



FACULDADE DE ECONOMIA E FINANÇAS IBMEC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM  
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PROFISSIONALIZANTE EM ADMINISTRAÇÃO

**BARREIRAS À CONSTRUTIBILIDADE  
PELA VISÃO SOCIOTÉCNICA DA GESTÃO  
DE MEGAPROJETOS – PESQUISA  
EXPLORATÓRIA NA INDÚSTRIA DE ÓLEO  
E GÁS**

**RICARDO YOGUI**

**ORIENTADOR: PROF. DR. VALTER MORENO JÚNIOR**

**Rio de Janeiro, 30 de Julho de 2012.**

**BARREIRAS À CONSTRUTIBILIDADE PELA VISÃO SOCIOTÉCNICA NA  
GESTÃO DE MEGAPROJETOS – PESQUISA EXPLORATÓRIA NA INDÚSTRIA  
DE ÓLEO E GÁS**

RICARDO YOGUI

Dissertação apresentada ao curso de  
Mestrado Profissionalizante em  
Administração como requisito parcial para  
obtenção do Grau de Mestre em  
Administração.

Área de Concentração: Projetos e  
Metodologias de Melhorias de Processos  
de Negócios.

ORIENTADOR: PROF. DR. VALTER MORENO JR.

Rio de Janeiro, 30 de Julho de 2012.

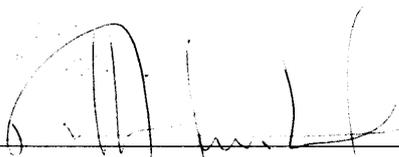
**“Barreiras da Construtibilidade pela Visão Sociotécnica da Gestão de Megaprojetos: Pesquisa Exploratória na Indústria de Óleo e Gás”**

**RICARDO YOGUI**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Administração como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Administração.  
Área de Concentração: Administração Geral

Avaliação: APROVADO

BANCA EXAMINADORA:



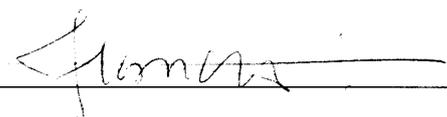
---

PROF. DR. VALTER DE ASSIS MORENO JÚNIOR, (Orientador)  
Instituição: Faculdades Ibmecc



---

PROF. DR. EDSON JOSÉ DALTO  
Instituição: Faculdades Ibmecc



---

PROFª. DRª. FLÁVIA DE SOUZA COSTA NEVES CAVAZOTTE  
Instituição: PUC/RJ

Rio de Janeiro, 30 de julho de 2012.

658.2  
Y54b

Yogui, Ricardo.

Barreiras à construtibilidade pela visão sociotécnica da gestão de megaprojetos – pesquisa exploratória na indústria de óleo e gás. / Ricardo Yogui. - Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc, 2012. 120f. ; 29 cm.

Dissertação de Mestrado Profissionalizante apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração das Faculdades Ibmecc, como requisito parcial necessário para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de concentração: Projetos e Metodologias de Melhorias de Processo de Negócios.

Orientador: Dr. Prof. Valter Moreno Júnior.

1. Gerenciamento de projetos. 2. Megaprojetos. 3. Construtibilidade. 4. Sistemas sociotécnicos. I. Yogui, Ricardo. II. Dr. Prof. Valter Moreno Júnior. III. Barreiras à construtibilidade pela visão sociotécnica da gestão de megaprojetos – pesquisa exploratória na indústria de óleo e gás.

## **DEDICATÓRIA**

A minha família, em especial a minha esposa, Laura, pelo apoio incondicional durante o desenvolvimento desta pesquisa e a compreensão pelos momentos de ausência.

Aos meus pais, Paulo e Maria M. Yogui, pelos valores que foram transmitidos, onde o conhecimento, a colaboração e a transparência são as maiores riquezas que podemos ter nesta vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Professor PhD. Valter Moreno, pelo seu valioso apoio e conselhos ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus professores no IBMEC, pela dedicação e atenção ao longo de todo o curso.

Ao Professor PhD. Carlos H. Caldas, da Universidade do Texas, Austin, e membro do CII – *Construction Industry Institute* - pela sugestão do tema desta dissertação.

Ao CE-EPC (Centro de Excelência EPC), principalmente ao Engenheiro Laerte Galhardo, que em sua gestão como presidente, nos colocou em contato com as boas práticas do CII.

Ao Professor Dr. José Rodrigues Faria Filho, da Universidade Federal Fluminense, pela abertura e possibilidade de colaboração.

Aos profissionais e acadêmicos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

Os megaprojetos são mais complexos e com maior risco, além de demandarem um regime de governança diferenciado se comparado aos outros projetos com menor risco na sua execução.

O gerenciamento clássico de projeto tem evidenciado altos índices de insucesso quando se trata de megaprojetos, segundo um estudo promovido pelo IPA (*Independent Project Analysis*) com mais de 300 megaprojetos no mundo, a taxa de insucesso está por volta de sessenta e cinco por cento. Do outro lado, a Construtibilidade, segundo o CII (*Construction Industry Institute*) tem se apresentado como uma das mais efetivas práticas de Construção.

Esta pesquisa busca analisar as barreiras da Construtibilidade e verificar seus impactos na gestão dos megaprojetos nacionais, especificamente na indústria de óleo e gás, através de uma visão sistêmica do ponto de vista sociotécnico, considerando os componentes humanos e técnicos que envolvem estes megaprojetos.

Palavras Chave: Megaprojetos, Gerenciamento de Projetos, Construtibilidade e Sistemas Sociotécnicos.

## **ABSTRACT**

The megaprojects are complex and have high level of risk. These giant projects also demand a different sort of governance in order to be executed when compared to other projects with lower complexity and risk.

The classical project management has shown high level of failure in megaprojects based on researches conducted by IPA (Independent Project Analysis) with data from more 300 megaprojects around the world. The failure rate is around 65%. On the other hand, Constructability, according CII (Construction Industry Institute) has shown one of the most effective best practices in Construction Industry.

This research aims to analyze the Constructability barriers and verify their impact in the megaproject management in Brazil, specifically in the Oil & Gas industry, through a sociotechnical systemic approach, considering the human and technical components that are involved in megaprojects.

**Key Words:** Megaprojects, Project Management, Constructability and Sociotechnical Systems

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 01 - Projeto na matriz Produto-Processo. Fonte: Davies et al. (2009).....         | 24 |
| Figura 02 - Esquematização de um sistema'S' em seu ambiente. Fonte: Valeriano (2005) ... | 31 |
| Figura 03 – Modelo de sistemas sociotécnicos. Fonte: Daft (2008) .....                   | 35 |
| Figura 04 – Consórcio EPCista .....  | 54 |
| Figura 05 – Modelo organizacional do Centro de Excelência EPC .....                      | 56 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Barreiras à Construtibilidade .....                                  | 50 |
| Quadro 2 – Profissionais Entrevistados .....                                    | 59 |
| Quadro 3 – Consórcios e Empreendimentos .....                                   | 65 |
| Quadro 4 – Quadro Resumo das Barreiras Sociotécnicas .....                      | 96 |
| Quadro 5 – Quadro Barreiras Sociotécnicas x Barreiras à Construtibilidade ..... | 97 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|        |   |
|--------|---|
| AACE   | Association for the Advancement of Cost Engineering International |
| APM    | Association of Project Management                                 |
| APMI   | Australian Project Management Institute                           |
| BID    | Banco Interamericano de Desenvolvimento                           |
| BRICS  | Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul                      |
| CAD    | Computer-Aided-Design   |
| CIM    | Computer-Integrated-Manufacturing                                 |
| CE-EPC | Centro de Excelência EPC  |
| CII    | Construction Industry Institute                                   |
| EPC    | Engineering-Procurement-Construction                              |
| ERP    | Enterprise Resources Planning                                     |
| FCS    | Fatores Críticos de Sucesso                                       |
| IPA    | Independent Project Analysis                                      |
| IPMA   | International Project Management Association                      |
| PAC    | Plano de Aceleração do Crescimento                                |
| PMAJ   | Project Management Association of Japan                           |
| PMI    | Project Management Institute                                      |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                     | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>PROBLEMA DA PESQUISA .....</b>                           | <b>6</b>  |
| 2.1      | OBJETIVO .....  | 6         |
| 2.2      | JUSTIFICATIVA .....   | 7         |
| 2.3      | RELEVÂNCIA .....  | 9         |
| 2.4      | DELIMITAÇÃO.....  | 9         |
| 2.5      | ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....                                | 10        |
| <b>3</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                            | <b>11</b> |
| 3.1      | PROJETOS.....   | 13        |
| 3.2      | MEGAPROJETOS.....   | 22        |
| 3.3      | SISTEMA SÓCIOTECNICO.....                                   | 31        |
| 3.4      | CONSTRUTIBILIDADE .....                                     | 36        |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>                        | <b>52</b> |
| 4.1      | COLETA DE DADOS .....                                       | 53        |
| 4.2      | ANÁLISE DE DADOS .....                                      | 59        |
| <b>5</b> | <b>DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS .....</b>                   | <b>61</b> |
| 5.1      | BARREIRAS DE ORIGEM SOCIAL .....                            | 67        |
| 5.1.1    | FALTA DE COLABORAÇÃO E PROATIVIDADE FRENTE ÀS MUDANÇAS..... | 67        |
| 5.1.2    | CONFRONTAÇÃO DE DIFERENTES CUTURAS ORGANIZACIONAIS .....    | 69        |
| 5.1.3    | PRÁTICAS INADEQUADAS DE GERENCIAMENTO E DE LIDERANÇA .....  | 71        |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 5.1.4 | FALTA DE COMUNICAÇÃO NOS PROJETOS E EMPREENDIMENTOS.....                    | 73  |
| 5.1.5 | CONFLITOS POR DISTINTOS INTERESSES DOS <i>STAKEHOLDERS</i> NOS CONSÓRCIOS.. | 75  |
| 5.1.6 | AMBIENTE DE TRABALHO NOS CONSÓRCIOS EPCISTAS.....                           | 77  |
| 5.2   | BARREIRAS DE ORIGEM TÉCNICA .....   | 79  |
| 5.2.1 | PRIORIZAÇÃO DA EXECUÇÃO EM DETRIMENTO AO PLANEJAMENTO .....                 | 79  |
| 5.2.2 | INTERDEPÊNDENCIA DE TAREFAS E PROCESSOS NOS CONSÓRCIOS.....                 | 81  |
| 5.2.3 | GARGALOS GERADOS POR FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS .....                     | 82  |
| 5.2.4 | PRESSÃO POR PRAZOS E CRONOGRAMAS.....                                       | 83  |
| 5.3   | PROPOSTAS PARA OTIMIZAÇÃO CONJUNTA NOS EMPREENDIMENTOS .....                | 85  |
| 5.3.1 | COEX – COMITÊ EXECUTIVO DE PROJETO.....                                     | 86  |
| 5.3.2 | <i>WORKSHOP</i> DE ESCOPO.....  | 86  |
| 5.3.3 | CAPACITAÇÃO E O COMPROMETIMENTO DE RECURSOS HUMANOS NOS<br>CONSÓRCIOS.....  | 87  |
| 5.3.4 | LIÇÕES APRENDIDAS E GESTÃO DO CONHECIMENTO .....                            | 89  |
| 5.3.5 | TECNOLOGIAS INTEGRADORAS .....  | 90  |
| 5.3.6 | REUNIÕES DE PROGRAMAÇÃO E DE PLANEJAMENTO .....                             | 91  |
| 5.3.7 | ANÁLISE DE CONSTRUTIBILIDADE.....   | 92  |
| 6     | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 100 |
| 7     | REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....   | 103 |
| 8     | APÊNDICE A – ROTEIRO DAS ENTREVISTAS REALIZADAS .....                       | 106 |

## **1 INTRODUÇÃO**

Por si só, a infraestrutura é fundamental no desenvolvimento dos países em um mundo cada vez mais globalizado. Segundo Straub (2008), a produtividade do trabalho também poderia se beneficiar da provisão de uma infraestrutura adequada.

Porém com a crise global de 2008, se deu nova relevância à questão da infraestrutura em vários países, como forma de manter aquecidas suas economias. Os investimentos em infraestrutura impactam na economia por meio de canais diretos (a expansão da capacidade de abastecimento ou o escoamento da produção) e indiretos (a melhoria na produtividade total dos fatores), propiciando o desenvolvimento econômico e social da nação (AFONSO et al., 2005).

No Brasil, a questão da infraestrutura ganha maior exposição devido a uma conjunção de fatores internos e externos. Dentre estes fatores podem ser citados a importância dos países do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) no contexto da recuperação da crise global, o Plano de Aceleração do Crescimento – PAC e PAC2 – idealizado pelo governo brasileiro com investimentos na ordem de R\$ 503.9 bilhões em infraestrutura, o Brasil ser a sede da copa do mundo de futebol em 2014, a escolha da cidade do Rio de Janeiro para sediar

os jogos olímpicos de 2016, e as recentes descobertas da camada do Pré-Sal, aumentando significativamente as reservas de petróleo do país.

Os empreendimentos relacionados a estas demandas tem prazos e metas anunciados publicamente, sendo assim, é fundamental atuar nos processos e metodologias que propiciem uma maior eficácia e produtividade global e que contribuam para a superação dos desafios de otimização de tempo, recursos e melhor gestão global dos empreendimentos.

Muitos destes empreendimentos são categorizados como megaprojetos, devido ao seu porte e os investimentos necessários para sua realização. O gerenciamento clássico de projetos tem evidenciado um índice alto de insucesso quando se trata de megaprojetos. Segundo estudos feitos pelo IPA (*Independent Project Analysis*) com dados de 300 megaprojetos industriais com orçamento superior a um bilhão de dólares em 2010, estes apresentaram 65% de insucesso e, em alguns setores da indústria, esta taxa chegou a 75% (MERROW, 2011).

Corroborando com estes dados, em pesquisa de *benchmarking* realizada em 2007 pelo PMI (*Project Management Institute*) com 185 empresas atuantes no mercado nacional de diversos segmentos apresentou que 78% das organizações relataram problemas de prazo em seus projetos, 64% com problemas de custo, 44% com problemas de qualidade e 39% com problemas de satisfação do cliente. (PMI Chapters Brasileiros apud SANTIAGO ET AL, 2008).

Segundo Jugdev e Miller (2005 apud BAHIA e FARIAS FILHO, 2010), no passado, a visão inicial de sucesso em projetos estava fortemente vinculada ao atendimento de expectativas de escopo, tempo e custo. Estudos focavam na medição dos indicadores de desempenho, no

entendimento das razões dos atrasos em cronograma e desvios de custos. Estes autores chamam essa abordagem de sucesso em projetos de “abordagem mecanicista”, visto que enfatiza aspectos técnicos. Esta seria uma visão de sucesso superada pois não considera as expectativas dos diversos *stakeholders* em um projeto.

Para realização destes megaprojetos, no Brasil e mais especificamente na indústria de Óleo e Gás, é prática comum que as empresas de Engenharia e Construção, concorrentes individualmente, acabem se unindo, formando um consórcio específico para a construção de um grande empreendimento, mitigando assim os riscos inerentes aos projetos deste porte.

Nestes consórcios de projetos, a interação e integração entre a equipe de projeto – Engenharia e Construção – é um fator chave para o sucesso nos megaprojetos, devido a sua magnitude e complexidade, é uma maior colaboração entre os profissionais de diferentes organizações envolvidas nestes empreendimentos e a possibilidade de atuarem de forma dinâmica e conjunta ao longo de todo o ciclo de construção destes empreendimentos.

Em um ambiente dinâmico de processos de negócios, uma ordem de execução exata de atividades é impraticável; a interação ou o relacionamento entre o ambiente e atividades é mais apropriado na determinação de como gerir e coordenar as atividades (WANG e WANG, 2006 apud WANG e KUMAR, 2009).

A teoria organizacional sugere que quando uma ou mais tarefas de subunidades não são rotineiras, a coordenação e a integração não podem ser creditadas a mecanismos burocráticos de hierarquia e padronização, mas pode-se em princípio ser trabalhadas usando o mecanismo

de ajuste mútuo nas relações laterais entre as subunidades (THOMPSON, 1967 e MINTZBERG, 1979 apud ADLER et al., 1999).

Assim, faz sentido uma abordagem sociotécnica para analisar os megaprojetos, considerando não só os fatores técnicos, mas também os fatores humanos que envolvem os grandes empreendimentos, principalmente no contexto dos consórcios das empresas de Engenharia e Construção.

Esta abordagem permite olhar para os megaprojetos com uma visão sistêmica, principalmente considerando como sendo um sistema sociotécnico, levando em consideração as relações de interdependência entre os fatores humanos e aspectos técnicos inseridos neste complexo ambiente de projeto. Segundo Valeriano (2005), a abordagem sistêmica considera o objeto de estudo um sistema que compreende subsistemas incumbidos da execução de processos interligados.

Globalmente, uma boa prática utilizada nos grandes empreendimentos é conhecida como Construtibilidade. A Construtibilidade, uma das boas práticas de construção, difundida pelo *Construction Industry Institute* (CII) e pelo *Independent Project Analysis* (IPA), apresentando-se como uma forma de integração e interação entre os distintos grupos envolvidos nos megaprojetos.

A adoção da Construtibilidade nas fases iniciais dos empreendimentos resulta em uma redução de custos na ordem de 6 a 23%, uma taxa de custo x benefício na ordem de 10:1, além de uma redução de cronograma significativa (O'CONNOR, 2006).

Com esta visão, buscou-se identificar as barreiras à Construtibilidade nos empreendimentos nacionais, considerando os megaprojetos como sistemas sociotécnicos que tem influências de aspectos humanos e técnicos que se interagem na execução dos grandes empreendimentos. Segundo Daft (2008), a abordagem de sistemas sociotécnicos reconhece a interação das necessidades técnicas e humanas, combinando as necessidades das pessoas com as necessidades técnicas da organização.

A dificuldade de encontrar literatura na língua portuguesa sobre Construtibilidade em grandes empreendimentos motivou a pesquisa para evidenciar e compreender sua aplicação na indústria nacional bem como a contextualização dos fatores críticos de sucesso nos megaprojetos nacionais. Para tanto, realizou-se estudo exploratório, de natureza qualitativa, que iniciou por pesquisa bibliográfica sobre Projeto, Megaprojetos, Sistemas Sociotécnicos e Construtibilidade. Posteriormente, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 15 experientes profissionais que atuam ou atuaram na gestão de megaprojetos.

## 2 PROBLEMA DA PESQUISA

### 2.1 OBJETIVO

Os principais objetivos desta pesquisa são:

- Compreender, através uma abordagem sociotécnica, os principais fatores técnicos e humanos que impactam na gestão dos megaprojetos nacionais, em especial, os grandes empreendimentos na indústria de óleo e gás,
- Através da identificação das barreiras sociotécnicas nos megaprojetos, confrontá-las e relacioná-las com as barreiras à Construtibilidade, descritas no Guia de Implementação da Construtibilidade do *Construction Industry Institute* (CII) e
- Identificar propostas para otimização que possam contribuir com a adoção da Construtibilidade nos megaprojetos nacionais.

## 2.2 JUSTIFICATIVA

O alto índice de insucesso na gestão do megaprojetos (MERROW, 2011) evidencia que o modelo clássico de gestão de projetos sozinho não é suficiente para garantir o sucesso na execução de grandes e complexos empreendimentos, como são os megaprojetos.

Os processos tradicionais e consolidados de Engenharia e Construção podem não atender os requisitos da Construtibilidade no que tange uma maior interação entre equipes, integração de processos de Engenharia e Construção bem como a tomada de decisão conjunta dentro dos empreendimentos.

Os megaprojetos, desde sua concepção até a sua operação e manutenção, envolvem um grande número de variáveis que devem ser consideradas, ponderadas e analisadas desde a fase inicial do empreendimento: o estudo de viabilidade. Estas variáveis envolvem questões multidisciplinares com dimensões técnicas, financeiras, de recursos humanos, de logística, de sustentabilidade e de responsabilidade social. Além disto, este processo é altamente dinâmico ao longo de todas as fases do empreendimento conforme as forças exógenas ao projeto vão atuando de forma impactante no planejamento e gerenciamento dos empreendimentos.

