).

Esta situação apresentada na qual o controle grandes companhias petrolíferas é majoritariamente estatal tem despertado preocupações no cenário internacional, principalmente, em meio à comunidade de especialistas do setor econômico, voltados às análises do segmento de energia e petróleo e

gás, quanto ao ritmo e dependência dos grandes consumidores de petróleo e derivados produzidos nas companhias sob este regime estatal.

O cerne das preocupações está na grande dependência, estimada para as próximas décadas, de recursos oriundos de países que possuem companhias petrolíferas no *ranking* das maiores globalmente, mas que devido ao tipo de governo e das políticas internas não necessariamente investem as receitas e lucros novamente no processo produtivo – busca por novas reservas ou melhora e aumento da produção.

Esta situação é confirmada em Hoyos (2007) que ainda acrescenta a preocupação com a utilização dos recursos do petróleo para fins de divulgação política do governo do país e em áreas totalmente não relacionadas ao segmento de petróleo e gás. Considerando a análise da FIGURA 27 é perceptível a necessidade em reinvestir as receitas, ou pelo menos grande parte delas, na própria companhia visando manter os custos de produção e investindo em tecnologias produtivas e buscas exploratórias por novas jazidas evitando onerar e descapitalizar a própria companhia.

No segmento de petróleo e gás os volumes dos investimentos realizados em novos empreendimentos do refino ou em buscas exploratórias, no Brasil normalmente ocorrem em alto mar, são extremamente elevadas, situação que é confirmada analisando Jasper (2007a) e Costa e Lopes (2010). Mas não apenas novos investimentos são necessários, o próprio processo produtivo gera gastos inerentes a produção e também devido à necessidade de manutenção das instalações e equipamentos, cenário confirmado por Ratnayake e Matkeset (2010), em relação à exploração *offshore*, e por Blount (2014) em relação às plantas de refino em território nacional.

No contexto do novo empreendimento mesmo depois de realizado o comissionamento ainda existe a probabilidade de ocorrer algum tipo de problema ou falha em algum dos múltiplos sistemas, dispositivos, equipamentos ou componentes das instalações, normalmente de pequena monta justamente devido às atividades de comissionamento, situação melhor detalhada anteriormente no item 3.5.1. Esta situação, ainda assim, acaba sendo contemplada no próprio comissionamento que está inserido na cadeia produtiva, pois conforme detalhado na FIGURA 24 paralelamente à atividade

de produção, durante um período determinado, são executadas as atividades de assistência técnica e na sequência a garantia.

Quando ocorrem eventos durante uma destas duas fases paralelas à produção e aliado a esta condição o sistema produtivo já está atendendo à cadeia produtiva, surge uma situação muito crítica e que necessita ser resolvida com a máxima urgência para gerar o menor impacto no fornecimento aos clientes da cadeia de suprimentos. A ocorrência de um fato deste tipo na planta de processo localizada no município de Araucária é confirmada e detalhada em Marques, Lopes e Leitóles (2012) e em Ehlert (2012).

No contexto produtivo global da planta de processo instalada em Araucária, incluindo as novas unidades de refino referentes aos novos empreendimentos, é possível observar no GRÁFICO 4 o aumento na produção medida mensal para os anos de 2013 e 2014, reflexo direto da entrada em operação das novas instalações e equipamentos.

Vale destacar que este aumento produtivo geral, aproximadamente 18 por cento, confirma que para o caso dos novos empreendimentos o foco ficou concentrado no melhor aproveitamento da cadeia produtiva melhorando e complementado o arranjo produtivo, FIGURA 11, com novas unidades de processo permitindo melhor eficiência e agregando maior valor ao produto final, condição melhor explicada e detalhada no item 2.4 deste trabalho.

Em relação ao problema ou falha em equipamentos depois da fase de comissionamento, possivelmente na etapa de pré-operação ou operação assistida, nas novas unidades de refino responsáveis pela produção de óleo diesel com nova especificação que atende requisitos da nova legislação federal, descrita em Marques, Lopes e Leitóles (2012) e complementadas em Ehlert (2012), por meio das informações da produção mensal contida no GRÁFICO 3 acaba não sendo possível identificar diretamente a oscilação produtiva, apesar do reflexo real na cadeia de suprimentos, afetando diretamente o cliente final.

Porém, a ausência deste reflexo produtivo na representação da curva no GRÁFICO 3 indica primeiramente que a produção mensal não foi afetada significativamente quando comparada aos meses anteriores, além do fato que as informações de produção mensal concentram a produção global de óleo diesel e não separa pelas categorias existentes há época.

A segunda indicação reside no fato que os dados públicos disponibilizados pela ANP das estatísticas mensais de produção não contempla o registro com informações relativas à produção diária de cada uma das unidades de produção – refinarias – em operação no Brasil.

Além disso, deve ser reconhecido que informações produtivas com tamanha precisão acabam sendo de caráter estratégico, pois a mensuração precisa do volume de cada um dos múltiplos produtos e subprodutos resultantes do processo produtivo do parque industrial podem suscitar a estratégias ou características particulares de cada um dos complexos processos produtivos utilizados na produção do respectivo produto.

A terceira indicação está relacionada ao tempo de duração da parada produtiva devido ao problema ou falha que deve ter ficado limitado à apenas algumas dezenas de horas. A rápida solução desta condição crítica revela que o evento ocorreu durante a fase de operação assistida ou da fase de assistência técnica, etapas que concentram grande contingente de profissionais altamente especializados, incluindo profissionais ou equipes dos fabricantes e fornecedores, conforme detalhado e explicado anteriormente no item 3.5.3, resultando na rápida, eficiente e incisiva atuação para solucionar a situação e restabelecer o processo produtivo.

