

5 Estudo de caso

Neste capítulo, apresenta-se o estudo de caso de avaliação da conformidade e aprendizagem organizacional em projetos de engenharia de grandes empreendimentos, segundo a abordagem conceitual integrada apresentada no capítulo 4 e contextualizada adiante na seção 5.3.

No contexto da presente pesquisa, a avaliação da conformidade refere-se especificamente às fases *Front End Engineering Design* (FEED) e executiva dos projetos dos Terminais Aquaviários de Pecém – Tecém (CE); Barra do Riacho (ES); e Ilha Comprida (RJ), que estão sendo implementados pela Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR), da Petrobras e que deverão ser operados pela Transpetro, após a conclusão das obras. O modelo de contratação adotado pela IETR é o *Engineering, Procurement & Construction* (EPC), conforme descrição no capítulo 2, seção 2.2, item 2.2.6.

As entidades envolvidas neste estudo de caso são: (i) a Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR), subordinada à Gerência Executiva de Engenharia da Petrobras (contratante); (ii) as empresas de engenharia responsáveis pelos projetos, segundo o sistema EPC (contratadas epcistas); (iii) as empresas responsáveis pelas fases FEED (*Front End Engineering Design*) e executiva dos respectivos projetos (subcontratadas pelas empresas epcistas); e (iv) a certificadora Bureau Veritas Brasil, que atua como terceira parte no processo de avaliação da conformidade dos projetos em relação aos requisitos dos respectivos projetos básicos, aos requisitos normativos e boas práticas de engenharia.

Tendo em vista a complexidade das atividades de elaboração e implementação de projetos de engenharia, a Gerência Executiva da Engenharia da Petrobras, em 2007, identificou a necessidade de realizar a avaliação da conformidade de seus projetos por meio de contratação de empresas certificadoras reconhecidamente competentes nesse campo de atividade. Nesse contexto, a

avaliação da conformidade por uma terceira parte teve por objetivo garantir o atendimento das especificações contratuais do projeto básico elaborado pela Petrobras por todas as entidades envolvidas (empresas epcistas e empresas subcontratadas).

Conforme a Figura 5.1, o tipo de caso selecionado foi o caso único incorporado, considerando-se: (i) um contexto organizacional único, que é o segmento de serviços de engenharia voltados para o setor de transporte de óleo, gás natural, derivados e biocombustíveis no Brasil; (ii) a unidade principal - Gerência Executiva da Engenharia da Petrobras, particularmente pela sua unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR); e (iii) os três projetos das fases FEED (*Front End Engineering Design*) e executiva dos terminais aquaviários de Pecém – Tecém (CE); de Barra do Riacho (ES) e da Ilha Comprida (RJ).

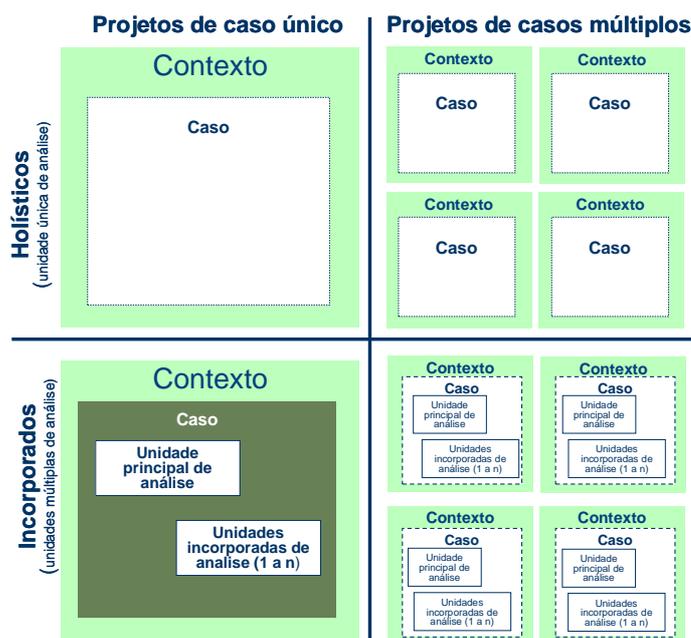


Figura 5.1 – Tipos básicos de projetos para estudos de caso

Fonte: Adaptado de Yin (2005, p. 61).

De acordo com Yin (2005), um estudo de caso é uma investigação empírica que estuda fenômenos contemporâneos em seu contexto real, quando: (i) os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos; (ii) existem mais variáveis de interesse do que pontos de dados; (iii) se baseia em várias fontes

de evidências; e *(iv)* há proposições teóricas para conduzir a coleta e análise dos dados.

Em um estudo de caso único, pode-se dar atenção a uma unidade de análise ou a várias unidades incorporadas. Essa distinção na quantidade de unidades é que define se um estudo de caso é holístico ou incorporado. É holístico quando se tem apenas uma unidade de análise e incorporado quando se tem mais de uma.

O estudo de caso único pode ser utilizado em circunstâncias distintas, mais precisamente quando: *(i)* representa o caso decisivo ao testar uma teoria bem formulada; *(ii)* representa um caso raro ou extremo, ou seja, uma situação é tão rara que merece documentação e análise; *(iii)* é representativo, isto é, trata-se de um projeto típico entre muitos outros projetos e o que é aprendido desse caso fornece informações sobre experiências para outros; *(iv)* é revelador e o pesquisador terá a chance de observar o fenômeno inacessível à pesquisa científica; e *(v)* é um caso longitudinal, sendo possível estudar o mesmo caso único em dois ou mais momentos distintos.

Uma pesquisa empírica fundamentada no método de estudos de caso deve ter como componentes fundamentais: *(i)* questões do estudo; *(ii)* proposições; *(iii)* unidade(s) de análise; *(iv)* lógica que une os dados às proposições; e *(v)* critérios para interpretar os resultados. Descrevem-se, a seguir, os quatro componentes do presente estudo de caso.

5.1. Questão do caso e proposições

A questão principal do caso é analisar como a avaliação da conformidade de projetos de engenharia de grandes empreendimentos, conduzidos segundo sistema EPC, pode ser utilizada como ferramenta de aprendizagem organizacional pelas entidades envolvidas (contratante, empresas contratadas e subcontratadas e a certificadora).

O fluxograma do desenvolvimento do estudo de caso da avaliação da conformidade é apresentado na Figura 5.2.

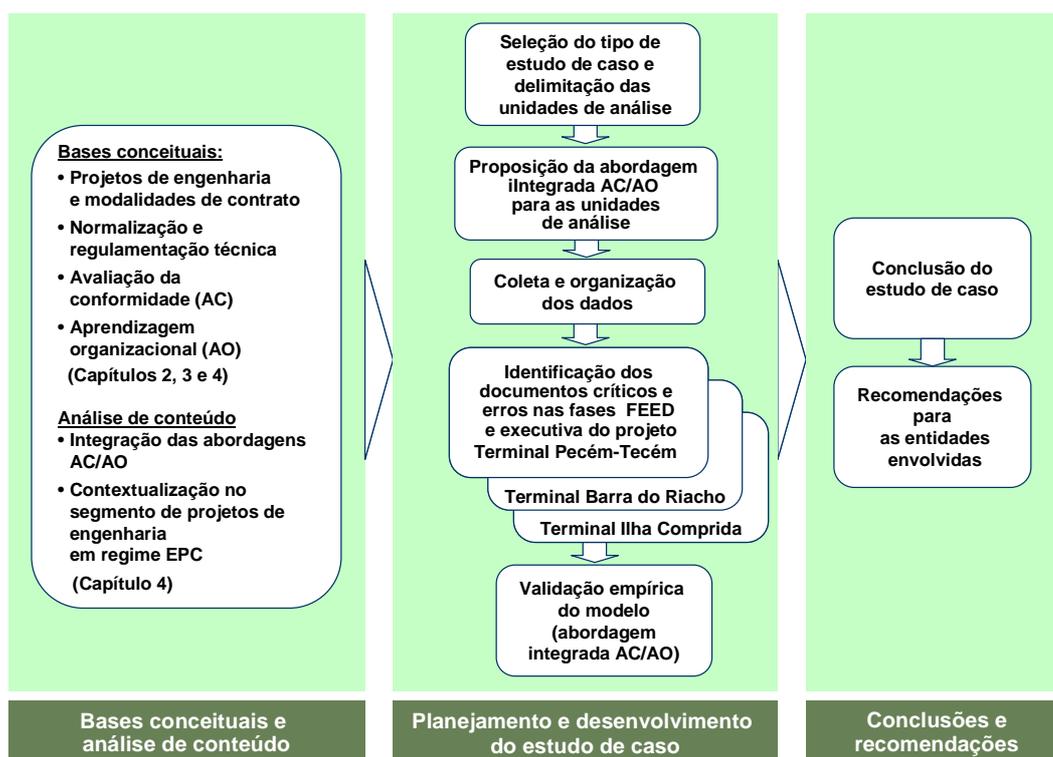


Figura 5.2 – Fluxograma de execução do estudo de caso
 Fonte: Elaboração própria, a partir de roteiro proposto por Yin (2005).

Com os resultados do estudo de caso, pretende-se atingir os seguintes objetivos específicos da dissertação: (i) identificar os documentos críticos nas fases *Front End Engineering Design* (FEED) e executiva dos respectivos projetos; (ii) mapear os principais erros oriundos da incompatibilização entre as disciplinas envolvidas (elétrica, civil, instrumentação e automação, processo e tubulação) ou decorrentes do não atendimento a requisitos estabelecidos em Normas Petrobras e regulamentos técnicos aplicáveis; (iii) propor recomendações para as entidades envolvidas (IETR/Engenharia/Petrobras; empresas contratadas e subcontratadas; e a certificadora Bureau Veritas do Brasil), a partir da identificação dos documentos críticos e da reflexão sobre as lições aprendidas com os principais erros observados durante as fases FEED e executiva dos respectivos projetos.

Conforme a Figura 5.2, o planejamento e desenvolvimento do estudo de caso compreenderam três etapas principais: (i) a elaboração das bases conceituais e a proposição de um modelo conceitual preliminar que integra as abordagens de avaliação da conformidade (AC) e aprendizagem organizacional (AO), visando sua aplicação futura no contexto de grandes projetos de engenharia em regime

epcista; (ii) planejamento e desenvolvimento do estudo de caso propriamente dito; e (iii) elaboração das conclusões e recomendações para as entidades envolvidas no caso em questão.

A partir das bases conceituais apresentadas nos capítulos 2, 3 e 4, foi proposto um modelo conceitual preliminar que integrasse as abordagens de avaliação da conformidade e aprendizagem organizacional e pudesse ser aplicado no contexto de grandes projetos de engenharia contratados segundo o regime epcista.

Na segunda fase, considerando-se o contexto e os propósitos da futura avaliação, selecionou-se o tipo de estudo de caso e delimitaram-se as unidades de análise, conforme a tipologia de estudos de casos proposta por Yin (Figura 5.1).

Com o protocolo do estudo de caso estabelecido, partiu-se para as etapas de coleta de dados e subsequente organização das informações referentes aos três projetos que correspondem às unidades de análise incorporadas ao estudo de caso.

A análise e interpretação dos dados para cada um dos projetos compreendeu a identificação dos documentos críticos e principais erros causados por incompatibilização entre disciplinas ou não atendimento a requisitos estabelecidos em Normas Petrobras e regulamentos técnicos aplicáveis. Os resultados obtidos na segunda fase permitiram a validação empírica do modelo conceitual.

A terceira fase é conclusiva. Representa a síntese dos resultados gerados na segunda fase, com conclusões e recomendações para as entidades envolvidas neste estudo de caso.

Descrevem-se nas seções seguintes os procedimentos e resultados das fases 2 e 3, representadas no fluxograma da Figura 5.2.

5.2. Tipo de estudo de caso e unidades de análise

Como comentado na introdução deste capítulo, o presente estudo de caso é do tipo único incorporado, sendo a unidade principal a Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR), subordinada à Unidade de Serviços de Engenharia da Petrobras. As unidades incorporadas são os três projetos das fases FEED (*Front End Engineering Design*) e executiva referentes aos Terminais Aquaviários de Pecém – Tecém (CE); de Barra do Riacho (ES) e da Ilha

Comprida (RJ), os quais foram desenvolvidos por empresas epcistas e subcontratadas, gerenciados pela IETR e avaliados quanto à conformidade por uma terceira parte - a certificadora Bureau Veritas do Brasil.

5.3.

Modelo conceitual: avaliação da conformidade como instrumento de aprendizagem organizacional

O modelo conceitual adotado neste estudo de caso foi baseado na abordagem de Argyris e Schön (1974; 1978; 1996) e constitui uma adaptação dos trabalhos de Forss, Cracknell e Samset (1994); Calmon (1997; 1998) e Müller (2009) que enfatizaram o processo de aprendizagem em avaliação de programas. Sua construção apoiou-se na corrente mais atual do campo de avaliação de projetos e programas, que explora a avaliação como um processo contínuo de aprendizagem da organização.

Essa corrente, que vem ganhando cada vez mais expressão no meio acadêmico e governamental, abre espaços importantes para futuras aplicações no contexto empresarial, como no caso que será aqui apresentado.

As principais contribuições relacionadas ao enfoque avaliação como mecanismo de aprendizado são os trabalhos de Forss, Cracknell e Samset (1994); Owen e Lambert (1995); Owen e Rogers (1999); Preskill e Torres (1999, 2000); Russ-Eft e Preskill (2001); Shulha (2000); Torres, Preskill e Piontek (1996); e Weiss (1998).

A Figura 5.3 representa esquematicamente os componentes do modelo conceitual e seus interrelacionamentos. Conforme pode ser visualizado na Figura 5.3, esse modelo enfatiza a existência de uma conexão entre as estruturas de conhecimento organizacional e a avaliação da conformidade pela terceira parte como instrumento de *feedback* e aprendizado.

A proposição deste modelo teve por objetivo explicar em que medida a avaliação da conformidade de projetos de engenharia de grandes empreendimentos, conduzidos segundo regime epcista, pode ser utilizada como ferramenta de aprendizagem organizacional pelas entidades envolvidas (empresa contratante, empresas contratadas epcistas, subcontratadas pelas epcistas e a certificadora).

Conforme a Figura 5.3, os blocos principais que integram o modelo são:

- contexto (bloco 1): compreende a Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR) da Petrobras, tendo como objetos de análise os projetos FEED e executivo de três terminais aquaviários a serem operados pela Transpetro, a saber: (i) Pecém – Tecem (CE); (ii) Barra do Riacho (ES); e (iii) Ilha Comprida (RJ);
- estruturas de conhecimento dominantes (bloco 2): compreendem as normas Petrobras, normas internacionais aplicáveis, diretrizes dos projetos básicos, regulamentação técnica pertinente, legislação nacional incidente sobre essas atividades, bem como boas práticas de engenharia e de gerenciamento de projetos;
- ação (bloco 3): refere-se à elaboração dos projetos FEED e executivo de três terminais aquaviários da Transpetro: (i) Pecém – Tecem (CE); (ii) Barra do Riacho (ES); e (iii) Ilha Comprida (RJ);
- avaliação da conformidade pela terceira parte (bloco 4): consiste na aplicação da metodologia de avaliação da conformidade pela terceira parte (BVQI), tendo como premissas a conformidade dos projetos FEED e executivo em relação às normas, diretrizes do projeto básico, boas práticas e requisitos contratuais entre a certificadora e Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR) da Petrobras;
- resultados (bloco 5): correspondem ao grau de atendimento respectivas empresas epcistas e suas subcontratadas aos requisitos técnicos e legais que incidem sobre a elaboração dos projetos FEED e executivo dos três terminais aquaviários da Transpetro. Compreendem resultados de dois tipos: (i) conformidades; e (ii) não-conformidades;

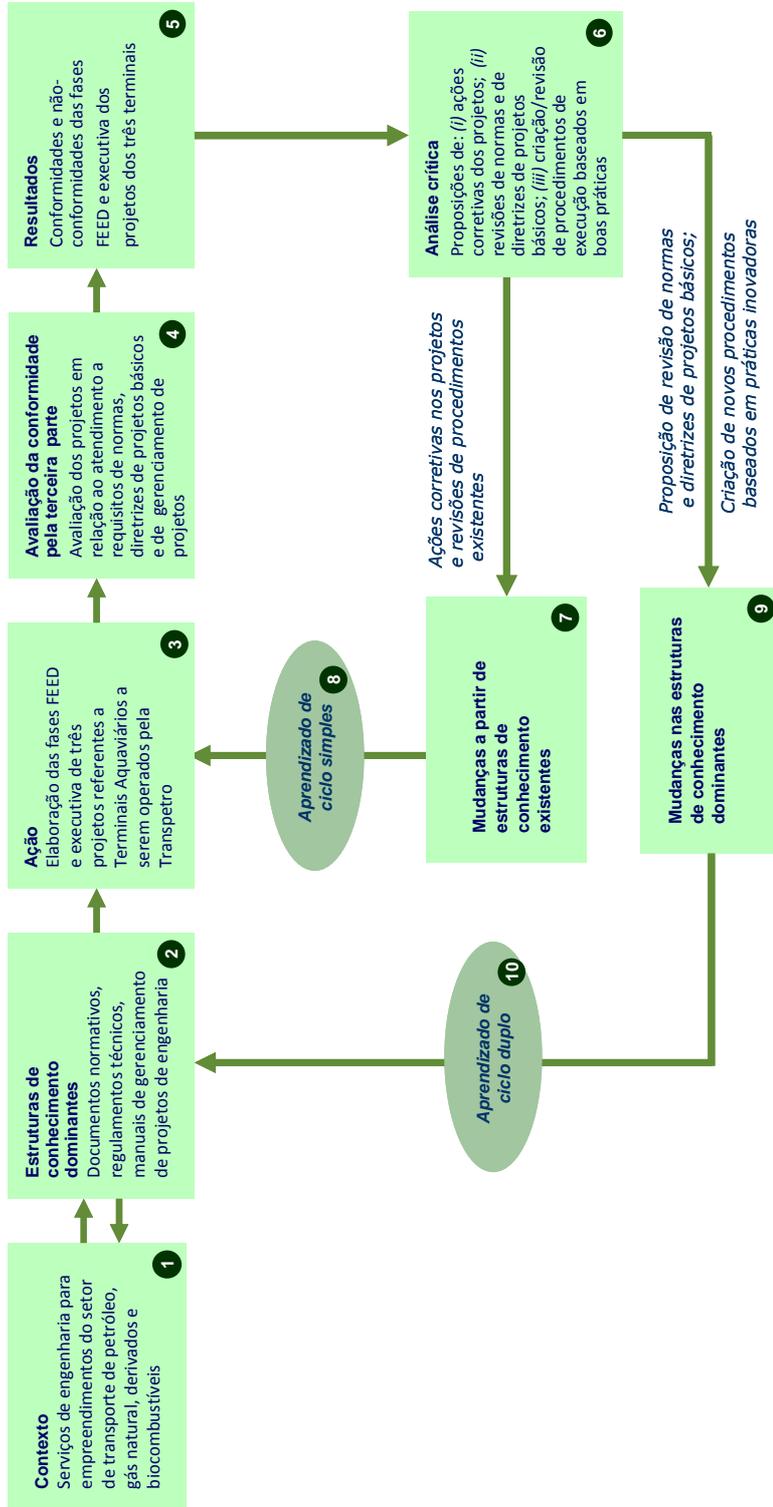


Figura 5.3 - Modelo conceitual de avaliação de conformidade como instrumento de aprendizagem em projetos de engenharia de grandes empreendimentos conduzidos segundo regime epecista

Fonte: Elaboração própria, a partir do modelo analítico representado na Figura 4.4

- análise crítica (bloco 6): objetiva identificar as ações de melhoria cabíveis em casos de não-conformidades dos projetos FEED e executivo, identificadas durante o processo de avaliação da conformidade pela terceira parte. Essas ações de melhoria podem ser de três tipos: (i) ações corretivas dos projetos propriamente ditos; (ii) proposições de revisão de normas Petrobras, normas internacionais aplicáveis, diretrizes dos projetos básicos, regulamentação técnica pertinente, legislação nacional incidente sobre essas atividades; e (iii) identificação de boas práticas de engenharia e de gerenciamento de projetos consideradas inovadoras, a partir das quais poderão ser gerados novos padrões de execução ou revisões de documentos normativos;
- mudanças nas estruturas de conhecimento existentes (bloco 7): o processo da avaliação da conformidade, particularmente a análise das principais incompatibilizações e erros detectados nos projetos FEED e executivo em relação os requisitos técnicos e legais, poderá propiciar mudanças nas estruturas de conhecimento existentes das entidades envolvidas (IETR/Engenharia/Petrobras; empresas epcistas e subcontratadas; a certificadora Bureau Veritas Brasil e a empresa cliente, a Transpetro).
- aprendizagem de ciclo simples (bloco 8): ocorre quando os resultados da avaliação da conformidade pela terceira parte geram mudanças nas fases FEED e executiva dos projetos em questão, com base nas ações corretivas propostas na etapa de análise crítica (blocos 6 e 7);
- mudanças nas estruturas de conhecimento dominantes (bloco 9): o processo da avaliação da conformidade pela terceira parte poderá gerar proposições de revisão de normas Petrobras, normas internacionais aplicáveis, diretrizes dos projetos básicos, regulamentação técnica pertinente, legislação nacional incidente sobre essas atividades, bem como criar novos padrões de execução baseados em boas práticas de engenharia e de gerenciamento de projetos consideradas inovadoras;
- aprendizagem de ciclo duplo (bloco 10): ocorre quando a avaliação gera mudanças nos valores da teoria aplicada da organização, bem como nas suas estratégias e pressupostos. Em outras palavras, a aprendizagem de

ciclo duplo está diretamente associada às mudanças nas estruturas de conhecimento dominantes (bloco 9).