O conceito básico da Construtibilidade é a interação entre os profissionais de Engenharia e Construção desde o início do empreendimento de forma a gerar melhores propostas de projetos tanto no aspecto conceitual como no processo construtivo (JERGEAS ET AL, 2001). Os aspectos de Construtibilidade ganham maior espaço nos empreendimentos atuais principalmente com a tendência dos projetos correrem simultaneamente com a construção para redução de prazos e antecipar o início das operações dos empreendimentos.

Recentemente, a questão da Construtibilidade no Brasil tem ganhado atenção pelos profissionais envolvidos nos projetos dos empreendimentos, porém, de forma geral, falta uma maior base conceitual sobre os fundamentos globalmente consolidados. A falta de literatura na língua portuguesa retratando o tema contribui para esta falta de consenso entre os profissionais.

Além disto, contextualizar as barreiras à Construtibilidade nos megaprojetos nacionais permitirá compreender seu estágio atual e esforços necessários para sua adoção de forma mais efetiva frente às barreiras para sua implementação.

### 2.3 RELEVÂNCIA

Este trabalho contribui como uma fonte de consulta para profissionais envolvidos em megaprojetos e que queiram iniciar ou aprofundar seus conhecimentos nos conceitos de Construtibilidade bem como compreender as barreiras para sua adoção nos empreendimentos nacionais.

Este trabalho também traz uma nova abordagem, considerando os fatores sociotécnicos em grandes empreendimentos, identificando fatores técnicos e humanos que influenciam os megaprojetos bem como busca identificar práticas que possam contribuir com uma melhor gestão deste tipo de empreendimento.

Na academia, este trabalho poderá ser utilizado como referência bibliográfica para futuros trabalhos, em pesquisas qualitativas e quantitativas, que tenham o objetivo de aprofundar os estudos sobre a Construtibilidade ou ainda, de uma forma mais abrangente, a gestão de Megaprojetos.

### 2.4 DELIMITAÇÃO

Apesar da abrangência que a Construtibilidade possa ter nas várias áreas da Infraestrutura – Rodovias, Energia, Aeroportos, Terminais Marítimos, Saneamento, Mineração entre outros – este estudo restringiu a pesquisa sobre a Construtibilidade em empreendimentos realizados no Brasil na área de Óleo e Gás. Este segmento tem se sobressaído na adoção de iniciativas para melhoria dos processos construtivos além de ser uma referência de boas práticas às outras áreas da Infraestrutura.

Além disto, a pesquisa focou principalmente nas empresas de Engenharia e Construção que desenvolvem os megaprojetos para as proprietárias e operadoras destes empreendimentos.

## 2.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação é composta por oito capítulos: introdução, problema da pesquisa, referencial teórico, metodologia da pesquisa, análise e discussão, considerações finais, bibliografia e anexos. O próximo capítulo apresenta a revisão da literatura pesquisada sobre Projetos, Megaprojetos, Sistemas Sociotécnicos e Construtibilidade. No quarto capítulo são apresentados o método da pesquisa adotado e suas limitações, com destaque para as abordagens de coleta de dados e análise de dados. No quinto capítulo, descreve-se a análise e discussão, com a explanação inicial da indústria do petróleo, particularmente no Brasil e os seus investimentos e desafios, passando-se então aos achados e análise das entrevistas confrontando com as barreiras à Construtibilidade identificados previamente. O sexto capítulo apresenta as considerações finais sobre o estudo realizado e sugestão para futuras pesquisas.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

O desenvolvimento do referencial teórico foi elaborado com base em três constructos básicos que fundamentam esta dissertação. Em cada um deles, buscou-se aprofundar a pesquisa bibliográfica em subtemas conforme descrito:

- Projetos
  - Conceitos
  - Metodologias
  - Projetos de Engenharia e Construção
  - O valor do projeto x Gerenciamento de Projeto
  - Critérios e Fatores Críticos de Sucesso (FCS)
- Megaprojetos
  - Definição
  - Caracterização
  - Complexidade
  - Gerenciamento de Riscos
  - Fatores de Sucesso em Grandes Empreendimentos
- Sistema Sociotécnico
  - Conceito de Sistemas

- Histórico dos Sistemas Sociotécnicos
- Conceito do Sistema Sociotécnicos
- Resumo da teoria Sociotécnica
- Construtibilidade
  - Histórico
  - Motivadores
  - Conceitos
  - Barreiras

Para melhor compreensão e entendimento destes conceitos foram levantados artigos e publicações com destaque acadêmico, como publicações em periódicos científicos, encontrados na base EBSCO. Quando esgotada estas fontes ou ainda pela pouca publicação sobre um dos temas, partiu-se então para referências reconhecidas como referencial teórico pela comunidade onde os temas estão inseridos.

A pesquisa sobre Projetos priorizou o foco na literatura disponível para sua aplicação em empreendimentos de infraestrutura, relevando as publicações em outras áreas como desenvolvimento de produtos ou tecnologia da informação. A conceituação do gerenciamento de projetos é fundamental para compreender as dimensões e complexidades da execução dos empreendimentos de engenharia.

Nesta mesma linha é importante compreender o que representa um megaprojeto e os aspectos que caracterizam este caso particular de empreendimentos de grandes dimensões. Além disto, buscou-se conhecer os seus principais desafios na sua execução.

Sobre a Construtibilidade vale destacar que a grande referência teórica e prática da Construtibilidade são os manuais e guias de implementação produzidos pelo *Construction Industry Institute* – CII – assim, quando não houver alguma referência de autores sobre o tema, a base de consulta utilizada foi o material produzido pelo próprio CII referenciado na bibliografia. Na base EBSCO foram encontrados oitenta artigos publicados em revistas científicas na língua inglesa sobre o tema e nenhuma referência em português.

### 3.1 PROJETOS

Um projeto é definido como sendo um esforço com objetivo específico, dentro de um prazo determinado com recursos monetários limitados e que pode ser atribuído por definição ou execução (*APICS Dictionary* apud BLACKSTONE et al., 2009, p. 1). Um projeto está comprometido com um conjunto de tarefas interdependentes que no todo devem ser completadas para que então o projeto seja completado (BLACKSTONE et al., 2009).

Segundo Campanario et al. (2009), a formação em Gestão de Projetos pode ser considerada uma disciplina emergente, sendo que o corpo de conhecimento da área tem raízes científicas e está evoluindo por meio do sucesso obtido pelo emprego de boas práticas do gerenciamento de projeto e pela difusão através das redes de relacionamento consistente e formal através de instituições que congregam profissionais que militam neste campo, como:

- a) *International Project Management Association* (IPMA): Suíça, que representa 42 associações europeias;
- b) *Project Management Institute* (PMI): Estados Unidos da América, com representação em 171 países, incluindo o Brasil;

- c) *Australian Project Management Institute (APMI)*;
- d) *Association of Project Management (APM)*, na Inglaterra;
- e) *Project Management Association of Japan (PMAJ)*.

Okabayahsi et al. (2008) complementam destacando que o *Project Management Institute* (PMI) é o principal destas comunidades, além de ser responsável pela emissão do compêndio de melhores práticas das diversas linhas de estudo, o *Project management body of knowledge* (PMBOK®) que atinge cerca de um milhão de exemplares nas versões oficiais, em sete línguas.

Campanario et al. (2009) ressaltam que o PMBOK® apresenta uma matriz que estabelece o mapeamento sistemático entre o gerenciamento de projetos e os grupos de processos relacionados a cada uma das nove áreas de conhecimento:

1. Gerenciamento de Integração – são os processos que integram os diversos elementos do gerenciamento de projetos, que são identificados, definidos, combinados, unificados e coordenados dentro dos grupos de processos de gerenciamento de projetos.
2. Gerenciamento do Escopo – são os processos envolvidos na verificação de que o projeto inclui todo o trabalho necessário, e apenas o trabalho necessário, para que seja concluído com sucesso.
3. Gerenciamento do Prazo – são os processos necessários para que haja o término do projeto no prazo correto.

4. Gerenciamento do Custo – são os processos envolvidos em planejamento, estimativa, orçamento e controle de custos, de modo que o projeto termine dentro do orçamento aprovado.
5. Gerenciamento da Qualidade – são os processos envolvidos na garantia de que o projeto irá satisfazer os objetivos para os quais foi idealizado.
6. Gerenciamento de Recursos Humanos - são os processos que organizam e gerenciam a equipe de projeto.
7. Gerenciamento das Comunicações – são os processos relativos à geração, coleta, disseminação, armazenamento e destinação final das informações do projeto, de forma oportuna e adequada.
8. Gerenciamento de Riscos – são os recursos relativos à realização do gerenciamento de ameaças e oportunidades em um projeto.
9. Gerenciamento das Aquisições – são os processos que compram ou adquirem produtos, serviços ou resultados, além dos necessários ao gerenciamento de contratos.

Os autores comentam ainda que o PMBOK® destaca que a condução de projeto deve envolver, no âmbito interno, cinco grupos de processos ou fase:

- a) Iniciação: define as grandes linhas e autoriza um projeto na organização;
- b) Planejamento: refina os objetivos, planeja as ações, detalha o escopo do projeto;

- c) Execução: integra a equipe e recursos para realizar o plano de projeto;
- d) Monitoramento e Controle: mede e avalia regularmente o progresso e
- e) Encerramento: formaliza a aceitação do produto conduzindo ao seu término.

No gerenciamento de projetos, um ponto importante é como lidar com sua complexidade, destacando-se entre outros aspectos, a transferência de risco de tempo para o contratado e a exigência da redução do prazo de entrega do projeto (WILLIANS, 1999 apud OKABAYASHI et al., 2008, p.15). O autor coloca em destaque o *tradeoff* entre a busca da redução de prazos e os potenciais riscos na sua execução, mesmo que os riscos sejam transferidos para contratados, no final é o contratante quem absorverá a maior parcela dos riscos quando se trata de grandes empreendimentos.

Um tipo de grandes empreendimentos são os de Engenharia e Construção, que segundo Gómez et al. (2005) se caracterizam pela multidisciplinaridade no seu desenvolvimento que vão desde a obtenção de recursos para o projeto básico até a sua conclusão. Além disto, segundo o autor, outras características destes grandes projetos de Engenharia, são:

- Ter um único dono (governo, empresa ou grupo de empresas associadas) que através de mecanismos de financiamento próprios ou externos, obtém recursos para efetivá-los,
- Envolver um grande número de fornecedores devido multidisciplinaridade técnica, especializações de fornecimento ou motivos políticos e econômicos. Estes

fornecedores podem ser sediados na mesma região dos empreendimentos ou em áreas diferentes,

- Grande quantidade de informações que são geradas desde bem antes do início das atividades. Estas informações circulam entre a proprietária do empreendimento, os fornecedores, subfornecedores e outras entidades (entidades ambientais, de regulamentação das atividades de engenharia, etc.) envolvidas no projeto e
- Elevados riscos devido a complexidade intrínseca.

Segundo Georgy et al. (2005), normalmente estes empreendimentos possuem cinco grandes fases que são denominadas de:

- Planejamento do Pré-Projeto;
- Detalhamento do Projeto;
- Fase de Suprimentos;
- Construção;
- Início de Operação e
- Comissionamento.

Entre os diversos métodos tradicionais para a concepção destes empreendimentos, segundo Gómez et al. (2006), o EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) tem sua origem no setor privado, onde o recurso e o prazo são considerados mais prioritários do que seu baixo custo, e é caracterizado pelas seguintes etapas:

- Engenharia (Engineering) – preliminarmente à fase de projeto, são determinados os parâmetros técnicos nos quais serão baseados os estudos econômicos e de viabilidade econômica;
- Procura e Compra (Procurement) – atividades referentes à disposição dos bens materiais necessários à execução do projeto;
- Construção (Construction) – consiste na construção civil e montagem.

Zwikael (2009) destaca que estas áreas de conhecimento devem ser focadas pelos gerentes de projetos durante toda a vida do projeto para melhorar as condições de sucesso dos projetos. Segundo o autor, nas áreas de construção e engenharia, baseado em sua pesquisa com 128 empresas deste segmento e situadas em países como Israel, Japão, Nova Zelândia entre outros, a área de conhecimento que tem maior importância é a integração, sendo o custo, a segunda área de conhecimento mais importante.

A importância da integração nos projetos de construção industrial se deve às mudanças de projetos que ocorrem com frequência e que podem ser classificadas como mudanças de escopo ou mudança de desenvolvimento, como comenta Georgy et al. (2005). Os autores destacam que a fase de detalhamento de projeto emerge como a fase de projeto que tem a

mais alta frequência na geração de mudanças, tanto em escopo como em desenvolvimento, gerando retrabalhos nos canteiros de construção.

Georgy et al. (2005) ainda destacam que nas últimas décadas tem crescido a percepção da influência das fases iniciais de projeto no projeto como um todo e que como resultado desta constatação, muitos acadêmicos e institutos como o *Construction Industry Institute* (CII) e a *Association for the Advancement of Cost Engineering International* (AACE International), tem ativamente estudado o gerenciamento de fases iniciais de projeto e como elas geralmente influenciam o ciclo de projeto como um todo. O autor ainda destaca que a atividade de Engenharia é o grande gargalo na construção de instalações industriais, sendo que o seu impacto afeta vários aspectos do projeto e significativamente contribui para o sucesso ou insucesso de sua implantação.

Douglas (2003) destaca que o CII reconhece que mudanças na engenharia e no projeto de construção podem ser esperadas, porém é necessário entender quais os potenciais impactos de custo e cronograma por conta destas alterações. O autor lembra ainda que um projeto terá melhor oportunidade de estar no prazo e no orçamento se as mudanças forem implementadas nas fases iniciais de projeto.

Segundo Gómez et.al (2006) o gerenciamento de projetos de grandes empreendimentos de engenharia tem se transformado numa atividade muito complexa nas últimas décadas, em função do aumento no tamanho dos empreendimentos, entrada no mercado de numerosos concorrentes, projetos que correm simultaneamente com a construção, projetos concomitantes de vários grandes empreendimentos. Os autores ainda citam as dificuldades de comunicação,

mesmo com um maior suporte tecnológico continuam e se agravam devido ao grande número de participantes nos projetos.

Neste ponto é necessário esclarecer a diferença entre o “valor de um projeto” e o “valor do gerenciamento de um projeto”. Segundo Zhai et al. (2009), o “valor de um projeto” refere-se as funções explícitas e implícitas do projeto, o qual pode satisfazer as necessidades explícitas e implícitas dos *stakeholders*. O “valor de um projeto” tem duas principais características:

- Ele é multidimensional, pois diferentes tipos de *stakeholder* estão envolvidos em um projeto e os integrantes podem não necessariamente concordar plenamente no que se refere a prazos, custos e qualidade.
- Ele é dinâmico, pois nem todas as necessidades de projeto dos *stakeholders* são reveladas ao mesmo tempo e mudanças acontecem ao longo do tempo e revelam diferenças no contexto do projeto.

Já o “valor do gerenciamento de projeto”, segundo Zai et al. (2009), inclui outras duas dimensões :

- O gerenciamento de projeto transforma recursos em resultados de projeto, desse modo, evidenciando o valor do projeto;
- De outro lado, o valor do gerenciamento de projeto também ajusta a soma dos valores incrementais para todos os *stakeholders*, incluindo custos, economias, melhoria de desempenho e outros interesses através do processo de valor percebido do projeto.

Os autores, concluem a diferenciação, afirmando que o “valor de projeto” é percebido através do “gerenciamento do projeto”, já que o gerenciamento de projeto balanceia os interesses dos diferentes *stakeholders*.

O crescimento da literatura sobre critérios de sucesso de projetos, ao longo da década passada (COLLINS e BACCARINI, 2004 apud GIRÃO, 2011), demonstra essa preocupação e, quando o assunto se refere à capacidade das organizações entregarem projetos bem sucedidos, a percepção é de que muito ainda precisa ser feito.

Segundo Girão (2012), na medida em que mais e mais organizações utilizam projetos para viabilizar suas estratégias, maior tem sido a preocupação com os fatores que contribuem para o seu sucesso ou falha. Enquanto critérios são elementos utilizados para medir o sucesso, fatores são elementos que facilitam a consecução do sucesso (COLLINS e BACCARINI, 2004).

Sobre critérios de sucessos em projetos EPC (*Engineering, Procurement and Construction*), Bahia e Farias Filho (2010), destacam que não há consenso pleno quanto aos critérios ou objetivos de sucesso em projetos de engenharia e construção.

Desde modo, dado a falta de consenso sobre critérios de sucessos para este tipo de empreendimento, é importante voltar a atenção para os fatores críticos de sucesso (FCS) dos megaprojetos. Nesta direção, para Grün (2004), os fatores de sucesso de grandes empreendimentos devem:

- Evitar desastres nos projetos,

- Enfatizar os interesses dos donos do empreendimento,
- Atuar em causas de falhas e
- Não sobrecarregar a capacidade dos donos do empreendimento e o gerenciamento de projetos.

Muns e Bjeirmi (1996 apud BAHIA e FARIAS FILHO, 2010), destacam que tem sido mostrado que o “sucesso em projetos” e o “sucesso em gerenciamento de projetos” não são necessariamente relacionados. Os objetivos de projeto e gerenciamento de projetos seriam diferentes e os controles de tempo, custo e progressos, que são frequentemente objetivos de gerenciamento de projetos, não deveriam ser confundidos como “de sucesso”, por exemplo, ao obter alta lucratividade, embora entregue com atraso.

### 3.2 MEGAPROJETOS

O Banco Interamericano de Desenvolvimento define infraestrutura como sendo o conjunto de estruturas de engenharia e instalações – geralmente de longa vida – que constituem a base sobre a qual são prestados serviços considerados necessários para o desenvolvimento produtivo, político, social e pessoal (BID, 2000).

Os principais projetos de infraestrutura são classificados como megaprojetos que segundo Miller e Hobbs (2005), são qualitativamente mais complexos e com maior risco além de demandarem regimes de governança diferenciados se comparados aos outros projetos com menor risco no seu empreendimento. Os autores também destacam também a característica do

alto nível de incertezas presentes ao longo de todo o ciclo de vida deste tipo de projeto bem como a variedade da natureza das questões a serem tratadas conforme seu andamento e a sua formatação além da influência das condições para o seu desenvolvimento.

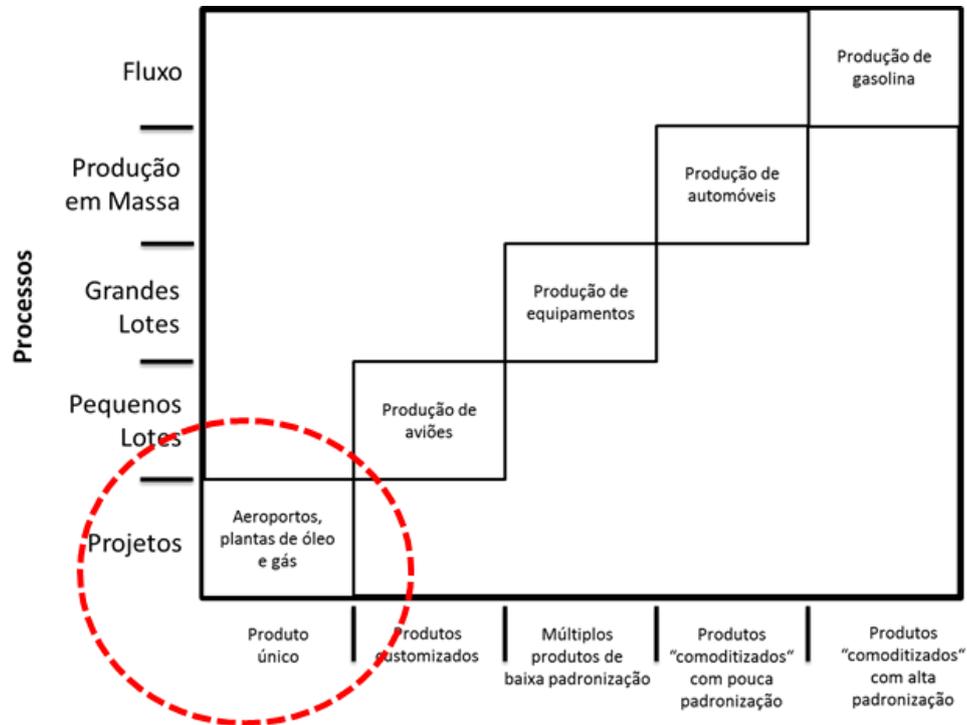
Os megaprojetos são definidos por Kovaca (2005 apud ZHAI et al., 2009, p.1) como projetos de construção caracterizados pela sua magnitude de investimentos necessários, por sua alta complexidade, pelo seu risco elevado, seu valor agregado, sua alta visibilidade além da combinação com a percepção de seu desafio aos *stakeholders*, o impacto para a comunidade e grande experiência requerida para sua construção.