Para o evento descrito anteriormente, no GRÁFICO 3 não foi possível identificar a oscilação produtiva no período correspondente, porém, no mesmo gráfico consta no mês de dezembro do ano de 2013 uma grande oscilação, curva conformada em 'V', na produção. Esta queda abrupta é muito similar às duas outras oscilações anteriormente descritas nas análises deste mesmo gráfico, no item 3.5.3 desta monografia, quando ficou caracterizado e evidenciado que tais oscilações abruptas correspondiam às paradas programadas de manutenção.

Este novo evento ocorrido no mês de dezembro de 2013 corresponde a um grave acidente ocorrido com a unidade de destilação localizada na planta de refino do município de Araucária, sendo esta a primeira unidade do processo de refino – conforme FIGURA 11. Esta unidade de processo é responsável por realizar o primeiro processo de transformação do petróleo cru na cadeia produtiva da planta industrial de refino.

Devido a esta condição obrigatoriamente todo o restante da cadeia produtiva é afetado, ou seja, todas as demais unidades industriais localizadas a jusante são paralisadas de maneira que todo o complexo industrial interrompe a produção. A ocorrência do acidente e do evento de paralisação produtiva é confirmado por Carazzai (2013), Senkovski (2013) e também comentado em Lorenzi e Blount (2013).

O acidente ocorrido na unidade de destilação, descrito anteriormente, demonstra o risco intrínseco existente nas atividades produtivas do segmento de petróleo e gás, condição confirmada por Jordão (2002) e Borges (1997). Outro aspecto muito importante está relacionado com a constante necessidade de manutenção visando garantir a continuidade do processo produtivo e a segurança das pessoas, instalações e equipamentos.

A execução constante das atividades relacionadas à manutenção industrial necessariamente gera demandas financeira que devem estar previstas pela companhia nos gastos com a produção e também nos investimentos em melhorias e inovações tecnológicas, condição presente no esquema da FIGURA 27. A abordagem sob este aspecto de manutenção está confirmada em Ratnayake e Matkeset (2010), enquanto a abordagem do fluxo de investimentos, gastos com produção e a interferência do controlador majoritário, na maioria dos casos analisados o Estado, também é explicado em Hoyos (2007).

No GRÁFICO 3 a variação abrupta relativa ao acidente ocorrido no mês de dezembro de 2013 não chega ao nível zero de produção por dois motivos principais, o primeiro reside no fato que devido ao processo produtivo ser contínuo e ininterrupto, exceto em paradas programadas de manutenção ou eventos aleatórios não previstos, conforme transcorre a produção os diversos derivados são estocados em tanques apropriados até o momento da comercialização para os clientes (distribuidoras), conforme cadeia de suprimentos da FIGURA 23.

O segundo motivo está relacionado com a extensão do evento, ou seja, devido ao grande dano causado nas instalações e equipamentos aliado ao fato do tempo necessário à realização das atividades de reparo, a companhia decidiu e necessitou realizar a importação principalmente de óleo diesel para suprir a demanda do mercado interno brasileiro, uma vez que a unidade

industrial localizada em Araucária corresponde a aproximadamente 10 por cento da produção de derivados nacional, condições confirmadas em Blount (2014) e Lorenzi e Blount (2013).

Devido à importação de óleo diesel o principal mercado consumidor final, utilização em veículos automotores, não foi afetado ou impacto diretamente durante o período de reparo e até o restabelecimento da produção, apesar do ônus para a companhia pelo aumento na importação de derivados de petróleo, inclusive com reflexos na balança comercial do Brasil.

Em relação ao evento ocasionado devido ao problema ou falha em equipamentos nas instalações destinadas ao hidrorrefino após as atividades de comissionamento, o impacto gerado foi temporário na cadeia de suprimentos do óleo diesel, pois, por um período um pouco superior a vinte e quatro horas a comercialização do combustível ficou limitada.

Porém, o evento coincidiu com um período de alta demanda do mercado consumidor final, principalmente na utilização em veículos automotores para transporte de cargas, algumas localidades ficaram com alguns distribuidores de varejo, postos, sem disponibilidade do combustível por período igual ou um pouco superior a limitação da comercialização. Estes eventos também são confirmados em Marques, Lopes e Leitóles (2012) e Ehlert (2012).

Estes dois eventos diretamente ligados ao sistema de processo produtivo de derivados de petróleo e a cadeia de suprimentos de combustíveis demonstram a relevância e forte participação deste segmento produtivo – petróleo e gás – nos cenários socioeconômico regionais e nacional e também macroeconômico.

Além disso, problemas na cadeia produtiva, devido ao mais diversos motivos, incluindo falhas ou problemas devido ao ingresso de novas unidades industriais na cadeia, acabam resultando em reflexos diretos na cadeia de suprimentos relacionada ao respectivo combustível.

Efeitos na cadeia de suprimentos acabam gerando implicações em setores e segmentos da economia que não possuem relação direta com a cadeia produtiva de derivados de petróleo, ou seja, no caso da ocorrência de uma interrupção no suprimento de óleo diesel o reflexo direto estará

concentrado no setor de transporte de passageiros e cargas, devido ao modal predominante no Brasil.