Apresenta-se, a seguir em maior nível de detalhamento cada componente do modelo conceitual, referindo-se ao contexto institucional e socioproductivo da Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR), da Petrobras. Busca-se evidenciar seus interrelacionamentos e os mecanismos de mudança organizacional preconizados para as entidades envolvidas, tendo como premissa que a avaliação da conformidade dos projetos das fases *Front End Engineering Design* (FEED) e executiva referentes aos referidos terminais aquaviários da Transpetro constitui importante instrumento de aprendizagem organizacional.

5.3.1.

Contexto institucional e socioproductivo da IETR

O contexto organizacional e socioproductivo, no qual as unidades de análise do estudo de caso se inserem, é o segmento de serviços de engenharia para empreendimentos do setor de transporte de petróleo, gás natural, derivados e biocombustíveis, especialmente para grandes projetos de terminais aquaviários operados pela Petrobras Transporte S.A, subsidiária da Petrobras.

Os três projetos selecionados estão sendo conduzidos sob a responsabilidade da Unidade de Serviços da Engenharia da Petrobras, particularmente pela sua Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR), que, por sua vez, integra as atividades da Unidade de Implementação de Empreendimentos de Transporte Dutoviário, Gás e Energia, da Gerência Executiva de Engenharia da Petrobras (Ver Figura 5.4).

A Unidade de Serviços de Engenharia da Petrobras é responsável pela implementação dos empreendimentos da empresa, gerenciando desde a fase de concepção do empreendimento até a sua pré-operação, envolvendo as etapas de projeto, contratação do fornecimento de bens e serviços, fiscalização do cumprimento dos contratos, comissionamento e pré-operação da nova unidade. Essa Unidade tem como missão:

“Atuar de forma rentável nas atividades das indústrias de óleo, gás e energia, fornecendo serviços e soluções de engenharia, respeitando o meio ambiente e atendendo aos interesses das Unidades de Negócios” (Petrobras, 2010).

Para cumprir sua missão, a Unidade atua em três grandes segmentos:

- implementação de empreendimentos para o abastecimento onde as principais atividades estão relacionadas com a construção de novas unidades em refinarias e suas interligações;
- implementação de empreendimentos para exploração e produção onde as principais atividades estão relacionadas com a construção de plataformas de produção e conversão de navios em plataformas de produção e interligações submarinas;
- implementação de empreendimentos de gás e energia onde as principais atividades estão relacionadas com a construção de gasodutos, termelétricas e estações de compressão.

A Unidade de Serviços de Engenharia tem como principal processo a implementação de empreendimentos, sejam novos ou ampliações de projetos já existentes. Conforme a Empresa, o gerenciamento da implementação de novos empreendimentos é sempre um grande desafio. As etapas de concepção, projeto, contratação de fornecedores de bens e serviços, construção e montagem, condicionamento, partida, pré-operação, operação e descomissionamento de um novo empreendimento apresentam grande complexidade e envolvem vários setores da empresa, tais como as áreas: financeira, pesquisa, engenharia, contratação, fiscalização, operação etc.

Em todo território nacional, existem 28 Unidades de Implementação de Empreendimentos – UIEs, que têm como principais atribuições a aquisição de bens e serviços; logística; fiscalização de projeto executivo, construção e montagem, condicionamento, testes; assistência para pré-operação e entrega das instalações. A Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR) pertence a esse conjunto de UIEs.

A implementação de dois dos três terminais aquíviários da Transpetro, selecionados na presente pesquisa como unidades incorporadas ao estudo de caso único, integra o Plano de Antecipação da Produção de Gás– PLANGAS - da Petrobras, que será abordado na seção 5.4.

Finalmente, cabe ressaltar que mesmo que o contexto delimite ou restrinja as estruturas de conhecimento dominantes (bloco 2) e as ações (bloco 3), a empresa ainda têm condições de fazer escolhas e propor novos direcionamentos, desde que

haja um controle adequado e uma seleção dos meios para que os resultados almejados sejam atingidos (Almeida, 2006).

5.3.2. Estruturas de conhecimento dominantes

As estruturas de conhecimento dominantes (bloco 2) são utilizadas como base para colocar em prática os objetivos das organizações. No processo de avaliação da conformidade dos referidos projetos, esses conhecimentos compreendem, principalmente, as normas internacionais, normas nacionais e normas Petrobras; regulamentos técnicos e legislações que incidem sobre essas atividades (requisitos legais); diretrizes e documentos elaborados no projeto básico, dentre os quais, especificações técnicas, memórias de cálculo, memoriais descritivos, fluxogramas de engenharia, desenhos, especificações de *lay-out*; guia de boas práticas de engenharia, para citar alguns exemplos.

5.3.3. Ação

Conforme já mencionado, a modalidade de contrato que a Petrobras adotou para esses empreendimentos foi o modelo *Engineering, Procurement and Construction* (EPC), sendo que, em relação à elaboração das fases FEED e executiva dos referidos projetos, a contratante principal é a IETR (Figura 5.4). Essa Unidade centraliza as atividades e subcontrata outras empresas fornecedoras de serviços de engenharia.

Como já caracterizado no Capítulo 2, as fases de um grande empreendimento compreendem o estudo de viabilidade, o projeto básico, os projetos FEED e executivo (projeto de detalhamento), além da aquisição de equipamentos e materiais, construção e montagem, comissionamento/descomissionamento, pré-operação, partida e operação. Em relação aos projetos dos referidos Terminais, o estudo de viabilidade e o projeto básico ficaram a cargo da Petrobras (Unidade de Engenharia e Centro de Pesquisas – Cenpes), sendo que as fases FEED e executivas foram executadas pelas subcontratadas das epcistas, sob a responsabilidade das últimas.

5.3.4. Avaliação da conformidade

A institucionalização da avaliação da conformidade por uma terceira parte na IETR da Petrobras originou-se da necessidade da própria empresa de verificar o atendimento, pelas epcistas, às especificações contratuais dos projetos básicos, assim como o cumprimento dos requisitos normativos constantes dos respectivos contratos.

Para as fases FEED e executiva dos projetos dos três terminais aquaviários abordados neste caso, a empresa certificadora contratada pela IETR foi a Bureau Veritas do Brasil.

Visando atender às necessidades da IETR no que se refere a esses três empreendimentos, a certificadora elaborou uma metodologia customizada para essa Unidade da Petrobras, baseando-se na Norma ABNT NBR ISO IEC 17000 (ABNT/ISO, 2005). A metodologia utilizada pela certificadora é detalhada na seção 5.5 deste capítulo.

5.3.5. Resultados

O bloco 5 corresponde aos resultados alcançados pelo processo da avaliação da conformidade que refletem o grau de atendimento (ou não) das respectivas empresas epcistas e suas subcontratadas aos requisitos técnicos e legais que incidem sobre a elaboração dos projetos FEED e executivo dos três terminais aquaviários da Transpetro. Compreendem resultados de dois tipos: (i) conformidades; e (ii) não-conformidades.

Destacam-se como elementos principais deste bloco: (i) a indicação dos documentos críticos nas fases FEED e executiva dos respectivos projetos; (ii) o mapeamento dos principais erros oriundos da incompatibilização entre as disciplinas envolvidas (elétrica, civil, instrumentação e automação, processo e tubulação); (iii) o mapeamento de erros decorrentes de não-atendimento a requisitos de Normas Petrobras e regulamentos técnicos aplicáveis; e (iv) a proposição de recomendações para as entidades envolvidas (IETR/IETG/Engenharia/Petrobras, empresas contratadas e subcontratadas e a própria certificadora Bureau Veritas do Brasil).

A adoção da abordagem de aprendizagem organizacional, proposta por Argyris e Schön (1974; 1978; 1996) e descrita no capítulo 4, procura traduzir os resultados do processo da avaliação da conformidade em indicadores mensuráveis e de fácil aplicação, como serão apresentados nas seções 5.7 a 5.9, adiante.

5.3.6. Análise crítica

Nesta fase são identificadas as ações de melhoria cabíveis em casos de não-conformidades encontrados nos projetos dos terminais aquaviários de Pecém – Tecém (CE), Barra do Riacho (ES) e Ilha Comprida (RJ), em suas fases FEED e executiva, mediante avaliação da conformidade pela terceira parte.

As ações de melhoria são propostas, após a identificação dos principais documentos críticos, ou seja, documentos que possuem uma grande quantidade de comentários relativos a não conformidades, e a análise dos comentários elaborados pela equipe multidisciplinar da certificadora Bureau Veritas do Brasil.

Podem ser classificadas em: (i) ações corretivas dos projetos propriamente ditos; (ii) proposições de revisão de normas Petrobras, normas internacionais aplicáveis, diretrizes dos projetos básicos, regulamentação técnica pertinente, legislação nacional incidente sobre essas atividades; e (iii) identificação de boas práticas de engenharia e de gerenciamento de projetos consideradas inovadoras, a partir das quais poderão ser gerados novos padrões de execução ou revisões de documentos normativos.

Nas seções 5.7, 5.8 e 5.9, apresentam-se os principais erros identificados nos projetos nas fases FEED e executiva. Na seção 5.11, descrevem-se exemplos de ações corretivas no contexto de cada empreendimento analisado.

5.3.7. Mudanças nas estruturas de conhecimento e aprendizados

Referem-se aos blocos 7, 8, 9 e 10 do modelo conceitual. As mudanças nas estruturas de conhecimento e os ciclos de aprendizado, quer simples ou duplos, serão observados e registrados durante o desenvolvimento do estudo de caso, tendo como focos de análise as fases FEED e executiva de três projetos de terminais aquaviários. Para a futura adoção da abordagem integrada AC/AO pela IETR e Bureau Veritas do Brasil, recomenda-se o forte alinhamento dos trabalhos

da equipe de coordenação do processo da avaliação da conformidade aos conceitos e princípios da abordagem de Argyris e Schön (1974, 1978 e 1996) apresentados no capítulo 4.

5.4.

Unidades de análise: principal e incorporadas ao caso

Descrevem-se a seguir as unidades de análise do presente estudo de caso: a Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR), da Petrobras, como unidade principal, e os projetos dos Terminais Pecém-Tecém, Barra do Riacho e Ilha Comprida, sob a responsabilidade da IETR, selecionados como unidades incorporadas ao estudo de caso.

5.4.1.

A Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro

A Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR) é parte integrante da Unidade de Implementação de Empreendimentos de Transporte Dutoviário, Gás e Energia, da Gerência Executiva de Engenharia da Petrobras, como mostra a Figura 5.4.

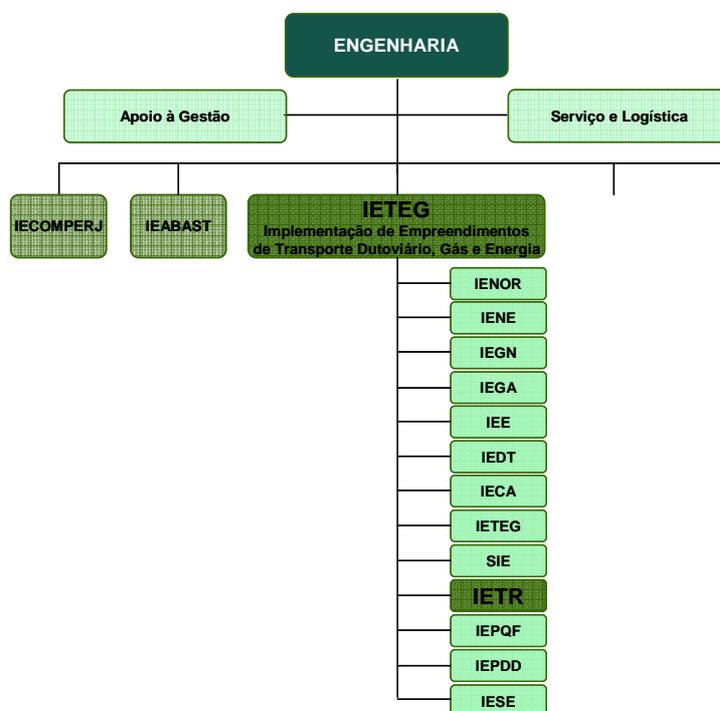


Figura 5.4 - Organograma parcial da Unidade de Engenharia da Petrobras, situando-se a Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR)

Fonte: Petrobras, 2010.

No contexto da presente estudo de caso, a unidade principal de análise é a Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR), responsável pelas atividades de fiscalização dos projetos FEED e executivo dos Terminais Aquaviários de Pecém – Tecém (CE); de Barra do Riacho (ES) e de Ilha Comprida (RJ). Após as fases de pré-operação e partida dos três empreendimentos, os Terminais serão administrados e operados pela Transpetro, subsidiária da Petrobras.

Conforme pode ser visto na Figura 5.4, encontram-se vinculadas à Unidade de Implementação de Transporte Dutoviária, Gás e Energia (IETEG), 13 Unidades de Implementação de Empreendimentos – UIEs, dentre elas a IETR.

Essas unidades têm como atribuições principais a aquisição de bens e serviços; gestão de grandes contratos com empresas de projetos; logística; fiscalização de projetos; construção e montagem; condicionamento e testes; assistência para pré-operação e entrega das instalações. Os principais clientes da IETG são as Unidades de Negócio e subsidiárias da Petrobras, como, por exemplo, as Unidade de Negócios (UNs) de Exploração e Produção (UN-Rio; UN-ES, dentre outras); as Unidades de Negócio do Abastecimento; a Transpetro; e as Unidades de Negócio vinculadas ao segmento de Gás e Energia.

A IETR, como subordinada à IETG, é responsável por todas as atividades diretamente relacionadas à implementação de empreendimentos de construção e montagem de dutos e terminais que serão operados pela Transpetro.

A Figura 5.5 detalha as atividades sob a responsabilidade da IETR, com destaque para as atividades nas quais se enquadram os três projetos abordados no presente estudo de caso.

Conforme apresentado na Figura 5.5, as atividades da IETR são: (i) construção e montagem (C&M) nas Regiões Norte e Nordeste; (ii) C&M no Rio Grande do Sul; (iii) C&M em São Paulo e na Região Centro-Oeste; (iv) C&M no Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo; (v) C&M em Santa Catarina e Paraná; (vi) licenciamento ambiental, qualidade, segurança e meio ambiente; (vii) projeto e suprimento; (viii) construção e montagem de dutos submarinos; (ix) planejamento e controle; (x) projeto e suprimento para as Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs); (xi) projeto e suprimento para o PLANGAS GLP; e (xii) construção e montagem para o Terminal Aquaviário de Barra do Riacho.

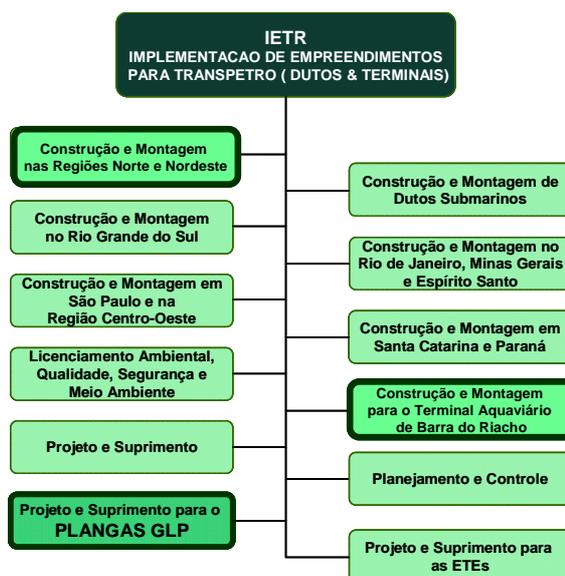


Figura 5.5 – Organograma detalhado da Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR)

Fonte: Petrobras, 2010.

O projeto do Terminal Aquaviário de Pecém-Tecém encontra-se sob a responsabilidade direta da Coordenação de Construção e Montagem nas Regiões Norte e Nordeste. Já as atividades de construção e montagem do Terminal de Barra do Riacho, embora estejam no contexto do PLANGAS, possui uma coordenação própria, conforme a estrutura organizacional representada na Figura 5.5. E, finalmente, o projeto do Terminal de Ilha Comprida está sob a Coordenação de Projetos e Suprimentos para o PLANGAS GLP.

Grandes empreendimentos estão sendo conduzidos pela IETR em decorrência da implementação do Plano de Antecipação da Produção de Gás–PLANGAS da Petrobras. Dentre os projetos abordados na presente pesquisa, dois integram esse Plano: o projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (ES) e o do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida (RJ).

Desde a crise política de 2006 na Bolívia, a questão da segurança do abastecimento de gás natural no Brasil ganhou destaque nos debates sobre a política energética nacional. Nesse sentido, o aumento da oferta nacional de gás e a diversificação das fontes externas de abastecimento tornaram-se prioridades, traduzidas em metas do Plano de Antecipação da Produção de Gás – PLANGAS. Esse é um Programa de Governo, que está sendo implementado pela Petrobras,

com o aval do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Seu objetivo é aumentar a oferta de gás das Bacias de Campos e do Espírito Santo às Regiões Sul e Sudeste do Brasil, reduzindo a dependência do País das importações desse produto e garantindo, dessa forma, o crescimento econômico dessas regiões.

A expansão da oferta doméstica de gás natural, principalmente a partir da exploração do imenso potencial de produção estimado do pré-sal, representa um importante fator de estímulo aos investimentos em diversos segmentos industriais. Estima-se que os investimentos exigidos pelo PLANGAS para o período de 2006 a 2012 atinjam US\$ 12 bilhões, sendo US\$ 9 bilhões no segmento de E&P e US\$ 3 bilhões na área de gás e energia da Petrobras. Além dos investimentos associados ao PLANGAS, a empresa vem desenvolvendo outros projetos com vistas à expansão da oferta de gás até o final desse período. Estima-se um acréscimo de 60 MMm³/d à produção nacional de gás natural, que deve chegar ao nível de 102 MMm³/d no final de 2012 (Petrobras, 2010).

Complementando-se a descrição do perfil da unidade principal do estudo de caso – a IETR – apresenta-se na Tabela 5.1 a distribuição dos funcionários nas respectivas atividades dessa Unidade da Gerência Executiva da Engenharia da Petrobras.

Tabela 5.1 - Distribuição de funcionários nas respectivas regiões de atividade da IETR

Regiões das atividades	Nº de funcionários Petrobras	Nº de funcionários contratados	Total de funcionários
Construção e Montagem nas Regiões Norte e Nordeste	9	27	36
Construção e Montagem de Dutos Submarinos	72	5	77
Construção e Montagem no Rio Grande do Sul	6	26	32
Construção e Montagem no Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo	19	89	108
Construção e Montagem em São Paulo e na Região Centro-Oeste	34	143	177
Construção e Montagem em Santa Catarina e Paraná	10	10	20
Licenciamento Ambiental, Qualidade, Segurança e Meio Ambiente	4	7	11
Construção e Montagem para o Terminal Aquaviário de Barra do Riacho	6	43	49
Projeto e Suprimento	5	13	18
Planejamento e Controle	4	30	34
Projeto e Suprimento para o PLANGAS GLP	2	4	6
Projeto e Suprimento para as ETES	1	4	5

Fonte: Petrobras, 2010.

Descrevem-se, a seguir, as três unidades incorporadas ao estudo de caso, a saber: (i) projeto do Terminal Pecém-Tecém (CE); (ii) Terminal de Barra do Riacho (ES); e (iii) Terminal de Ilha Comprida (RJ). Ressalta-se que somente as fases FEED e executiva foram objeto do processo de avaliação da conformidade pela certificadora Bureau Veritas do Brasil, como terceira parte.

5.4.2.