Segundo Gellert e Lynch (2003), os megaprojetos podem ser definidos como projetos que rapidamente modificam uma paisagem de forma intencional e profunda, de um modo muito destacável, requerendo aplicações de capital e ações governamentais de modo coordenado.

Para Davies et al. (2009), um crescente número de projetos de infraestrutura tem sido propostos e construídos no planeta e os megaprojetos são investimentos de US\$ 1 bilhão ou mais para construir infraestrutura física que possibilite pessoas, recursos e informação transitar dentro de edificações e entre localidades ao redor do mundo.

Segundo os autores, apesar do crescimento em número e oportunidades para se beneficiar das lições aprendidas, os megaprojetos continuam a ter baixo número de desempenho se comparados com os valores e objetivos originais de tempo, qualidade e segurança bem como as previsões de receitas esperadas. De forma a mostrar os aspectos que corroboram com este resultado, Davies et al. (2009), adaptaram a matriz produto-processo que é usada para melhorias de desempenho através da inovação e aprendizado em produtos e processos para

posicionar as atividades baseadas em projeto, resultando na figura 01. Nesta classificação, segundo os autores, um megaprojeto é o mais personalizado dos produtos e com a maior complexidade em processos.



**Figura 01 - Projeto na matriz Produto-Processo.** Fonte: Davies et al. (2009)

Segundo Jergeas (2008), os megaprojetos são grandes em magnitude e caracterizados por um número significativo de interfaces, interdependências, complexidade e risco. O autor destaca que os proprietários de empreendimentos deste porte devem implementar processos que detectem e sistematicamente limitem, o mais breve possível, a não estimativa de custos, as mudanças de escopo e as alterações de cronogramas além de tomar as medidas e ações necessárias neste sentido periodicamente.

Sobre os riscos nos grandes empreendimentos, segundo Gómez et al. (2006), estes podem ser classificados em:

- Riscos de mercado – predições do mercado sobre as demandas que o empreendimento irá atender são a base dos estudos de viabilidade dos grandes projetos de engenharia. Múltiplos cenários são avaliados com o objetivo de analisar o retorno do empreendimento dentro da sua vida útil. Em alguns casos, os erros resultam de uma suposição errada de crescimento econômico, em outros devido a uma demanda específica que obteve resultado diferente daquela antecipada.
- Riscos financeiros – é referente a atração de potenciais investidores e obter financiamento, já que estes analisam o potencial retorno e os riscos do empreendimentos.
- Riscos tecnológicos – referem-se as dificuldades de engenharia (demolições, por exemplo) e seu grau de inovação. Em muitos casos, as tecnologias são testadas e conhecidas, mas a interação com os elementos naturais encontrados em uma obra em particular, pode ser causa de riscos.
- Riscos de construção – representam todas as dificuldades que a contratante, a contratada e as subcontratadas encontrarão na execução dos projetos. Em projetos EPC, a contratante confia nas habilidades da contratada (passando para esta grande parte do risco) para realizar a construção do empreendimento.

- Riscos operacionais – referem-se à possibilidade de que o projeto do empreendimento quando pronta, não obtenha o desempenho esperado ou não satisfaça o desempenho mínimo ou ainda os dados garantidos especificados em contrato. Esse tipo de risco pode ser substancialmente reduzido através da utilização de um sistema de qualidade e de inspeções realizadas pelo contratante durante toda a fase de fabricação do equipamento.
- Riscos regulatórios – grandes empreendimentos de engenharia dependem de leis e normas (produzidas por agências regulatórias) que controlam o retorno do investimento e que definem as práticas de mercado. Alguns riscos regulatórios estão associados com fatores macroeconômicos e outros com dificuldades burocráticas ou obtenção de licenças ambientais.
- Riscos sociais – referem-se à possibilidade de a proprietária do empreendimento encontrar oposições de movimentos sociais organizados e outros grupos de pressão. Durante a fase de aprovação da obra junto as autoridades, é comum a proprietária do empreendimento, estabelecer compensações sociais à comunidade onde o empreendimento será implementado.
- Riscos de concessão – envolvem a possibilidade de que os governantes decidam renegociar os valores dos contratos, concessões, direitos de propriedade, quedas de tarifas, etc. Para prevenir riscos, geralmente a composição acionária da propriedade do empreendimento envolve um organismo financeiro internacional para desestimular mudanças no marco contratual.

- Riscos de jurisdição – em muitos países existe uma superposição de atribuições das agências reguladoras e vários níveis da organização política. Essa situação é particularmente crítica na área ambiental. Esses órgãos têm exigências próprias, algumas mais ou menos rigorosas que as outras, porém todas têm o poder de liberar ou paralisar o empreendimento.

Para Grün (2004), os fatores de sucesso de um grande empreendimento são:

- Formulação dos objetivos e mudança dos objetivos:
  - Formulação de objetivos – é muito intensiva durante as fases iniciais do projeto, embora possa não estar definitivamente concluídas nas etapas seguintes do empreendimento. Incluem a especificação dos resultados de um projeto (características físicas, critérios de desempenho, padrões de avaliação, limites de custos e prazos e especificação dos requerimentos de recursos). Além disto, deve incluir a determinação das restrições (como a regulamentação ambiental).
  - Definição das mudanças de objetivos – um dilema típico que ocorre neste tipo de empreendimento é o tempo necessário para o seu planejamento e a pressão sobre o prazo para sua conclusão. Devido ao longo prazo para sua execução, é irreal esperar que todas as especificações de objetivos são feitas como inicialmente estabelecidas. Os objetivos iniciais servem como uma base para novas especificações, mas o processo de especificação de objetivos pode

também direcionar para uma mudança do quadro inicial. São três as dimensões que se inter-relacionam e devem ser consideradas nas mudanças: os objetivos técnicos, objetivos financeiros e objetivos de prazo.

- Projeto Básico:
  - Determinação como, tecnicamente, os objetivos serão alcançados. O mesmo objetivo técnico, pode ser alcançados com diferentes projetos básicos. Neste caso, os objetivos financeiros e de prazo podem ser decisivos para a escolha de um projeto básico específico. O projeto básico de um empreendimento é crucial para o sucesso de um projeto:
    - Determina o desempenho dos objetivos técnicos o qual deve influenciar preponderantemente o desempenho global do empreendimento.
    - Se o projeto básico não estiver alinhado com os interesses da proprietária do empreendimento e de seus usuários, todo o empreendimento encontrará substancial mudanças durante todas as fases, incluindo a operação inicial e as atividades de operação e manutenção.
  
- Ambiente político-social:

- O termo “ambiente político-social” foi introduzido em resposta a percepção de forças externas que influenciam de forma imediata nos donos dos projetos e o gerenciamento de projetos. Sendo divididas em duas esferas:
  - O ambiente de projeto: os integrantes do projeto, proprietários do empreendimento e os fornecedores.
  - O ambiente nacional: instituições locais, regionais e nacionais que podem exercer influências políticas, legais, sociais e culturais nos projetos.
- Estrutura de gerenciamento e sua capacidade de gerenciamento:
  - A estrutura de gerenciamento além de cobrir questões relacionadas a governança do projeto, deve abranger outras questões como as relacionadas a integração dos donos dos projetos e/ou especialistas com os sistemas gerenciais.
  - A capacidade de gerenciamento não depende somente da estrutura de gerenciamento estabelecida, mas também da inclusão dos gerentes de projetos e outros integrantes atuando dentro desta estrutura. A falta de capacidade gerencial pode colocar em risco o sucesso do projeto e do empreendimento.

Davies et al. (2009), relatam que suas pesquisas em megaprojetos identificaram seis processos requeridos para gestão de um megaprojeto:

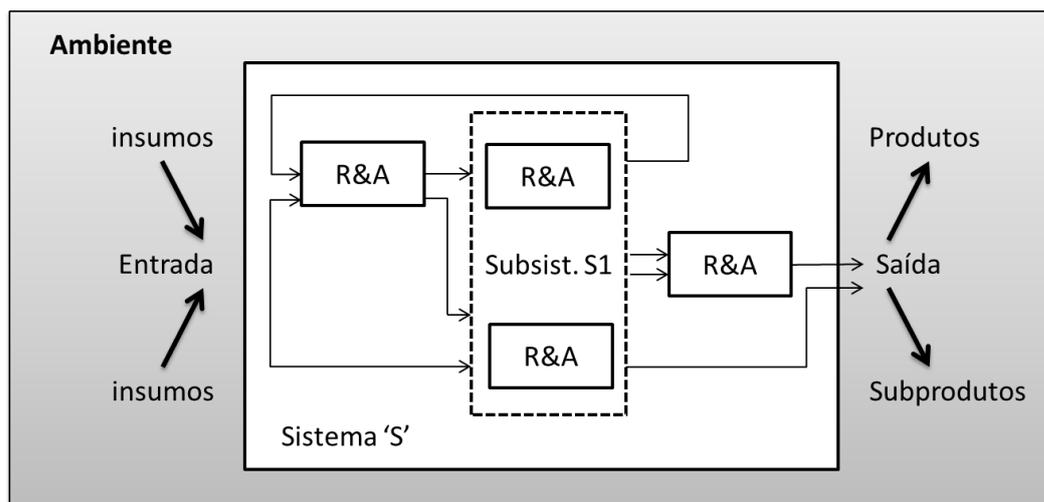
- Sistema de integração para coordenar o projeto, a engenharia, a integração e os entregáveis de um completo sistema operacional funcional,
- Gerenciamento de projetos e programas para suportar uma cadeia de fornecedores integrada,
- Tecnologias de automação de projetos para suportar as atividades de Engenharia, Construção, Integração e Manutenção,
- Fabricação *off-site*, pré-montagem e produção modular para melhorar a produtividade, a previsibilidade e aspectos de saúde e segurança,
- Logística com conceito *just-in-time* para coordenar o fornecimento de material de forma ágil e eficiente e
- Operação integrada para aplicar em sistemas de testes, ensaios e preparação para liberação de operação.

Estes processos requeridos nos megaprojetos envolvem questões técnicas e sociais, o que permite abordar estes grandes empreendimentos como um Sistema Sociotécnico. A visão sistêmica sobre os megaprojetos, contribui para analisar as complexas interdependência dos processos neste tipo particular de empreendimentos, principalmente no que se refere aos aspectos técnicos e sociais.

### 3.3 SISTEMA SÓCIOTECNICO

Segundo Valeriano (2005), sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos, sendo um conjunto organizado, uma combinação de entidades, de partes, de processos ou de elementos interdependentes que formam um complexo unitário, podendo comportar diversas dimensões. Complementa o autor que quando analisamos um sistema, é necessário incluir nesta análise o seu relacionamento com o ambiente em que está contido, destacando que um sistema artificial é intencionalmente criado como um conjunto de partes, elementos ou subcomponentes inter-relacionados – os subsistemas -, e visa à realização de determinados objetivos ou efeitos situados no meio exterior, no ambiente que está inserido.

A figura abaixo mostra os elementos de um sistema: seu ambiente, que fornece as entradas e recebe suas saídas e resultados. O sistema ilustrado tem um subsistema e é composto de processos, com seus recursos e atividades.



**Figura 02 - Esquematização de um sistema 'S' em seu ambiente.** Fonte: Valeriano (2005)

Segundo Daft (2008), um sistema aberto precisa interagir com o ambiente para sobreviver sendo que ele não só consome mas também exporta recursos para o ambiente. Não pode ser

isolado, precisa adaptar-se continuamente ao ambiente e podem ser bastante complexos, complementa o autor.

Os sistemas sociotécnicos tomam como referência os conceitos e metáforas da teoria geral de sistemas, em particular a noção de sistemas abertos descritos por Bertalanffy como sendo um modo de descrever, analisar e desenhar sistemas com a união da otimização em mente, particularmente aquelas que incorporam algum grau de não linearidade internamente bem como no ambiente que eles residem (WALKER ET AL., 2008).

Segundo Trist (1981), a teoria sociotécnica nasceu em conjunção dos primeiros de vários projetos de campo realizados pelo Instituto Tavistock nas minas britânicas de carvão. A época era da reconstrução da indústria no período de pós-guerra (1949) e o Instituto Tavistock tinha duas linhas de projetos, uma ligada a relações de grupo de forma profunda em todos os níveis em uma organização e a outra linha focada na difusão de práticas inovadoras de trabalho e arranjos organizacionais que não demandavam grandes investimentos, mas que indicassem aumento de produtividade.

Moro (1997), destaca que alguns dos princípios da Teoria dos Sistemas Sociotécnicos são os seguintes:

1. O sistema de trabalho, que englobava uma série de atividades que constituíam um todo funcional, tornou-se agora a unidade básica ao invés dos trabalhos simples no qual era decomposto;

2. Correspondentemente, o grupo de trabalho tornou-se central ao invés do indivíduo que fazia o trabalho;
3. Regulação interna do sistema pelo grupo foi então tornada possível ao invés da regulação interna dos indivíduos pelos supervisores;
4. Um princípio de projeto baseado na redundância das funções ao invés de na redundância das partes caracterizava a filosofia organizacional cuja tendência era desenvolver habilidades/conhecimentos múltiplos no indivíduo e aumentar imensamente o repertório de respostas do grupo;
5. Este princípio valorizava a parte discricionária ao invés da parte prescrita dos papéis no trabalho;
6. Tratava o indivíduo como complementar a máquina ao invés de como uma extensão desta;
7. Era tanto para o indivíduo quanto à organização ao invés de no modo burocrático.

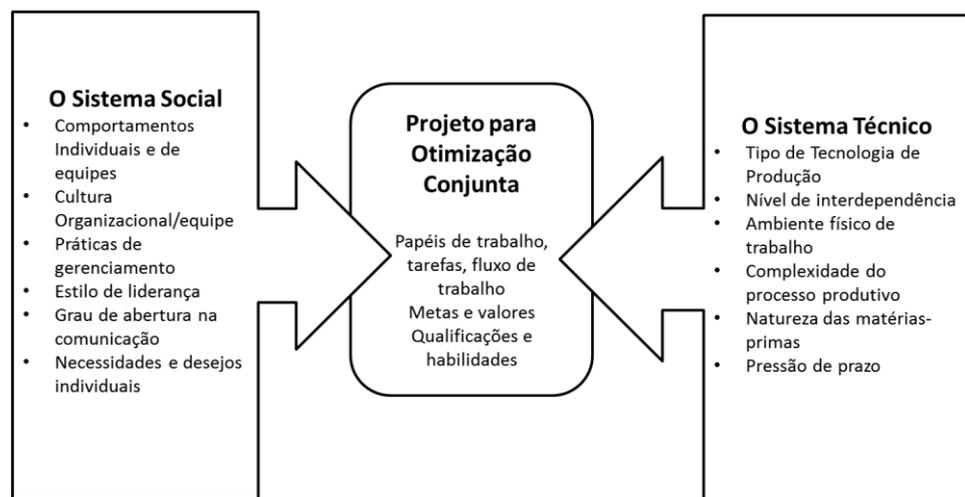
Fortunati e Sarrica (2010) relatam que a perspectiva sociotécnica é baseada na observação que em todas as áreas da indústria, um sistema técnico e um sistema social estão sempre presentes e operam de forma simultânea. Os autores destacam que o resultado global das atividades do sistema depende desta inter-relação e que esta perspectiva foi introduzida no final dos anos sessenta para contrapor a simplista teoria de determinismo tecnológico que era a corrente principal da teoria das organizações.

Segundo Moro (1997), a partir da pesquisa de Eric Trist e seus colegas no Instituto Tavistock, as tarefas a serem desenvolvidas são agora levadas a cabo por um grupo de pessoas com os mesmos objetivos. O foco mudou do indivíduo para o grupo, de trabalhos simples para sistemas de trabalho. O grupo define as prioridades, tarefas, ordem de execução, o todo relacionado com seu trabalho. O grupo torna-se capaz de se autorregular, trabalhando em ritmos diferentes para executar as tarefas de acordo com as circunstâncias encontradas. Foi dada discricção às pessoas, o que significa a capacidade de tomar decisões a respeito de seus trabalhos.

Ainda segundo Moro (1997), os indivíduos, componentes do grupo de trabalho, eram capazes de desempenhar diferentes tarefas, permitindo que uma rotação entre tarefas fosse executada. Isto é chamado de redundância de funções, que existe quando indivíduos desempenham uma variedade de tarefas ao invés de apenas uma. As funções que cada um desempenha podem ser alternadas de acordo com as necessidades, o que permitia ao grupo desenvolver seu trabalho mesmo na ausência de um de seus membros. Estes também realizavam suas tarefas de acordo com conhecimentos empíricos e com os determinantes encontrados, não seguindo prescrições feitas pelos supervisores. Temos aqui os trabalhadores definindo seus métodos e procedimentos de trabalho.

Para Walker et al. (2008), a inevitável consequência desta mescla “socio” e “técnico” é que o subsistema social não necessariamente comporta como o subsistema técnico, pois pessoas não são máquinas; paradoxalmente, com o aumento da complexidade e interdependência, mesmo o subsistema técnico pode exibir um comportamento não linear.

A figura 03, segundo Daft (2008), ilustra os três tipos de componentes do modelo de sistemas sociotécnicos. Segundo o autor, o sistema social inclui todos os elementos humanos – como comportamento individual e de equipe, cultura organizacional, práticas gerenciais e grau de abertura de comunicação – que podem influenciar o desempenho do trabalho e por outro lado, o sistema técnico refere-se ao tipo de tecnologia de produção, ao nível de interdependência, à complexidade das tarefas, a natureza das matérias-primas e pressão de prazo.



**Figura 03 – Modelo de sistemas sociotécnicos.** Fonte: Daft (2008)

A abordagem sociotécnica foi principalmente desenvolvida para gestores com o objetivo de aumentar sua consciência sobre a importância do diálogo, da inovação, da flexibilidade e abertura para o desenho de processos de fluxo de trabalho. Ao longo do tempo, a análise geral dos sistemas sociotécnicos tinha alcançado um alto grau de elaboração e formalização, tornando-se parte da estrutura fundamental para a sociologia e psicologia organizacional (FORTUNATI E SARRICA, 2010).

Para Daft (2008), a meta da abordagem de sistemas sociotécnicos é projetar as organizações para a otimização conjunta, que significa que uma organização funciona melhor apenas

quando os sistemas sociais e técnicos são projetados para adequarem-se às necessidades um do outro.

### 3.4 CONSTRUTIBILIDADE

O valor para o sucesso do projeto ao incorporar o conhecimento de construção antecipadamente na fase da engenharia tem sido amplamente investigado (PULASKI e HORMAN, 2005). O melhor momento para influenciar custos do empreendimento é na sua fase de concepção (PAULSON, 1976 apud PULASKI e HORMAN, 2005).

Segundo Fisher et al. (2000), Construtibilidade é um conceito que tem sido disseminado por mais de uma década na indústria da construção, seus benefícios quantitativos a partir de sua implementação tem sido documentados em muitos empreendimentos.

Pocock et al. (2006) cita que em 1983 a *Business Roundtable*<sup>1</sup> publicou uma série de estudos coletivamente chamados de Eficácia de Custos de Projetos na Indústria da Construção. O propósito era motivar a indústria da construção a melhorar seus métodos de trabalho e eficácia em custos. No sumário deste estudo, a *Business Roundtable* definiu um problema e uma proposta de ações a serem tomadas. O problema era descrito como a falta de conhecimento dos proprietários dos empreendimentos sobre como reduzir custos e prazos por meio de

---

<sup>1</sup> *Business Roundtable* é uma associação de dirigentes das empresas americanas que em conjunto representam receitas anuais de aproximadamente 6 trilhões de dólares e sua representatividade no mercado acionário é de 60% de todos os impostos pagos para o governo federal americano. Fundada em 1972 sobre a crença que em uma sociedade pluralista, os negócios devem atuar ativamente e eficazmente na formação da política pública.

integração avançada dos métodos de construção e as fases de planejamento de materiais, projeto e engenharia dos empreendimentos. As ações propostas cobriam basicamente três linhas.