Este dois segmentos do setor de transporte acabam gerando impactos em outros setores, como por exemplo, para o transporte de passageiros o impacto setor de serviços e comércio e a interrupção de outras cadeias produtivas para o caso do transportes de cargas. Com isso, a própria economia acaba sofrendo com as consequências diretas e também indiretas devido ao problema iniciado na cadeia produtiva de derivados de petróleo. Todos estes desdobramentos em uma cadeia de eventos demonstram a interligação entre produção, suprimentos e a sócio e macroeconomia.

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS E REFLEXÕES

Neste capítulo são apresentadas algumas considerações e reflexões que estabelecem relações entre algumas das disciplinas do curso de especialização ao qual está submetido este trabalho e alguns dos objetivos específicos, os quais estão diretamente relacionados ao caso de estudo desenvolvido.

Um grande desafio no desenvolvimento da monografia foi a escolha da abordagem de um caso de estudo que utiliza o sistema de produção por encomenda ou também conhecido como produção por projeto de engenharia. Foi perceptível que, majoritariamente, os sistemas produtivos atuais são quase totalmente voltados aos produtos em série e com produção do tipo continua, com casos de produção em lotes.

Outra condição especial está relacionada ao segmento produtivo – petróleo e gás – no qual até quase o final da década de noventa todo o sistema produtivo era de monopólio estatal, não sendo possível ingresso de entidades e recursos da iniciativa privada. Mesmo nos dias atuais após a flexibilização deste monopólio, devido ao caráter das atividades e o volume de investimentos necessários ao ingresso de concorrentes, as atividade ainda estão concentradas na mesma companhia que continua com controle acionário majoritário do Estado.

Em relação ao tipo de atividade que as empresas envolvidas no caso de estudo desenvolvem, outro desafio acaba surgindo, devido à atuação e produção da companhia contratante dos novos empreendimentos realizando

atividades classificadas como sendo primárias ou extrativistas (exploração e prospecção de petróleo) e também secundárias ou de transformação (por exemplo, refino, petroquímica e fertilizantes).

Em contrapartida, os fornecedores e subfornecedores contratados para execução do novo empreendimento são organizações que possuem atuação classificadas com sendo do setor secundário e terciário (serviços). Em meio a este cenário tão diverso e amplo e com a interação de empresas atuantes em três das quatro principais classificações, o resultado da análise sócio e macroeconômica torna-se muito mais ampla, complexa e apresenta grande quantidade de correlações.

Merece destaque, a critério de reflexão, o comentário sobre um assunto diretamente relacionado ao caso de estudo, o desenvolvimento do tema de comissionamento. Esta atividade para o caso da indústria produtiva e exploratória do segmento petroquímico, petróleo e gás e outros correlacionados, corresponde a uma prática muito difundida e extremamente consolidada, principalmente na área técnica da própria companhia contratante do novo empreendimento, mas também dos fornecedores e subfornecedores.

Externamente ao segmento de petróleo e gás e outros segmentos correlacionados, atualmente o programa de certificação *leadership in energy & environmental design* (LEED) ganha cada vez mais notoriedade técnica e destaque globalmente devido à grande importância energética, ambiental e na qualidade de vida.

Para obter esta certificação é necessário alcançar determinadas qualificações no próprio programa, manter a participação contínua no programa e também ter realizado a construção, incluindo projeto, execução e funcionalidade, atendendo diversas rígidas exigências estabelecidas por uma organização de referência que agrega empresas e profissionais com objetivos e visão comuns no aspecto da construção do ambiente sustentável.

Dentre os muitos requisitos e exigências obrigatórias das fases de projeto, execução e funcionalidade, merece destaque a fase chamada de funcionalidade na qual são verificados os desempenhos de todos os componentes da construção, instalações e sistemas para garantir que condições de projeto e concepção foram atendidas e estão plenamente

operacionais. Estas características e descrições do programa de certificação são confirmadas por *Veterans Affairs* (2007) e USGBC (2014).

Os tópicos a seguir apresentam algumas das disciplinas do curso de especialização que possuem conteúdos e teorias diretamente correlacionadas e que foram plenamente aplicadas em situações práticas e reais durante a execução do caso de estudo desta monografia.

4.1.1 Negociação

No contexto do novo empreendimento, devido à extensão física das instalações e equipamentos, complexidade do processo produtivo, volume financeiro dos investimentos, quantidade de fornecedores e o formato da contratação dos fornecedores, a quantidade de empresas envolvidas foi muito elevada, fato que pode ser melhor evidenciado pelas descrições contidas nos itens 3.2 e 3.2.1 desta monografia.

Neste cenário, é importante destacar que os fornecedores participantes do empreendimento são oriundos não apenas do Brasil, mas também dos mais diversos e longínquos países do mundo. Para realizar a integração das informações e execuções das atividades envolvendo estas múltiplas partes torna-se essencial o conhecimento e aplicação das habilidades de negociação entre as partes envolvidas de maneira que todos possam chegar, alcançar e culminar aos mesmos objetivos.

Aliado a forma anteriormente descrita de contratação dos fornecedores está a característica intrínseca do tipo de segmento no qual o novo empreendimento está inserido – petróleo e gás – o qual possui processo produtivo altamente complexo e envolvendo inúmeras variáveis, equipamentos e instalações totalmente dedicadas e praticamente todas com alto grau de tecnologia agregada.

Neste sentido, em muitos casos no empreendimento existe a possibilidade de ausência de algum tipo de detalhe ou algum problema de informação durante a fase de concepção, projeto e engenharia e que acaba resultando em desacordo entre as partes envolvidas normalmente no momento da etapa de construção e montagem ou quando muito tardio na fase de comissionamento e que normalmente envolve divergências entre a companhia contratante e as contratadas.