Projeto 1: Terminal Aquaviário Pecém – Tecém (CE)

Apresentam-se, a seguir, os principais itens do projeto básico referentes à construção do terminal aquaviário para recebimento, armazenamento e distribuição de óleo diesel, gasolina, querosene de aviação, álcool hidratado, álcool anidro, biodiesel e gás liquefeito de petróleo, localizado no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), localizado no município de Caucaia, Estado do Ceará.

O Terminal Aquaviário Pecém – Tecém destina-se ao abastecimento do mercado consumidor de combustíveis do Estado do Ceará, além da transferência de óleo diesel B, contendo 2% de biodiesel, e gasolina isenta de álcool anidro, para as áreas de Crato (CE) e Teresina (PI). O Terminal Aquaviário recebe GLP e gasolina, através do porto do Pecém, e álcool hidratado e anidro, através de descarregamento ferroviário para armazenamento e distribuição.

A Figura 5.6 apresenta uma vista do Terminal Aquaviário Pecém-Tecém.



Figura 5.6 – Vista do Terminal Aquaviário do Pecém-Tecém (CE)

Fonte: Petrobras, 2010.

Descrevem-se as principais áreas que contemplam as instalações do Terminal Pecém – Tecém: (i) área de dutos e estações receptoras de pigs; (ii) área de bombas de transferência, constituída pelas bombas que transferem dos tanques de recebimento para os tanques diários e, posteriormente, para o carregamento de caminhões-tanque; (iii) parque de armazenamento, constituído por todos os tanques de armazenamento do Terminal, conforme mostrado nas Tabela 5.2; e (iv) área de carregamento e descarregamento de caminhões-tanque e carregamento de navios no píer.

Tabela 5.2 – Capacidade de armazenamento dos tanques do Terminal Pecém-Tecém

Tanques	Produto	Quantidade de tanques	Capacidade total (m³)
Tanques diários de diesel B, diesel D, gasolina e QAV	Óleo Diesel D	2	29000
	Óleo Diesel B	2	25400
	Gasolina	2	29000
	Gasolina	1	12700
	QAV	2	15600
	Total	9	111700
Tanques de recebimento, através de caminhões, de álcool hidratado, álcool anidro e biodiesel.	AEAC	2	5200
	AEHC	2	3600
	Biodiesel	2	1600
	Total	6	10400
Tanques de recebimento, através de navios, de diesel B, diesel D, gasolina e QAV	Óleo Diesel D	2	5400
	Óleo Diesel B	2	3800
	Gasolina	4	7200
	QAV	2	2800
	Total	10	19200
Total Geral		25	141300

Fonte: Petrobras, 2010.

O sistema de carregamento e descarregamento será constituído, principalmente, por um pátio de estacionamento de caminhões; ilhas de carregamento; braços de carregamento; dispositivos de medição de vazão e supervisão e controle do enchimento dos caminhões; tubulações de interligação entre tanques, bombas e ilhas de carregamento; sistema de medição de vazão, supervisão e controle. Serão instaladas na casa de bombas duas bombas para transferência de produtos do terminal para navios no Píer.

O sistema de combate a incêndio terá bombas, um tanque de água de incêndio e um painel de supervisão e controle instalado na Sala de Controle.

O sistema de armazenamento de GLP será constituído de 4 (quatro) esferas de 3200m³ de capacidade nominal e o sistema de transferência de GLP irá atender à necessidade de escoamento da produção de 650 t/dia, com bombas de transferência para terceiros, bombas de carregamento de carretas e sistema de medição.

O sistema de supervisão e controle, também chamado de sistema supervisório, deverá possibilitar a supervisão e controle de todas as principais operações da área de armazenamento e carregamento.

5.4.3.

Projeto 2: Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (ES)

Apresentam-se, a seguir, os principais itens do projeto básico referente à construção do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (TABR), que será construído no município de Aracruz (ES). Incluem-se ainda os itens do projeto básico referentes a dois dutos, um para movimentação de GLP e outro para movimentação de C5+.

O objetivo da implantação desse projeto é aumentar a produção e a oferta de gás natural na Região Sudeste, conforme estabelecido no Plano de Produção Antecipada de Gás Natural. A construção do TABR e dos dois dutos permitirá o armazenamento e escoamento, através de navios, do GLP e do C5+ produzidos na Unidade de Tratamento de Gás (UTGC), na Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN), de Cacimbas, a partir do processamento do gás natural e do condensado produzidos nos campos da Bacia do Espírito Santo.

As principais instalações do projeto em Cacimbas são as seguintes: sistema de transferência de GLP das esferas para o duto de 8", estação de bombeamento de C5+ dos tanques para o duto de 8", duto terrestre para transferência de GLP de Cacimbas para o TABR e duto terrestre de transferência de C5+ de Cacimbas para o TABR.

As Figuras 5.7 e 5.8 ilustram o Projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (ES).



Figura 5.7 – Projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (ES)
Fonte: Petrobras, 2010.



Figura 5.8 – Vista do projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (ES)
Fonte: Petrobras, 2010.

Descrevem-se, a seguir, as principais áreas que integram as instalações do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho.

O TABR será instalado com área aproximada de 230000 m², localizada no porto de Barra do Riacho, administrado pela Companhia Docas do Estado do Espírito Santo, CODESA, município de Aracruz, localizado no estado do Espírito Santo, a 70 km ao norte da cidade de Vitória. Serão partes do Terminal as seguintes instalações. As principais instalações do projeto no TABR implementadas são as seguintes:

- três esferas com interligações para recebimento dos dutos, transferência interna entre esferas e envio para navios, simultaneamente;
- sistema para injeção de água nas esferas;
- três tanques para armazenamento de C5+ e três tanques para GLP refrigerado sendo um de 10000 t e dois de 5000 t cada;
- rede de combate a incêndio, instalada em bacia de captação;
- sistema de injeção de hipoclorito;
- sistema de captação e tratamento de água potável e rede de água de serviço;
- sistema e rede de ar comprimido;
- rede de gás inerte com *manifold* de interligação a tanque criogênico e evaporador a serem alugados aos futuros fornecedores de nitrogênio;
- linha de transmissão, subestação e rede para alimentação elétrica;
- sistema de tocha e sistema de gás combustível;
- estações para bombeamento de GLP pressurizado e de C5+ para navios;
- píer com tubulações para carregamento/d Descarregamento de navios pressurizados ou semi-refrigerados para GLP e de navios tanques para C5+;
- sistema de reliquefação de vapores de C5+ oriundos do carregamento de navios tanque;
- sistema de carregamento rodoviário de GLP;
- sistema de odorização;
- instalações prediais para administração, operação e manutenção;
- sistemas de drenagem;
- aquisição das variáveis operacionais com envio/interligação ao sistema supervisor e motorizarão de todas as válvulas que compõem o alinhamento operacional;
- sistemas de telecomunicação.

5.4.4.

Projeto 3: Terminal de Ilha Comprida (RJ)

O empreendimento consiste na implementação das instalações do Terminal de Ilha Comprida e de adaptações no Terminal de Ilha Redonda, ambos localizados no Rio de Janeiro. Esse empreendimento tem por objetivo permitir o armazenamento e o escoamento, através de navios, do GLP enviado pela REDUC, proveniente das unidades de processamento da própria REDUC e das unidades de processamento de Cabiúnas, a partir do processamento do condensado e do gás natural produzidos nos campos da Bacia de Campos.

Serão também instalados dois dutos para o escoamento do GLP que interligarão o Terminal de Ilha Redonda à REDUC.

O Terminal de Ilha Comprida será interligado, por sua vez, ao Terminal de Ilha Redonda, através de um pontilhão, que suportará as linhas de transferência de GLP, de processo e de utilidades.

Listam-se, a seguir, as principais instalações a serem implementadas: dois dutos marítimos para transferência de GLP da REDUC para a Ilha Redonda; sistema de recebimento de GLP por duto, armazenamento pressurizado, desidratação e refrigeração e escoamento através de navios refrigerados; sistema de armazenamento de GLP pressurizado; sistema de armazenamento de GLP refrigerado; unidade de Secagem de GLP; unidade de refrigeração de GLP; sistema de transferência de GLP para navios; sistema de transferência de GLP de navios para as esferas e tanques; e píer para navios de GLP e para navios de produtos químicos.

Serão também ampliados na REDUC os seguintes sistemas: novo sistema de transferência de GLP; interligações dos dutos novos com linhas existentes; instalação de medidores de vazão, pressão e temperatura (Ver Figura 5.9).

Descrevem-se, a seguir, as principais áreas que integram as instalações do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida (RJ).

O GLP pressurizado, oriundo da REDUC, chegará às instalações do Terminal de Ilha Redonda através de dois dutos, um de 8" e outro de 12". O projeto dos dutos prevê a transferência máxima de 450 m³/h GLP pelo duto de 12" e 160 m³/h pelo duto de 8". O Terminal de Ilha Redonda será interligado ao de Ilha Comprida, através de um pontilhão de aproximadamente 500 m de extensão,

por onde passará o *pipelack* interligando algumas linhas de processo e utilidades das duas unidades.



Figura 5.9 – Vista parcial do projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida (RJ)
Fonte: Petrobras, 2010.

O GLP pressurizado, recebido da REDUC, será acondicionado em três esferas, resfriado e reenviado a dois tanques de GLP refrigerados.

O Terminal de Ilha Comprida terá capacidade para refrigerar 120 t/h de GLP, com composição variando de 100% de butano a 100% de propano, com teor máximo de etano de 2% e de escoar o GLP, refrigerado ou pressurizado, via carregamento marítimo. O Terminal possuirá uma unidade de secagem de GLP, uma unidade de regeneração das torres de secagem, uma unidade de refrigeração, além de duas unidades de reliquefação de *boil off* e uma unidade de reliquefação de *flash*.

A interligação REDUC/Ilha Redonda terá duas linhas com aproximadamente 20,7 km de extensão, interligando os municípios de Duque de Caxias-RJ e Rio de Janeiro-RJ. As novas linhas terão um trecho terrestre, de aproximadamente 7 km de extensão, a partir da área de scrapers em Campos Elíseos, e um trecho marítimo, de 13,7 km de extensão, que vai até a área de scrapers da Ilha Redonda.

Para facilitar o fornecimento de utilidades e permitir o apoio operacional e logístico, existente na Ilha Redonda, será construída uma ponte de acesso interligando as ilhas, de aproximadamente 340 metros, com faixa para tubovia, passarela de acesso com largura de 3,10 metros e leito para passagem de cabos de energia, telefonia e dados.

O sistema de armazenamento de GLP pressurizado será constituído de 03 esferas e o sistema de armazenamento de GLP refrigerado consistirá de 02 tanques para GLP refrigerado.

A Unidade de Refrigeração de GLP deverá processar 120 t/h de propano. Já a Unidade de Secagem de GLP deverá desidratar o GLP armazenado nas esferas pressurizadas, permitindo a sua refrigeração e posterior armazenamento na tancagem refrigerada.

A Unidade de Regeneração deverá regenerar as torres de secagem, após a sua saturação, através da passagem de vapor de GLP superaquecido.

As instalações portuárias de Ilha Comprida compreendem, além do píer de granéis líquidos e gasosos, a construção de cais de atracação para embarcações de apoio destinadas ao transporte de passageiros, rampa de serviço para movimentação de barcas de cargas gerais e uma ponte de interligação entre as Ilha Redonda e Comprida.

O carregamento, tanto dos navios de GLP, como os de produtos químicos, deverá ser realizado por braços de carregamento automatizados. No lado oposto ao píer, será construído um cais para atracação de embarcações de apoio à operação.

5.5. A certificadora Bureau Veritas do Brasil

Descrevem-se, a seguir, as atividades da certificadora Bureau Veritas do Brasil, buscando-se contextualizar o processo de avaliação da conformidade dos três projetos da IETR, da Petrobras, por uma terceira parte.

5.5.1. Perfil da empresa

O grupo Bureau Veritas foi fundado em 1828, na França, como uma empresa de informações para companhias de seguros marítimos. No decorrer de

sua história, sua linha de negócios foi se expandindo para a indústria (1910), aeronáutica e espacial (1922), construção & facilidades (1929), comércio internacional (1984), certificação (1987), bens de consumo (1998), transporte e logística (1999), energia (2000) e telecomunicação & eletrônica (2001).

Atualmente, está presente em 140 países, com uma rede de mais de 900 escritórios e 146 laboratórios. A empresa emprega cerca de 40000 colaboradores e atende mais de 370000 clientes, em nível mundial. Suas áreas de atuação incluem os setores marítimo e *off-shore*, energia e processo, manufatura, transporte e logística, construção civil, aeronáutico e espacial, comércio internacional, alimentos e bens de consumo. A Tabela 5.3 apresenta as regiões de atuação do grupo Bureau Veritas e os respectivos quantitativos de países, escritórios, laboratórios e colaboradores por região.

Tabela 5.3 – Regiões de atuação do Grupo Bureau Veritas

Região	Nº de países	Nº de escritórios	Nº de laboratórios	Nº de colaboradores
Américas	30	161	34	8000
Europa, Oriente Médio & África (excluindo França)	87	362	53	10500
Ásia-Pacífico	22	227	78	13300
França	1	178	16	7300

Fonte: Bureau Veritas, 2010.

Presente há mais de 80 anos na América do Sul, a empresa possui uma rede de mais de 40 escritórios localizados em 11 países. No Brasil, os escritórios e laboratórios do grupo estão distribuídos estrategicamente em 11 cidades. A Tabela 5.4 mostra a localização geográfica das atividades do grupo no Brasil.

Tabela 5.4 – Localização geográfica dos escritórios do Grupo Bureau Veritas no Brasil

Localidade	Escritórios	Laboratórios	Divisão	Colaboradores
São Paulo	2	1	Certificação; Bens de Consumo; Comércio Internacional; Naval; Indústria.	679
Rio de Janeiro	3	1	Certificação; Bens de Consumo; Naval; Indústria.	598
Macaé	1	-	Certificação; Bens de Consumo; Naval; Indústria.	379
Curitiba	1	-	Certificação.	72
Santos	1	1	Comércio Internacional; Naval; Indústria.	71
Vitória	1	1	Certificação; Naval; Indústria.	70
Belo Horizonte	1	1	Certificação; Bens de Consumo; Indústria.	49

Tabela 5.4 – Localização geográfica dos escritórios do Grupo Bureau Veritas no Brasil (cont.)

Localidade	Escritórios	Laboratórios	Divisão	Colaboradores
Salvador	1	-	Certificação.	42
Porto Alegre	1	-	Certificação.	37
Brasília	1	-	Certificação; Bens de Consumo; Naval; Indústria.	8
Manaus	1	-	Certificação.	6

Fonte: Bureau Veritas, 2010.

A Figura 5.10 representa a estrutura organizacional da empresa no Brasil. Compreende quatro grandes áreas, a saber: Operações; Apoio; Comercial e Anasol. Para fins de contextualização do processo de avaliação da conformidade dos projetos selecionados, destaca-se na Figura 5.10 o Grupo de Óleo&Gás.

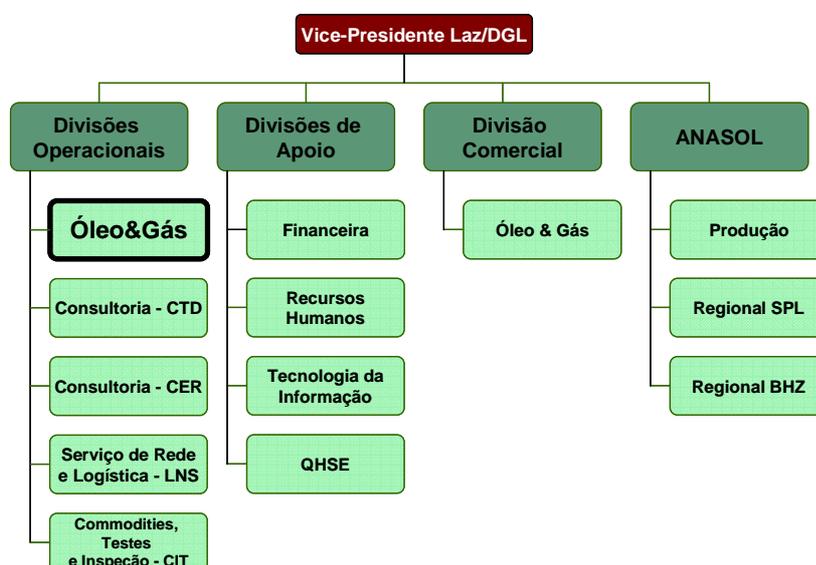


Figura 5.10 – Estrutura organizacional da Bureau Veritas do Brasil

Fonte: Bureau Veritas, 2010.

A Figura 5.11 mostra como a estrutura do Grupo de Óleo&Gás. Como pode ser visualizado nesta Figura, o Grupo de Óleo&Gás encontra-se organizado em cinco setores, a saber: (i) Estudos e Análises de Engenharia; (ii) Serviços de (iii) Inspeção; (iv) Regional Macaé; e (v) Marítimas e *Offshore*. As atividades de avaliação da conformidade de projetos de engenharia são destacadas logo abaixo do setor “Estudos e Análises de Engenharia”, no subgrupo denominado “Análise de Projeto e Estudo de Engenharia”. Vale destacar que existem várias unidades nesse subgrupo, os quais podem ser permanentes ou temporários, dependendo do volume de trabalho ou da existência de contratos especiais.

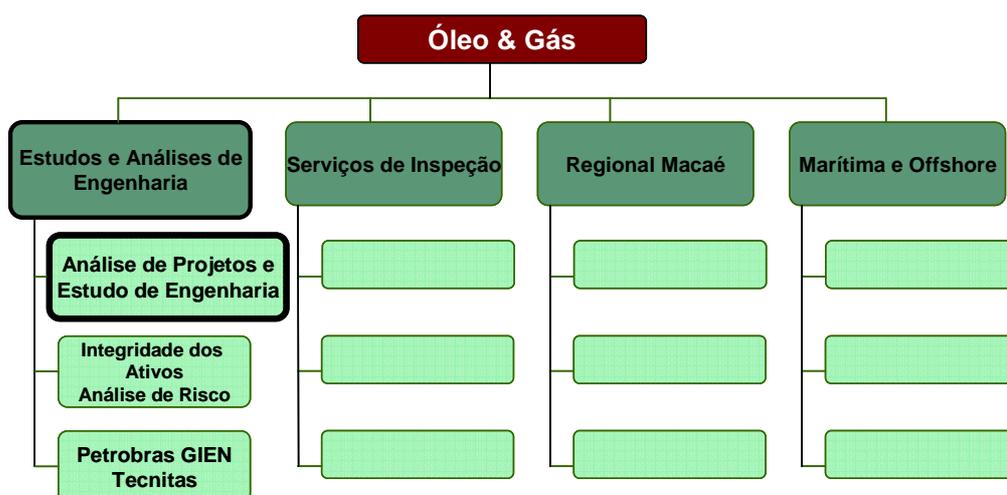


Figura 5.11 – Estrutura organizacional da Divisão de Óleo&Gás da Bureau Veritas do Brasil

Fonte: Bureau Veritas, 2010.

As principais atividades do subgrupo “Análise de Projeto e Estudo de Engenharia” estão voltadas para área naval, industrial, *onshore* e *offshore*, destacando-se análises de projetos e equipamentos, estudos técnicos, estudos de análise de riscos e consultoria em gerenciamento da integridade de ativos (*Asset Integrity Management*).

Descrevem-se, a seguir, as atribuições de cada uma das unidades subordinadas ao subgrupo “Análise de Projeto e Estudo de Engenharia”.

A Unidade de Análise de Projetos Marítimos é responsável pelas atividades de análise de projetos de navios, embarcações e unidades marítimas e *offshore* e seus equipamentos. Examina a documentação de projeto de plataformas e sistemas fixos e móveis de prospecção, produção e transporte marítimo de petróleo e de outras unidades móveis ou fixas de serviço marítimo.

A Unidade de Consultoria Técnica atua nas atividades de assessoria técnica, elaboração de estudos de viabilidade, avaliação de projetos, análise de riscos, análise de condições ambientais, cálculos de estabilidade, análise estrutural, consultoria marítima e *offshore* e estudos de arquitetura naval, dentre outras atividades.

A Unidade de Análise de Projetos Industriais é responsável pela análise da documentação de projetos industriais e nela se inserem as atividades de avaliação da conformidade de projetos de engenharia.