A primeira ação proposta focada unicamente no proprietário de empreendimento, e recomendava em escrever contratos onde o contratante proveria um incentivo para integrar o conhecimento especializado de engenharia e construção com um processo chamado de “Construtibilidade”, que poderia economizar 10 a 20 vezes o custo se aplicado a um projeto.

A segunda linha de ação era destinada aos proprietários de empreendimentos de forma coletiva, recomendando um esforço cooperado para combater a falta de profissionais com conhecimento em “Construtibilidade”. Sugeria o apoio no desenvolvimento de materiais de treinamento e incentivar as universidades e instituições de ensino para adicionar esta dimensão de gerenciamento de construção no currículo de graduação. A terceira linha, direcionada a Academia para que a “Construtibilidade” fosse incorporada no currículo de gerenciamento de construção.

Pocock et al. (2006) destacam que as publicações da *Business Roundtable* circulavam amplamente nos Estados Unidos e eram recebidas com interesse nacional. Desta forma, a palavra “Construtibilidade” estava no vocabulário coletivo da indústria da construção americana.

Jergeas et al. (2001) descrevem que o conceito de “Construtibilidade” foi introduzido pelo CII – *Construction Industry Institute*<sup>2</sup> – em 1986 e a define como sendo o ótimo uso dos conhecimentos de construção e a experiência em planejamento, engenharia, suprimentos e operações de campo para atingir todos os objetivos de projeto.

Por muitos anos, o CII liderou as pesquisas de “Construtibilidade” e geração de guias práticos para implementação da “Construtibilidade”. Em 1991, este trabalho tinha ganhado um corpo significativo ao ponto que o Comitê de Gerenciamento da Construção da ASCE – Sociedade Americana de Engenharia Civil publicou seu “*Constructability and Constructability Program: White Paper*” reconhecendo o valor da “Construtibilidade” e resumindo as melhores práticas para sua implementação (POCOCK et al., 2006).

Jergeas et al. (2001) relatam que desde o surgimento do conceito criado pelo CII, outras novas definições tem aparecido baseado em necessidades e requerimentos individuais de projetos. Todas as definições focam nos benefícios da “Construtibilidade” podem ser alcançados pela integração do conhecimento da construção com a experiência em cada fase do processo de liberação do projeto.

Para esta integração de conhecimentos, destaca-se a importância de uma equipe de Construtibilidade que deve incluir profissionais do Proprietária/Operadora do

---

<sup>2</sup> O CII – *Construction Industry Institute* – nasceu dos esforços do *Business Roundtable*. Baseado na Universidade do Texas, Austin, o CII também agrega muitos proprietários e operadores de empreendimentos, empresas da indústria da construção bem como instituições acadêmicas.

empreendimento, das projetistas, das contratadas, das subcontratadas, fornecedores de equipamentos e consultores (RADTKE e RUSSEL, 1993 apud POCOCK et al., 2006). Entretanto, é crítico que um profissional experimentado em construção, um membro sênior, que com sua maturidade seja membro do time de projeto desde a fase de planejamento (CII 1987 apud POCOCK et al., 2006).

O Guia de Implementação da Construtibilidade do CII estabeleceu que os princípios e conceitos básicos de Construtibilidade podem ser divididos em sete na fase de planejamento inicial, oito nas fases de engenharia e suprimentos e um na fase de operações de campo. De forma geral, estes conceitos são descritos a seguir.

**1) Na fase de Planejamento Inicial:**

- a) Conceito I-1: os planos de implementação de Construtibilidade são partes de forma integral do Plano de Execução do Projeto (PEP). O programa de Construtibilidade deve-se tornar um tema dentro do processo de planejamento do projeto, contribuindo para:
- Estabelecimento dos objetivos e metas do projeto;
  - Disponibilização de uma maneira lógica e sistêmica para integração entre projeto e construção;
  - Disponibilização de um mecanismo para obter experiências de campo nos canteiros de construção quando necessário e
  - Estabelecimento de melhorias para a compreensão das intenções de projeto pelos profissionais de construção.

- b) Conceito I-2: os estudos de viabilidade do projeto levam vantagem do conhecimento e experiência em construção. A inclusão já nas fases iniciais do projeto de profissionais de construção nas equipes de planejamento pode ser crítica para a gestão de custos e do cronograma. As potenciais contribuições estariam:
- No estabelecimento dos objetivos do projeto;
  - Na escolha do local do empreendimento;
  - Na análise da viabilidade do cronograma;
  - No estabelecimento dos pressupostos de produtividade;
  - Na preparação de estimativas e orçamentos e
  - Na identificação dos recursos para provisionamento de longo prazo e/ou para materiais limitados ou equipamentos
- c) Conceito I-3: o desenvolvimento da estratégia de contratação do projeto envolve conhecimento e experiência em construção: a estratégia da contratação terá uma maior influência da disponibilidade de profissionais qualificados em construção que irão servir as equipes de Construtibilidade. As proprietárias de empreendimentos devem estar particularmente cientes das estratégias que limitam o papel do construtor durante as fases do projeto.
- d) Conceito I-4: os cronogramas de projeto são sensíveis à construção e partida: este conceito estabelece o princípio da data de conclusão de projeto e que os requerimentos para as fases de construção e partida devem ser considerados na otimização do cronograma global do projeto buscando o melhor balanço econômico. Para se colher

os benefícios integrais da Construtibilidade, o foco na construção deve ser aplicado no cronograma global.

- e) Conceito I-5: as decisões iniciais de projetos consideram modularização/pré-fabricação, automação da construção, e outras opções como métodos construtivos. Os principais métodos construtivos como o uso de equipamentos de construção, mão de obra especializada e sequenciamento de trabalho devem ser um dos principais influenciadores no projeto. Todos os membros de projeto devem interagir e contribuir com a decisão para a seleção dos principais métodos a serem adotados. Para muitos projetos um dos pontos mais críticos é o escopo da modularização e os esforços para pré-montagem.
- f) Conceito I-6: o *layout* tanto permanente, como o temporário do canteiro podem promover uma construção eficiente: Entre as principais considerações neste aspecto, pode-se listar:
- Espaço adequado para almoxarifado e fabricação;
  - Acessos para construção de equipamentos, materiais e pessoal;
  - Evitar tipos de construção que gerem problemas e custos como trabalhos em áreas subterrâneas ou elevadas quando houver alternativas existentes;
  - Uso de construções temporárias ou instalações permanentes e
  - Planejamento para drenagem adequada durante todas as fases de construção.

g) Conceito I-7: tecnologias avançadas de informação são aplicadas para facilitar a eficiência da construção. O uso de tecnologias avançadas tem o potencial de revolucionar os métodos e processos usados pela indústria da construção. Algumas das tecnologias de informação que estão beneficiando a Construtibilidade de projetos incluem:

- O uso de modelos tridimensionais para simulação de construção, passeio virtual e para se evitar interferências físicas;
- Sistemas de banco de dados relacionais com sistemas de lições aprendidas;
- Simulação de processos de trabalho para otimização de recursos;
- Sistemas de colaboração baseada na web para melhorar a comunicação e acesso a informação;
- Código de barras de materiais, equipamentos e trabalhadores;
- Ferramentas computacionais de campo para rastreamento do avanço físico e inspeções e
- Tecnologias de sensibilidade remota para verificação dimensional em campo.

## 2) **Na fase de Engenharia e Suprimentos:**

a) Conceito II-1: Os cronogramas de engenharia e suprimentos são sensíveis a construção: a construção normalmente é o maior custo de um projeto e como tal pode

exercer um grande custo influenciado por atrasos de cronograma de suprimentos e do detalhamento de projeto.

- b) Conceito II-2: os projetos são configurados e os equipamentos permanentes selecionados para possibilitar uma construção eficiente e um uso eficaz das tecnologias: de modo a alcançar uma configuração ideal de projeto, ideias devem ser trocadas entre profissionais de construção e de projeto antes de qualquer atividade de projeto ocorra. O mesmo procedimento se deve fazer no que tange a seleção de equipamentos.
- c) Conceito II-3: os elementos de engenharia são padronizados: usualmente o principal *trade-off* é a redução de custo que resulta da economia de tempo na construção e nos descontos por aquisição em volume. Outro benefício é a simplificação da gestão e aquisição de materiais, reduzindo tempo de projeto e aumentando a intercambialidade de peças de reposição durante as operações de manutenção.
- d) Conceito II-4: as eficiências do suprimento, da construção e da partida são consideradas no desenvolvimento dos documentos de contrato. O conhecimento e experiência de construção podem contribuir significativamente para a geração de especificações e desenhos que promovem uma maior eficiência nas operações de construção no canteiro.
- e) Conceito II-5: os projetos de módulos/pré-montagem facilitam a fabricação, o transporte e as instalações de campo: uma vez tomada a decisão de modularizar ou realizar a pré-montagem dos principais componentes de projeto, fatores específicos

devem ser endereçado durante a fase de projeto e de suprimentos para garantir o sucesso de implementação. Os projetistas devem considerar onde a fabricação irá ocorrer e quando o canteiro do fornecedor estará em condições controladas de modo que as tolerâncias possam ser mais rigorosas. Aspectos logísticos e de montagem também devem ser verificados.

f) Conceito II-6: projetos de engenharia promovem acessibilidade na construção para pessoal, materiais e equipamentos: Neste sentido, os seguintes aspectos devem ser considerados:

- O sequenciamento do trabalho;
- Os cronogramas de disponibilização dos principais componentes de equipamentos;
- As áreas de almoxarifados em canteiros congestionados;
- Rotas de recebimento;
- Uso de elevadores permanentes para acesso de equipes;
- Instalação e localização de áreas de trabalho subterrâneo a ser atravessado posteriormente por pesados equipamentos e
- Tipo, localização e espaços abertos necessários para equipamentos.

g) Conceito II-7: os projetos de engenharia facilitam a produtividade da construção e do canteiro em condições adversas de tempo: Aspectos que devem ser considerados durante a fase de projeto para aliviar o impacto climático:

- Planejamento da acessibilidade do *layout* do canteiro;

- Proteções providas às equipes;
  - Seleção de materiais de construção não sensíveis às condições climáticas;
  - Adoção de pré-montagem fora do canteiro;
  - Bom senso no cronograma de projeto;
  - Planejamento da iluminação durante a construção;
  - Planejamento para adequada drenagem;
  - Cronograma e controle de liberação de equipamentos e materiais a fim de evitar desnecessária proteção;
  - Prover adequada proteção temporária para áreas de estocagem.
- h) Conceito II-8: os planos de projeto melhoram a segurança/sigilo durante a construção: Os responsáveis pelo planejamento do projeto devem examinar durante as fases de planejamento, projeto e suprimentos oportunidades que possam conduzir para um canteiro mais seguro e processos de construção com menores riscos.

3) **Na fase de Operações de Campo:**

- a) Conceito III-1: gerenciamento inovador de construção e métodos de campo são aplicados para aumentar a eficiência da construção: As formas inovadoras de métodos de construção podem ser de várias formas, como:
- Sequenciamento de tarefas de campo;
  - Uso de materiais e sistemas para construção temporária;

- Uso de ferramentas;
- Uso de equipamentos de construção;
- Sistemas alternativos de pré-montagem e
- Escolhas do construtor relevantes para o *layout*, projeto e seleção de materiais permanentes.

Gransberg et al. (2005) exemplificam a adoção da Construtibilidade nas várias fases do Empreendimento:

- a) Na fase de estudo de viabilidade, a Construtibilidade provê a Proprietária/Operadora do empreendimento melhores condições para definir a localização da nova unidade que atendam os objetivos do projeto, baseado nos custos e benefícios de construção combinado com outras dimensões, como da engenharia, do planejamento de projeto e outros que ainda não estão tão bem definidos nesta fase do empreendimento.
- b) Na fase inicial de Projeto, a Proprietária/Operadora do empreendimento retém um grupo de especialistas que são especializados nos serviços de construção, que participam da revisão dos documentos conforme estes estão sendo liberados pela equipe de engenharia – estas sessões de revisão são chamadas de revisões de Construtibilidade e seu foco é verificar se o projeto pode ser construído como projetado.
- c) Na fase de Suprimentos, quando são preparados os editais dos pacotes para subcontratação e pré-qualificação de fornecedores de equipamentos e serviços, questões de esclarecimentos de Construtibilidade são frequentemente enviadas aos representantes da Proprietária/Operadora do empreendimento que provê em contrapartida informações

adicionais sobre as condições do terreno, eventuais ambiguidades ou falta de informações de detalhes de construção.

- d) Na fase de Construção, a Construtibilidade, por exemplo, permite a sincronização e planejamento da fabricação da tubulação de forma a racionalizar o espaço do canteiro e reduzir custos de campo.
- e) Após a Construção, a Construtibilidade continua a agregar valor alimentando bases de dados com as lições aprendidas e métricas para futuros projetos.

Edlin (1999) realizou um estudo sobre o impacto em funcionários, nível gerencial e em questões de processos na implementação da Construtibilidade em cinco estudos de casos. Evidenciou a redução dos prazos de projetos em até 30%, sem aumento do custo total. Os estudos de casos não mostraram uma única forma de implementação apesar de todos alcançarem resultados positivos. Foram identificados alguns pontos comuns para o sucesso da implementação, tais como habilidades interpessoais entre os indivíduos, a demonstração visível de apoio do nível gerencial com os que atingiam os objetivos, criação de um ambiente no qual os funcionários desenvolviam o senso de propriedade de suas tarefas, criação de um relacionamento de longo-prazo entre proprietárias de empreendimentos, empresas projetistas e contratadas, estabelecimento de uma forte rotina de comunicação entre os participantes do projeto, envolvimento de usuários finais já nas decisões da fase de projetos e uma grande atenção às questões de práticas de segurança.

Gransberg et al. (2005) destacam que as revisões da Construtibilidade devem ser conduzidas em pontos chaves das fases do Empreendimento: na fase de planejamento, no início da fase de projeto, antes da fase de suprimentos e novamente antes da fase de mobilização para

construção. A integração da Construtibilidade pode resultar em baixo custos, melhor produtividade, finalização antecipada e *start-up* de melhores projetos. A Construtibilidade é uma poderosa ferramenta que trabalha para o benefício de todas as partes na construção de um empreendimento.

Jergeas et al. (2001) desenvolveram um estudo intitulado “Benefícios da Construtibilidade nos Projetos de Construção” analisando a aplicação dos conceitos da Construtibilidade nos empreendimentos e projetos industriais na região de Alberta no Canadá. Os achados, deste estudo corroboram com os encontrados por Edlin (1999) principalmente no que se refere à construção de uma relação de mútuo respeito, confiança e credibilidade entre os profissionais de planejamento, das empresas projetista e das empresas de construção que pode ser mantido a longo prazo, criando uma visão compartilhada e comprometida com o sucesso do projeto já na fase conceitual do empreendimento.

Pocock et al. (2006) elaboram um relatório sobre o uso da Construtibilidade intitulado “Relatório sobre Estado de Uso da Construtibilidade” que o esforço para adoção do conceito é reconhecido, suportado e praticado por proprietárias de empreendimentos, projetistas e construtores, indicando a aceitação da Construtibilidade em toda a indústria. Outro achado deste trabalho foi que os esforços de Construtibilidade iniciam-se nas primeiras fases de projeto. Além disto, outro achado deste trabalho foi uma variedade de técnicas de Construtibilidade estão em uso e novas tecnologias estão sendo adaptadas para apoiar as iniciativas de Construtibilidade. Os autores comentam que, apesar destes resultados positivos, ainda existem barreiras para melhorar a Construtibilidade.

Sobre as barreiras para a adoção da Construtibilidade, Eldin (1999) elencou as mais usuais como sendo a falta de funcionários com habilidades requeridas, a falta de suporte gerencial para implementação dos processos, a falta de verba para treinamento e implementação e por último a falta de desejo dos gestores em aceitar riscos tomados assumidos pelos funcionários.

No Guia de Implementação da Construtibilidade do CII, é destacado um estudo com 62 empresas que foram solicitadas a informar as cinco principais barreiras à Construtibilidade. Neste processo foram identificadas quarenta e duas barreiras, sendo que dezoito delas se apresentavam bastantes consistentes na sua descrição e significância para os participantes deste estudo. O Quadro 1 mostra os itens destacados pelo CII.

| Item  | Barreiras para Construtibilidade  | Descrição  | Frequência em % |
|-------|---|--|-----------------|
| BC-01 | Complacência com o status quo   | Tolerância com o cenário atual mesmo que haja impactos negativos futuros no empreendimento   | 35%             |
| BC-02 | Relutância em investir recursos adicionais e esforços nos estágios iniciais do projeto        | Não alocar recursos na fase inicial do empreendimento que possam ponderar sobre aspectos construtivos  | 35%             |
| BC-03 | Limitações competitivas de contratação “lump-sum” (contrato de valor global fechado)          | A contratação por valor fechado restringe investimentos em quesitos construtivos na fase de Engenharia e vice-versa  | 31%             |
| BC-04 | Falta de conhecimento de construção nas empresas de projetos/engenharia                       | A falta de conhecimento de construção na fase de projeto pode gerar como consequência demandas adicionais na fase de construção  | 23%             |
| BC-05 | Percepção de Projetista que realizam a parte deles: “we do it.”                               | Isto acontece quando o grupo de projeto está apenas comprometida com sua atividade e não com o empreendimento como um todo   | 19%             |
| BC-06 | Falta de respeito mútuo entre projetistas e construtores                                      | Não considerar que as partes são complementares dentro do empreendimento   | 19%             |
| BC-07 | Recomendações de Construção solicitadas muito tarde para serem consideradas                   | não possibilita nenhuma reação por parte do grupo de projeto devido a sua inserção tardia dentro do cronograma do empreendimento   | 19%             |
| BC-08 | Crenças que não existe benefício na construtibilidade   | falta de conhecimento ou desconsiderar o valor da construtibilidade nos empreendimentos  | 18%             |
| BC-09 | Falta ou desconhecimento do Proprietário do empreendimento dos conceitos de construtibilidade | Por não conhecer os conceitos de construtibilidade, o proprietário poderá não incluir indicadores de desempenho que contemplem sua aplicação nos empreendimentos   | 16%             |
| BC-10 | Objetivos desorientados de projeto e dos indicadores de desempenho dos projetistas            | falta de sincronismo entre os objetivos de projeto e a avaliação de desempenho dos profissionais de projeto  | 15%             |
| BC-11 | Percepção do Proprietário que foi feito – “we do it.”   | Quando o proprietário avalia de forma isolada e estanque as atividades de Engenharia e Construção, pode ter a percepção errônea que as atividades foram concluídas   | 15%             |
| BC-12 | Falta de real comprometimento com a construtibilidade   | Mesmo que seja contemplada nos processos de Engenharia e Construção, a construtibilidade exige um comprometimento efetivo para sua implemetação  | 15%             |
| BC-13 | Projetistas com falta de percepção/entendimento dos conceitos de construtibilidade            | eventualmente as equipes de projeto podem criar uma definição própria do que é construtibilidade sem ter como base um referencial teórico ou os princípios do CII  | 15%             |
| BC-14 | Pouca habilidade de comunicação dos construtores  | Por terem características distintas, os construtores devem tentar estabelecer uma efetiva comunicação com as equipes de engenharia e mesmo dentro do grupo de construção   | 15%             |
| BC-15 | Falta de documentação e acesso as lições aprendidas   | Pela demanda urgências e pontuais das atividades de construção, algumas vezes as soluções são desenvolvidas porém sem uma formalização de sua documentação para que possa ser utilizada como lições aprendidas em outros empreendimentos | 13%             |
| BC-16 | Falta da construção de senso de equipe ou parceria  | Se não houver um trabalho conjunto desde do início dos empreendimentos, as equipes atuarão de forma isoladas sem criar um ambiente de colaboração  | 13%             |
| BC-17 | Falta de definição de prazos para a inclusão de informações fornecidas pelo construtor        | Não havendo prazos para inclusão de informações de construção, a equipe de projeto fica sujeita a modificações em qualquer período do projeto, gerando retrabalhos e desgastes   | 13%             |
| BC-18 | As pessoas certas estavam/estão a disposição  | Para eficácia das atividades é fundamental que os recursos estejam disponíveis quando forem solicitados  | 11%             |

**Quadro 1 – Barreiras à Construtibilidade**

Apesar de ainda existir estas barreiras, Pocock et al. (2006) destacam o notável progresso feito desde o relatório feito pela *Business Roundtable* em 1983. Assim a adoção da Construtibilidade tem aumentado significativamente, tornando-se mais comum o seu uso através de diferentes abordagens mas ainda existe espaço para melhorias. Pocock et al. (2006) recomendam que os esforços ao redor do tema poderiam ser mais uniformes no início dos processos de liberação dos projetos. Proprietárias/Operadoras de empreendimentos e projetistas têm uma grande oportunidade de fazerem isto acontecer, iniciando os esforços de Construtibilidade durante o planejamento do pré-projeto ou no projeto conceitual. Um dos grandes obstáculos continua sendo a comunicação entre projetistas e construtores. Outro ponto de possível melhora é que os Engenheiros devem se familiarizar com as práticas e gerenciamento de construção através de capacitação e experiência prática.