Para solução destas desavenças e com intuito de dirimir os possíveis impactos na execução das atividades e do próprio empreendimento, as partes envolvidas utilizam como base de referência para as argumentações e pleitos os contratos de fornecimento firmados entre as partes e neste momento é fundamental a habilidade e os conhecimentos de negociação.

4.1.2 Gestão de Projetos

Devido às características de tamanho das instalações, quantidade de atividades a serem realizadas e controladas e volume financeiro envolvido no novo empreendimento é precípua a utilização das múltiplas ferramentas da área de gestão de projetos.

Além disso, o conhecimento e experiência com projetos de engenharia são fundamentais possibilitando acompanhar, definir e realizar as diversas etapas e atividades do projeto de maneira a ser possível chegar ao resultado final. Este resultado consiste na entrega do produto ao cliente final conforme as especificações – no caso, instalações, sistemas e equipamentos das unidades de processo produtivo em operação – e com produto sob especificação correta e sendo enviado para tanque – estocado e pronto para comercialização.

Outro grande fato de destaque e de importância na gestão de projetos são as principais metas passíveis de controle – prazo, custo, qualidade e escopo. No aspecto do prazo, a finalização das atividades é normalmente determinada em contrato e representa um marco tanto para o cliente contratante quanto para os fornecedores que estão às executando.

Os custos do empreendimento são definidos no contrato de fornecimento, devendo ser valores dentro de limites praticados pelo mercado e não devem ser impactos por outras variáveis, como por exemplo, ônus devido ao atraso nos prazos, e quando ocorrer devem ser os menores possíveis.

No segmento petroquímico e petróleo e gás devido às características inerentes aos sistemas produtivos, a qualidade no fornecimento das instalações, equipamentos e sistemas está fundamentalmente ligada à rígidos requisitos normativos da própria companhia, associações e organizações nacionais e internacionais.

Quanto ao escopo, esta meta da gestão de projeto é estabelecida no ato da assinatura do contrato de fornecimento que normalmente contempla e

referencia claramente qual o escopo de fornecimento, principalmente quanto aos requisitos técnicos. Desta maneira fica definido em contratado o que deve ser executado e fornecido ao cliente final e o contratante pode e deve cobrar exatamente o que foi definido e especificado, enquanto o fornecedor também pode e deve exigir o cumprimento do escopo de contrato.

4.1.3 Gestão de pessoas

Conforme explicado anteriormente no item 4.1.1 o empreendimento é composto por inúmeras empresas que muitas vezes estão reunidas em consórcios, mas acima de tudo são organizações formadas por pessoas, fato que também é apresentado e fundamentado no início item 2.1 desta monografia.

Além desta condição, na área técnica surgem duas situações que exigem os conhecimentos e habilidades da área de gestão de pessoas, a primeira consiste na grande interação com as pessoas que executam as mais diversas atividades de campo com ampla gama de complexidade e responsabilidade.

Dentro deste horizonte de trabalhadores, também é muito comum encontrar profissionais com as mais diversas formações e com todo o tipo de grau de instrução. Existindo tamanha variedade de profissionais é fundamental ter a percepção de cada situação individual e realizar adaptações a cada caso no momento da abordagem ao profissional, fundamentalmente durante a realização de atividade de cunho técnico e prático.

A segunda situação reside nas situações em que é necessário validar a contratação de um profissional ou na situação oposta, quando torna-se necessário realizar ou solicitar o desligamento do profissional e em especial nas situações sob as quais existe incompatibilidade de competências técnicas.

4.1.4 Macroeconomia

Por meio do estudo tendo uma visão da situação global é possível perceber e compreender que em muitos casos pequenas atividades realizadas, principalmente no contexto dos novos empreendimentos, estão inseridas, interligadas e influenciam condições e situações com abrangência muito maior.

Em alguns casos, esta abrangência pode representar grandes impactos na cadeia produtiva ou de suprimentos que resultam em problemas indiretos em segmentos não relacionados diretamente a cadeia produtiva ou de suprimentos, mas que acabam sofrendo as consequências.

Além deste contexto, é possível analisar e estabelecer que sob a ótica das novas descobertas de reservas, principalmente concentradas na camada pré-sal, e com os investimentos que já foram realizados e com investimentos que ainda estão em fase de desenvolvimento existe grande probabilidade, em médio prazo, o Brasil passar de país importador de petróleo e derivados para o seleto grupo dos países exportadores.

Outro aspecto que merece destaque em relação aos investimentos, consiste no fato da modernização e expansão do parque industrial nacional de refino que possibilita melhoria na qualidade dos produtos comercializados, melhorando indiretamente a qualidade do ar e reduzindo a poluição ambiental em relação aos derivados energéticos, e também gera produtos com valor agregado muito maior, resultando diretamente em maiores receitas.

4.1.5 Estoques

Foi possível perceber que em sistemas produtivos de produtos seriados ou produzidos em lotes a existência de estoques ao longo do processo produtivo normalmente é indesejado e representa ônus à indústria e custos adicionais ao sistema produtivo.

Para o caso de estudo apresentado – a implementação do novo empreendimento no refino – esta realidade operacional de estoques ao longo da execução do processo produtivo é praticamente inexistente, pois conforme o processo produtivo vai sendo desenvolvido – o projeto também vai sendo aprimorado e desenvolvido.