O prazo do contrato entre a IETR da Petrobras e a certificadora Bureau Veritas do Brasil referente à avaliação da conformidade dos projetos da IETR irá até final de 2011. Desde o início do contrato, em 2007, até a presente data, já foram certificados vários projetos, dentre os quais se destacam:

- certificação dos documentos do projeto executivo para interligação de uma nova esfera no Terminal Aquaviário de Belém/PA;
- certificação dos documentos do projeto executivo para interligação de uma nova esfera no Terminal Aquaviário de São Luis/MA;
- certificação dos documentos do projeto FEED das modificações em instalações existentes, da Transpetro localizadas na região de São Paulo;
- certificação do projeto executivo dos “*scrapers*” e estação de medição de dutos para o PLANGAS – estação de Campos Elíseos;
- certificação dos documentos relativos ao projeto FEED das modificações em instalações existentes da Transpetro, localizadas na Estação de Campos Elíseos Estado do Rio de Janeiro;
- certificação do projeto FEED para instalação de válvulas de controle de pressão a jusante do scraper do oleoduto OCAB – Estação de Cabiúnas;
- certificação do projeto executivo para adequação dos dutos PLANGÁS: GLP 12", GLP 8", OSDUC II, OSDUC IV;
- certificação do projeto executivo para instalação de emissário submarino e sua interligação com ETE no Terminal Aquaviário de São Sebastião;
- certificação do projeto executivo de segregação de águas e construção de um tanque de água de formação no TEBIG.

5.5.2. Processo de avaliação da conformidade pela certificadora

Inicialmente, realizam-se uma ou mais reuniões com os principais atores que participarão do processo de certificação, visando definir os objetivos da certificação, o sistema de gerenciamento de documentos do projeto, os critérios para a avaliação da conformidade e tratamento das não- conformidades, o cronograma de trabalho, incluindo prioridades. Nessas ocasiões, participam representantes das principais entidades envolvidas e da certificadora, que apresenta formalmente a equipe multidisciplinar, responsável pela análise dos

documentos e avaliação da conformidade, aos gestores do projeto (da empresa contratante e da empresa epcista). É muito comum que a empresa epcista subcontrate as atividades relacionadas ao projeto de engenharia e, nesse caso, a comunicação durante o processo envolverá outros agentes, além dos mencionados acima.

Na primeira etapa do processo de certificação, apresenta-se a descrição geral do projeto e define-se a sistemática de fornecimento, por parte da contratante (neste caso, a IETR, da Petrobras) da documentação do projeto básico, das especificações técnicas, memórias descritivas, fluxogramas, desenhos, diagramas, conjunto de normas técnicas e regulamentos aplicáveis.

A partir dessas definições, a certificadora apresenta aos gestores do contrato (da contratante e da própria certificadora) o organograma da equipe técnica responsável pelo projeto, quem será o gerente do contrato, o coordenador técnico, a equipe de planejamento e responsáveis pela análise da documentação de cada disciplina básica (engenharia civil, processo, elétrica, mecânica, instrumentação, tubulação, dentre outras). Dependendo do contrato, outras disciplinas podem ser contempladas, dentre elas: estruturas metálicas, arquitetura, dutos rígidos e flexíveis, automação, segurança, processo, utilidades, caldeiraria, naval, hidrodinâmica, ancoragem e integridade.

Conforme mencionado no Capítulo 2, o projeto de engenharia de um grande empreendimento compreende as seguintes fases: pré-projeto, projeto básico, projeto FEED e o projeto executivo, sendo normalmente o pré-projeto e projeto básico executados pela contratante, no caso a IETR, da Petrobras. As outras fases são realizadas pelas empresas contratadas (epcistas) e suas subcontratadas. A certificação do projeto por uma terceira parte visa garantir que o projeto, depois de executado, demonstre que seu objeto seja seguro para operar dentro das condições operacionais e premissas estabelecidas previamente. O processo de certificação contempla as seguintes atividades:

- verificação da qualificação dos profissionais da projetista;
- verificação da adequação do sistema da qualidade da projetista;
- verificação da consistência dos documentos do projeto entre si;

- verificação dos principais documentos do projeto, focando aspectos técnicos de elaboração, tais como, dimensionamento, memórias de cálculo, especificação de materiais e equipamentos, inconsistências, etc;
- verificação da consistência dos documentos do projeto em relação ao atendimento aos requisitos das normas da Petrobras aplicáveis a cada um deles;
- verificação da consistência dos documentos do projeto em relação ao atendimento aos requisitos das normas brasileiras e internacionais aplicáveis, ou exigidas, a cada um deles;
- verificação do atendimento da projetista, no projeto detalhado, aos requisitos de segurança, meio ambiente e saúde (SMS) estabelecidos pela Petrobras e pela legislação vigente,
- emissão de certificados de conformidade, atestando que o projeto está em conformidade com todos os requisitos aplicáveis, na legislação vigente, no contrato e em seus anexos.

Todos os documentos alvo do processo de certificação no contexto dos projetos FEED ou executivos são recebidos da projetista, via e-mail, com as respectivas Guias de Remessa de Documentos Técnicos (GRDT). Esses são publicados no Protocolo de Transferência de Arquivos (FTP) e a certificadora passa a arquivá-los em seu sistema de documentação.

Com o objetivo de disponibilizar um meio mutuamente acessível e confiável para transmitir e armazenar informações do projeto, disponibilizando simultaneamente as informações a toda equipe envolvida na certificação, a certificadora Bureau Veritas utiliza um sistema informatizado de gerenciamento de projetos próprio. Os principais recursos e funcionalidades desse sistema são:

- gerenciamento de documentos: essa funcionalidade consiste no armazenamento dos documentos do projeto em um único local. O sistema permite que os usuários façam *downloading*, *uploading* e insiram comentários aos arquivos;
- controle de revisões: essa funcionalidade permite armazenar e acessar diversas revisões de um mesmo documento, além de registrar quem fez e quando foram realizadas as revisões;
- visualização de arquivos;

- envio de comunicados;
- monitoramento do sistema: essa funcionalidade permite controlar os principais eventos do sistema;
- sistema de busca: essa funcionalidade constitui-se em uma forma rápida e prática do usuário procurar documentos, usuários, etc;
- fluxo de trabalho (*workflow*) do projeto: compreende o controle de fluxo e de informações no processo, ou seja, mediante essa funcionalidade, os membros da equipe de projeto podem trabalhar colaborativamente, requerendo informações e acessando ordens de mudança e regras que orientam o processo de execução de tarefas.
- cronograma e calendário; essa funcionalidade permite que tarefas sejam gerenciadas em uma agenda centralizada, permitindo rápida consulta e confiança nas informações;
- arquivamento do projeto: permite que todas as informações de um projeto possa ser armazenada em dispositivos de mídia;
- visualização estatística do projeto: essa funcionalidade permite aos membros da equipe visualizar um resumo das ações realizadas, como por exemplo, o número de documentos inseridos no sistema.

Apesar de todas as funcionalidades proporcionadas pelo sistema de gerenciamento de documentos, o papel do coordenador é primordial. Além da sua atribuição principal de integrar e orientar a equipe multidisciplinar, suas funções específicas incluem:

- selecionar e aprovar as informações para então liberá-las ao sistema;
- providenciar registro da documentação recebida e enviada;
- distribuir os documentos do projeto para a equipe técnica, conforme as disciplinas envolvidas;
- promover o encontro da equipe técnica da certificadora Bureau Veritas, da projetista e da contratante (IETR, da Petrobras), sempre que o andamento do projeto assim o exigir;
- receber e registrar eventuais comentários da IETR;
- revisar e consolidar os comentários elaborados pela equipe técnica e enviá-los para a projetista e a IETR;

- controlar e registrar o andamento do projeto, mediante emissão mensal de relatório específico.

Para fins da presente dissertação, considera-se importante apresentar informações adicionais do processo de certificação referentes à codificação da documentação e seu fluxo.

Os códigos a serem atribuídos aos documentos objetos da certificação seguem os requisitos da norma Petrobras N-1710 (Petrobras, 2009), referente à codificação de documentos técnicos de engenharia. Essa Norma tem por objetivo uniformizar e sistematizar a codificação de todos os documentos técnicos de engenharia e padronizar as terminologias entre as unidades da Petrobras, empresas contratadas, subcontratadas e a certificadora de terceira parte.

Segundo a Norma Petrobras N-1710, a estrutura da codificação do documento de engenharia é constituída de sete grupos básicos, a saber:

Grupo 0: identificação do idioma;

Grupo 1: Categoria do documento;

Grupo 2: Identificação da instalação;

Grupo 3: Áreas de atividades;

Grupo 4: Classe de serviços, equipamentos e materiais;

Grupo 5: Ordem do documento;

Grupo 6: Cronológico.

Conforme o anexo "A" da referida norma, as categorias dos documentos podem ser identificadas pelos códigos e descrições apresentadas no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 - Categoria de documentos segundo a Norma Petrobras N-1710

Categoria do Documento	Descrição	Utilização
CE	Certificado	Certificados de inspeção, de conclusão de montagem, de aferição de instrumentos, de auditoria, entre outros.
CR	Cronograma	Diagramas de barras, de caminho crítico e assemelhado.
DB	"Data-Book"	Conjunto de documentos referentes a um equipamento ou instalação, que pode ser composto por: certificado, desenho, memorial descritivo, lista, relatório e outros.
DE	Desenho	Planta, curvas de níveis, tabela, ábaco, gráfico, croqui, diagrama, fluxograma, anteprojeto e símbolos.
ET	Especificação Técnica	Critérios de projeto, especificação de materiais, sistemas e equipamentos, especificação de processo ou instalações.
IS	Isométrico	Específico para desenhos em axometria ou em perspectiva cavaleira de sistemas de tubulações.

Quadro 5.1 - Categoria de documentos segundo a Norma Petrobras N-1710 (cont.)

Categoria do Documento	Descrição	Utilização
LA	Laudo	Parecer envolvendo aspectos de engenharia emitidos para fins legais do tipo: processo formal de partilha, de perícia ou avaliação, perícia ambiental e assemelhada.
LD	Lista	Relação de equipamentos, de instrumentos, de materiais, de suportes, de cabos (não se aplica a lista de linhas, que utiliza o código FD – Folha de Dados).
MA	Manual	Manuais de operação, de manutenção, de equipamento, de instrumentação, da embarcação, da garantia da qualidade, "data-books" e outros.
MC	Memória de Cálculo	Sem comentários (auto-explicativo).
MD	Memorial Descritivo	Documento que descreve um conjunto de atividades, serviços ou processos e outros.
PT	Parecer Técnico	Parecer para aquisição de sistemas, equipamentos e materiais.
RL	Relatório	Relatórios de resultados, de estudo técnico, de levantamento de campo.
RM	Requisição de Materiais	Documento para aquisição de sistema, equipamentos e materiais.

Fonte: Norma Petrobras N-1710, 2009.

O Grupo 4 - Classe de serviços, equipamentos e materiais – da estrutura de codificação é constituído por 3 caracteres, que representam serviços específicos, equipamentos ou materiais utilizados em determinada área de atividade. A configuração do Grupo 4 é apresentada no Quadro 5.2. abaixo.

Quadro 5.2 - Categoria de serviços

Classe de serviço	Grupo
100	Construção civil, arquitetura e urbanismo
200	Tubulação
300	Máquinas
400	Transferência de calor
500	Caldeira
600	Equipamentos mecânicos
700	Eleticidade, eletrônica e telecomunicações
800	Instrumentação e automação
900	Serviços diversos

Fonte: Norma Petrobras N-1710, 2009.

A título de ilustração, um documento codificado por “DE-5210-2212-200-PDI-005” pertence à categoria “Desenho” e à classe de serviço “Tubulação”.

Após a empresa projetista anexar os documentos a serem analisados no FTP e enviar a comunicação por e-mail para a certificadora, a equipe de gerenciamento

do projeto verifica se o documento em questão encontra-se ou não registrado no sistema informatizado de gerenciamento de documentos.

Caso ele não esteja ainda registrado, significa que é um documento com emissão original e que não passou por nenhuma análise interna. Deve ser, portanto, cadastrado e incorporado ao sistema no campo "Documento em análise", ficando à disposição da equipe técnica para verificação, análise e comentários registrados em Folha de *Status* padrão (FS).

Após conclusão da análise e elaboração dos comentários na folha de *status*, ela é enviada ao coordenador do projeto para sua verificação e aprovação. Caso haja algum questionamento em relação à análise, a mesma retornará para o responsável pela elaboração dos comentários, que agrega os comentários realizados pelo coordenador. Caso a Folha de *Status* seja aprovada pelo coordenador, a documentação é anexada à FTP e emitida uma Guia de Remessa de Documentos Técnicos (GRDT) à projetista via e-mail.

A Figura 5.12 representa esquematicamente o fluxo do documento recebido pela primeira vez.

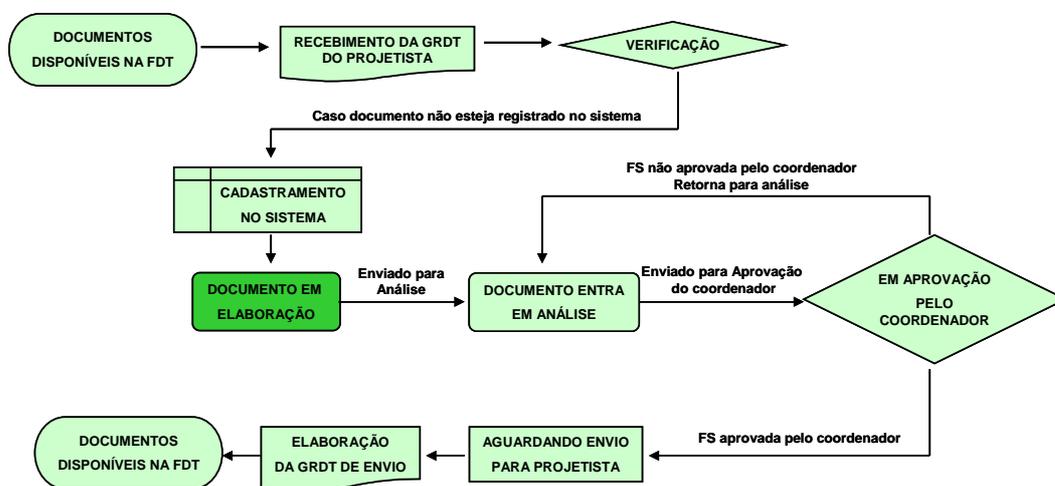


Figura 5.12 - Fluxo do documento recebido pela primeira vez

Fonte: Bureau Veritas do Brasil, 2010.

Caso o documento anexado à FTP já se encontre registrado no sistema de gerenciamento de documentos da certificadora, significa que ele já passou por alguma análise e contém comentários registrados em sua folha de *status*. Esse documento é então cadastrado e fica retido no campo "Documento revisado em

análise", ficando à disposição da equipe técnica para a verificação ao atendimento dos comentários inseridos na Folha de *Status*, conforme mostra a Figura 5.13.

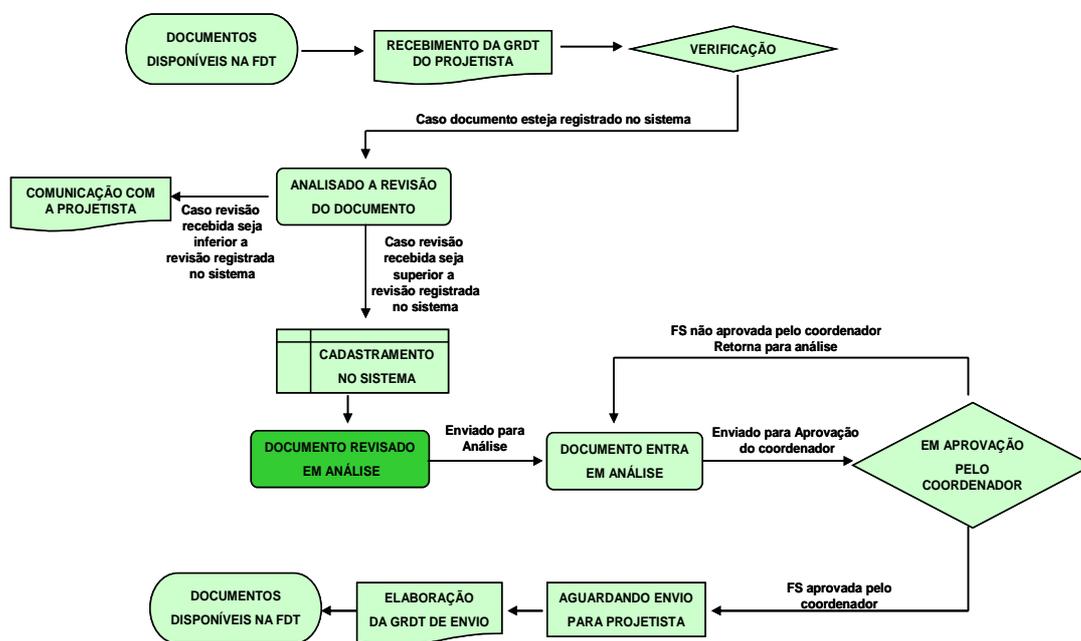


Figura 5.13 - Fluxo do documento já registrado no sistema

Fonte: Bureau Veritas, 2010.

Após conclusão dessa etapa, a Folha de *Status* é enviada ao coordenador do projeto para sua verificação e aprovação. No caso da Folha de *Status* ser logo aprovada pelo coordenador, a documentação é anexada à FTP e é emitida uma Guia de Remessa de Documentos Técnicos (GRDT) à projetista via e-mail. Caso contrário, retornará ao analista, como representado na Figura 5.13.

Depois de concluída a inserção dos documentos no sistema de gerenciamento, os responsáveis pelas respectivas disciplinas de projeto (engenharia civil, tubulação, instrumentação, dentre outras) identificam as prioridades e distribuem as tarefas à equipe técnica. O procedimento de análise consiste em identificar todos os documentos referenciados e verificar se os requisitos das normas aplicáveis ao documento foram atendidos, se as especificações técnicas do pré-projeto e ou projeto básico foram seguidas, se as memórias descritivas do pré-projeto e ou projeto básico e outros estão alinhadas às fases subseqüente do projeto de detalhamento (FEED e executiva).

"status", sendo também registrado no sistema de gerenciamento e enviado para a aprovação do coordenador técnico do projeto. Após verificação e aprovação pelo coordenador técnico, segue-se o mesmo procedimento descrito acima.

Vale destacar que a emissão e revisão de documentos técnicos de um projeto cujo proprietário é Petrobras devem seguir os requisitos técnicos e práticas recomendadas da Norma Petrobras N-2064, cujo título é “Emissão e Revisão de Documentos de Projeto” (Petrobras, 2003). A título de ilustração, apresentam-se alguns desses requisitos:

- a emissão original é considerada “revisão zero” (rev. 0) e deve ser assim indicada no campo próprio dos documentos;
- qualquer modificação em uma página ou folha de um documento de projeto, que tenha uma única página para indicação de aprovação, caracteriza uma revisão de todo o documento. As revisões devem ser identificadas por letras maiúsculas, segundo a seqüência alfabética;
- o motivo da revisão do documento deve ser descrito sucintamente no local indicado.

O conjunto das principais Normas Petrobras aplicáveis às fases FEED e executiva dos três projetos selecionados, encontram-se apresentadas no Capítulo 3, especificamente no Quadro 3.1. Descreve-se, a seguir, como foram coletados e organizados os dados referentes aos documentos dos três projetos, tendo em vista a questão e proposições do estudo de caso (Seção 5.1).

5.6. Coleta e organização dos dados

Os dados das fases FEED e executiva dos três projetos foram coletados por consulta direta ao sistema de gerenciamento de documentos dos respectivos projetos, que é uma ferramenta de suporte disponível para as equipes envolvidas no processo de avaliação da conformidade pela certificadora Bureau Veritas do Brasil. Após a coleta, os dados foram formatados e organizados em planilhas excel por projeto, a fim de facilitar a análise posterior, tendo em vista a obtenção de respostas às questões desta pesquisa. As Tabelas 5.5 a 5.7 mostram como os dados coletados foram classificados segundo onze disciplinas de projeto e onze tipos de documentos.

A documentação das fases FEED e executiva, objeto da avaliação do projeto do Terminal Aquaviário de Pecém-Tecém, compreende 1095 documentos. A Tabela 5.5 apresenta a distribuição desses documentos por disciplina de projeto e por categoria de documento e mostra que as categorias de documentos mais importantes são desenho (DE) e folha de dados (FD) e que as disciplinas com maior percentual de documentos são: engenharia civil, elétrica e mecânica, com 22,8%, 19,2% e 18,9%, respectivamente.

Já a documentação das fases FEED e executiva do projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho compreende 4700 documentos. A Tabela 5.6 apresenta a distribuição desses documentos por categoria de documentos e por disciplina de projeto, mostrando que as categorias mais importantes são isométrico (IS), com 36,7% do total de documentos, e desenho (DE), com 35,7%. Conforme a Tabela 5.6, as disciplinas com maior percentual de documentos são tubulação (47,3%) e civil (19,9%).