#### **4 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Devido à natureza exploratória da pergunta da pesquisa, realizou-se um estudo exploratório, de natureza qualitativa.

A natureza exploratória desta pesquisa se deve ao universo limitado de referências acadêmicas sobre megaprojetos nacionais e principalmente sobre a adoção da Construtibilidade neste tipo de empreendimento.

A elaboração do protocolo da pesquisa envolveu os seguintes aspectos (YIN, 2001):

- a) Visão global do projeto: o propósito estabelecido foi de explorar evidências práticas de Construtibilidade na gestão de megaprojetos nacionais e quais fatores que podem contribuir para a geração de barreiras para sua adoção.
  
- b) Procedimentos de coleta de dados: a identificação do perfil dos profissionais a serem entrevistados, em função de sua experiência na gestão e vivência em grandes empreendimentos. Além disto, buscou-se identificar estes profissionais nos empreendimentos que pudessem representar significativamente uma indústria com demandas de megaprojetos bem como organizações envolvidas na sua concepção, projeto e construção.

c) Determinação das questões: baseadas no conceito de entrevistas semiestruturadas, as questões iniciais das entrevistas buscavam identificar dados demográficas para validação do perfil do entrevistado e com questões abertas sobre a experiência profissional, projetos significativos e marcantes na carreira dos entrevistados. Buscou-se identificar um projeto específico em que os entrevistados atuaram e que fosse significativamente representativo para a pesquisa. A partir deste ponto as questões exploravam aspectos relativos as barreiras à Construtibilidade sem diretamente mencionar o tema para evitar a indução de respostas por parte dos entrevistados. No apêndice A, se encontra uma cópia do roteiro das perguntas da entrevista semiestruturada usada no levantamento de campo.

d) Análise das Entrevistas: com base no material coletado em campo, foram analisados e destacados os trechos essenciais de cada entrevista, que foram agrupadas em dimensões mais comumente abordadas pelos entrevistados.

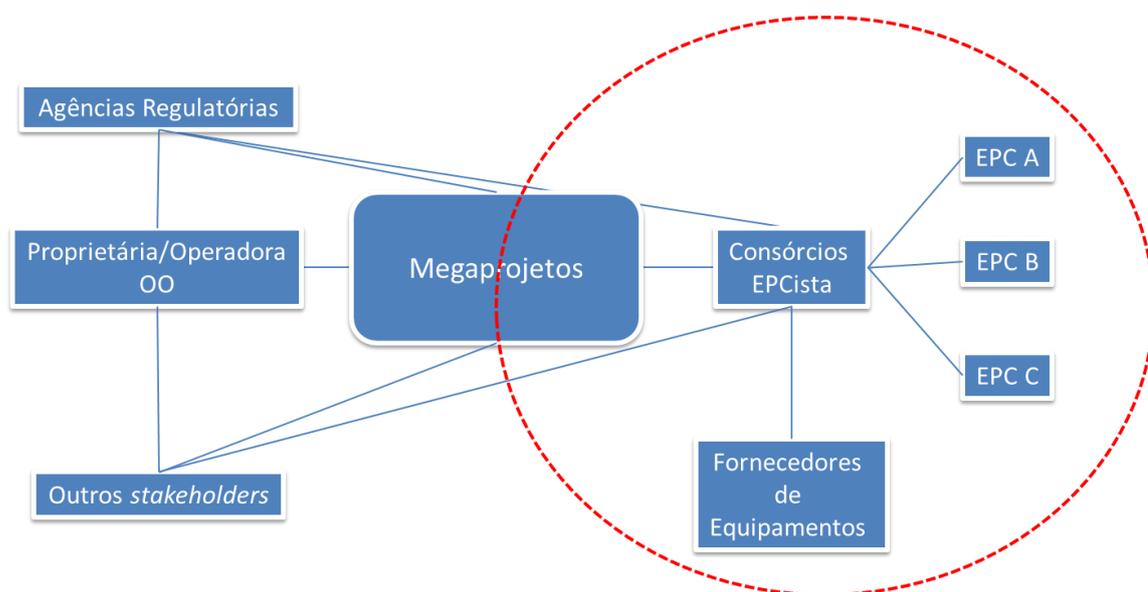
e) Guia para a elaboração do relatório: com o objetivo de buscar a categorização das informações coletadas junto aos entrevistados, foi elaborada uma tabela relacionando às principais dimensões abordadas pelos entrevistados com as barreiras à Construtibilidade. Esta tabela contribui para a ordenação e classificação dos trechos das entrevistas e seu posicionamento na dimensão apropriada, bem como a identificação das potenciais barreiras à Construtibilidade pela ótica da teoria de sistemas sociotécnicos.

#### 4.1 COLETA DE DADOS

A pesquisa foi realizada na indústria brasileira de Óleo e Gás, que vem tendo destaque nacional e internacional devido aos investimentos e perspectivas de projetos para os próximos

anos. Segundo o Ministério das Minas e Energia, o Plano Decenal de Expansão da Energia (PDE 2010-2019), prevê 550 bilhões de dólares em investimentos, dos quais 428,5 bilhões de dólares destinam-se ao setor de óleo, gás e biocombustíveis, sendo 390,5 bilhões de dólares ao setor de petróleo e gás natural e 38 bilhões de dólares para biocombustíveis líquidos. O plano também prevê para os próximos dez anos uma taxa média anual de crescimento de 5,1% deste mercado, confirmando a consolidação do Brasil como potência mundial.

A pesquisa se concentrou no ambiente dos consórcios EPCista, que são a composição de um grupo de empresas EPCistas que individualmente são eventualmente concorrentes mas se unem para a realização de um grande empreendimento, mitigando assim os riscos envolvidos no projeto deste empreendimento.



**Figura 04 – Consórcio EPCista**

Era fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, que fossem identificados profissionais com larga experiência gerencial em grandes empreendimentos na indústria de Óleo e Gás, e principalmente atuando em diferentes áreas destes projetos. Estes profissionais têm condições de observar os megaprojetos com uma visão sistêmica, dado a relevância de seus papéis nestes empreendimentos. Além disto, eles poderiam descrever a interdependência entre os fatores humanos e técnicos ao longo de sua execução deste megaprojetos.

Assim, identificou-se uma instituição que agregasse entre seus membros, organizações e profissionais com este perfil desejado no processo de coleta de dados.

Deste modo, foi adotado como referência as organizações associadas ao CE-EPC, Centro de Excelência EPC (*Engineering-Procurement-Construction*). O Centro de Excelência em EPC (CE-EPC) nasceu em 2008, como parte de uma das iniciativas do PROMINP (Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural) com a finalidade de tornar-se promotor da competitividade na indústria associada à cadeia produtiva de Petróleo e Gás, integrando os principais elos desta indústria, composta pelas proprietárias/operadoras das unidades de produção, pelas empresas EPCistas, pelo governo através do Prominp e pelas universidades.



**Figura 05 – Modelo organizacional do Centro de Excelência EPC**

Assim, os entrevistados eram em sua grande maioria de organizações associadas ao CE-EPC, de proprietárias/operadoras de empreendimentos e de empresas EPCistas, além de contar grande experiência e atuando em gestão de megaprojetos. Apenas um dos entrevistados não era de uma organização associada ao CE-EPC, porém se enquadrava no perfil dos demais entrevistados.

Também se buscou uma diversidade de tipos de megaprojetos, entre os quais destacamos projetos de plataformas de petróleo, refinarias, estaleiros e complexos petroquímicos para que se tivesse uma representatividade significativa dos empreendimentos classificados como megaprojetos na indústria de Óleo e Gás.

As entrevistas foram realizadas entre setembro de 2011 a abril de 2012, sendo todas elas realizadas de forma presencial, nas instalações das organizações onde os profissionais entrevistados atuam nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro.

Todas as entrevistas, com exceção de apenas uma, foram gravadas para que pudessem ser usadas na fase de análise de dados. Para análise da única entrevista não gravada, utilizaram-se somente as anotações e os apontamentos feitos ao longo da entrevista.

Para realizar as gravações e dar suporte as notas tomadas nas entrevistas, utilizou-se a tecnologia *Pencast*, que permite a sincronização entre a gravação e as notas correspondentes através do uso de uma caneta digital, neste caso, o modelo *Echo Smartpen* da empresa *Livescribe*. Esta tecnologia, posteriormente facilitou o processo de análise de dados, pela facilidade de rastreabilidade dos temas abordados pelos entrevistados.

Participaram do estudo, 15 profissionais, entre gerentes e diretores das áreas de Engenharia, Construção, Projetos, Suprimentos e Sistemas de Automação de Projetos. Os entrevistados tinham entre 40 e 45 anos de idade, com mais de 20 anos de experiência profissional, sendo treze deles do sexo masculino e dois deles do sexo feminino. Todos tinham formação superior e pelo menos um curso de pós-graduação no currículo.

Cada entrevistado recebeu uma identificação codificada, conforme mostra o quadro 02. Esta codificação é composta de três grupos de caracteres, no formato XXX-YYY-ZZ, onde:

- XXX = representa o tipo de organização que o entrevistado pertence, sendo “EPC” usado para identificar empresas EPCistas e “OO” usado para identificar as proprietárias e operadoras dos empreendimentos
- YYY = identifica a atividade principal que este profissional exerce, sendo “INT” para áreas de integração, “EMP” para áreas de gestão do empreendimento, “SUP” para a área de suprimentos, ”CEO” para áreas corporativas, “ENG” para áreas de Engenharia e “CON” para a área de Construção.
- Z = é um número sequencial para o mesmo perfil de profissional entrevistado.

| <b>Tipo de Empresa</b> | <b>Área de Atuação</b> | <b>Cargo</b>                        | <b>Código</b> |
|------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------|
| EPC                    | Construção             | Gerente de Sistemas de Engenharia   | EPC-INT-01    |
| OO                     | Integração             | Coordenador de Automação            | OO-INT-01     |
| EPC                    | Construção             | Gerente de Projeto e Gestão         | EPC-CON-01    |
| EPC                    | Construção             | Gerente de Engenharia               | EPC-ENG-01    |
| OO                     | Empreendimentos        | Gerente de Planejamento Corporativo | OO-EMP-01     |
| EPC                    | Engenharia             | Diretor de Engenharia               | EPC-ENG-02    |
| OO                     | Engenharia             | Gerente de Engenharia               | OO-CON-01     |
| EPC                    | Construção             | Gerente de Engenharia               | EPC-CON-02    |
| EPC                    | Engenharia             | Diretor de Engenharia               | EPC-ENG-03    |
| EPC                    | Suprimentos            | Gerente de Suprimentos              | EPC-SUP-01    |
| OO                     | Construção             | Diretor Presidente                  | OO-CEO-01     |

| <b>Tipo de Empresa</b> | <b>Área de Atuação</b> | <b>Cargo</b>                   | <b>Código</b> |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
| OO                     | Construção             | Gerente de Engenharia          | OO-CON-02     |
| EPC                    | Engenharia             | Diretor de Projetos            | EPC-CON-03    |
| EPC                    | Engenharia             | Gerente de Engenharia          | EPC-ENG-04    |
| EPC                    | Construção             | Diretor Superintendente de O&G | EPC-CON-05    |

**Quadro 2 – Profissionais Entrevistados**

## 4.2 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados foi realizada através da análise qualitativa de conteúdo que, segundo Flick (2009), tem como uma de suas características essenciais a utilização de categorias. No presente estudo, as categorias foram definidas de acordo com os pontos destacados pelos entrevistados e que poderiam influenciar a Construtibilidade nos megaprojetos, consistindo em potenciais variáveis do ponto de vista sociotécnico.

Primeiramente, todas as entrevistas foram cuidadosamente analisadas e os trechos relevantes para a pesquisa foram extraídos e tabulados de forma que fosse possível categorizá-los para, posteriormente, associá-los com potenciais barreiras à Construtibilidade, do ponto de vista sistêmico de megaprojetos, especificamente em sistemas sociotécnicos, identificados na revisão da literatura.

A análise dos dados e as conclusões foram verificadas por um pesquisador experiente. Além disto, as conclusões do autor foram validadas junto aos entrevistados para garantir que as

percepções do pesquisador estavam coerentes com as perspectivas dos participantes da pesquisa.

## 5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Como a proposta é uma visão sistêmica sobre os megaprojetos, particularmente como um sistema sociotécnico, é importante inicialmente compreender o ambiente, a indústria de Óleo e Gás, onde ocorrem estes empreendimentos bem como sua dinâmica e complexidade. Posteriormente, tendo como base as referências da literatura sobre Projetos, Megaprojetos, Sistemas Sociotécnicos e Construtibilidade, buscou-se identificar potenciais barreiras à Construtibilidade nos megaprojetos da indústria de Óleo e Gás, através das entrevistas semiestruturadas com gestores com larga experiência deste tipo de empreendimentos. A abordagem desta análise foi realizada considerando os megaprojetos como sistemas sociotécnicos com interdependência de fatores humanos e técnicos que envolvem sua execução. As potenciais barreiras sociotécnicas foram então confrontadas com as barreiras à Construtibilidade listadas pelo CII (*Construction Industry Institute*) no Guia de Implementação da Construtibilidade.

Observando para dentro dos megaprojetos da indústria do petróleo é comum evidenciar a formação de consórcios de empresas para as atividades de Engenharia, Suprimentos e Construção, sendo denominadas empresas “EPCistas” ou simplesmente empresas “EPC”, do inglês *Engineering-Procurement-Construction*.

Os megaprojetos na indústria do petróleo têm grandes desafios em sua execução no mundo inteiro, porém no Brasil, um fator adicional cria novos desafios a este tipo de empreendimento, a exigência por parte da Agência Nacional do Petróleo (ANP) de uma porcentagem mínima de conteúdo local aplicados em bens e serviços nos empreendimentos na industrial de óleo e gás. Tal requerimento amplia os desafios para os megaprojetos desta indústria, no que tange a valores competitivos, qualidade dos equipamentos e competitividade global da indústria local. O requerimento de conteúdo local impacta nos empreendimentos pela alta demanda de equipamentos e a capacidade produtiva dos fabricantes locais. Assim, como os sistemas sociotécnicos são também sistemas abertos, verifica-se assim uma das interações entre o ambiente externo e os megaprojetos.

É muito comum o atraso do fornecedor de equipamentos. Você contrata um equipamento de longo prazo de entrega, por exemplo, 12 meses e é quase certo que ele vai atrasar. Em nosso último empreendimento, 100% dos fornecedores entregaram com atraso. Ninguém entregou no prazo. [EPC-CON- 03]

Do ponto de vista de Suprimentos, partimos com o planejamento inicial de aquisições, da lista de equipamento e materiais, e das especificações básicas do projeto. Assim que recebemos uma RM (requisição de material), vai-se para o mercado baseado em um *vendor-list* (lista de fornecedores homologados) para receber as cotações, fazer as análises e emissão das aquisições. Mas mudanças podem ocorrer por questões de alteração de especificações de Engenharia, ou os valores dos equipamentos especificados

terem alternativas mais em conta ou ainda o fornecedor vem com uma sugestão melhor que a desenhada pela nossa Engenharia. [EPC-SUP-01]

Outro agente neste ambiente, dado ao porte dos empreendimentos destes megaprojetos, é a forte influência de vários *stakeholders* ao longo de todo o ciclo de vida de projeto, sendo que a mudança de escopo não é algo incomum de acontecer e acabam sendo definidas pelo grupo de gestão geral do empreendimento. Além de impactar nas atividades da equipe de gerenciamento de projeto da Proprietária/Operadora do empreendimento, estas alterações de escopo acabam impactando também as atividades das EPCistas.

É difícil para a nossa equipe de gerenciamento de projeto compreender as mudanças de escopo que colocamos para eles. Como eu já trabalhei lá e agora estou na gestão geral dos empreendimentos, percebo as razões por que estas alterações acontecem. [OO-EMP-01]

Observando para dentro dos megaprojetos da indústria do petróleo é comum evidenciar a formação de consórcios de empresas para as atividades de Engenharia, Suprimentos e Construção, sendo denominadas empresas “EPCistas” ou simplesmente empresas “EPC”, do inglês *Engineering-Procurement-Construction*.

Segundo Gómez et al. (2006), no contexto dos projetos realizadas pelas empresas EPCistas, há empresas que atuam como a “Contratada Principal” (*Main Contractor*), destacando o autor ser comum a formação de consórcio que desenvolve a subcontratação de materiais e serviços de outras empresas.

Segundo Mattos (2011), a condição mais usualmente associada à decisão de formação de um consórcio visando à conquista de um grande contrato refere-se à necessidade e conveniência de se minimizar custos e reduzir os riscos econômico-financeiros.

No quadro 03 estão listados alguns dos principais consórcios realizados no Brasil para empreendimentos de Óleo e Gás nos últimos anos:

| <b>Consórcio</b> | <b>Empreendimento</b> | <b>Empresas</b>  |
|------------------|-----------------------|--|
| CCPR             | REPAR                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promon</li> <li>• Camargo Corrêa</li> </ul>                                 |
| CKE              | FPSO OSX              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemtech</li> <li>• Kromav</li> <li>• Exactum</li> </ul>                    |
| CNCC-RNEST       | RNEST                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Camargo Corrêa</li> <li>• Worley Parsons</li> </ul>                         |
| CTC              | COMPERJ               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Odebrecht</li> <li>• Andrade Gutierrez</li> <li>• Queiroz Galvão</li> </ul> |
| FSTP             | P-56                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keppel Fels</li> <li>• Technip</li> </ul>                                   |
| GSF              | REFINARIA PREMIUM     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Galvão Engenharia</li> <li>• Serveng</li> <li>• Fiden</li> </ul>            |
| HDS              | REFAP                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promon</li> <li>• Skanska</li> </ul>  |
| PRA-1            | PRA-1                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Odebrecht</li> <li>• UTC</li> </ul>   |
| QGGI             | COMPERJ               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Queiroz Galvão</li> </ul>   |

| <b>Consórcio</b> | <b>Empreendimento</b> | <b>Empresas</b>   |
|------------------|-----------------------|---|
|                  |                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Galvão Engenharia</li> <li>• IESA</li> </ul>             |
| QUIP             | P-53                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Queiroz Galvão</li> <li>• UTC</li> <li>• IESA</li> </ul> |
| RNEST-CONEST     | RNEST                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Odebrecht</li> <li>• OAS</li> </ul>                      |
| SPE              | COMPERJ               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skanska</li> <li>• Promon</li> <li>• Engevix</li> </ul>  |
| TE-AG            | COMPERJ               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Techint</li> <li>• Andrade Gutierrez</li> </ul>          |

**Quadro 3 – Consórcios e Empreendimentos**

Assim, organizações que isoladamente são potencialmente concorrentes, acabam se unindo por um determinado período de tempo para a execução de um projeto.

Muitas das grandes empresas EPC no Brasil nasceram das grandes construtoras de obras civis que posteriormente expandiram suas atividades para as áreas de Suprimentos e Engenharia, diferentemente do que aconteceu em outros países onde as empresas EPC nasceram geralmente em empresas de Engenharia.