Com isso, inevitavelmente modificações vão sendo realizadas e conforme elas vão ocorrendo os procedimentos de compras ou de produção são iniciados, de maneira que os tempos entre as atividades não necessariamente estão sincronizados.

Para a situação das atividades de comissionamento preliminares ao *start-up*, a condição de existência de estoque é praticamente impossível, pois a

quantidade de possíveis falhas ou problemas que podem ocorrer em cada um dos múltiplos sistemas complexos é incomensurável.

Desta forma, armazenar todo o tipo de sobressalente para cada uma das possíveis situações com probabilidade de ocorrer é economicamente inviável e impraticável operacionalmente em relação ao tamanho do espaço e contingente de pessoas que seria necessário para controlar este sistema.

Como solução a esta condição, profissionais altamente especializados, ferramental, equipamentos e alguns itens básicos do sistema (disponibilidade em estoque – sobressalentes) são disponibilizados e os profissionais e equipes permanecem de prontidão para atuarem imediatamente no caso da ocorrência de um evento ou contingência.

4.1.6 Contratos

Conforme explicado anteriormente, no item 4.1.2 desta monografia, o escopo consiste em uma das quatro principais metas de controle da gestão de projetos. O conhecimento do contrato entre as partes envolvidas permite estabelecer com detalhes o escopo do fornecimento e permite exigir exatamente o que foi especificado e sob a exata forma que foi acordada pelo cliente.

Porém, também permite ao fornecedor contratado realizar o fornecimento conforme especificado no próprio contrato, evitando assim exigências ou alterações não autorizadas e sendo esta condição de conhecimento de ambas as partes.

Neste contexto, as modificações de projeto, quando não previstas em contrato e as partes envolvidas não chegam a um acordo ou consenso amistoso, resultam em custos adicionais normalmente realizados por meio de aditivos ao contrato. Neste sentido o conhecimento do limite do escopo, penalidades e características de fornecimento evita problemas no desenvolvimento do projeto e também evita ônus indevidos à carteira de negócios ao final ou encerramento do projeto.

Além disso, o contrato representa o instrumento legal entre as partes envolvidas que, normalmente, possui a especificação e detalhamento de como possíveis divergências devem ser resolvidas e prevê demais casos fortuitos,

especiais e de força maior, de maneira que os signatários saibam quais os possíveis destinos podem ser seguidos na eventualidade de uma contingência.

4.1.7 Compras

No contexto da disciplina de compras, existe grande aplicação no caso de estudo aqui desenvolvido referente à sistemática de codificação dos sistemas operacionais e subsistemas operacionais no comissionamento.

Esta sistemática é fundamental importância para organização, controle e desenvolvimento das atividades de comissionamento das múltiplas disciplinas envolvidas. Uma vez que muitas disciplinas necessitam interagir entre si, surge a necessidade de organizar e categorizar o sistema produtivo de maneira a permitir o acompanhamento diário real da realização das atividades, principalmente durante o comissionamento, mas também facilitando e ordenando a forma gerir o projeto do empreendimento.

4.2 PROPOSTAS FUTURAS

Por meio de buscas e pesquisas nas principais bases de dados nacionais e nos repositórios de diversas universidades e faculdades nacionais e internacionais, todas com significativa produção científica, foi possível identificar que o tema comissionamento não é comum no desenvolvimento de trabalhos e pesquisas acadêmicas.

Quando é abordado em produções científicas este tema é apresentado de maneira exígua ou muito superficial e apenas em forma de complementos ao texto principal, sendo que na maioria dos casos não são apresentadas referências consistentes e rastreáveis.

Tendo como base este contexto da produção científica, a sugestão para os próximos trabalhos consiste no desenvolvimento de artigos técnicos sobre o assunto, principalmente abordando casos de estudo (*cases*). De maneira análoga, esta sugestão é estendida para o desenvolvimento de outras monografias, dissertações e teses que abordem este tema e quando possível também acrescentem ou englobem abordagens de fatores sócio e macroeconômicos.

Conforme explicado anteriormente, a busca e a pesquisa pelo tema comissionamento revelou um cenário com baixíssima produção, porém, muitos autores, como por exemplo, Mello (2006), Ruivo (2001) e Ferreira (2003), apresentam trabalhos acadêmicos com o tema inverso ao comissionamento, o chamado descomissionamento.

Este processo consiste na realização das atividades comissionamento de forma oposta com o objetivo de desativar ou inertizar sistemas produtivos, normalmente, de forma integral. Os sistemas por alguma razão ou motivo atingiram a obsolescência e devido, principalmente, às características do tipo de processo produtivo que realizavam quando em operação, as instalações e equipamentos não podem simplesmente serem descartados, sucateados ou reciclados sem antes passar por procedimentos especiais e específicos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADO. Refinaria parada poderá forçar estatal a importar. **Gazeta do Povo**, Paraná, 07 dez. 2013. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml=1431439>>. Acesso em: 05.01.2014.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**: 2013. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro: ANP, 2008 – .

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP – Dados Estatísticos Mensais. Brasília – DF: 2000 – 2014. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/pg=64555&m=&ar=&ps=&cachebust=1405990214019>>. Acesso em: 27.05.2014b.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Esquemas de Produção no Refino de Petróleo**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/?pg=7854&m=cachebust=1403227886294> >. Acesso em: 02.12.2013.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Refino e processamento de gás natural**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=15699&m=&cachebust=1403234171975>>. Acesso em: 02.12.2013.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP: Petróleo e Derivados: Refino e Processamento de Gás Natural: **Autorização de Refino de Petróleo**. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/pg=60825&m=1406389469214> >. Acesso em: 22.01.2014a.