Finalmente, a coleta de dados referente à documentação das fases FEED e executiva do projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida identificou e classificou 4172 documentos. A Tabela 5.7 destaca que as categorias de documentos mais importantes são desenho (DE) e requisição de material, com, respectivamente, 26,6% e 12,9%. As disciplinas com maior percentual de documentos são tubulação, instrumentação e civil, com, respectivamente, 44,2%, 19,1% e 14,8% do total de documentos coletados e classificados para posterior análise.

Tabela 5.5 – Distribuição da documentação do Projeto do Terminal de Pecém-Tecém por disciplina e categoria de documento

Disciplina de projeto	Categoria de documento											Total	%	
	DE	ET	FD	LI	LM	MC	RM	MD	RL	MA	IS			
Ar condicionado e ventilação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Arquitetura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Caldeiraria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Civil	202	5		18		13		10	2	0	0	250	22,8	
Elétrica	96	1	101	11		0	44	3	0			210	19,2	
Estrutura metálica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
Instrumentação	37	1	43	31			44	3				159	14,5	
Mecânica	68		100	9		30						207	18,9	

Tabela 5.5 – Distribuição da documentação do Projeto do Terminal de Pecém-Tecém por disciplina e categoria de documento (cont.)

Disciplina de projeto	Categoria de documento											Total	%
	DE	ET	FD	LI	LM	MC	RM	MD	RL	MA	IS		
Processo	29	7	80	2		12		5				135	12,3
Telecom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Tubulação	66	3	1	7		23	34					134	12,2
Total por categoria	498	17	325	78		79	78	18	2			1095	
% por categoria	45,5	1,6	29,7	7,1		7,2	7,1	1,6	0,2	0,0	0,0		100,0

Fonte: Elaboração própria, a partir de consulta ao sistema de gerenciamento de documentos do projeto.

Legenda: DE - Desenho ; ET - Especificação Técnica; FD - Folha de Dados; LI - Lista; LM - Lista de Materiais ; MC - Memória de Cálculo; RM - Requisição de Material; MD - Memorial Descritivo; RL - Relatório; MA - Manual; IS - Isométrico.

Tabela 5.6 – Distribuição da documentação do Projeto do Terminal de Barra do Riacho por disciplina e categoria de documento

Disciplina de projeto	Categoria de documento											Total	%
	DE	ET	FD	LI	LM	MC	RM	MD	RL	MA	IS		
Ar condicionado e ventilação	42	2	33	5	1	15	16	0	0	0	0	114	2,4
Arquitetura	165	9	0	24	0	0	0	22	0	0	0	220	4,7
Caldeiraria	0	0	42	0	0	0	12	0	5	0	0	59	1,3
Civil	763	4		18	0	110	0	7	5	0	0	935	19,9
Elétrica	120	8	100	11	0	13	17	3	6	0	0	304	6,5
Estrutura metálica	125	0	0	0	0	26	0	1	0	0	0	153	3,3
Instrumentação	35	0	178	31	0	33	51	2	0	0	0	307	6,5
Mecânica	1	2	24	9	0	0	13		1	0	0	42	0,9
Processo	65	5	24	2	0	7	5	2	1	1	0	114	2,4
Telecom	119	36	39	0	0	0	15	2	0	0	0	230	4,9
Tubulação	242	2	0	7	0	136	72		1	0	1726	2222	47,3
Total por categoria	1677	68	440	188	1	340	201	39	19	1	1726	4700	
% por categoria	35,7	1,4	9,4	4,0	0,02	7,2	4,3	0,8	0,4	0,04	36,7		100,0

Fonte: Elaboração própria, a partir de consulta ao sistema de gerenciamento de documentos do projeto.

Legenda: DE - Desenho ; ET - Especificação Técnica; FD - Folha de Dados; LI - Lista; LM - Lista de Materiais ; MC - Memória de Cálculo; RM - Requisição de Material; MD - Memorial Descritivo; RL - Relatório; MA - Manual; IS - Isométrico.

Tabela 5.7 – Distribuição da documentação do Projeto do Terminal de Ilha Comprida por disciplina e categoria de documento

Disciplina de projeto	Categoria de documento											Total	%
	DE	ET	FD	LI	LM	MC	RM	MD	RL	MA	IS		
Ar condicionado e ventilação	12	1	12	1	0	3	1	1	0	0		31	0,7
Arquitetura	51	9		10	0	0	0	9	0	0	0	79	1,9
Caldeiraria	0		3	2	0	0	6	0	0	0	0	11	0,3
Civil	379	24		56	0	101		54	1	0	1	616	14,8
Elétrica	142	0	93	64	0	26	42	2	0	0		369	8,8
Estrutura metálica	90	0	0	17	0	14	0	0	0	0	0	121	2,9
Instrumentação	168	5	188	128	0	33	271	3	0	0	0	796	19,1
Mecânica	1	11	56	1	0	0	42	1	0	0	0	112	2,7
Processo	52	7	19	7	0	7	7	3	1	1	0	104	2,5
Telecom	42	9		21	0		16	0	0	0	0	88	2,1
Tubulação	171	2		66	0	150	153	0	0	0	1303	1845	44,2
Total por categoria	1108	68	371	373	0	334	538	73	2	1	1304	4172	
% por categoria	26,6	1,6	8,9	8,9	0,0	8,0	12,9	1,8	0,04	0,02	31,3		100,0

Fonte: Elaboração própria, a partir de consulta ao sistema de gerenciamento de documentos do projeto.

Legenda: DE - Desenho ; ET - Especificação Técnica; FD - Folha de Dados; LI - Lista; LM - Lista de Materiais ; MC - Memória de Cálculo; RM - Requisição de Material; MD - Memorial Descritivo; RL - Relatório; MA - Manual; IS - Isométrico.

Apresentam-se nas Figuras 5.15 e 5.16 a distribuição dos 9967 documentos por disciplina e por categoria de documento.

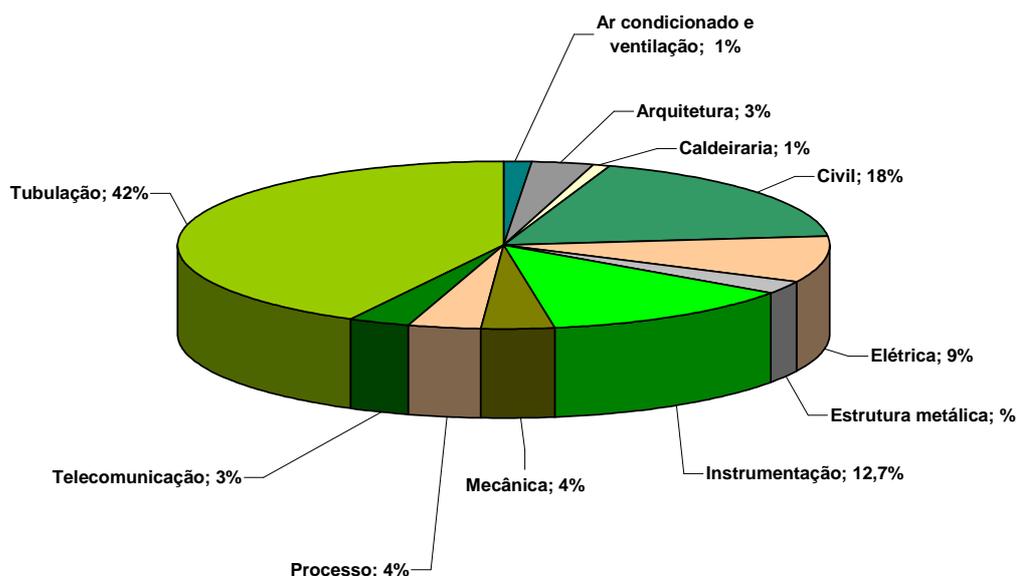


Figura 5.15 – Distribuição dos documentos dos projetos por disciplina

Fonte: Elaboração própria, a partir de consulta ao sistema de gerenciamento de documentos do projeto.

Quanto ao número de documentos a serem analisados no processo de avaliação da conformidade, as disciplinas mais importantes são: tubulação (42,1% do total dos documentos coletados); civil (18,1%) e instrumentação (12,7%).

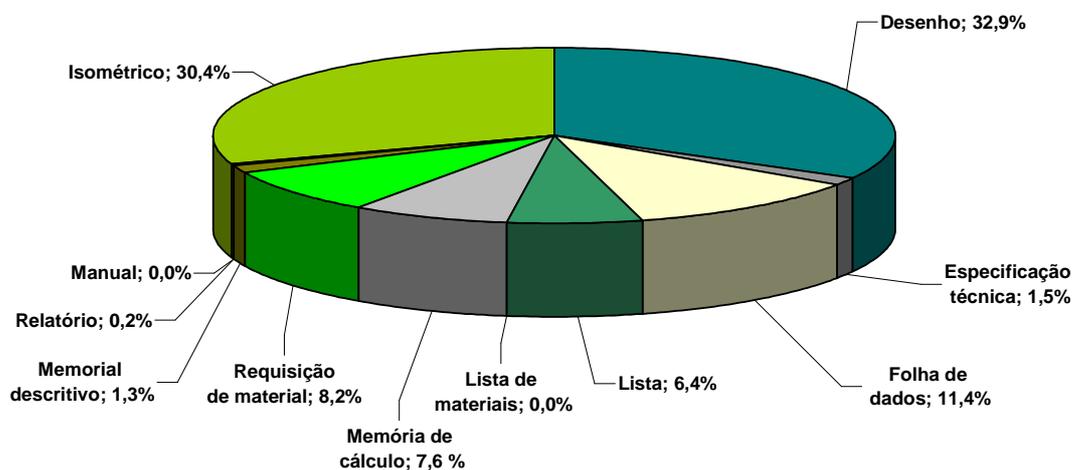


Figura 5.16– Distribuição dos documentos dos projetos por categoria de documento

Fonte: Elaboração própria, a partir de consulta ao sistema de gerenciamento de documentos do projeto.

Em relação às categorias com maior número de documentos, a Figura 5.16 indica as seguintes: Desenho (DE), com 32,9%; Isométrico (IS), com 30,4%; e Folha de Dados (FD), com 11,4% do total de documentos a serem analisados.

Apresentam-se nas Seções 5.7 a 5.9, a seguir, os resultados do estudo de caso referentes aos três projetos selecionados.

5.7. Resultados referentes ao projeto 1

O objetivo desta Seção é apresentar os resultados do estudo de caso referentes ao projeto do Terminal Pecém-Tecém, em duas partes.

Na primeira, busca-se apontar os documentos críticos das fases *Front End Engineering Design* (FEED) e executiva do projeto, ou seja, aqueles que apresentavam maior número de erros e revisões. Todos os 1095 documentos do projeto foram analisados segundo o critério de criticidade, que se refere fundamentalmente à quantidade de revisões sofridas pelo documento durante sua execução, decorrentes da detecção de erros. Após a análise, os documentos foram

classificados como de alta, média e baixa criticidade, conforme descrição dessas faixas no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 – Descrição do critério criticidade para avaliação de documentos das fases FEED e executiva dos projetos de engenharia de grandes empreendimentos

Faixa de criticidade	Descrição	Revisões do documento
Alta	Analisado três ou mais vezes pela certificadora antes do atendimento de todos comentários no documento objeto de análise.	C,D,E ou mais.
Média	Analisado duas vezes pela certificadora antes do atendimento de todos comentários no documento objeto de análise.	B
Baixa	Analisado uma única vez pela certificadora, antes do atendimento de todos comentários no documento objeto de análise.	A

Fonte: Elaboração própria.

Na segunda, mapeiam-se os principais erros oriundos da incompatibilização entre as disciplinas envolvidas (elétrica, civil, instrumentação e automação, processo e tubulação) ou decorrentes do não atendimento a requisitos estabelecidos em Normas Petrobras e regulamentos técnicos aplicáveis.

5.7.1. Documentos críticos

Apresentam-se inicialmente os resultados da análise de criticidade dos documentos das fases FEED e executiva do projeto Pecém-Tecém, por disciplina (Tabelas 5.8 a 5.13). Na seqüência, mostram-se para cada uma das disciplinas, os percentuais de documentos altamente críticos por categoria de documento (Figuras 5.17 a 5.22).

Tabela 5.8 – Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina civil

Disciplina	Categoria de documento	Faixa de criticidade			Total
		Baixa	Média	Alta	
Civil	Desenho	17	43	142	202
	Especificação Técnica	1	3	1	5
	Lista	3	5	10	18
	Memória de Cálculo	1	10	2	13
	Memorial Descritivo	1	8	1	10
	Relatório	0	2	0	2
Total		23	71	156	250

Fonte: Elaboração própria.

Com relação à disciplina de engenharia civil, foram classificados 250 documentos, sendo que essa disciplina responde por 22,8% de todos os documentos elaborados no projeto do Terminal Aquaviário Pecém-Tecém (Ver Tabela 5.5). Desse total, 23 foram classificados na faixa de criticidade baixa, 71 apresentam criticidade média e 156 documentos foram classificados na faixa de criticidade alta, portanto mais de 62% dos documentos analisados na disciplina de civil foram classificados com grau de criticidade alta.

Tabela 5.9 – Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina elétrica

Disciplina	Categoria de documento	Faixa de criticidade			Total
		Baixa	Média	Alta	
Elétrica	Desenho	2	90	4	96
	Especificação Técnica	1	0	0	1
	Folha de Dados	26	69	6	101
	Lista	4	4	3	11
	Memória de Cálculo	0	1	0	1
Total		33	164	13	210

Fonte: Elaboração própria.

Na disciplina elétrica, encontram-se classificados 210 documentos, sendo que essa disciplina responde por 19,2% de todos os documentos elaborados no projeto do Terminal Aquaviário Pecém-Tecém (Ver Tabela 5.5). Conforme a Tabela 5.10, observa-se que 33 foram classificados com grau de criticidade baixa, 164 com criticidade média e 13 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Nesse caso, 78% dos documentos situaram-se na faixa de média criticidade, ou seja foram analisados duas vezes pela certificadora, antes do atendimento a todos comentários.

Tabela 5.10 – Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina instrumentação

Disciplina	Categoria de documento	Faixa de criticidade			Total
		Baixa	Média	Alta	
Instrumentação	Desenho	0	0	37	37
	Especificação Técnica	0	0	1	1
	Folha de Dados	1	3	39	43
	Lista	1	11	19	31
	Requisição de Material	1	0	43	44
	Memorial Descritivo	0	0	3	3
Total		3	14	142	159

Fonte: Elaboração própria.

O conjunto de documentos referentes à disciplina de instrumentação compreende 159 documentos, sendo que essa disciplina é responsável por 14,5% de todos os documentos elaborados no projeto desse Terminal Aquaviário. Desse total, 3 foram classificados com grau de criticidade baixa, 14 com criticidade média e 142 documentos foram classificados com grau de criticidade alta, ou seja quase 90%.

Tabela 5.11 – Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina mecânica

Disciplina	Categoria de documento	Faixa de criticidade			Total
		Baixa	Média	Alta	
Mecânica	Desenho	17	47	4	68
	Folha de Dados	8	92	0	100
	Lista	6	0	3	9
	Memória de Cálculo	0	30	0	30
Total		31	169	7	207

Fonte: Elaboração própria

No que se refere à disciplina de mecânica, a documentação é composta de 207 documentos, sendo essa disciplina responsável por quase 19% de todos os documentos elaborados no projeto. Desse total, 31 foram classificados com grau de criticidade baixa, 169 com criticidade média e 7 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. A grande maioria situou-se na faixa de média criticidade.

Tabela 5.12 – Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina processo

Disciplina	Categoria de documento	Faixa de criticidade			Total
		Baixa	Média	Alta	
Processo	Desenho	1	27	1	29
	Especificação Técnica	1	5	1	7
	Folha de Dados	8	58	14	80
	Lista	1	1	0	
	Memória de Cálculo	0	12	0	
	Memória Descritiva	2	2	1	5
Total		13	105	17	135

Fonte: Elaboração própria

No projeto do Terminal de Pecém-Tecém, a disciplina de processo responde por 135 documentos, que foram distribuídos conforme a faixa de criticidade,

como mostra a Tabela 5.12. Observa-se que 13 foram classificados com grau de criticidade baixa, 105 com criticidade média e 17 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Ou seja, 78% situaram-se na faixa de criticidade média e 13% foram considerados altamente críticos.

No que tange à disciplina de tubulação, encontraram-se 134 documentos, representando quase 12,4% de todos os documentos elaborados para o projeto. Desse total, 14 documentos foram classificados com grau de criticidade baixa, 16 com criticidade média e 104 documentos foram classificados com grau de criticidade alta.

Tabela 5.13 – Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina tubulação

Disciplina	Categoria de documento	Categoria de criticidade			Total
		Baixa	Média	Alta	
Tubulação	Desenho	9	10	47	66
	Especificação Técnica	3	0	0	3
	Folha de Dados	1	0	0	1
	Lista	1	2	4	7
	Memória de Cálculo	0	0	23	23
	Requisição de Material	0	4	30	34
Total		14	16	104	134

Fonte: Elaboração própria

Apresentam-se a seguir os resultados de um segundo nível da análise, visando destacar para cada disciplina quais as categorias de documentos que mais contribuíram para o aumento do número de revisões na documentação pertinente às fases FEED e executiva do referido projeto. As Figuras 5.17 a 5.22 mostram os resultados dessa fase da pesquisa.

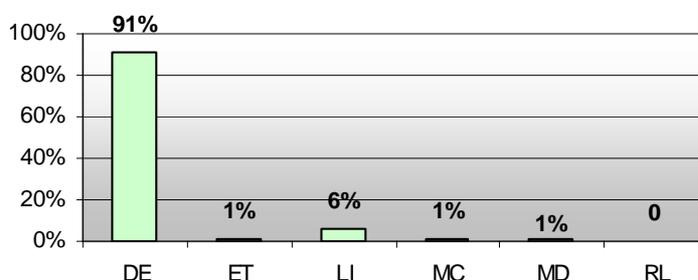


Figura 5.17 – Documentos de criticidade alta na disciplina de civil do Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; LI- Lista; MC – Memória de Cálculo; MD- Memorial Descritivo; RL – Relatório.

Conforme o gráfico da Figura 5.17, 91% dos documentos classificados com criticidade alta na disciplina de civil são desenhos (DE). As demais categorias, juntas, somam os restantes 9 %. Vale ressaltar que, de acordo com os dados da Tabela 5.8, 62% de toda a documentação de civil foi classificada como de alta criticidade

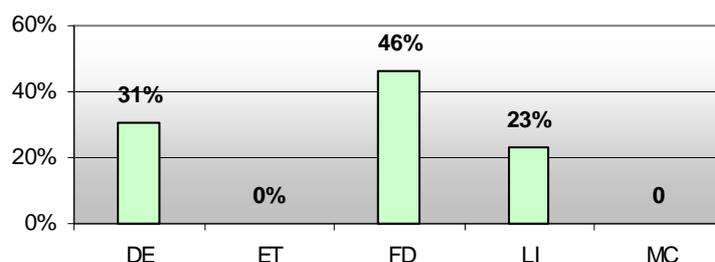


Figura 5.18 – Documentos de criticidade alta na disciplina de elétrica do Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI- Lista; MC – Memória de Cálculo.

Os dados da Figura 5.18 mostram que 46 % dos documentos de criticidade alta classificados na disciplina de elétrica correspondem a Folhas de Dados (FD), seguidas de Desenhos (com 31%) e Listas (com 23%). Cabe aqui destacar que, conforme os dados da Tabela 5.9, do total de 210 documentos de elétrica somente 13 foram classificados como de alta criticidade.

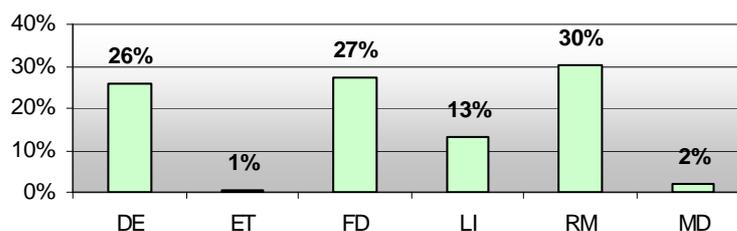


Figura 5.19 – Documentos de criticidade alta na disciplina de instrumentação do Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET- Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; RM – Requisição e Material; MD – Memorial Descritivo.

De acordo com os dados da Figura 5.19, observa-se que três categorias se destacam como as que mais possuem mais documentos de alta criticidade da disciplina de instrumentação, a saber: Requisições de Materiais (RM) lideram com 30%, seguidas das Folhas de Dados (FD), com 27%, e Desenhos (DE), com 26%. Cabe aqui destacar que, conforme os dados da Tabela 5.10, do total de 159

documentos de instrumentação, 142 referem-se a documentos de alta criticidade (89% do total da documentação de instrumentação do projeto Pecém-Tecém).