No Brasil, o líder de um EPC é, normalmente, uma construtora ou montadora. E na Espanha é a empresa de engenharia. [EPC-ENG-01]

Lá fora (EUA), as empresas EPCistas nasceram de empresas de Engenharia e em muitos lugares do mundo, elas subcontratam a construção. Porque a construção não é a cabeça do empreendimento e sim o braço executor. No Brasil, as grandes EPCistas nasceram de empresas de construção civil, que depois foram ser montadoras, algumas se aventuram na Engenharia. [EPC-CON-02]

A composição dos consórcios varia de projeto para projeto sendo que as empresas de Engenharia e Construção acabam se associando conforme disponibilidade e conveniências para atender as exigências contratuais das Proprietárias/Operadoras dos empreendimentos a serem construídos, como plataformas de petróleo, estaleiros, refinarias ou complexos petroquímicos.

Do ponto vista sociotécnico, se de um lado a composição dos consórcios EPC mitigam os riscos envolvidos nos grandes empreendimentos, ela impõe alguns desafios na sua formação e operação bem como evidencia algumas barreiras para a Construtibilidade como foi evidenciado nas entrevistas com os gestores em megaprojetos.

Baseado nos três tipos de componentes (o sistema social, o sistema técnico e o projeto para otimização conjunta) do modelo de sistemas sociotécnicos desenhado por Daft (2008), buscou-se identificar as barreiras do ponto de vista social e técnico nos megaprojetos, bem como sua relação com as barreiras à Construtibilidade. Além disto, posteriormente quando evidenciado, foram descritas as propostas de projeto para otimização conjunta, relatadas pelos entrevistados.

## 5.1 BARREIRAS DE ORIGEM SOCIAL

As possíveis barreiras que tem forte relação com aspectos humanos que poderiam influenciar negativamente o desenvolvimento dos megaprojetos dentro dos consórcios EPCistas, foram classificadas como barreiras de origem social.

Sempre que possível, mostrou-se a relação entre estas barreiras sociais com as barreiras à Construtibilidade do Guia de Implementação da Construtibilidade.

### 5.1.1 FALTA DE COLABORAÇÃO E PROATIVIDADE FRENTE ÀS MUDANÇAS

Dada à dinâmica e a complexidade de interdependência dos atores em um megaprojeto, bem como o surgimento de mudanças de escopo nestes empreendimentos é algo inevitável, a colaboração e proatividade são pontos chaves nos projetos para não se comprometer o cronograma de todo o empreendimento.

O fato é que sempre vai haver mudanças. Acho que temos nos projetos bons Comitês de Mudanças, mas na verdade, somos (no Brasil) culturalmente muito indisciplinados. Tem mudanças que tem que acontecer no projeto. A mudança é ruim para todos, e não tem como tratá-la de forma isonômica. E o desafio é como gerir sua incidência dentro do contrato de projeto. Não existe contrato, que possa cobrir todos os cenários de mudanças e assim causa os aditivos de contratos. [OO-CON-02]

Em alguns casos, as mudanças provocam questionamentos entre as partes sobre a origem da mudança não priorizando uma ação conjunta e colaborativa para atuarem diretamente sobre a mudança.

A relação entre as Proprietárias/Operadoras dos empreendimentos e as empresas EPCistas, eu acho, que não está boa. Tem sempre a velha brincadeira, da guerra de cabos, Um puxa de um lado, outro puxa para outro. Pleito de um lado. Pleito do outro. [OO-CON-01]

Mesmo dentro dos consórcios, a falta de colaboração e proatividade são evidenciadas quando as áreas de Engenharia e Construção priorizam exclusivamente suas tarefas nos projetos e não os objetivos do consórcio.

Os setores da engenharia ainda têm uma cultura muito interna. Preocupam-se pouco com a interface, não conseguem visualizar quem são os seus clientes internos, da engenharia, externos, dentro do empreendimento, como é o caso dos consórcios. Consideram que os seus problemas terminam na hora que se termina o projeto e coloca disponível no sistema de documentação do cliente. [EPC-INT-01]

A falta de colaboração e proatividade frente às mudanças podem contribuir principalmente para o surgimento das seguintes barreiras à Construtibilidade:

- Percepção de projetistas que realizaram a sua parte – *we do it* – (BC-05): a visão que as atividades de Engenharia são estanques, e que não existe interdependência com

outros atores nos megaprojetos frente às inevitáveis mudanças que ocorrem nos empreendimentos, podem provocar esta percepção errônea de finalização de atividades por parte da Engenharia quando emitem e liberam os documentos de projetos.

- Falta de real comprometimento com a Construtibilidade (BC-12): a falta de colaboração entre as equipes de Engenharia e Construção frente às mudanças que ocorrem, colaboram para o não comprometimento com os conceitos da Construtibilidade bem como sua aplicação.
- Falta da construção de senso de equipe e parceria (BC-16): as duas barreiras, a social e a da Construtibilidade, tocam a mesma dificuldade no que se refere aos profissionais atuando de forma proativa, em conjunto e integrada na realização dos projetos.

### 5.1.2 CONFRONTAÇÃO DE DIFERENTES CULTURAS ORGANIZACIONAIS

A composição de um consórcio de projeto acaba reunindo diferentes organizações para um objetivo único, a construção de um grande empreendimento. Dada as diferentes origens, quer seja pela sua origem étnica, pelo seu núcleo de negócios ou ainda pelo seu porte, existe um grande desafio na confrontação, ao longo dos empreendimentos, das diferentes culturas organizacionais, no que tange a propensão ao risco e inovação, a atenção aos detalhes, à orientação a resultados, a orientação a pessoas, a orientação para o trabalho em equipe, nível de agressividade entre as pessoas e o grau de preservação do *status quo*.

Olha, a visão da construtora ou montadora é metro cúbico de concreto, metro cúbico de escavação e tonelada de tubulação montada, mas a que consequências isso? Quer dizer, sem medir as consequências. Então, falta técnica. Quer dizer, essas questões se sobrepõem à técnica. [EPC-ENG-01]

E precisamos ter profissionais que possam interagir com estes parceiros multirraciais e multiculturais. Além disto, estes profissionais precisam saber trabalhar em equipe e de forma coesa. [EPC-CON-05]

As pessoas não fazem um bom planejamento da execução. Não se entra em detalhes. É frequente ouvirmos a expressão "depois a gente vê". [EPC-CON-02]

No Consórcio entre EPC-08 e EPC-13 para o projeto de plataforma de petróleo, havia muito questionamento entre as partes. Não era nem tanto por competência, mas sim pela importância que cada empresa que teria ter no projeto. E ninguém estava preocupado em juntar os melhores profissionais para executar o projeto. [EPC-CON-02]

A confrontação de diferentes culturas organizacionais pode contribuir com o surgimento das seguintes barreiras à Construtibilidade:

- Complacência com o *status quo* (BC-01): como duas das características básicas da cultura organizacional estão relacionadas a propensão ao risco e a estabilidade (manutenção do *status quo*) , estas características impactam nesta barreira da Construtibilidade.

- Falta de respeito mútuo entre projetistas e construtores (BC-06): pode ser gerada pela agressividade e competitividade dentro do consórcio, em busca de um papel de destaque e importância dentro do grupo.
- Objetivos desorientados de projeto e dos indicadores de desempenho dos projetistas (BC-10): como uma das características básicas da cultura organizacional é orientação por resultados, diferentes organizações no consórcio podem ter visão divergentes quanto aos objetivos e indicadores de desempenho. Os construtores podem estabelecer seus indicadores de desempenho pelas atividades de montagem no canteiro, ao passo que as projetistas podem estabelecer seus indicadores de desempenho por volume de documentos emitidos.
- Falta de construção de senso de equipe ou parcerias (BC-16): outra característica da cultura organizacional é a orientação para as pessoas, priorizando mais o trabalho coletivo do que o individual e deste modo, corrobora com esta barreira da Construtibilidade.

### 5.1.3 PRÁTICAS INADEQUADAS DE GERENCIAMENTO E DE LIDERANÇA

As práticas inadequadas no gerenciamento dos consórcios acabaram sendo evidenciadas nas entrevistas, tendo os pontos com maior destaque, as práticas que resultam em conflito e o papel da liderança. A autocracia combinada com ações que levam ao conflito, geram sequelas no gerenciamento dos projetos e impacta nas equipes de Engenharia e Construção.

O Diretor de Projeto era de difícil relacionamento. Era o dono da verdade e os outros eram que estavam sempre errados. Ao invés de ajudar os outros a corrigirem, ele gerava conflito. [EPC-ENG-01]

As entrevistas mostraram que a penalização aos atrasos e as falhas de projetos é mais comumente praticada do que o reconhecimento e meritocracia.

Aqui (Brasil) os contratos, em geral, têm cláusulas de multa e não de bônus por sucesso do projeto. Nos contratos lá fora (EUA), a coisa que mais se procura é o bônus. Você está sempre correndo para entregar antes. Aqui não existe estímulo para isto, então por que vamos correr para entregar mais rápido. [EPC-CON-02]

Sempre é aquela história, sempre você está buscando um culpado real. Por um tempo, o culpado foi o gerente de engenharia. Trocou-se o gerente. Depois, passou a ser a empresa que estava projetando, responsável pelo projeto executivo. Trocou-se a empresa. E, agora, os problemas continuam. O OO-01 pediu para trocar o diretor do contrato. É difícil. Trocar o diretor do contrato é uma loucura. E ele acabou de sair. Tem um mês. [EPC-CON-01]

O papel da liderança, principalmente do Diretor de Projeto, foi destacado como um dos pontos fundamentais dentro dos consórcios.

Se os primeiros a quebrarem os processos são os líderes sem explicar o motivo, isto impacta nos projetos. [OO-CON-02]

A escolha do Diretor de Projeto, que é responsável de todo o contrato EPC é fundamental para o sucesso do projeto. Se ele não cria um ambiente estimulante para desenvolver o projeto e busca desenvolver lado bom das pessoas, gerando conflito, se compromete o resultado do projeto, isto faz uma grande diferença. Tem gente que acha que gerenciar é brigar, discutir para que a não as coisas sejam resolvidas e não se escondam nada. [EPC-CON-02]

Estas práticas inadequadas no gerenciamento e o papel das lideranças dos consórcios podem contribuir com o surgimento das seguintes barreiras à Construtibilidade:

- Falta de respeito mútuo entre projetistas e construtores (BC-06): as práticas inadequadas no gerenciamento e uma má liderança propiciam um ambiente de conflito entre os membros do consórcio, como destacado em uma das entrevistas.

#### 5.1.4 FALTA DE COMUNICAÇÃO NOS PROJETOS E EMPREENDIMENTOS

Um dos pontos destacados pelos entrevistados é a importância da comunicação entre os integrantes do projeto bem como entre as empresas EPCistas com as Operadoras/Proprietárias dos empreendimentos.

Um time de projeto é diálogo. Tem que ter reuniões periódicas. É uma troca constante e até com cliente. Temos reuniões semanais entre as áreas de Engenharia, Suprimentos, Planejamento, Custos e Construção. Temos uma interface muito interessante entre Engenharia e Construção que chamamos de estudo de Construtibilidade, que acontecem desde o início do projeto e

discutem a viabilidade do projeto do ponto de vista da Construção. [EPC-SUP-01]

A gente, no Brasil, precisa melhorar os processos de comunicação. Pois temos barreiras das pessoas trabalharem isoladamente em suas áreas para trabalhar em equipe como os orientais nos empreendimentos. [OO-CON-02]

A comunicação com o cliente neste projeto está muito complicada. Por dois motivos. Alguns profissionais do cliente são muito jovens sem muita experiência, eles olham apenas os aspectos financeiros. O outro motivo, é a falta de comunicação que o cliente não deixa acontecer entre a empresa EPC com os fornecedores de equipamentos, pelo receio de não estar sendo comunicada do que está acontecendo no projeto. [EPC-ENG-04]

Os problemas de comunicação nos empreendimentos podem acontecer pela falta de conhecimento das atividades relacionadas às outras organizações que atuam no empreendimento e a quantidade de interlocutores intermediários envolvidos em uma discussão de projetos.

A EPC-02, que é Construtora, não tem certificação para fazer as atividades de Engenharia. Ela não está cadastrada para este fim na OO-01. Então, ela subcontrata empresas de Engenharia. E a empresa de Engenharia executa o projeto e a EPC-02 aloca um fiscal, um coordenador, em cada disciplina da engenharia para fazer a ponte entre a OO-01 e a empresa de Engenharia. Então, é assim que ela funciona. Com um complicador que, igual a uma EPC, a OO-01 também tem um departamento que gerencia o projeto. A

empresa de Engenharia subcontratada não fala direto com o cliente final que é quem vai operar a planta. Então, são muitos interlocutores. Assim, a comunicação é muito complicada. [EPC-CON-01]

A falta de comunicação nos projetos e empreendimentos pode contribuir com o surgimento da seguinte barreira da Construtibilidade:

- Pouca habilidade de comunicação dos construtores (BC-14): a equipe de Construção não consegue estabelecer uma comunicação efetiva com os demais membros dos consórcios e com a Proprietária/Operadora do empreendimento no que se refere aos aspectos de Construtibilidade do projeto.

#### 5.1.5 CONFLITOS POR DISTINTOS INTERESSES DOS *STAKEHOLDERS* NOS CONSÓRCIOS

Os diversos atores nas diferentes organizações que compõe um consórcio possuem distintos objetivos dentro do empreendimento. Mesmo que ajustadas e acordadas as expectativas no início das atividades, as mudanças que ocorrem ao longo do projeto geram conflitos dado as estes interesses e expectativas iniciais.

Cada organização e profissional envolvidos olham de uma determinada forma para a mudança, gerando conflitos. E o desafio é como gerir sua incidência dentro do contrato de projeto. Não existe contrato, que possa cobrir todos os cenários de mudanças e assim causa os aditivos de contratos. [OO-CON-02]

O nível de conflito pode afetar e comprometer o progresso físico do empreendimento quando este conflito impacta na relação entre membros do consórcio.

Chegou a uma situação de explosão: explodiu. Acabaram com a diretoria de engenharia que estava incomodando, porque começou a fiscalizar o diretor de contrato. Aí, ele tinha mais força política junto aos principais executivos. Conseguiram acabar com a Engenharia corporativa, vamos dizer assim. [EPC-ENG-01]

No Consórcio entre EPC-08 e EPC-13 para o projeto de plataforma de petróleo, havia muito questionamento entre as partes. Não era nem tanto por competência, mas sim pela importância que cada empresa que teria ter no projeto. E ninguém estava preocupado em juntar os melhores profissionais para executar o projeto. [EPC-CON-02]

Conflitos por distintos interesses dos *stakeholders* podem contribuir com as seguintes barreiras à Construtibilidade:

- Falta de respeito mútuo entre projetistas e construtores (BC-06): os conflitos por necessidades individuais, se não controlados, podem desencadear sérios problemas para o projeto, como relatado por um dos entrevistados.
- Objetivos desorientados de projeto e dos indicadores de desempenho dos projetistas (BC-10): os conflitos podem estar relacionados aos interesses e necessidades particulares dos gestores de cada membro do consórcio, desencadeando objetivos

desorientados para os integrantes do projeto. Da mesma forma, podem avaliar as equipes de projeto por métricas não adequadas ao empreendimento.

- Falta de real comprometimento com a Construtibilidade (BC-12): A base da Construtibilidade está na integração das equipes de projeto, se os interesses individuais prevalecem à Construtibilidade, evidencia-se a presença desta barreira.
- Falta de construção de senso de equipe e parcerias (BC-16): os conflitos por necessidades individuais não ajudarão os consórcios na criação de um senso de equipe e a promoção de parcerias necessárias para o desenvolvimento dos projetos.
- As pessoas certas estavam a disposição (BC-18): os conflitos por necessidades individuais podem influenciar na escolha e definição dos profissionais mais adequados e capacitados para comporem as equipes de Engenharia, Suprimentos e Construção.

#### 5.1.6 AMBIENTE DE TRABALHO NOS CONSÓRCIOS EPCISTAS

Diferente das organizações tradicionais, o consórcio existe por um período específico de tempo para a realização de um empreendimento. Assim, o ambiente de trabalho é muito mais dinâmico e com um prazo menor para se estabelecer relações institucionais e a cidadania organizacional por parte de seus membros.

Como gerente de Engenharia, o maior desafio é manter a equipe motivada e fazer as pessoas buscarem ser inovadoras. Você precisa criar formas para agregar valor, criando soluções inovadoras para evitar problemas nas fases

de Construção e Montagem. A gente procura projetar olhando o empreendimento como um todo e não somente as atividades de Engenharia.

[EPC-ENG-04]

Particularmente nos megaprojetos, existem as questões de tempo e dinâmica dos projetos, deve-se considerar que o ambiente de trabalho globalizado, distribuído e com profissionais de diferentes culturas e nacionalidades.

Os grandes desafios dos megaprojetos no Brasil são gente e processo de comunicação. Muito mais importante que custo, tempo ou suprimentos. Os megaprojetos são globalizados, onde o projeto é feito na Coreia, com parceiro na Noruega. [EPC-CON-05]

O ambiente de trabalho nos consórcios se relaciona com as seguintes barreiras à Construtibilidade:

- Pouca habilidade de comunicação dos construtores (BC-14): um ambiente de trabalho que não favoreça a comunicação entre os membros dos consórcios pode criar dificuldades nas discussões entre a equipe de Construção e os outros membros do consórcio.
- Falta de construção de senso de equipe ou parcerias (BC-16): se o ambiente de trabalho não favorecer a construção de senso de equipe ou parcerias, as equipes de Engenharia, Suprimentos e Construção atuarão de forma isoladas, focando apenas em suas atividades, sem analisar os impactos aos outros membros do consórcio.

## 5.2 BARREIRAS DE ORIGEM TÉCNICA

As barreiras de origem técnica nos megaprojetos estão relacionadas às demandas de tarefas de Engenharia e Construção nos empreendimentos, à implantação de procedimentos nos consórcios e recursos físicos, como a aquisição dos equipamentos especificados pelas equipes de Engenharia.

### 5.2.1 PRIORIZAÇÃO DA EXECUÇÃO EM DETRIMENTO AO PLANEJAMENTO

A pressão para iniciar as atividades de campo podem comprometer a maturação do projeto e comprometer o planejamento com retrabalhos futuros. Além disto, um planejamento detalhado exige maior esforço de todos os componentes dos consórcios.

As pessoas não fazem um bom planejamento da execução. Não se entra em detalhes. É frequente ouvirmos a expressão "depois a gente vê". E mesmo quando você força que a execução seja feita baseado um planejamento em detalhes, as pessoas se incomodam com isto porque não é uma tarefa fácil, é maçante, é difícil. Você tem que pensar, tem que discutir e mudar a forma de trabalho. E lá (EUA) isto é feito de um jeito simples. [EPC-CON-02]

Olha, a visão da construtora ou montadora é metro cúbico de concreto, metro cúbico de escavação e tonelada de tubulação montada, mas a que consequências isso? Quer dizer, sem medir as consequências. Então, falta técnica. Quer dizer, essas questões se sobrepõem à técnica. [EPC-ENG-01]

A priorização da execução em detrimento ao planejamento pode colaborar com as seguintes barreiras à Construtibilidade:

- Relutância em investir recursos adicionais e esforços nos estágios iniciais de projeto (BC-02): a priorização das atividades ligadas a fase de Construção relevando o planejamento corrobora com a relutância em investir maior tempo e recursos em uma melhor maturação de projeto para que haja menos retrabalhos futuros.
- Recomendações de construção solicitadas muito tarde para serem consideradas (BC-07): se a equipe de Construção prioriza a execução de suas atividades, certamente as recomendações para a equipe de projetos será por limitações encontradas no canteiro de obras, e não por discussões conjuntas de planejamento que permitiriam maior tempo para análise e implementação.
- Crenças que não existe benefícios na Construtibilidade (BC-08) e falta de real comprometimento com a Construtibilidade (BC-12): ao se priorizar a execução das atividades de Construção em sacrifício ao planejamento, fere-se a base do conceito da Construtibilidade no que se refere ao ótimo uso dos conhecimentos da construção e a experiência em planejamento, engenharia, suprimentos e operações de campo para atingir todos os objetivos de projeto.
- Falta de definição de prazos para a inclusão de informações fornecidas pelo construtor (BC-17): ao sacrificar o planejamento, a definição de prazos limites para que a Engenharia e Suprimentos possam atuar frente a informações recebidas pela área de Construção pode ficar em aberto e se as informações forem passadas muito tarde, não haverá tempo para uma reação das equipes de projeto.