ALMEIDA, Cássia; CARNEIRO, Luciane; BATISTA, Henrique Gomes; SPITZ, Clarice. Os ecos da ditadura na economia brasileira. **O Globo**, 23 de março de 2014, Economia. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/os-ecos-da-ditadura-na-economia-brasileira-11959279>>. Acesso em: 01.04.2014.

ARAÚJO, Afrânio Galdino; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. **Gest. Prod [online]**, v. 16, n. 4, p. 534-543, 2009. ISSN 0104-530X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X200900040004>>. Acesso em: 07.02.2014.

Asea Brown Boveri Ltd. – ABB. **Sistema de Controle e de E/S 800xA AC 800M – visão geral**. Zurich, Switzerland. Disponível em: <http://www05.abb.com/global/scot/scot387.nsf/veritydisplay/1a8bbb2035405b75c1257ab70061cec5/3BSE047351_pt_Sistema_de_Controlo_ES_800xA_AC_800M_Visao_Geral.pdf>. Acesso em: 19.05.2014.

BALLOU, Ronald H.. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Trad. Raul Rubenich. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BEGA, Egídio Alberto (organizador) *et al.*. **Instrumentação Industrial**. Rio de Janeiro: Interciência: IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo), 2003.

BENDIKSEN, Trond; YOUNG, Geoff. **Commissioning of Offshore Oil and Gas Projects – the manager’s handbook**. Indiana, United States of America: AuthorHouse, 2005.

BLOUNT, Jeb. Análise – Gargalo no refino torna Brasil dependente de combustíveis de EUA e Índia. **Reuters**, 23 jan. 2014. Disponível em. <<http://o.globo.globo.com/brasil/analise-gargalo-no-refino-torna-brasil-dependente-de-combustiveis-de-eua-india>>. Acesso em: 21.02.2014.

BORGES, Giovanni Hummel. **Manual de segurança intrínseca: Ex i: do projeto a instalação**. Rio de Janeiro: G. H. Borges, 1997.

BRASIL. Lei nº 4.923, de 23 de dezembro de 1965. Institui o Cadastro Permanente das Admissões e Dispensas de Empregados, Estabelece Medidas Contra o Desemprego e de Assistência as Desempregados, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 dez. 1965. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/l4923.htm>>. Acesso em: 07.05.2013.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 jun. 1994. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm>. Acesso em: 08.10.2013.

BRASIL. Lei nº 8.883, de 8 de junho de 1994. Altera dispositivos da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jun. 1994. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8883.htm#art6viii>. Acesso em: 08.10.2013.

BRASIL. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 ago. 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478.htm>. Acesso em: 17.11.2013.

BRASIL. Resolução ANP nº 32, de 16 de outubro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de outubro de 2007. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/id=478>>. Acesso em: 03.05.2014.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 18, de 6 de maio de 1986. Dispões sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores – PROCONVE. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jun. 1986, seção 1, p. 8792 - 8795.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 315, de 29 de outubro de 2002. Dispões sobre a nova etapa do Programa de Controle de Emissões veiculares – PROCONVE. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 nov. 2002, v. 224, seção 1, p. 90-92.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 403, de 11 de novembro de 2008. Dispões sobre a nova fase de exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE para veículos pesados (Fase P-7) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 nov. 2008, v.220, seção 1, p. 92.

BRASIL, Nilo Índio do; ARAÚJO, Maria Adelina Santos; SOUSA, Elisabeth Cristina Molina de. **Processamento de Gás: petróleo e seus derivados, processamento primário, processos de refino, petroquímica, meio ambiente.** – [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

CADASTRO GERAL DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS – CAGED. Brasília - DF: 2007 – 2014. Disponível em: <<https://granulito.mte.gov.br/portal/caged/paginas/home/home.xhtml>>. Acesso em: 05.05.2014.

CALLARI, Roberto. **Produção de óleo diesel a partir do gás natural: estudo da viabilidade técnico-econômica para a instalação de uma planta GL (Gas-to-Liquids) no Brasil.** 2007. Dissertação (Mestrado em Energia) – Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CARAZZAI, Estelita Hass. Explosão compromete produção em refinaria da Petrobras no Paraná. **Folha de São Paulo**, Curitiba, 29 nov. 2013. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/11/explosao-compromete-producao-em-refinaria-da-petrobras-no-parana.shtml> >. Acesso em: 22.02.2014.

CARVALHO, Joyce. Repar passará por obras visando o pré-sal. **Paraná Online**, Curitiba, 17 set. 2009. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br/editoria/economia/news/397325/noticia=REPAR-PASSAR-POR-OBRAS-VISANDO-PRESAL>>. Acesso em: 19.01.2013.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de produção: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005 – 7ª Reimpressão.

Confab Industrial S.A. **Equipamentos Industriais – catálogo geral**. Cidade Nova Pindamonhangaba, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://tenaris.com/shared/documents/files/CB76.pdf>>. Acesso em: 22.03.2014.

COSTA, Antonio Rufino da; LOPES, Fernando Dias. Participação de empresas estrangeiras e consórcios em leilões de blocos exploratórios de petróleo e gás no Brasil. **Rev. Adm. Contemp. [online]**, Curitiba, v. 14, n. 5, p. 798-817, 2010. ISSN 1982-817. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552010000500003>>. Acesso em: 14.03.2014.

COSTA, Ênio Cruz da. **Compressores**. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.