Apresentam-se, a seguir, os resultados da disciplina de mecânica. De acordo com os dados da Figura 5.20, observa-se que duas categorias se destacam como as que mais possuem mais documentos de alta criticidade, a saber: desenhos (DE) e listas (LI), com 57% e 43% do total de documentos dessa disciplina. Vale ressaltar que do total de 207 documentos de mecânica, somente 7 foram classificados na faixa de alta criticidade.

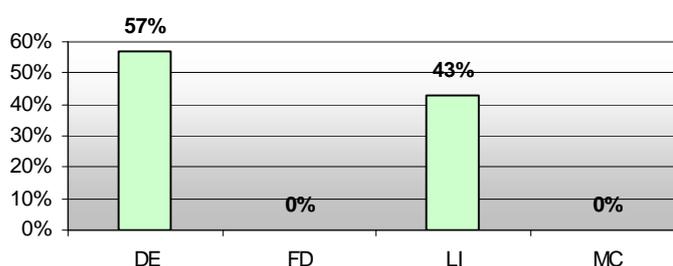


Figura 5.20 – Documentos de criticidade alta na disciplina de mecânica do Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; FD – Folha de Dados; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo.

Como pode ser visto na Figura 5.21, somente uma categoria de documentos altamente críticos se destaca: folhas de dados respondem por 82% dos documentos nessa faixa. As demais categorias, juntas, somam os restantes 18%. Do total de 135 documentos de processo, somente 17 são considerados de alta criticidade.

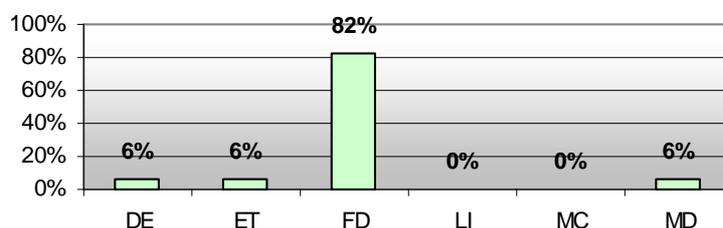


Figura 5.21 – Documentos de criticidade alta na disciplina de processo do Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo; MD – Memorial Descritivo.

De acordo com os dados da Figura 5.22, observa-se que três categorias se destacam como as que mais possuem mais documentos de alta criticidade, a saber:

desenhos (DE) lideram com 45%, seguidas das requisições de materiais (RM), com 27%, e memórias de cálculo, com 22%. Vale ressaltar que, nesse caso, a incidência de documentos altamente críticos é elevada: dos 143 documentos de tubulação, 104 foram classificados como de alta criticidade (78% do total da documentação de tubulação do projeto Pecém-Tecém).

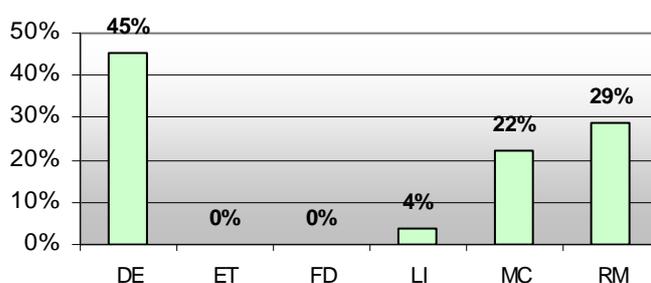


Figura 5.22 – Documentos de criticidade alta na disciplina de tubulação do Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo; MD – Memorial Descritivo; RM – Requisição de Materiais.

Os resultados do estudo de caso, com foco no projeto do Terminal Aquaviário de Pecém-Tecém, mostraram até aqui a pertinência de se identificar e classificar os documentos de cada disciplina, aplicando-se o critério de criticidade, proposto especificamente para fins de validação empírica da abordagem integrada “Avaliação da Conformidade/Aprendizagem Organizacional”.

Apresenta-se, a seguir, uma síntese dos resultados dessa fase do estudo de caso referente ao projeto do Terminal de Pecém-Tecém. A Tabela 5.14 resume os dados analisados por disciplina, buscando-se evidenciar aquelas disciplinas, cujos documentos foram classificados como de alta e média criticidade.

Tabela 5.14 – Criticidade dos documentos do Projeto Pecém-Tecém, por disciplina

Disciplina	Faixa de criticidade			Documentos não analisados	Total	% por disciplina
	Baixa	Média	Alta			
Civil	23	71	156	0	250	22,8%
Elétrica	33	164	13	0	210	19,2%
Instrumentação	3	14	142	0	159	14,5%
Mecânica	31	169	7	0	207	18,9%
Processo	13	105	17	0	135	12,3%
Tubulação	14	16	104	0	134	12,2%
Total	117	539	439	0	1095	
% por faixa de criticidade	11%	49%	40%	0%		

Com esses resultados, foi possível mapear os principais erros oriundos da incompatibilização entre as disciplinas em documentos de média e alta criticidade (civil, instrumentação, mecânica, tubulação, processo e elétrica) ou decorrentes do não atendimento aos requisitos estabelecidos em Normas Petrobras ou regulamentos técnicos aplicáveis, tendo como foco os documentos referentes a disciplinas classificadas como as mais críticas do referido projeto. Os resultados dessa terceira etapa serão apresentados a seguir.

5.7.2. Mapeamento dos principais erros das fases FEED e executiva

Em função da classificação quanto à criticidade dos documentos das fases FEED e executiva do projeto do Terminal de Pecém-Tecém, apresentam-se no Quadro 5.4, a seguir, um resumo com os principais erros encontrados nos documentos das disciplinas de civil, instrumentação e tubulação, pela sua alta criticidade, e nos documentos da disciplina de mecânica, pela quantidade expressiva de documentos de média criticidade.

Os erros aqui mapeados foram oriundos da incompatibilização entre disciplinas ou do não atendimento a requisitos estabelecidos em Normas Petrobras e regulamentos técnicos aplicáveis.

Quadro 5.4 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto Pecém-Tecém

Disciplina	Categoria	Principais erros
Civil	Desenhos (DE)	Não foram incluídos referenciais como especificações técnicas, memoriais descritivos e memórias de cálculo nos desenhos analisados.
		Incompatibilidade com documentos de referencia, em especial com as dimensões de peças e armaduras.
		Falta de informações como cotas, volume de pré-moldados, etc.
		Incompatibilidades nos dimensionais dos pilares em relação as memoriais de cálculo e esquemas estruturais.
		Divergências nas elevações entre desenho e memoriais de cálculo, plantas e cortes indicados nas plantas.
	Memórias de Cálculo (MC)	Incompatibilidades de especificações entre desenhos e memoriais de cálculo.
		O dimensional dos pilares pré-moldados apresenta divergência com o dimensional dos pilares nos memoriais de cálculo de fundação.
		Não foram informadas as normas pertinentes nas memoriais de cálculo.
		Nos memoriais de cálculo ausência de dimensões em planta nos desenhos esquemáticos e alturas parciais.
	Listas (LI)	Não atendimentos aos critérios na Norma Petrobras N-38, em relação à drenagem e tratamento de efluentes líquidos.
		As descrições e quantitativos informados não estão compatíveis com os documentos de referencia.

Quadro 5.4 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto Pecém-Tecém (cont.)

Disciplina	Categoria	Principais erros
Instrumentação	Folha de dados (FD)	Incompatibilidade com a Norma Petrobras N-1882.
		Vários parâmetros importantes para a correta especificação dos instrumentos não são informados.
		Incompatibilidade de condições de operação com os documentos de processo.
		A locação dos instrumentos não estão conforme indicados nos documentos de planta, fluxograma e/ou isométricos.
	Requisições de Materiais (RM)	Os quantitativos e descrições dos materiais não estão conforme os documentos de referencia.
		Alguns materiais e acessórios indicados nos documentos de referencia não são informados nas requisições.
		Incompatibilidade das descrições com as Normas N-1931 e N-76.
	Desenhos (DE)	Nos desenhos de encaminhamento de cabos não estão indicados as cotas das calhas e eletrodutos, materiais utilizados, cabos dos instrumentos, locação dos instrumentos.
		Falta de detalhes e informações nos desenhos de instalação elétrica, ao processo e pneumática.
		Incompatibilidade nos desenhos de locação de instrumento e encaminhamento de cabos com os documentos de referencia, em especial com listas de cabos, fluxograma, planta, arquitetura.
		Ausência de informações como cortes, vistas e detalhes.
		Incompatibilidade com a Norma Petrobras N-1883.
	Listas (LI)	Nas listas de materiais, as descrições não estão conforme a Norma Petrobras N-76 e os quantitativos informados não estão compatíveis com os documentos de referência.
		Incompatibilidade da lista de cabos com os desenhos de encaminhamento de cabos.
		Os alarmes dos instrumentos não estão compatíveis com o informado na lista de entrada e saída.
Tubulação Tubulação	Desenhos (DE)	Não estão identificadas nas plantas as quebras de padronização de material das tubulações.
		As plantas não possuem detalhamentos suficientes nas regiões críticas (linhas, cotas, conexões, instrumentos, etc) para que possam ser analisadas por completo.
		Algumas identificações (tags) de linhas e instrumentos não estão compatíveis com as identificações dos fluxogramas.
		Não estão sendo identificadas nas plantas as quebras de padronização de materiais das tubulações.
		Não estão sendo indicadas todas as elevações de pisos, bases de equipamentos e estruturas.
		Os números das plantas de continuação não estão compatíveis com a verdadeira planta de continuação.
		Não estão identificadas nas plantas todas as linhas, válvulas e instrumentos pertencentes à mesma.
	Memórias de Cálculo (MC)	Os materiais informados para a tubulação não estão compatíveis com os requisitos das Normas Petrobras N-76 e N-2793.
		Não atendimento aos requisitos da Norma Petrobras N-0381.
		As especificação dos acessórios não estão de acordo com os requisitos da Norma Petrobras N-2794.
		Os valores das tensões e os esforços admissíveis informados nos equipamentos, não estão conforme os recomendados pelo fabricante dos equipamentos.
		As condições de operação (temperatura, pressão, fluido, viscosidade) informados na memória não está compatível com documentos do processo.
		Incompatibilidade com a Norma Petrobras N-46.
		Falta de compatibilização de informações com os documentos de referência.

Quadro 5.4 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto Pecém-Tecém (cont.)

Tubulação	Memórias de Cálculo (MC)	Não foram informados documentos de referencia como normas, isométricos, dados de processo.
		Incompatibilidade com a Norma Petrobras N-1758.
	Requisições de Materiais	Os quantitativos e descrições dos materiais não estão conforme os documentos de referencia.
		As informações técnicas não estão padronizadas conforme requisitos das Norma Petrobras N-2796.
		O formulário apresentado não esta conforme requisitos ds Norma Petrobras N-0381.
Incompatibilidade das descrições com as Normas Petrobras N-1931 e N-76.		
Mecânica	Desenho (DE)	A locação dos equipamentos não estão conforme as locações indicadas nos documentos de referências.
		Documentos de referencias como plantas, isométricos, fluxogramas, dados de processo, documentos de fabricantes, não são informados
		Faltam informações sobre os bocais e equipamentos que serão instalados em tanques ou esferas.
	Listas (LI)	Os quantitativos informados não estão compatíveis com os documentos de referencia.
		Alguns materiais informados nos documentos de referencia , não estão informados nas listas de materiais.
		Incompatibilidade das descrições com as Normas Petrobras N-1931 e N-76.

Fonte: Elaboração própria.

5.8. Resultados referentes ao projeto 2

Nesta seção, apresentam-se os resultados do estudo de caso referentes ao projeto do Terminal de Barra do Riacho, em duas partes.

Primeiramente, destacam-se os documentos críticos das fases *Front End Engineering Design* (FEED) e executiva do projeto, ou seja, aqueles que apresentaram maior número de erros durante sua elaboração e para os quais foram indicadas revisões. Todos os 4700 documentos do projeto foram analisados e classificados segundo o critério de criticidade (conforme descritivos do Quadro 5.3).

Na segunda parte, apresentam-se os resultados do mapeamento dos principais erros oriundos da incompatibilização entre as disciplinas envolvidas (ar condicionado e ventilação, arquitetura, caldeiraria, civil, elétrica, estrutura metálica, instrumentação e automação, mecânica, processo, telecomunicação e tubulação) durante a elaboração das fases *Front End Engineering Design* (FEED) e executiva do projeto em foco.

5.8.1. Documentos críticos

Apresentam-se, inicialmente, os resultados da análise de criticidade dos documentos das fases FEED e executiva do projeto do Terminal de Barra do Riacho, por disciplina (Tabelas 5.15 a 5.25). Na seqüência, mostram-se para cada uma das disciplinas, os percentuais de documentos altamente críticos por categoria de documento (Figuras 5.23 a 5.31).

Tabela 5.15 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina ar condicionado e ventilação

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Ar condicionado e ventilação	Desenho	0	18	13	2	33
	Especificação Técnica	0	2	0	0	2
	Folha de Dados	7	19	5	2	33
	Lista	0	5	0	0	5
	Lista Materiais	0	1	0	0	1
	Memória de Cálculo	3	8	4	0	15
	Requisição de Material	15	0	0	1	16
Total		25	53	22	5	105

Fonte: Elaboração própria

Com relação à disciplina de ar condicionado e ventilação, foram classificados 105 documentos, sendo que essa disciplina responde por 2,4% de todos os documentos elaborados no projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (Ver Tabela 5.6). Desse total, 25 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 53 foram classificados na faixa de criticidade baixa, 22 apresentam criticidade média e 5 documentos foram classificados na faixa de criticidade alta, portanto apenas 5% dos documentos analisados na disciplina de ar condicionado e ventilação foram classificados com grau de criticidade alta.

Tabela 5.16 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina arquitetura.

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Arquitetura	Desenho	7	32	44	82	165
	Especificação Técnica	9	0	0	0	9
	Lista	2	6	7	9	24
	Memória de Cálculo	22	0	0	0	22
Total		40	38	51	91	220

Fonte: Elaboração própria

Na disciplina de arquitetura, encontram-se classificados 220 documentos, sendo que essa disciplina responde por 4,7% de todos os documentos elaborados no projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (Ver Tabela 5.6). Conforme a Tabela 5.16, observa-se que 40 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 38 foram classificados com grau de criticidade baixa, 51 com criticidade média e 91 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Nesse caso, 50% dos documentos analisados situaram-se na faixa de alta criticidade, ou seja, foram analisados três ou mais vezes pela certificadora, antes do atendimento a todos comentários.

Tabela 5.17 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina caldeiraria

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Caldeiraria	Folha de Dados	0	35	7	0	42
	Requisição de Materiais	1	8	3	0	12
	Relatório	0	5	0	0	5
Total		1	48	10	0	59

Fonte: Elaboração própria

O conjunto de documentos referentes à disciplina de caldeiraria compreende 59 documentos, sendo que essa disciplina é responsável por 1,3% de todos os documentos elaborados no projeto desse Terminal Aquaviário. Do total de documentos de caldeiraria, 48 foram classificados com grau de criticidade baixa, 10 com criticidade média e nenhum dos documentos foram classificados com grau de criticidade alta.

Tabela 5.18 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina civil

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Civil	Desenho	85	327	122	229	763
	Especificação Técnica	1	0	3	0	4
	Lista	6	14	16	10	46
	Memória de Cálculo	5	61	28	16	110
	Memorial Descritivo	1	4	2	0	7
	Relatório	2	1	0	2	5
Total		100	407	171	257	935

Fonte: Elaboração própria

No que se refere à disciplina de civil, a documentação é composta de 935 documentos, sendo essa disciplina responsável por quase 19,9% de todos os documentos elaborados no projeto (Ver Tabela 5.6). Desse total, 100 documentos

não foram avaliados pela equipe técnica, 407 foram classificados com grau de criticidade baixa, 171 com criticidade média e 257 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Nesse caso, dos 835 documentos analisados pela equipe técnica, 257 situaram-se na faixa de alta criticidade, ou seja, mais de 30%.

Tabela 5.19 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina elétrica

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Elétrica	Desenho	5	17	28	70	120
	Especificação Técnica	0	2	6	0	8
	Folha de Dados	8	21	31	40	100
	Lista	0	1	2	34	37
	Memória de Cálculo	1	8	4	0	13
	Requisição de Material	0	2	4	11	17
	Memorial Descritivo	0	2	1	0	3
	Relatório	0	6	0	0	6
Total		14	59	76	155	304

Fonte: Elaboração própria

No projeto do Terminal de Barra do Riacho, a disciplina de elétrica responde por 304 documentos, dos quais 14 não foram analisados e os restantes foram classificados conforme a faixa de criticidade (Tabela 5.19). Observa-se que 59 foram classificados com grau de criticidade baixa, 76 com criticidade média e 155 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Ou seja, mais de 53% dos documentos analisados situaram-se na faixa de criticidade alta.

Tabela 5.20 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina estrutura metálica

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Estrutura Metálica	Desenho	0	79	24	22	125
	Lista	0	1	0	0	1
	Memória de Cálculo	0	22	4	0	26
	Memorial Descritivo	0	1	0	0	1
Total			103	28	22	153

Fonte: Elaboração própria

No que tange à disciplina de estrutura metálica, encontraram-se 153 documentos, que representam 3,3% de todos os documentos elaborados para o projeto do Terminal de Barra do Riacho (Tabela 5.6). Desse total, 103

documentos foram classificados com grau de criticidade baixa, 28 com criticidade média e 22 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. A grande maioria situou-se na faixa de baixa criticidade.

Tabela 5.21 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina instrumentação

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Instrumentação	Desenho	6	11	13	5	35
	Folha de Dados	19	43	67	49	178
	Lista	0	3	2	3	8
	Memória de Cálculo	7	14	9	3	33
	Requisição de Material	4	6	21	20	51
	Memorial Descritivo	0	2	0	0	2
Total		36	79	112	80	307

Fonte: Elaboração própria

O conjunto de documentos referentes à disciplina de instrumentação compreende 307 documentos, sendo que essa disciplina é responsável por 6,5% de todos os documentos elaborados no projeto desse Terminal Aquaviário (Tabela 5.6). Desse total, 36 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, e os demais foram classificados da seguinte forma: 79 foram classificados com grau de criticidade baixa, 112 com criticidade média e 80 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Nesse caso, dos 271 documentos analisados pela equipe técnica, 80 situaram-se na faixa de alta criticidade, ou seja, quase 30%.

A Tabela 5.22 apresenta os resultados da análise dos documentos críticos da disciplina de mecânica.

Tabela 5.22 – Documentos críticos do Projeto Barra do Riacho: disciplina mecânica

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Mecânica	Desenho	1	0	0	0	1
	Especificação Técnica	0	1	1	0	2
	Folha de Dados	1	15	7	1	24
	Lista	0	0	1	0	1
	Requisição de Material	0	9	4	0	13
	Relatório	0	1	0	0	1
Total		2	26	13	1	42

Fonte: Elaboração própria

A documentação é composta por 42 documentos, sendo a disciplina de mecânica responsável por apenas 0,9% de todos os documentos elaborados no projeto. Do total de 43 documentos, 26 foram classificados com grau de criticidade baixa, 13 com criticidade média e apenas 1 documento foi classificado com grau de criticidade alta. A grande maioria situou-se na faixa de baixa criticidade.

Tabela 5.23 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina processo

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Processo	Desenho	10	20	9	26	65
	Especificação Técnica	1	1	3	0	5
	Folha de Dados	0	6	8	10	24
	Lista	0	1	1	2	4
	Memória de Cálculo	1	1	3	2	7
	Requisição de Material	1	1	1	2	5
	Memória Descritiva	0	1	1	0	2
	Relatório	0	1	0	0	1
	Manual	0	1	0	0	1
Total		13	33	26	42	114

Fonte: Elaboração própria.

No projeto do Terminal de Barra do Riacho, a disciplina de processo responde por 114 documentos, distribuídos conforme a faixa de criticidade, como mostra a Tabela 5.23. Observa-se que 13 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 33 foram classificados com grau de criticidade baixa, 26 com criticidade média e 42 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Como pode ser observado, dos 101 documentos analisados pela equipe técnica, 42 situaram-se na faixa de alta criticidade, ou seja, mais de 41%.

Tabela 5.24 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina telecomunicação

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Telecom	Desenho	7	57	55	0	119
	Especificação Técnica	11	23	2	0	36
	Folha de Dados	39	0	0	0	39
	Lista	9	10	0	0	19
	Requisição de Material	5	10	0	0	15
	Memória Descritiva	0	2	0	0	2
Total		71	102	57	0	230

Fonte: Elaboração própria

O conjunto de documentos referentes à disciplina de telecomunicação compreende 230 documentos, sendo que essa disciplina é responsável por 4,9% de todos os documentos elaborados no projeto desse Terminal Aquaviário (Tabela 5.6). Desse total, 71 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 102 foram classificados na faixa de baixa criticidade, 57 na faixa de criticidade média e nenhum dos documentos foram classificados como altamente críticos.