## 5.2.2 INTERDEPENDÊNCIA DE TAREFAS E PROCESSOS NOS CONSÓRCIOS

Como as atividades de Engenharia, Suprimentos e Construção são altamente interligadas dentro dos consórcios, qualquer decisão ou mudança de escopo de uma destas áreas impacta diretamente nos processos das outras áreas.

O grande desafio é levar no tempo toda a cadeia do projeto. Se você tiver atrasos na Engenharia, irá ter efeitos na obra. Se você tiver um mau trabalho da Engenharia, irá impactar na obra. Se fosse tiver um mau Suprimento, irá ter problema na obra. Você não pode bobear em nenhum elo desta cadeia. Não existe nada mais caro, nestes empreendimentos, do que o atraso. E o atraso não tem um único culpado. [EPC-CON-03]

Esta interdependência demanda de uma consciência do impacto das ações dentro de uma área com relação às demais, principalmente nas interfaces entre as áreas. O problema ocorre quando esta visão mais abrangente não é presente no consórcio e olha-se aos demais participantes ignorando suas interfaces com as demais áreas.

A EPC-02, por natureza, é uma empresa de obra, de Construção. Ela tem pouco ou nenhum conhecimento do que é Engenharia, inclusive pouco discernimento entre a diferença da engenharia de construção e da engenharia que calcula o que a construção deve fazer. É um limbo ali. Então, ela subcontrata. Ela tem uma área de suprimentos, que faz aquisição dos equipamentos e a área de construção e montagem. Para eles a Engenharia faz só o gerenciamento da engenharia. [EPC-CON-01]

A interdependência de tarefas e processos nos consórcios se relaciona com as seguintes barreiras à Construtibilidade:

- Falta de conhecimento de construção nas empresas de projetos/engenharia (BC-04): dada a grande interdependência entre as tarefas de Engenharia, Suprimentos e Construção ao longo do projeto, a equipes de Engenharia deve ter consciência dos impactos de sua atividade nos trabalhos da equipe de Construção e na rotina dos canteiros de obra.
- Percepção de projetista que realizam a parte deles – “*we do it*” – (BC-05): a interdependência entre os membros do consórcio, além das possíveis mudanças de escopo ao longo do projeto, não permitem que exista por parte exclusivamente da Engenharia a percepção de conclusão das atividades. Esta posição deve ser tomada de comum acordo entre todos os membros do consórcio.
- Projetistas com falta de percepção/entendimento dos conceitos de Construtibilidade (BC-13): se a interdependência de tarefas e processos dentro do consórcio não for bem compreendida pela equipe de Engenharia, haverá condições para uma falta de percepção ou mau entendimento dos princípios da Construtibilidade.

### 5.2.3 GARGALOS GERADOS POR FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS

Com as exigências de conteúdo local nos projetos da indústria do petróleo além das demandas de novos empreendimentos, a capacidade produtiva e outras variáveis que afetam os fabricantes de equipamentos, acabam gerando gargalos nos cronogramas de projeto.

O fornecedor de equipamentos impõe dois tipos de atrasos. O primeiro é o atraso na entrega do equipamento na obra e o outro atraso que ele provoca e é cruel, é da informação de seu departamento de Engenharia. Muitas vezes, eu preciso de informação de um fornecedor de equipamento para desenvolver o meu projeto. E este atraso das informações de desenhos dos fornecedores para desenvolver o detalhamento do projeto também causa atrasos irrecuperáveis. [EPC-CON- 03]

A relação entre os gargalos gerados por fornecedores de equipamentos com as barreiras à Construtibilidade são as seguintes:

- Percepção de projetista que realizam a parte deles – “*we do it*” – (BC-05): eventualmente os gargalos gerados pelos fornecedores de equipamentos, forçam um revisão e eventualmente a análise de substituição do equipamento já especificado pela equipe de Engenharia, para que outro equipamento ou mudanças de especificação permitam uma adequação e alinhamento aos objetivos do projeto.

#### 5.2.4 PRESSÃO POR PRAZOS E CRONOGRAMAS

Apesar de um esforço para buscar novas métricas para avaliar o desempenho dos empreendimentos, existe um forte pressão sobre capacidade de entrega e execução por parte dos consórcios.

Aqui (na OO-01), existe uma preocupação e esforço para o desenvolvimento das métricas nos empreendimentos. Neste sentido, estamos discutindo com

as associações das empresas EPCistas e com as universidades sobre este trabalho para pesquisa e desenvolvimento destas métricas. [OO-CON-02]

A relação das empresas EPC com a Proprietária/Operadora do Empreendimento é uma relação muito técnica e fria. E atualmente, por parte da Proprietária/Operadora, esta relação é muito exigida, no que se refere a capacidade de execução e de entrega. E esta exigência tem a contrapartida destes clientes, serem boas pagadoras. [EPC-CON-05]

Esta forte pressão por prazos em certos casos sacrifica a maturação e qualidade do projeto em favor da execução, mesmo sabendo dos riscos de retrabalhos futuros.

O cronograma é irreal. Você tem que construir em um determinado tempo, em que você não teve tempo hábil para fazer o projeto adequado, considerando todas as relações de precedência. Como por exemplo, cálculos estruturais sem saber qual é a carga final. Por não haver tempo hábil, os valores começam a ser estimados e depois em campo percebe-se que estes devem ser revisto, ou considerar reforços estruturais, eventualmente derrubar a estrutura construída para refazê-la novamente. [EPC-CON-01]

A pressão por prazos e cronogramas está relacionada às seguintes barreiras à Construtibilidade:

- Relutância em investir recursos adicionais nos estágios iniciais do projeto (BC-02): o investimento em recursos adicionais no início do projeto pode gerar a percepção que

novas fases serão incorporadas ao cronograma de projeto e que aumentarão conseqüentemente o prazo global do projeto.

- Percepção do proprietário que foi feito – “*we do it*” – (BC-11): a pressão sobre os prazos para início de operação do novo empreendimento pode levar a Proprietária/Operadora do empreendimento a ter a percepção de conclusão de algumas fases de projeto para dar início às outras fases subsequentes, mesmo que ainda existam aspectos construtivos a serem analisados.
- Falta de documentação e acesso as lições aprendidas (BC-15): a pressão por prazos e cronogramas pode relevar a importância do registro das lições aprendidas no empreendimento para que possa ser usadas em futuros projetos.
- Falta de definição de prazos para inclusão de informações fornecidas pelo construtor (BC-17): a pressão sobre os prazos e cronogramas pode levar a equipe de projeto a não considerar um tempo adicional para análise e recomendação da equipe de Construção para a Engenharia sobre os aspectos construtivos de projeto.

### 5.3 PROPOSTAS PARA OTIMIZAÇÃO CONJUNTA NOS EMPREENDIMENTOS

Segundo Daft (2008), nos sistemas sociotécnicos, o projeto para otimização conjunta (social e técnica) busca melhorar o desempenho do sistema como um todo através de definição dos papéis de trabalho, das tarefas, do fluxo de trabalho, das metas e dos valores. Além disto, outro objetivo é identificar e atuar nas qualificações e habilidades necessárias para estas propostas.

Nas entrevistas realizadas, foram identificadas algumas iniciativas que corroboram com a otimização conjunta dos aspectos sociais e técnicos dos empreendimentos em favor da Construtibilidade.

Nem todas as iniciativas identificadas podem ser consideradas já amplamente implementadas e consolidadas nos projetos, pois não houve evidências de uma sistemática aplicação em todas as entrevistas realizadas, apesar de apresentarem grande alinhamento com o conceito da Construtibilidade.

### 5.3.1 COEX – COMITÊ EXECUTIVO DE PROJETO

O estabelecimento de um comitê executivo de projeto, com representantes das diferentes organizações que compõe o consórcio, permite uma melhor comunicação entre as equipes e melhor alinhamento para tomadas de decisões conjuntas durante o desenvolvimento do empreendimento.

Basicamente todas as ideias são ouvidas, todas as pessoas podem concordar ou discordar. Mas a partir do momento que uma ideia é referendada pelo Comitê Executivo do Projeto (COEX), que é um colegiado em que todo mundo é igual, a solução é adotada e implantada. Este modelo tem se mostrado efetivo já que a ideia passa a ser de todos. [EPC-INT-01]

### 5.3.2 *WORKSHOP* DE ESCOPO

A realização de um *workshop* de escopo, no início do projeto permite uma avaliar a consistência das informações recebidas bem como avaliar a necessidade de informações

adicionais para o início das atividades. Além disto, o *workshop* de escopo pode acontecer ao longo do projeto para avaliação de mudanças de escopo devido as fontes internas e externas do ambiente do consórcio bem como definir ações necessárias devido a estas mudanças.

No início de projeto, fazemos um *workshop* de escopo. A coordenação de Engenharia apresenta os pontos relevantes de escopo de projeto neste *workshop* e também temos uma pessoa dedicada, ao longo de todo o projeto, monitorando as mudanças do escopo. Mas qualquer profissional pode alertar sobre um risco de mudança de escopo. A mudança de escopo somente passa a ser tratada de forma oficial quando o cliente formalmente o considera desta forma. Sendo a mudança de escopo, podendo ser classificada em duas categorias: desvio e revisão. O desvio é quando a mudança é gerada externamente e revisão é quando gerado internamente na empresa. [EPC-ENG-04]

### 5.3.3 CAPACITAÇÃO E O COMPROMETIMENTO DE RECURSOS HUMANOS NOS CONSÓRCIOS

A composição das equipes de Engenharia, Suprimentos e Construção é um dos grandes desafios iniciais que os consórcios acabam tendo. A negociação entre as partes para a definição dos profissionais escolhidos para o projeto bem como o comprometimento deste profissional com os objetivos do consórcio são pontos chaves no processo de mobilização de recursos humanos.

Além disto, a alta demanda de projetos em várias áreas de Engenharia e Construção criam um desafio técnico quanto à disponibilidade de profissionais qualificados no mercado.

Existe um problema sério, pois não temos hoje gente capacitada suficiente por falta de demanda na Engenharia entre os anos oitenta e noventa. Nesta época, muitos engenheiros foram para outras áreas. Hoje estamos importando profissionais para atender estas demandas. E isto pode causar algumas dificuldades culturais dentro dos empreendimentos. E estas questões em megaprojetos, geram sérios desafios. Megaprojetos tem megaproblemas. [EPC-SUP-01]

Assim as iniciativas para capacitação e motivação dos recursos humanos são fundamentais para o sucesso do projeto.

Algumas empresas de Engenharia estão desenvolvendo programas de capacitação interna de novos profissionais para que estes possam absorver também a cultura organizacional da organização.

Na Engenharia, a gente funciona muito com conhecimento. Nossa empresa acaba preferindo investir na formação dos profissionais, como foi o meu caso. Até porque está cada vez mais difícil de trazer profissionais prontos de mercado. Além disto, trazer profissionais de mercado acaba tendo problema com a cultura organizacional. [EPC-ENG-04]

Para criar um maior comprometimento com os objetivos do consórcio, algumas empresas EPCistas optam por licenciar seus profissionais que são contratados e pagos diretamente pelo consórcio.

Todos os profissionais que participavam das empresas isoladamente foram licenciados das mesmas e contratados pelo consórcio. Então, hoje toda equipe é contratada pelo consórcio. Isso é o primeiro ponto. Assim, o vínculo, a ligação, a própria marca, quer dizer, a presença não é de nenhum dos participantes de um consórcio. A marca principal é a do consórcio. O consórcio é a empresa. É o contratante. [EPC-INT-01]

#### 5.3.4 LIÇÕES APRENDIDAS E GESTÃO DO CONHECIMENTO

Como existe uma desmobilização das equipes após o término dos projetos, alocando os profissionais em outros empreendimentos, é fundamental que o conhecimento adquirido ao longo de um empreendimento não fique apenas restrito ao profissional. Assim procedimentos de lições aprendidas e gestão do conhecimento são fundamentais para as empresas que possam usar esta experiência, de forma corporativa, em novos projetos.

Sobre Gestão do Conhecimento e Lições Aprendidas, precisamos melhorar muito ainda, mas temos em nossa empresa. A medida que o projeto vai andando, é registrado os problemas e as soluções dadas. O que precisa melhorar são a disseminação e o uso destes registros nos empreendimentos. [EPC-CON-02]

Um ponto interessante destacado nas entrevistas foi o *trade-off* da grande autonomia dada ao gestores de projetos com relação as questões de lições aprendidas.

Este é um dos problemas que nós temos com a delegação e autonomia que damos aos gerentes de projetos. O aprendizado com os erros do passado não

eram formalmente registrados e utilizados em novos projetos. A rotina de fazer um fechamento de projeto olhando os erros com a equipe de projeto, as decisões tomadas e as consequências, é algo que estamos colocando em prática agora, estamos fazendo a implementação de Lições Aprendidas agora em nossos projetos. [EPC-CON-05]

As empresas EPCistas para melhorar de forma prática as lições aprendidas em empreendimentos anteriores, tem priorizado a composição do consórcio com empresas que já atuaram conjuntamente em outros projetos.

A construtora EPC-10 e empresa de Engenharia EPC-11 têm um histórico de muitos consórcios já feitos em parceria. Então, isso garante uma certa familiaridade ou uma certa continuidade de metodologias aplicadas. Acredito que, pelo menos, umas sete, oito vezes as duas empresas já trabalharam juntas em consórcios. [EPC-INT-01]

### 5.3.5 TECNOLOGIAS INTEGRADORAS

Pela complexidade da orquestração das informações do empreendimento, geradas, utilizadas e compartilhadas pelos diferentes atores nos consórcios, as tecnologias integradoras como o uso de maquetes eletrônicas, sistemas CAE/CAD/CAM e outros sistemas de Engenharia tem papel fundamental do desenvolvimento dos projetos.

Com o advento do modelo 3D não é que essa certeza seja 100%, mas a gente está buscando que essa certeza seja mais próxima dos 100%, para evitar qualquer perda ou qualquer gasto desnecessário, já que você pode antever a

sua obra dentro do modelo. Então, eu diria que os pontos principais são: poder de distribuição da informação, chegar junto às pessoas que tem necessidade de usufruir desta informação. [OO-INT-01]

No caso do estaleiro, a gente vai ter um sistema integrado, onde se visa a integração do CAD, CAM, CIM e ERP. [OO-CON-01]

Os sistemas de Engenharia são um grande apoio na gestão do fluxo de informação do projeto e integração das disciplinas e controle de escopo. Além de ter todos os processos de Engenharia mapeados, com a descrição dos softwares utilizados. Com as ferramentas de Engenharia, eu consigo mapear as inconsistências dos diversos bancos de dados utilizados nos projetos. [EPC-ENG-04]

### 5.3.6 REUNIÕES DE PROGRAMAÇÃO E DE PLANEJAMENTO

Do lado operacional dos consórcios, as reuniões periódicas de programação e planejamento, permitem um alinhamento e definição das atividades entre os membros das equipes de Engenharia, Suprimentos e Construção.

A gestão executiva de planejamento e o próprio planejamento do empreendimento trabalham com duas ferramentas principais que são as reuniões de programação e de planejamento. A principal para o empreendimento é a de programação. Porque é onde, digamos, é consolidada a meta mais imediata de curto, médio e longo prazo do empreendimento. Essas reuniões, hoje, estão ocorrendo semanalmente. Tem a participação de todos os gestores. Não só os gestores executivos, mas também os gestores

operacionais, como é o meu caso. E todo o impacto do que se precisa fazer, do que tem que ser corrigido, tem que ser preparado ou diligenciado para se atingir os objetivos é passado em cima de cada uma das áreas: da engenharia, de suprimento, de construção, montagem e das outras áreas, até administrativas, do empreendimento. Com isso, fica muito claro para todos os setores o que está sendo demandado a cada momento e também o que vai ser demandado no futuro. E para onde você tem que se preparar para poder estar atendendo o empreendimento. [EPC-INT-01]

### 5.3.7 ANÁLISE DE CONSTRUTIBILIDADE

Apesar das dificuldades imposta pela falta de literatura disponível em português e a falta de capacitação formal em Construtibilidade, algumas das entrevistas, evidenciaram sua adoção em alguns empreendimentos nacionais, sendo muito calcada na experiência prática dos profissionais.

De uma forma integradora e complementando as outras propostas de otimização conjunta nos empreendimentos, a análise de Construtibilidade, permite aplicar efetivamente os conceitos da Construtibilidade com as equipes de Engenharia, Suprimentos e Construção, além de estabelecer uma comunicação mais assertiva entre as Proprietárias/Operadoras dos Empreendimentos com os consórcios de projetos.

Na EPC-03, sempre analisamos a Construtibilidade dos projetos. Temos procedimentos e reunimos com vários profissionais de diversas áreas já na fase da proposta, analisamos como será a execução do projeto. E durante o projeto, procedemos da mesma forma. E tem um grupo dentro da Engenharia

que está sempre de olho neste assunto. Muita gente quer ver o resultado da análise da Construtibilidade nas propostas apresentadas. [EPC-CON-02]

Nós pedimos uma pessoa de Construtibilidade. É importante nesse empreendimento. Tudo é muito compacto, a planta é muito densa. São muitas linhas de tubulação e muitos equipamentos. Tem que ter alguém de Construtibilidade. [EPC-CON-01]

#### 5.4 DISCUSSÃO

A análise das entrevistas ajudou na identificação das barreiras sociais e técnicas que atuam nos megaprojetos nacionais e permitiram a associação destas barreiras sociotécnicas com as barreiras à Construtibilidade.

Foram encontradas seis barreiras de origem social: falta de colaboração e proatividade frente às mudanças, confrontação de diferentes culturas organizacionais, práticas inadequadas de gerenciamento e de liderança, falta de comunicação nos projetos e empreendimentos, conflitos por distintos interesses dos *stakeholders* nos consórcios e ambiente de trabalho nos consórcios EPCistas.

Também foram identificadas quatro barreiras de origem técnica: Priorização da execução em detrimento ao planejamento, interdependência de tarefas e processos nos consórcios, gargalos gerados por fornecedores de equipamentos e pressão por prazos e cronogramas.