CRUZ, Flávio Eduardo da. **Produção de hidrogênio em refinarias de petróleo: avaliação exergética e custo de produção**. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica de Energia dos Fluídos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

EHLERT, Ana. Desabastecimento do mercado na RMC – Falta diesel e Petrobras reconhece problemas. **Jornal do Estado**, Curitiba, 09 mar 2012. Ano 28, nº 9.365, Economia, p.5.

Elliot Ebara Turbomachinery Corporation – Elliot. **Multi-Stage Centrifugal Compressors**. Jeannette, PA, United States of America, 2014. Disponível em: <<http://www.elliott-turbo.com/Files/Admin/Literature/CMP2001.0514Multi-Stage-Centrifugal-Compressors-lores.pdf>>. Acesso em: 02.05.2014.

EUSTÁQUIO, Oswaldo. Techint demite 95% em Pontal. **Gazeta do povo**, Curitiba, 05 nov. 2013. Economia. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml=Techint-demite-95%-em-Pontal>>. Acesso em: 07.12.2013.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle de qualidade total, v.1**. São Paulo: Makron Books, 1994a.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle de qualidade total, v.3**. São Paulo: Makron Books, 1994b.

FERREIRA, Doneivan Fernandes. **Antecipando impactos de obrigações de garantia financeira para descomissionamento de instalações marítimas: um modelo decisório para a indústria do petróleo.** 252 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

GEORGINI, Marcelo. **Automação Aplicada – Descrição e Implementação de Sistemas Seqüenciais com PLCs.** São Paulo: Érica, 2000.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HOWDEN THOMASSEN COMPRESSORS. **The Howden Thomassen FFP – oil-free and virtually friction-free: the piston that flows on a film of process gas.** Rheden, Netherlands. 2013. Disponível em: <<http://www.thomassen.com/en/information/brochures-and-leaflets/ffp.pdf>>. Acesso em: 17.05.2014.

HOUAISS, Antônio. VILLAR, Mauro de Sales. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HOYOS, Carola. **The new Seven Sisters: oil and gas giants dwarf westerns rivals,** 12 março 2007, *Companies, Energy, Oil & Gas*. Disponível em: < <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/471ae1b8-d001-11db-94cb-000b5df10621> >. Acesso em: 15.02.2014.

IBRAHIM, Dogan. **Microcontroller Based Applied Digital Control.** West Sussex, England: John Wiley and Sons Ltd, 2006.

Invensys Inc. **Tricon – product specifications.** Plano, TX, United States of America, 2014. Disponível em:<http://iom.invensys.com/EN/pdfLibrary/Product_Spec_Triconex_Tricon.pdf>. Acesso em: 18.05.2014.

JASPER, Fernando. Petrobras aprova obras de US\$ 2,1 bilhões no Paraná. **Gazeta do povo,** Curitiba, 12 fev 2007a. Economia. Disponível em: < [http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml=636035t=Petrobras-aprova-obras-de-US\\$-2,1-bilhoes-no-Parana](http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml=636035t=Petrobras-aprova-obras-de-US$-2,1-bilhoes-no-Parana)>. Acesso em: 10.01.2014.

JASPER, Fernando. Repar chega aos 30 com canteiro de obras e orçamento de 5 bilhões. **Gazeta do povo,** Curitiba, 27 maio 2007b. Economia. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml=664661=Repar-chega-aos-30-com-canteiro-de-obras-e-orcamento-de-R-5-bi>>. Acesso em: 10.01.2014.

JORDÃO, Dácio de Miranda. **Manual de instalações elétricas em indústrias químicas, petroquímicas e de petróleo**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

JUNGES, Cíntia. Araucária vive “ressaca” da Repar. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 06 jul. 2012. Economia. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml=Araucaria-vive-a-ressaca-da-Repar>>. Acesso em: 07.01.2014.

JUNGES, Cíntia; JASPER, Fernando. Acidente na Repar coincidiu com reajustes de combustíveis nas refinarias. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 09 dez. 2013. Economia. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?id=1431876>>. Acesso em: 05.01.2014.

KEISLER, Jeffrey. *Value of information in portfolio decision analysis*. **Decision Analysis**, v. 1, n. 3, p. 177, 2004. ISSN 1545-8490. Disponível em: <www.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 07.03.2014.

KILLCROSS, Martin. **Chemical and Process Plant Commissioning Handbook – A Practical Guide to Plant System and Equipment Installation and Commissioning**. 1ª ed. Waltham, MA: Elsevier, 2012.

LEITE, Fabrício do Rozario Valle Dantas. As participações governamentais na indústria do petróleo sob a perspectiva do estado-membro: importância econômica, natureza jurídica e possibilidades de fiscalização direta. **Rev. direito GV [online]**, v. 5, n. 2, p. 527-548, 2009. ISSN 1808-2432. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1808-24322009000200015>>. Acesso em: 19.02.2014.

Linde Group AG. **Hydrogen Recovery by Pressure Swing Adsorption**. Munich, Germany, 2014. Disponível em: <http://www.linde-engineering.com/internet.global.lindeengineering.global/en/images/HA_H_1150dpi19_6130.pdf>. Acesso em: 05.02.2014.

LONG, Ronald; PICIOCCIO, Kethy; ZAGORIA, Alan (*UOP LLC, A Honeywell Company*). **Optimizing hydrogen production and use**. 2011. Disponível em: <<http://www.uop.com/document=ptq-optimising-h2-production-and-use.pdf>>. Acesso em: 23.05.2014.