Tabela 5.25 – Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina tubulação

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Tubulação	Desenho	72	90	50	30	242
	Especificação Técnica	0	0	0	2	2
	Folha de Dados	39	0	0	0	39
	Lista	14	18	0	11	43
	Memória de Cálculo	51	70	15	0	136
	Requisição de Material	35	5	4	28	72
	Relatório	0	1	0	0	1
	Isométrico	26	1266	270	164	1726
Total		237	1450	339	235	2261

Fonte: Elaboração própria

No que tange à disciplina de tubulação, encontraram-se 2261 documentos, representando quase 48% de todos os documentos elaborados para o projeto (Tabela 5.6). Desse total, 237 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 1450 documentos foram classificados com grau de criticidade baixa, 339 com criticidade média e 235 documentos foram classificados com grau de criticidade alta.

Apresentam-se a seguir os resultados de um segundo nível da análise, visando destacar para cada disciplina quais as categorias de documentos que mais contribuíram para o aumento do número de revisões na documentação pertinente às fases FEED e executiva do referido projeto. As Figuras 5.23 a 5.31 mostram os resultados dessa fase da pesquisa.

Conforme o gráfico da Figura 5.23, verifica-se que, dos documentos relacionados à disciplina de ar condicionado e ventilação, classificados como de alta criticidade, 40 % são Desenhos (DE), 40% são Folhas de Dados (FD) e 20% são Requisições de Materiais (RM).

Cabe aqui destacar que, conforme os dados da Tabela 5.15, do total de 105 documentos da disciplina de ar condicionado e ventilação somente 5 foram classificados como de alta criticidade.

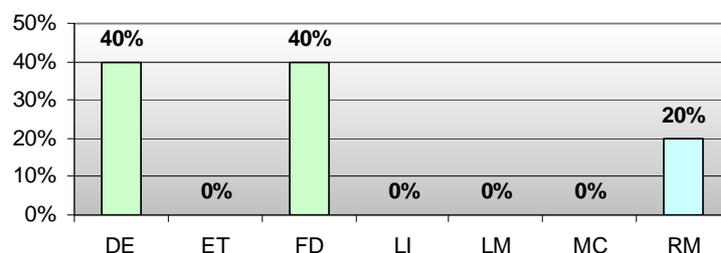


Figura 5.23 – Documentos de criticidade alta na disciplina de ar condicionado e ventilação do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; LM – Lista de Materiais; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição e Material.

Conforme o gráfico da Figura 5.24, 90% dos documentos classificados como de criticidade alta na disciplina de arquitetura são Desenhos (DE); seguidos das Listas (LI), que representam os 10% restantes. Nas demais categorias, não foram identificados documentos com criticidade alta.

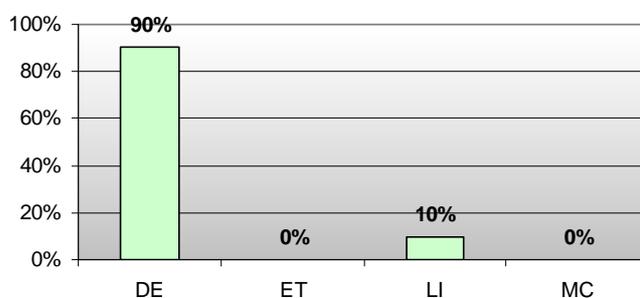


Figura 5.24 – Documentos de criticidade alta na disciplina de arquitetura do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; LI- Lista; MC – Memória de Cálculo.

Vale ressaltar que, de acordo com os dados da Tabela 5.16, mais de 50% de toda a documentação de arquitetura foi classificada como de alta criticidade.

Conforme o gráfico da Figura 5.25, 89% dos documentos classificados com criticidade alta na disciplina de civil são desenhos (DE). As demais categorias, juntas, somam os restantes 11%. Vale ressaltar que, de acordo com os dados da

Tabela 5.17, do total de 835 documentos da disciplina de civil analisados, 257 foram classificados como de alta criticidade, ou seja, mais de 30%.

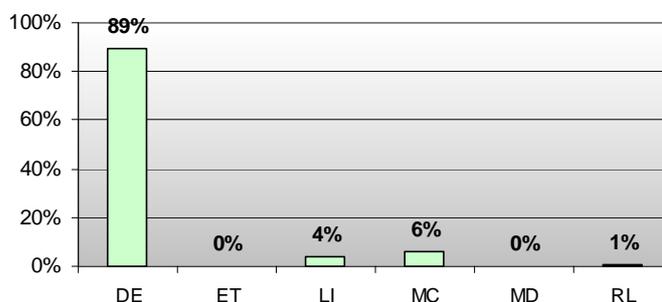


Figura 5.25 – Documentos de criticidade alta na disciplina de civil do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; LI- Lista; MC – Memória de Cálculo; MD- Memorial Descritivo; RL – Relatório.

Conforme gráfico da Figura 5.26, para a disciplina de elétrica, 45 % dos documentos de criticidade alta correspondem a Desenhos (DE), seguidos de Folhas de Dados (26%), Listas (23%) e Memórias de Cálculo (7%). Cabe aqui destacar que, conforme os dados da Tabela 5.18, do total de 290 documentos de elétrica analisados, 155 foram classificados como de alta criticidade, ou seja, mais de 53%.

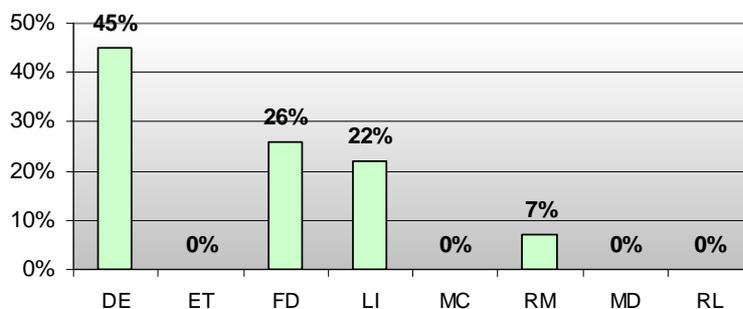


Figura 5.26 – Documentos de criticidade alta na disciplina de elétrica do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI- Lista; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição e Material; MD- Memorial Descritivo; RL – Relatório.

Apresentam-se, a seguir, os resultados da disciplina de estrutura metálica. De acordo com os dados da Figura 5.27, observa-se que apenas uma categoria possui documentos de alta criticidade, ou seja, Desenhos (DE). Vale ressaltar que

todos os 22 desenhos elaborados sofreram 3 ou mais análises pela equipe certificadora.

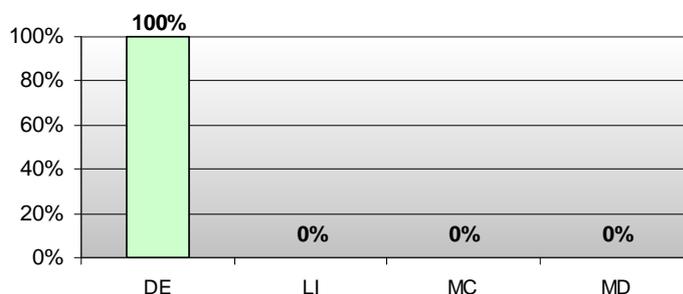


Figura 5.27 – Documentos de criticidade alta na disciplina de estrutura metálica do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo; MD- Memorial Descritivo.

De acordo com os dados da Figura 5.28, observa-se que duas categorias se destacam como as que mais possuem mais documentos de alta criticidade na disciplina de instrumentação, a saber: Folha de Dados (FD) lideram com 61%, seguidas das Requisições de Materiais (RM), com 25%.

As categorias Desenhos (DE), Listas (LI) e Memórias de Cálculo (MC) somam 14% dos documentos altamente críticos, nessa disciplina. Cabe aqui destacar que, conforme os dados da Tabela 5.19, do total de 271 documentos de instrumentação analisados pela equipe técnica, 80 referem-se a documentos de alta criticidade (30% do total da documentação de instrumentação do projeto).

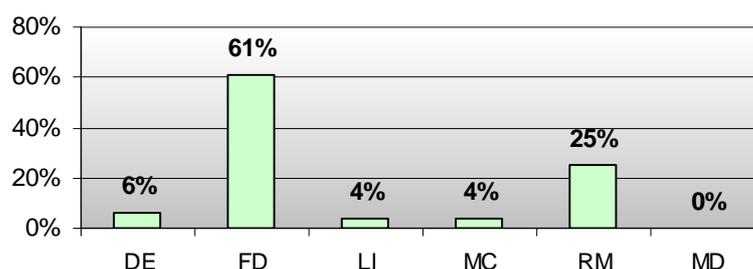


Figura 5.28 – Documentos de criticidade alta na disciplina de instrumentação do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET- Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; RM – Requisição e Material; MD – Memorial Descritivo.

Como pode ser visto na Figura 5.29, somente uma categoria de documentos altamente críticos se destaca na disciplina de mecânica: Folhas de Dados (FD) respondem por 100% dos documentos nessa faixa. Cabe destacar, porém, que do

total de 23 folhas de dados analisadas pela equipe técnica, somente 1 sofreu mais do que três revisões, portanto não se destaca estatisticamente como documento sujeito a erros e incompatibilidades nessa disciplina.

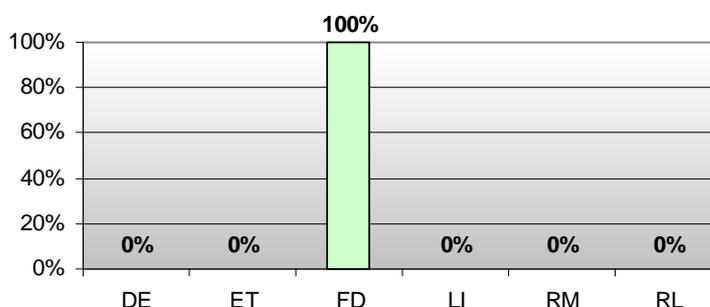


Figura 5.29 – Documentos de criticidade alta na disciplina de mecânica do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; RM – Requisição e Material; RL – Relatório.

Apresentam-se, a seguir, os resultados da disciplina de processo. Como pode ser visto na Figura 5.30, duas categorias se destacam como as que mais possuem mais documentos de alta criticidade, a saber: os Desenhos (DE) lideram com 62%, seguidas das Folhas de Dados (FD) com 24%. As categorias Listas (LI), Memórias de Cálculo (MC) e Requisição de Materiais (RM) possuem 5% de documentos de alta criticidade. Cabe destacar que, do total de 101 documentos de processo analisados pela equipe técnica, 42 são considerados de alta criticidade.

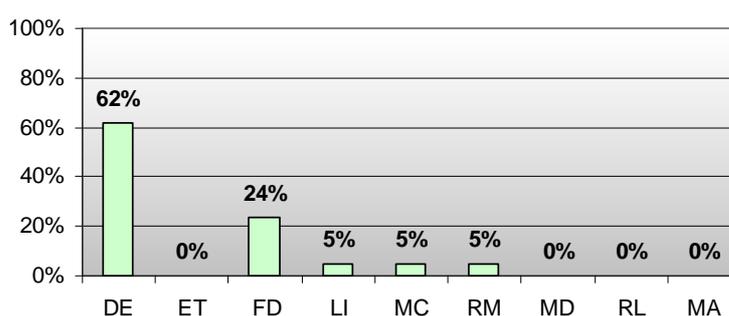


Figura 5.30 – Documentos de criticidade alta na disciplina de processo do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição e Material; MD – Memorial Descritivo; RL – Relatório e MA- Manual.

De acordo com os dados da Figura 5.31 (Disciplina de Tubulação), observa-se que três categorias se destacam como as que mais possuem mais documentos

de alta criticidade, a saber: Isométricos (IS) lideram com 70%, seguidos de Desenhos (DE), com 13%, e Requisições de Materiais (RM), com 12%. Vale ressaltar que, nesse caso, a incidência de documentos altamente críticos é elevada na categoria de isométricos.

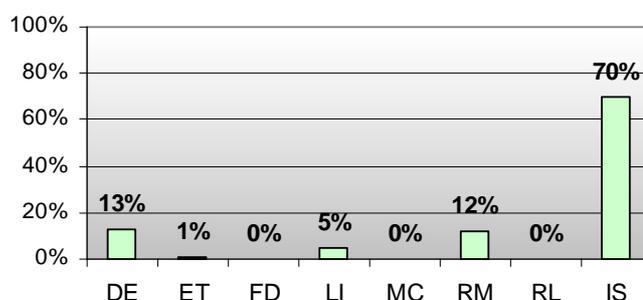


Figura 5.31 – Documentos de criticidade alta na disciplina de tubulação do Projeto Barra do Riacho: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição de Materiais; RL – Relatório e IS – Isométricos.

Os resultados do estudo de caso, com foco no projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho, reforçaram a pertinência de se identificar e classificar os documentos de cada disciplina, aplicando-se o critério de criticidade, aqui proposto especificamente para fins de validação empírica do modelo.

A Tabela 5.26 resume os resultados da análise da criticidade dos documentos, por disciplina, referente ao projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho.

Tabela 5.26 – Criticidade dos documentos do Projeto de Barra do Riacho, por disciplina

Disciplina	Faixa de criticidade			Documentos não analisados	Total	% por disciplina
	Baixa	Média	Alta			
Ar condicionado e ventilação	53	22	5	25	105	2,4%
Arquitetura	38	51	91	40	220	4,7%
Caldeiraria	48	10	0	1	59	1,3%
Civil	407	171	257	100	935	19,9%
Elétrica	59	76	155	14	304	6,5%
Estrutura metálica	103	28	22	0	153	3,3%
Instrumentação	79	112	80	36	307	6,5%
Mecânica	26	13	1	2	42	0,9%
Processo	33	26	42	13	114	2,4%
Telecom	102	57	0	71	230	4,9%
Tubulação	1450	339	235	237	2261	47,3%
Total	2398	905	888	539	4700	
% por faixa de criticidade	51%	19%	19%	11%		

Fonte: Elaboração própria.

Com esses resultados, busca-se evidenciar aquelas disciplinas, cujos documentos foram classificados como de alta e média criticidade no contexto da certificação do projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho. Mapeiam-se, a seguir, os principais erros oriundos da incompatibilização entre as disciplinas em documentos de média e alta criticidade civil, tubulação, elétrica, arquitetura e instrumentação) ou decorrentes do não atendimento aos requisitos estabelecidos em Normas Petrobras ou regulamentos técnicos aplicáveis.

5.8.2. Mapeamento dos principais erros das fases FEED e executiva

De acordo com os dados da Tabela 5.26, a maioria dos documentos elaborados nas fases FEED e executiva do projeto do Terminal de Barra do Riacho pertencem às disciplinas de tubulação (47,3%), civil (19,9%), elétrica (6,5%) e instrumentação (6,5%). Juntos, representam 80 % de toda a documentação desses projetos.

Quadro 5.5 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Barra do Riacho

Disciplina	Categoria	Principais erros
Civil	Desenhos (DE)	Falta incluir referenciais como especificações técnicas, memoriais descritivos e memórias de cálculo nos desenhos analisados.
		Nos desenhos de detalhamentos existem divergências com as memórias de cálculo no dimensional das peças e armaduras.
		Falta de informações referentes às tolerâncias dimensionais de pré-moldados nos desenhos analisados.
		Falta de informações referentes ao volume das peças pré-moldadas.
		Divergências relacionados aos dimensionais dos pilares em relação às memoriais de cálculo, aos esquemas estruturais e aos dimensionais adotados no detalhamento.
		A tensão admissível do solo identificada no detalhamento apresenta em alguns documentos não-conformidades com a tensão adotada para cálculo no memorial.
	Memórias de Cálculo (MC)	Incompatibilidades de especificações entre desenhos e memoriais de cálculo (divergência na especificação de furos de sondagem de referencia, e divergência no dimensionamento de peças estruturais e em armaduras).
		O dimensional dos pilares pré-moldados apresenta divergência com o dimensional dos pilares nos memoriais de cálculo de fundação.
		Falta de informações nas memórias de cálculo referentes aos dimensionamentos de chumbadores
		As memórias de cálculo não contemplam o dimensional dos insertos.
		Divergências no dimensional dos pilares entre o memorial de cálculo, o esquema estrutural e o dimensional adotado no detalhamento.
	Listas(LI)	Os quantitativos informados não estão compatíveis com os documentos de referência.
		Alguns materiais informados nos documentos de referência não estão informados nas listas de materiais.

Quadro 5.5 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Barra do Riacho (cont.)

Disciplina	Categoria	Principais erros
Arquitetura	Desenho (DE)	Divergências nas elevações entre desenho e memoriais de cálculo, plantas e cortes indicados nas plantas.
		Inconsistência na representação do ângulo formado entre o norte verdadeiro com o norte de projeto.
		Inconsistências entre as bases das escadas e colunas das passarelas com as bases de concreto.
		Falta de referenciais, como especificações técnicas, memoriais descritivos e memórias de cálculo.
		Não são informadas as coordenadas de referência para locação das bases.
		Não são informados como referências os documentos que contemplam os materiais e quantitativos indicados no desenho.
Tubulação	Isométricos (IS)	O padrão do documento utilizado para a elaboração dos isométricos diverge com o padrão estabelecido pela Norma Petrobras N-1745.
		As nomenclaturas informadas nos isométricos não estão conforme aos requisitos e padrões estabelecidos das Normas Petrobras N-76 e N-2799.
		A identificação de bocais, instrumentos, linhas de derivação presentes nos isométricos, não estão identificadas na planta.
		Não estão sendo indicados os trechos de tubos que continuam em outro desenho isométrico e os números dos desenhos isométricos de continuação.
		As simbologias gráficas de traçado das tubulações em relação a válvulas e extremidades das tubulações não estão conforme a Norma Petrobras N-59.
		Não estão sendo indicadas todas as plantas de referência pertinentes aos isométricos.
		Estão sendo considerados em um mesmo desenho isométrico trechos de linhas de padronização de materiais diferentes, contrariando os padrões normativos.
		A identificação (<i>tag</i>) das linhas representadas nos isométricos não estão identificadas na planta.
		Não estão sendo previstos suspiros e drenos nos pontos altos e baixos da tubulação.
		Os traçados dos suspiros e drenos das não estão conforme o padrão estabelecido na Norma Petrobras N-108.
		A identificação (<i>tag</i>) das linhas representadas nos isométricos não estão compatíveis com as linhas identificadas na planta e no fluxograma.
		Os materiais especificados nos isométricos não estão compatíveis com os requisitos da Norma Petrobras N-120.
		A planta de referência indicada nos isométricos não contempla a linha em questão.
		As condições da tubulação não estão compatíveis com os dados de processo, ou não estão devidamente preenchidas.
	Instrumentos previstos no fluxograma não estão contemplados nos isométricos.	
	Algumas cotas do isométrico não podem ser confirmadas nas plantas por falta de detalhamento das mesmas.	
	Plantas	Não foram indicados todos os documentos de referência pertinentes às plantas, como fluxogramas, memórias, normas, etc.
		As plantas não possuem detalhamentos suficientes nas regiões críticas (linhas, cotas, conexões, instrumentos, etc).para que possam ser analisadas por completo.
		Algumas identificações (<i>tags</i>) de linhas e instrumentos não estão compatíveis com as identificações dos fluxogramas.
		Não estão sendo identificadas nas plantas as quebras de padronização de materiais das tubulações.
Não estão sendo indicadas todas as elevações de pisos, bases de equipamentos e estruturas.		

Quadro 5.5 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Barra do Riacho (cont.)