Resumidamente, o quadro 04 apresenta o tipo de barreira do ponto de vista sociotécnica, sua descrição e sua relação com as barreiras da Construtibilidade do Guia de Implementação da Construtibilidade do CII – *Construction Industry Institute*.

| Origem da Barreira Sociotécnica | Descrição da Barreira Sociotécnica                               | Relação com as Barreiras da Construtibilidade  |
|---------------------------------|--|--|
| Social                          | BS-01:<br>Falta de colaboração e proatividade frente às mudanças | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-05: Percepção da projetista que realizam a parte deles – “<i>we do it</i>”</li> <li>• BC-12: Falta real de comprometimento com a Construtibilidade</li> <li>• BC-16: Falta de construção de senso de equipe e parcerias</li> </ul>   |
| Social                          | BS-02:<br>Confrontação de diferentes culturas organizacionais    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-01: Complacência com o <i>status quo</i></li> <li>• BC-06: Falta de respeito mútuo entre projetistas e construtores</li> <li>• BC-10: Objetivos desorientados de projeto e dos indicadores de desempenho dos projetistas</li> <li>• BC-16: Falta de construção de senso de equipe e parcerias</li> </ul> |
| Social                          | BS-03:<br>Práticas inadequadas de gerenciamento e de lideranças  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-06: Falta de respeito mútuo entre projetistas e construtores</li> </ul>  |
| Social                          | BS-04:<br>Falta de comunicação nos projetos e empreendimentos    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-14: Pouca habilidade de comunicação dos construtores</li> </ul>  |
| Social                          | BS-05:<br>Conflitos por necessidades individuais nos consórcios  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-06: Falta de respeito mútuo entre projetistas e construtores</li> <li>• BC-10: Objetivos desorientados de projeto e dos indicadores de desempenho dos projetistas</li> <li>• BC-12: Falta real de</li> </ul>   |

| Origem da Barreira Sociotécnica | Descrição da Barreira Sociotécnica                                       | Relação com as Barreiras da Construtibilidade  |
|---------------------------------|--|--|
|                                 |  | <p>comprometimento com a Construtibilidade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-16: Falta de construção de senso de equipes e parcerias</li> <li>• BC-18: As pessoas certas estavam/estão à disposição</li> </ul>   |
| Social                          | <p>BS-06:<br/>Ambiente de trabalho nos consórcios</p>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-14: Pouca habilidade de comunicação dos construtores</li> <li>• BC-16: Falta de construção de senso de equipe e parcerias</li> </ul>   |
| Técnica                         | <p>BT-01:<br/>Priorização da execução em detrimento do planejamento</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-02: Relutância em investir recursos adicionais e esforços nos estágios iniciais do projeto</li> <li>• BC-07: Recomendações de construção solicitadas muito tarde para serem consideradas</li> <li>• BC-08: Crenças que não existe benefício na Construtibilidade</li> <li>• BC-12: Falta real de comprometimento com a Construtibilidade</li> <li>• BC-17: Falta de definição de prazos para a inclusão de informações fornecidas pelo construtor</li> </ul> |
| Técnica                         | <p>BT-02:<br/>Interdependência de tarefas e processos nos consórcios</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-04: Falta de conhecimento de construção nas empresas de projeto/engenharia</li> <li>• BC-05: Percepção da projetista que realizam a parte deles – “<i>we do it</i>”</li> <li>• BC-13: Projetistas com falta de percepção/entendimento dos conceitos da Construtibilidade</li> </ul>  |
| Técnica                         | <p>BT-03:</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-05: Percepção da projetista</li> </ul>   |

| <b>Origem da Barreira Sociotécnica</b> | <b>Descrição da Barreira Sociotécnica</b>         | <b>Relação com as Barreiras da Construtibilidade</b>   |
|--|---|--|
|  | Gargalos gerados por fornecedores de equipamentos | que realizam a parte deles – “ <i>we do it</i> ”   |
| Técnica                                | BT-04:<br>Pressão por prazos e cronogramas        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BC-02: Relutância em investir recursos adicionais e esforços nos estágios iniciais do projeto</li> <li>• BC-11: Percepção do proprietário que foi feito – “<i>we do it</i>”</li> <li>• BC-15: Falta de documentação e acesso as lições aprendidas</li> <li>• BC-17: Falta de definição de prazos para inclusão de informações fornecidas pelo construtor</li> </ul> |

**Quadro 4 – Quadro Resumo das Barreiras Sociotécnicas**

Com base no quadro resumo das barreiras sociotécnicas, foi possível criar um quadro complementar, quadro 05, cruzando as barreiras Sociotécnicas com as barreiras à Construtibilidade, que permite uma melhor visualização das relações entre estes dois tipos de barreiras, como mostrado a seguir:

|                               |       | Barreiras Sociotécnicas |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                               |       | BS-01                   | BS-02 | BS-03 | BS-04 | BS-05 | BS-06 | BT-01 | BT-02 | BT-03 | BT-04 |
| Barreiras à Construtibilidade | BC-01 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-02 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-03 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-04 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-05 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-06 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-07 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-08 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-09 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-10 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-11 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-12 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-13 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-14 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-15 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-16 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-17 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                               | BC-18 |                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

| Barreiras Sociotécnicas   |  |
|---|--|
| BS-01: Falta de colaboração e proatividade frente a mudanças        | BS-02: Confrontação de diferentes culturas organizacionais           |
| BS-03: Práticas inadequadas de gerenciamento e de lideranças        | BS-04: Falta de comunicação nos projetos e empreendimentos           |
| BS-05: Conflitos por necessidades individuais nos consórcios        | BS-06: Ambiente de trabalho nos consórcios                           |
| BT-01: Priorização da execução em detrimento do planejamento        | BT-02: Interdependência de tarefas e processos nos consórcios        |
| BT-03: Gargalos gerados por fornecedores de equipamentos            | BT-04: Pressão por prazos e cronogramas                              |
| Barreiras à Construtibilidade                                       |  |
| BC-01: Complacência com o <i>status quo</i>                         | BC-02: Relutar em investir recursos adicionais nos estágios iniciais |
| BC-03: Limitações competitivas de contratação " <i>lump-sum</i> "   | BC-04: Falta de conhecimento de construção nas empresas de projeto   |
| BC-05: Percepção de projetistas que já realizaram sua parte         | BC-06: Falta de respeito mútuo entre Projetistas e Construtores      |
| BC-07: Recomendações de construção solicitadas muito tarde          | BC-08: Crenças que não existe benefício na Construtibilidade         |
| BC-09: Proprietário sem conhecimento de Construtibilidade           | BC-10: Objetivos e indicadores de desempenho desorientados           |
| BC-11: Percepção do Proprietário que atividades foram concluídas    | BC-12: Falta de real comprometimento com a Construtibilidade         |
| BC-13: Projetistas sem conhecimento de Construtibilidade            | BC-14: Pouca habilidade de comunicação dos Construtores              |
| BC-15: Falta de documentação e acesso às lições aprendidas          | BC-16: Falta de construção do senso de equipe ou parceria            |
| BC-17: Falta de prazos para inclusão de informações pelo Construtor | BC-18: As pessoas certas estavam/estão à disposição                  |

**Quadro 5 – Quadro Barreiras Sociotécnicas x Barreiras à Construtibilidade**

Das barreiras da Construtibilidade apenas duas não foram relacionadas às barreiras sociotécnicas:

- Limitações competitivas de contratação “lump-sum” -contrato de valor global fechado- (BC-03): a ausência desta barreira da Construtibilidade pode ser explicada devido a nenhum dos entrevistados estavam atuando em algum empreendimento contratado neste tipo de modalidade.
- Falta ou desconhecimento do proprietário do empreendimento dos conceitos de Construtibilidade (BC-09): a ausência desta barreira pode ser explicada pelo foco da pesquisa ter sido sobre a dinâmica dos consórcios EPCistas nos projetos e não sobre as empresas proprietárias/operadoras dos empreendimentos. Também não houve nas entrevistas, evidências formais da solicitação de análises de Construtibilidade por parte dos proprietários dos empreendimentos.

Além das associações entre as barreiras sociotécnicas e as barreiras à Construtibilidade evidenciadas na análise de dados, outras associações podem ser consideradas por aspectos de causa e efeito que podem ocorrer entre elas. Abaixo, encontram-se algumas destas relações:

- A falta de colaboração e proatividade frente às mudanças podem também estar relacionadas à complacência com o status quo (BC-01) dentro dos consórcios, promovendo um ambiente que não incentiva a busca proativa por soluções para as alterações no cenário e escopo dos projetos.

- As práticas inadequadas de gerenciamento e de liderança podem contribuir com a crença que não existe benefício na Construtibilidade (BC-08), pois podem priorizar a gestão por tarefas dos grupos de forma isolada, contrapondo as bases da Construtibilidade, que promove a integração e ação conjunta dos grupos de Engenharia, Suprimentos e Construção.
- As práticas inadequadas de gerenciamento e de liderança também podem contribuir com a falta de definição de prazos para a inclusão de informações fornecidas pelo construtor (BC-17), se não forem compreendidas as dinâmicas dos processos nos megaprojetos para troca de informações bem como o tempo necessário para que as informações possam ser processadas e consideradas na execução dos projetos.
- O ambiente de trabalho nos consórcios pode contribuir com a falta de respeito mútuo entre projetistas e construtores (BC-06) se os membros dos consórcios não estiverem alinhados e comprometidos com os objetivos do projeto.
- A interdependência de tarefas e processos nos consórcios pode ser afetada se não houver a construção do senso de equipe e parcerias (BC-16), provocando gargalos e até mesmo atrasos no cronograma dos empreendimentos por falta de sincronismo e orquestração das atividades entre os membros dos consórcios.
- Os gargalos gerados por fornecedores de equipamentos podem ser tolerados por complacência com o status quo (BC-01) das equipes de projeto, afetando o cronograma do empreendimento. As equipes de Engenharia, Suprimentos e Construção devem buscar alternativas para que o cronograma global do empreendimento não seja afetado por atrasos pontuais de fornecedores de equipamentos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa exploratória buscou identificar as barreiras à Construtibilidade através de uma visão sociotécnica sobre os megaprojetos na indústria de óleo e gás no Brasil, tomando-se com base as referências bibliográficas sobre Projetos, Megaprojetos, Construtibilidade e Sistemas Sociotécnicos além das entrevistas realizadas com quinze profissionais experientes neste tipo de empreendimento.

A abordagem da visão sociotécnica colaborou para a estruturação, a análise e na descrição dos resultados das entrevistas realizadas sobre as barreiras à Construtibilidade nos megaprojetos nacionais. Além disto, pode-se fazer uma relação causa e efeito das barreiras sociotécnicas com as barreiras à Construtibilidade.

Adicionalmente, sempre que possível, tentou-se verificar propostas de otimização conjunta (social e técnica) que foram aplicados nos megaprojetos nacionais para minimizar as barreiras da Construtibilidade, como:

- Criação do Comitê Executivo de Projeto
- *Workshop* de Escopo

- Mobilização de Recursos Humanos
- Lições Aprendidas e Gestão do Conhecimento
- Tecnologias Integradoras
- Reuniões de Programação e Planejamento
- Análise de Construtibilidade

Um ponto que vale destaque é que a pesquisa através das entrevistas realizadas não evidenciou a capacitação formal e regular sobre Construtibilidade nas organizações, sendo o conhecimento sobre o tema, exclusivamente tácito.

Talvez, para melhorar a adoção da Construtibilidade nos empreendimentos de forma não exclusivamente dependente do conhecimento tácito, a adoção de práticas de Gestão de Conhecimento e Lições Aprendidas sobre Construtibilidade nos empreendimentos, seriam um contribuição neste sentido. As entrevistas evidenciam um grande campo ainda a ser explorado para a adoção de práticas de Gestão de Conhecimento e Lições Aprendidas nos megaprojetos, não somente para a Construtibilidade, mas também para outras áreas de conhecimento deste tipo de projetos. Os desafios estão não somente na geração e ordenação do conhecimento, mas também no seu uso e acesso em novos empreendimentos.

É importante destacar que a revisão da literatura revelou uma limitação de estudos acadêmicos no Brasil sobre a Construtibilidade. Sendo assim, novos estudos sobre o tema

relacionando-o com outros temas como a integração em empresas e entre empresas, arranjos produtivos, capacidades dinâmicas, gestão por processos, inovação em rede e gerenciamento da cadeia de suprimentos podem ser conduzidos. Buscando-se assim aumentar a variedade de áreas a serem pesquisadas relacionadas à Construtibilidade.

Ainda para ampliar a pesquisa sobre a Construtibilidade, recomenda que novos estudos com megaprojetos em outros segmentos da indústria, ou ainda, dentro da indústria de Óleo e Gás, elaborar e testar modelos com o desempenho dos megaprojetos como variável dependente em uma pesquisa quantitativa sobre a Construtibilidade.

Outra possível frente de pesquisa é a verificação se as barreiras à Construtibilidade do Guia de Implementação do *Construction Industry Institute* se apresenta na mesma ordem de prioridade no Brasil, já que o estudo das barreiras sociotécnicas deste trabalho gerou uma relação com as barreiras à Construtibilidade com diferente distribuição de frequência.

Espera-se que os resultados desta pesquisa possam auxiliar os profissionais envolvidos em grandes empreendimentos para a implementação de melhorias no processo de gestão deste tipo de projetos, na possibilidade da adoção da Construtibilidade como uma boa prática efetiva na execução dos projetos, além de aumentar a efetividade de suas ações, identificando as barreiras sociais e técnicas típicas no desenvolvimento destes projetos.

Do lado acadêmico, esperamos que este trabalho possa servir de referência e despertar o interesse para novos estudos sobre tema, contribuindo para o desenvolvimento local do conhecimento sobre as boas práticas aplicadas a gestão de grandes empreendimentos, trazendo novas abordagens ao tema.

## 7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ADLER, Paul; GOLDOFTAS, Barbara; LEVINE, David Flexibility Versus Efficiency? A Case Study of Model Changeovers in the Toyota Production System. **Organization Science** /VOL. 10, No. 1, January-February 1999

AFONSO, J.R.R.; E.A. ARAÚJO; G.J. BIASSOTO **Fiscal Space and Public Sector Investments in Infrastructures: A Brazilian Case-Study**. IPEA, Texto para Discussão No. 1139. Rio de Janeiro: IPEA, 2005

BAHIA, Fabio D.; FARIAS FILHO, José R. Análise de Critérios de Sucesso em Projetos de Engenharia e Construção (EPC). **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. ABEPRO. São Carlos, Outubro 2010.

BLACKSTONE, John H.; COX, James F.; SCHLEIER, John G. A tutorial on project management from a theory of constraints perspective. **International Journal of Production Research**, Vol. 47, No. 24, 15, 7029–7046, December 2009.

CAMPANARIO, Milton A.; MACCARI, Emerson A.; SILVA, Marcelo M.; SANTANA, Sibeles G. Desenvolvimento de um Curso de Mestrado Profissional sob a Perspectiva da Gestão de Projetos. **RBGN – Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, vol. 11, n.38, p.423-442. Outubro/Dezembro 2009.

COLLINS, A.; BACCARINI, D. Project Success - A Survey. Journal of Construction Research. **Project Management Journal**, v. 5, n. 2, p. 211-231, 2004.

DAFT, Richard L. **Organizações: Teoria e Projetos**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. ISBN 85-221-0561-8

DAVIES, Andrew; GANN, David; DOUGLAS, Tony Innovation in Megaprojects: Systems Integration at London Heathrow Terminal 5. **CALIFORNIA MANAGEMENT REVIEW** VOL. 51, NO. 2 WINTER 2009

DIAGNÓSTICO **A new push for regional infrastructure investment in Latin America**. BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento 2000. Disponível em: <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35318873>> Acesso em: 28 jan. 2011

- DOUGLAS, Edward E. III Effective Management of Project Change Orders. **AACE International Transactions**, PM.11, 2003
- EDLIN, Neil N. Impact of Employee, Management, and Process issues on Constructability Implementation. **Construction Management and Economics**, 17, 711-720, ISSN 0144-6193, 1999.
- FLICK, Uwe **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009
- FISHER, Deborah J.; ANDERSON, Stuart D.; RAHMAN, Suhel P. Integrating Constructability tools into Constructability review process. **Journal of Construction and Engineering and Management**. 2000
- GELLERT, Paul K.; LYNCH, Barbara D. Mega-projects as displacements. Blackwell Publishing Ltd. **UNESCO**, 2003
- GEORGY, Maged E.; CHANG, Luh-Maan; ZHANG, Lei Engineering Performance in the US Industrial Construction Sector. **Cost Engineering**, Vol. 47/No. 1 JANUARY 2005
- GIRÃO, A. B. **A Influência dos Comportamentos de Patrocínio nos Resultados Percebidos dos Projetos**. Dissertação de Mestrado Ibmec-RJ, 2011
- GÓMEZ, Luis A.; COELHO, Christiane C.S.R.; FILHO, Elo O.D.; Xavier, Sayonara M. T. **Contratos EPC Turnkey**. Santa Catarina; Visual Books, 2006 p.25. ISBN 85-7502-203-3
- GRANSBERG, Douglas D.; DOUGLAS III, Edward Implementing Project Constructability. **AACE International Transactions**. 2005
- GRÜN, Oskar **Taming Giant Projects – Management of Multi-Organizations Enterprises**. Berlin. Springer-Verlag. 2004. ISBN 3-540-21440-2.
- JERGEAS, George Analysis of the Front-End Loading of Alberta mega oil sands projects. **Project Management Journal**, Vol. 39, N. 4. 2008
- JERGEAS, George; VAN DER PUT, John Benefits of Constructability on Construction Projects. **Journal of Construction and Management**. 2001
- MATTOS, Paulo **Gestão de Contratos em Regime de Consórcio**. 1 ed. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2011.
- MERROW, Edward **Industrial Megaprojects – Concepts, Strategies and Practices for Success**. Willey;2011. ISBN 9781118067505
- MILLER, Roger; HOBBS, Brian Governance Regimes for Large Complex Projects. **Project Management Journal**, Vol.36, no. 3, p.42-50, 2005.
- MORO, Francisco B.P. **Investigação do efeito de características individuais na organização: uma abordagem sistêmica**. Tese de Doutorado. UFSC. 1997

O'CONNOR, James T. Constructability Implementation Guide. **Construction Industry Institute**, 2<sup>nd</sup> edition, 2006

OKABAYASHI, Antonio; BRUNO, Marcos A.C.; SBRAGIA, Roberto Excelência no gerenciamento de construção de hidrelétrica de grande porte. **Revista de Administração Mackenzie**, Vol.09, no. 9, p. 11-25, 2008.

PAIM, Rafael; CARDOSO, Vinicius; CAULLIRAUX, Heitor; CLEMENTE, Rafael **Gestão de Processos – Pensar, Agir e Aprender**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2009.

PLANO DECENAL ENERGÉTICO 2019. Ministério de Minas e Energia – **Secretária do Desenvolvimento Econômico**. Disponível em ([http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/PDE2019\\_03Maio2010.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/PDE2019_03Maio2010.pdf)). Acesso: 31 de março de 2012.

POCOCK, James B.; KUENNEN, Steven T.; GAMBATESE, John; RAUSCHKOLB, J. Constructability State of Practice Report. **Journal of Construction Engineering and Management**. DOI 10.1061/ ASCE, 2006

PULASKI, Michael H.; HORMAN, Michael J. Organizing Constructability Knowledge for Design. **Journal of Construction Engineering and Management**. ASCE / AUGUST 2005

SANTIAGO, Leonardo P.S.; SILVA, Daniel D. C.; JUNIOR, Luiz C. N.; MOURA, Amanda I. M. Potencializando o planejamento de projetos: Abordagem de uma metodologia de planejamento no contexto do padrão PMBOK XXVIII **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2008.

STRAUB, S. **Infrastructure and growth in developing countries**: recent advances and research challenges. World Bank, Jan. 2008 (Policy Research Working Paper, n. 4460). 2008.

TRIST, Eric **The evolution of socio-technical systems: a conceptual framework and an action research program**. Ontario; 1981. ISBN 0-7743-6286-3.

VALERIANO, Dalton **Moderno Gerenciamento de Projetos**. São Paulo: Pearson, 2005

WALKER, Guy H.; STANTON, Neville A.; SALMON, Paul M.; JENKINS, Daniel P. A review of sociotechnical systems theory: a classic concept for new command and control paradigms. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**. Vol. 09, no. 06, 2008

WANG, Mihong; KUMAR, Kuldeep Developing Flexible Business Process Management Using Modular Computing Technologies. **Global Journal of Flexible Systems Management**. Vol. 10, no.1, p.1-10, 2009.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso, Planejamento e Métodos**. 2.ed. São Paulo: Bookman, 2001.

ZHAI, Li; XIN, Yanfei; CHENG, Chooseng Understanding the value of Project Management from stakeholder's perspective. Case Study of Mega-projects Management. **Project Management Journal**. Vol.40, no. 1, p.99-109. 2009.

## **8 APÊNDICE A – ROTEIRO DAS ENTREVISTAS REALIZADAS**

1. Fale um pouco de sua vida profissional.
2. Que tipo de projeto que você tem participado?
3. Quais foram as experiências mais marcantes em sua carreira, nos empreendimentos que você trabalhou? Por quê?
4. Fale um pouco sobre este projeto que você está envolvido a partir de agora....vamos focar nele.
5. Como é estar envolvido no gerenciamento de um projeto deste porte?
6. Quantas empresas estão envolvidas?
7. Qual é o seu papel neste projeto?
8. Como é feito a composição de equipes de trabalho? O que é considerado na seleção do perfil das pessoas?

9. Houve mudança estrutural ou significativa desde o começo do trabalho? Por quê?
10. Como as atividades passam do planejamento para sua execução?
11. Quais as principais métricas e os indicadores de desempenho adotadas neste projeto?
12. Ao longo do tempo, quais foram as maiores barreiras para execução de um empreendimento deste porte?
13. Como são tomadas as decisões frente aos imprevistos – que por vários motivos ocorrem - e que fogem ao planejamento e gerenciamento dos projetos para execução do empreendimento?
14. Como é interação entre as equipes de Engenharia e Construção?
15. Quais as principais ferramentas que ajudam esta interação?