LORENZI, Sabrina; BLOUNT, Jeb. Petrobras pode gastar até R\$1,3 bi a mais com importação por parada na Repar – CBIE. **Reuters**, 09 dez. 2013. Disponível em: < <http://extra.globo.com/noticias/mundo/petrobras-pode-gastar-ate-r13-bi-mais-com-importacao-por-parada-na-repar-cbie.html>>. Acesso em: 21.02.2014.

LUCCHESI, Celso Fernando. Petróleo. **Estud. av. [online]**, v. 12, n. 33, p. 17-40, 1998. ISSN 0103-4014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-4014998000200003>>. Acesso em: 15.02.2014.

MAMEDE, João Filho. **Instalações elétricas industriais**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MARIANO, Jacqueline Barboza. **Impactos Ambientais do refino de petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

MARQUES, Luiz Felipe; LOPES, Elisa; LEITÓLES, Fernanda. Repar segura fornecimento e deixa parte do Paraná sem diesel. **Gazeta do povo**, Curitiba, 09 mar 2012. Economia, p.9.

MELLO, Marcelo Oliveira. **O descomissionamento das plantas e instalações marítimas para a produção de hidrocarbonetos e seus aspectos legais**. 123 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão do Meio Ambiente) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

MILANI JÚNIOR, Angelo; BOMTEMPO, José Vitor; PINTO JÚNIOR, Helder Queiroz. A indústria do petróleo como uma organização complexa: modelagem de negócios e processo decisório. **Prdo.**, São Paulo, v. 17, n. 1, abr. 2007. ISSN 0103-6513. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-6513200700100002>>. Acesso em: 10.03.2014.

Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e Sistema Nacional do Meio Ambiente (SINAMA)**. Brasília, DF. 2014a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 03.05.2014.

Ministério do Meio Ambiente – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. **Programas de Controle de Emissões Veiculares**. Brasília, DF. 2014b. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/programa-proconve>>. Acesso em: 03.05.2014.

Ministério do Meio Ambiente. **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários – 2013 – ano base 2012 / relatório final**. Brasília, DF. jan. 2014c. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf>. Acesso em: 05.05.2014.

MORAES. Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de automação industrial**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

NASCIMETNO, Alexandre Costa. *Obra na Repar inicia novo ciclo em Araucária. Gazeta do Povo*, Curitiba, 14 fev. 2010, Economia. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?id=973629>>. Acesso em: 15.10.2013.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. Reliability; Centered Maintenance Guide – for facilities and collateral equipment. 2008.

National Institute of Building Sciences – NIBS Guideline 3. Building Enclosure Commissioning Process BECx. Washington, DC, 2012.

NEIVA, Jucy. **Conheça o petróleo.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1993.

NÓBREGA, Paulo Roberto Leite. **Compressores: manutenção de compressores alternativos e centrífugos.** Rio de Janeiro: Synergia: IBP, 2011.

Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras: Principais Operações: Refinarias. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossasatividades/principaisoperacoes/refinarias/>>. Acesso em: 22.01.2014a.

Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras: Quem somos: Trajetória. Disponível em: <<http://memoria.petrobras.com.br/acervo/criacao-da-petrobras> >. Acesso em: 21.01.2014b.

PIRES, Sílvio R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos – Supply chain management.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 4 ed. Pennsylvania, United States of America: Project Management Institute – PMI, 2008.

RATNAYAKE, R. M. Chandima; MARKESET, Tore. *Methodology and theory: Technical integrity management: Measuring HSE awareness using AHP in selecting a maintenance strategy. Journal of quality in maintenance engineering*, v. 16, n. 1, p. 44-63, 2010. Disponível em: <www.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 05.03.2014.

REDAÇÃO. Assinados contratos de modernização da Repar. **O Estado do Paraná**, Paraná, 09 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br/canal/opiniaio/news/312228/>>. Acesso em: 05.03.2014.

RUIVO, Fábio de Moraes. **Descomissionamento de sistemas de produção offshore**. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Petróleo) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências, Campinas, 2001.

SENKOVSKI, Antonio. Explosão na Repar danifica parte do complexo industrial. **Gazeta do povo**, Curitiba, 29 nov. 2013, Economia, Araucária. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?id=1429> >. Acesso em: 22.02.2014.

SENKOVSKI, Antonio; EUSTÁQUIO, Oswaldo; BROADBECK, Pedro. Techint demite 1/3 dos funcionários após corte de gastos das empresas “X”. **Gazeta do povo**, Curitiba, 29 jul. 2013, Economia. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml=Techint-demite-700-em-Pontal-do-PR> >. Acesso em: 07.12.2013.

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos de engenharia do petróleo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRAS, 2004.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estud. av. [online]**, v. 26, n. 74, p. 247-260, 2012. ISSN 0103-4014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142012000100017>>. Acesso em: 17.02.2014.

U.S. Green Building Council – USGBC. Leed is transforming the way we think about how buildings and communities are designed, constructed, maintained and operated across the globe. Washington, DC, 2014. Disponível em: <<http://usgbc.org/leedwhy> >. Acesso em: 07.02.2014.

U.S. Department of Veterans Affairs – VA. Sustainable Design and Energy Reduction Manual. Washington, DC, 2007.

U.S. Department of Veterans Affairs- VA. Whole Building Commissioning Process Manual. Washington, DC, 2013.

VALENTIM, Edmilson. Plataformas (e empregos) que se vão. **O Globo**. 24 de março de 2014, Opinião. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/opiniaoplatasformas-empregos-que-se-vao-11954571>>. Acesso em: 30.03.2014.