Disciplina	Categoria	Principais erros	
Tubulação	Plantas	Os números das plantas de continuação não estão compatíveis com a verdadeira planta de continuação.	
		Não estão identificadas nas plantas todas as linhas, válvulas e instrumentos pertencentes à mesma.	
		Existem várias pendências relativas ao suporte e flexibilidade das linhas.	
	Memórias de Cálculo (MC)	Os materiais informados para a tubulação não estão compatíveis com os requisitos das Normas Petrobras N-76 e N-2793.	
		Não atendimento aos requisitos da Norma Petrobras N-0381.	
		As especificação dos acessórios não estão de acordo com os requisitos da Norma Petrobras N-2794.	
		Falta de compatibilização de informações com os documentos de referência.	
		Incompatibilidade com os requisitos da Norma Petrobras N-1758.	
Instrumentação	Folha de dados (FD)	Vários parâmetros importantes para a correta especificação dos instrumentos não são informados.	
		Incompatibilidade de condições de operação com os documentos de processo.	
		A locação dos instrumentos não conforme indicados nos documentos de planta, fluxograma e/ou isométricos.	
		As conexões dos instrumentos não estão compatíveis com o previsto nas tubulações, elétrica ou pneumática.	
		Incompatibilidade com requisitos da Norma Petrobras N-1882.	
		Os alarmes e sinais de saída dos instrumentos não estão compatíveis com a lógica do sistema.	
	Requisições de Materiais (RM)	Os quantitativos e descrições dos materiais não estão conforme os documentos de referência.	
		Alguns materiais e acessórios indicados nos documentos de referencia não são informados nas requisições.	
		Incompatibilidade das descrições com requisitos das Normas Petrobras N-1931 e N-76.	
	Desenhos (DE)	Falta de detalhes e informações nos desenhos de instalação elétrica, ao processo e pneumática.	
		Incompatibilidade nos desenhos de locação de instrumento e encaminhamento de cabos com os documentos de referencia, em especial com listas de cabos, fluxograma, planta, arquitetura.	
		Ausência de informações como cortes, vistas e detalhes.	
		Incompatibilidade com requisitos da Norma Petrobras N-1883.	
	Elétrica	Desenhos (DE)	Incompatibilidade nos desenhos de locação de instrumento e encaminhamento de cabos com os documentos de referencia, em especial com listas de cabos, fluxograma, planta, arquitetura.
			Ausência de informações como cortes, vistas e detalhes.
Incompatibilidade na apresentação dos projetos de eletricidade com a N-2040.			
Listas (LI)		Incompatibilidades na descrição e quantitativos da lista de materiais com os documentos de referencia.	
Folha de dados (FD)		Vários parâmetros importantes para a correta especificação dos painéis não são informados.	
		Incompatibilidades padrão normativo da folha de dados de quadros de distribuição com a Norma Petrobras N-1562.	
		A locação dos painéis não conforme indicados nos documentos de planta, fluxograma e/ou isométricos.	

Fonte: Elaboração própria.

Em função da classificação dos documentos quanto à criticidade, apresentou-se no Quadro 5.5 um resumo com os principais erros oriundos da

incompatibilização entre disciplinas ou do não atendimento a requisitos estabelecidos em Normas Petrobras e regulamentos técnicos aplicáveis.

5.9. Resultados referentes ao projeto 3

Apresentam-se nesta seção os resultados do estudo de caso referentes ao projeto do Terminal de Ilha Comprida em duas partes: (i) documentos críticos nas suas fases *Front End Engineering Design* (FEED) e executiva do projeto; e (ii) principais erros oriundos da incompatibilização entre as disciplinas envolvidas (elétrica, civil, instrumentação e automação, processo e tubulação) ou decorrentes do não atendimento a requisitos estabelecidos em Normas Petrobras ou regulamentos técnicos aplicáveis.

5.9.1. Documentos críticos

Apresentam-se inicialmente os resultados da análise de criticidade dos documentos das fases FEED e executiva do Projeto de Ilha Comprida, por disciplina (Tabelas 5.27 a 5.37). Na seqüência, mostram-se para cada uma das disciplinas, os percentuais de documentos altamente críticos por categoria de documento (Figuras 5.32 a 5.41).

Tabela 5.27 – Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina ar condicionado e ventilação

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Ar condicionado e ventilação	Desenho	1	4	6	1	12
	Especificação Técnica	1	0	0	0	1
	Folha de Dados	4	6	2	0	12
	Lista	0	1	0	0	1
	Memória de Cálculo	1	1	1	0	3
	Requisição de Material	0	0	1	0	1
	Memorial Descritivo	0	0	1	0	1
Total		7	12	11	1	31

Fonte: Elaboração própria

Com relação à disciplina de ar condicionado e ventilação, foram identificados 31 documentos, que correspondem a apenas 0,7% de todos os documentos elaborados no projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida (Ver Tabela 5.7). Desse total, 7 documentos não foram avaliados pela equipe técnica,

12 foram classificados na faixa de criticidade baixa, 11 apresentam criticidade média e apenas 1 documento foi classificado na faixa de criticidade alta.

A Tabela 5.28, abaixo, apresenta os resultados da análise dos documentos do Projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida, referentes à disciplina de arquitetura.

Tabela 5.28 – Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina arquitetura

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Arquitetura	Desenho	5	12	12	22	51
	Especificação Técnica	9	0	0	0	9
	Lista	0	2	6	2	10
	Memorial Descritivo	0	7	0	2	9
Total		14	21	18	26	79

Fonte: Elaboração própria

Na disciplina de arquitetura, encontram-se classificados 79 documentos, sendo que essa disciplina responde por 1,9% de todos os documentos elaborados no projeto do Terminal Aquaviário da Ilha Comprida (Ver Tabela 5.7). Conforme a Tabela 5.28, observa-se que 14 documentos não foram avaliados ainda pela equipe técnica, 21 foram classificados com grau de criticidade baixa, 18 com criticidade média e 26 documentos foram classificados com grau de criticidade alta.

Nesse caso, dos 65 documentos analisados pela equipe técnica, 26 situaram-se na faixa de alta criticidade, ou seja, mais de 40% foram revisados três ou mais vezes pela certificadora, antes do atendimento a todos os comentários.

Tabela 5.29 – Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina caldeiraria

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Caldeiraria	Folha de Dados	3	0	0	0	3
	Lista	2	0	0	0	2
	Requisição de Materiais	6	0	0	0	6
Total		11	0	0	0	11

Fonte: Elaboração própria

O conjunto de documentos referentes à disciplina de caldeiraria compreende 11 documentos, sendo que essa disciplina é responsável por apenas 0,3% de todos os documentos elaborados no projeto desse Terminal Aquaviário. Nenhum

documento referente a essa disciplina foi ainda avaliado pela equipe técnica da certificadora, portanto para essa não foi elaborado um gráfico informativo dos documentos de alta criticidade, como realizado para as demais disciplinas (Tabela 5.29).

A Tabela 5.30 apresenta os resultados da análise de criticidade dos documentos referentes à disciplina de engenharia civil. No que se refere a essa disciplina, a documentação é composta por 616 documentos, o que representa 14,8% de todos os documentos elaborados no projeto do Terminal de Ilha Comprida. Desse total, 235 documentos não foram avaliados ainda pela equipe técnica. Dos 381 documentos analisados, 117 foram classificados como de baixa criticidade, 109 como de criticidade média e 155 documentos foram classificados como altamente críticos. Nesse caso, do total de documentos analisados pela equipe técnica, 155 situaram-se na faixa de alta criticidade, ou seja, mais de 40%.

Tabela 5.30– Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina civil

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Categoria de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Civil	Desenho	82	79	85	132	378
	Especificação Técnica	24	0	0	0	24
	Lista	48	5	1	2	56
	Memória de Cálculo	36	25	19	21	101
	Memorial Descritivo	44	6	4	0	54
	Relatório	0	1	0	0	1
	Isométrico	1	1	0	0	2
Total		235	117	109	155	616

Fonte: Elaboração própria

No projeto do Terminal da Ilha Comprida, a disciplina de elétrica compreende 369 documentos, o que corresponde a 8,8% de todos os documentos elaborados no projeto (Ver Tabela 5.7). A Tabela 5.31 apresenta os resultados da análise de criticidade dos documentos referentes à disciplina de elétrica.

Observa-se que 104 documentos não foram ainda avaliados pela equipe técnica da certificadora. Dos documentos analisados, 120 foram classificados com grau de criticidade baixa, 65 com criticidade média e 80 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Ou seja, mais de 30% dos 265 documentos analisados situaram-se na faixa de criticidade alta.

Tabela 5.31 – Documentos críticos do Projeto Ilha Comprida: disciplina elétrica

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Elétrica	Desenho	51	24	22	45	142
	Folha de Dados	13	58	14	8	93
	Lista	18	19	16	11	64
	Memória de Cálculo	6	14	2	4	26
	Requisição de Material	15	4	11	12	42
	Memorial Descritivo	1	1	0	0	2
Total		104	120	65	80	369

Fonte: Elaboração própria

No que tange à disciplina de estrutura metálica, encontraram-se 121 documentos, representando 2,9% de todos os documentos elaborados para o projeto. Desse total, 54 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 43 documentos foram classificados com grau de criticidade baixa, 10 com criticidade média e 14 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. A grande maioria situou-se na faixa de baixa criticidade.

Tabela 5.32– Documentos críticos do Projeto Ilha Comprida: disciplina estrutura metálica

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Estrutura Metálica	Desenho	39	33	6	12	90
	Lista	8	5	2	2	17
	Memória de Cálculo	7	5	2	0	14
Total		54	43	10	14	121

Fonte: Elaboração própria

O conjunto de documentos referentes à disciplina de instrumentação compreende 769 documentos, sendo que essa disciplina é responsável por 19,1% de todos os documentos elaborados no projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida. Desse total, 355 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 246 foram classificados com grau de criticidade baixa, 133 com criticidade média e 62 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Nesse caso, dos 441 documentos analisados pela equipe técnica, 56% documentos analisados situaram-se na faixa de criticidade baixa (Tabela 5.33).

No que se refere à disciplina de mecânica, a documentação é composta por 112 documentos, sendo essa disciplina responsável por 2,7% de todos os documentos elaborados no projeto. Desse total, 24 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 35 foram classificados com grau de criticidade

baixa, 29 com criticidade média e 24 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Ou seja, a maioria situou-se na faixa de baixa criticidade (40%), porém 27% dos 88 documentos analisados situaram-se na faixa de criticidade alta.

Tabela 5.33 – Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina instrumentação

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Instrumentação	Desenho	75	61	14	18	168
	Especificação Técnica	4	0	0	1	5
	Folha de Dados	59	71	42	16	188
	Lista	72	34	15	7	128
	Memória de Cálculo	13	9	9	2	33
	Requisição de Material	131	70	52	18	271
	Memorial Descritivo	1	1	1	0	3
Total		355	246	133	62	796

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5.34 – Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina mecânica

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Mecânica	Desenho	1	0	0	0	1
	Especificação Técnica	5	2	1	3	11
	Folha de Dados	2	27	17	10	56
	Lista	1	0	0	0	1
	Requisição de Material	14	6	11	11	42
	Memória Descritiva	1	0	0	0	1
Total		24	35	29	24	112

Fonte: Elaboração própria

No projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida, a disciplina de processo engloba 104 documentos, distribuídos conforme a faixa de criticidade, como mostra a Tabela 5.35.

Tabela 5.35 – Documentos críticos do Projeto Ilha Comprida: disciplina processo

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Processo	Desenho	3	6	5	38	52
	Especificação Técnica	0	3	4	0	7
	Folha de Dados	2	3	11	3	19
	Lista	1	3	1	2	7
	Memória de Cálculo	0	4	1	2	7
	Requisição de Material	0	2	1	4	7
	Memória Descritiva	1	2	0	0	3
	Relatório	0	1	0	0	1
	Manual	1	0	0	0	1
Total		8	24	23	49	104

Observa-se que 8 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 24 foram classificados com grau de criticidade baixa, 23 com criticidade média e 49 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Ou seja, dos 96 documentos analisados pela equipe técnica, 49 situaram-se na faixa de alta criticidade, ou seja, mais de 51%.

O conjunto de documentos referentes à disciplina de telecomunicação compreende 88 documentos, sendo que essa disciplina é responsável por 2,1% de todos os documentos elaborados no projeto do referido Terminal Aquaviário. Desse total, 30 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 12 foram classificados com grau de criticidade baixa, 14 com criticidade média e 32 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Nesse caso, dos 58 documentos analisados pela equipe técnica, mais de 55% documentos situaram-se na faixa de alta criticidade (Tabela 5.36).

Tabela 5.36 – Documentos críticos do Projeto Ilha Comprida: disciplina telecomunicação

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Telecom	Desenho	17	5	6	14	42
	Especificação Técnica	1	–	–	8	9
	Lista	7	4	6	4	21
	Requisição de Material	5	3	2	6	16
Total		30	12	14	32	88

Fonte: Elaboração própria

No que tange à disciplina de tubulação, encontraram-se 1845 documentos, representando 44,2% de todos os documentos elaborados para o projeto. Desse total, 966 documentos não foram avaliados pela equipe técnica, 242 documentos foram classificados com grau de criticidade baixa, 238 com criticidade média e 399 documentos foram classificados com grau de criticidade alta. Ou seja, mais de 45% dos 879 documentos analisados situaram-se na faixa de criticidade alta (Tabela 5.37).

Tabela 5.37 – Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina tubulação

Disciplina	Categoria de documento	Não avaliado	Faixa de criticidade			Total
			Baixa	Média	Alta	
Tubulação	Desenho	98	26	25	22	171
	Especificação Técnica	1	0	0	1	2
	Lista	59	4	3	0	66
	Memória de Cálculo	118	13	7	12	150
	Requisição de Material	139	4	5	5	153
	Isométrico	551	195	198	359	1303
Total		966	242	238	399	1845

Fonte: Elaboração própria

Apresentam-se a seguir os resultados do segundo nível da análise, visando destacar para cada disciplina quais as categorias de documentos que mais contribuíram para o aumento do número de revisões na documentação pertinente às fases FEED e executiva do referido projeto. As Figuras 5.32 a 5.41 mostram os resultados dessa fase da pesquisa.

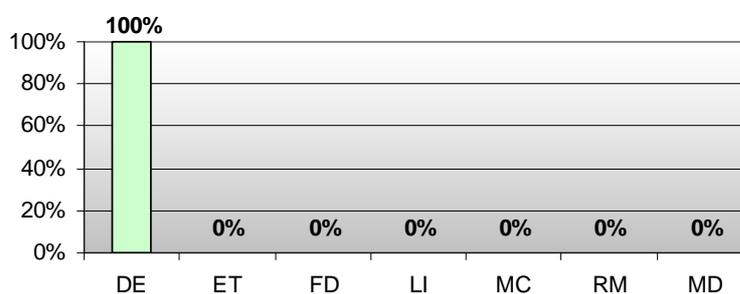


Figura 5.32 – Documentos de criticidade alta na disciplina de ar condicionado e ventilação do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; LM – Lista de Materiais; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição e Material; MD – Memorial Descritivo.

Fonte: Elaboração própria.

Conforme gráfico da Figura 5.32, verifica-se que, dos documentos relacionados à disciplina de ar condicionado e ventilação, 100 % dos desenhos (DE) foram classificados com grau de criticidade alta. Cabe aqui destacar que, conforme os dados da Tabela 5.27, do total de 11 desenhos analisados, apenas um sofreu mais de 3 revisões, portanto essa categoria de desenhos não é considerada crítica na elaboração do projeto em relação a disciplina em questão.

A Figura 5.33 mostra os percentuais de documentos de criticidade alta na disciplina de arquitetura do Projeto Ilha Comprida.

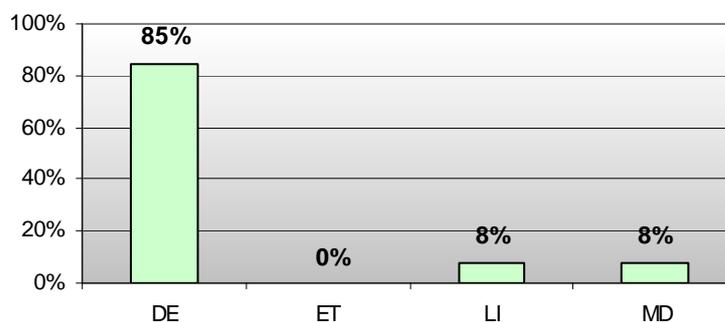


Figura 5.33 – Documentos de criticidade alta na disciplina de arquitetura do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; LI- Lista; MD – Memorial Descritivo.

Fonte: Elaboração própria.

Do total de documentos de alta criticidade, 85% dos documentos classificados como de alta criticidade são Desenhos (DE), seguidos das Listas (LI) com 8% e Memoriais Descritivos (MD) com 8%. Nas demais categorias, não foram identificados documentos com criticidade alta.

Conforme o gráfico da Figura 5.34, 85% dos documentos da disciplina de civil classificados com criticidade alta são Desenhos (DE).

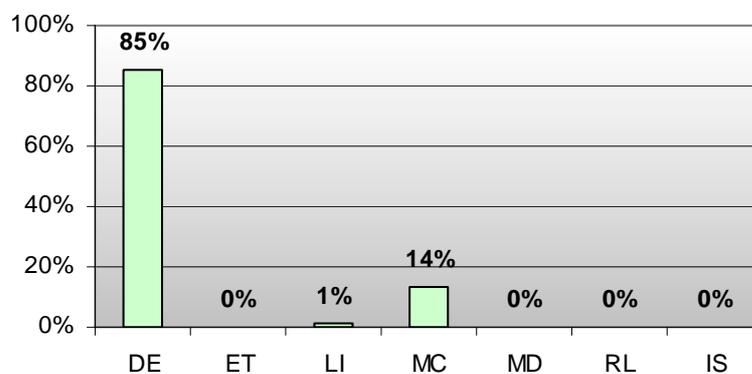


Figura 5.34 – Documentos de criticidade alta na disciplina de civil do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; LI- Lista; MC – Memória de Cálculo; MD- Memorial Descritivo; RL – Relatório.

Fonte: Elaboração própria.

As demais categorias, juntas, somam os restantes 15%. Vale ressaltar que, de acordo com os dados da Tabela 5.30, do total de 381 documentos de civil analisados, 155 foram classificados como de alta criticidade, ou seja, mais de 40%.

A Figura 5.35 apresenta os resultados da análise dos documentos altamente críticos da disciplina de elétrica.

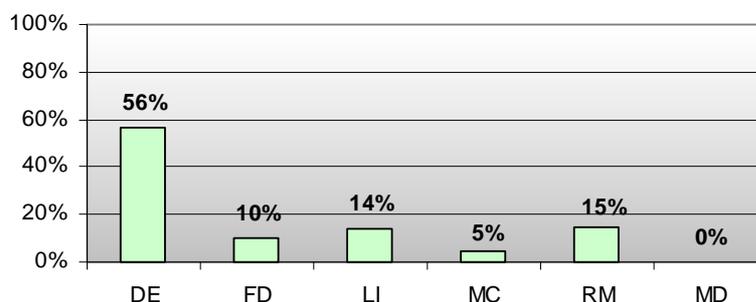


Figura 5.35 – Documentos de criticidade alta na disciplina de elétrica do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI- Lista; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição e Material; MD- Memorial Descritivo; RL – Relatório.

Fonte: Elaboração própria.

Essa análise revelou que 56 % dos documentos de criticidade alta correspondem a Desenhos (DE), seguidos de Requisição de Materiais (15%), listas (14%), Folhas de Dados (10%) e Memórias de Cálculo (5%). Cabe aqui destacar que, conforme os dados da Tabela 5.31, do total de 265 documentos analisados da disciplina de elétrica, mais de 30% foram classificados como de alta criticidade.

Apresentam-se, a seguir, os resultados da disciplina de estrutura metálica. Como pode ser visto na Figura 5.36, uma categoria se destaca como a que mais possui documentos de alta criticidade – os Desenhos (DE) que lideram com 86% dos documentos dessa faixa. As listas (LI) respondem por 14% de documentos de alta criticidade. Cabe destacar, que conforme os dados da Tabela 5.32, a grande maioria dos documentos analisados situou-se na faixa de baixa criticidade.

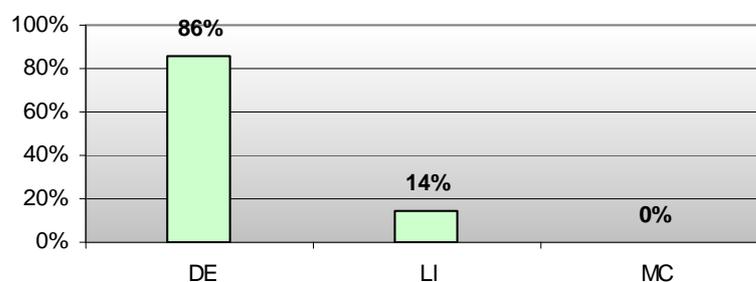


Figura 5.36 – Documentos de criticidade alta na disciplina de estrutura metálica do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Legenda: DE – Desenho; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo.

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com os dados da Figura 5.37, observa-se que duas categorias se destacam como as que mais possuem mais documentos de alta criticidade na disciplina de instrumentação, a saber: Desenhos (DE) e Requisições de Materiais (RM). Ambas representam, juntas, 58% dos documentos de alta criticidade, seguidas das Folhas de Dados (FD), com 26%, as Listas (LI), com 11%, e as demais com percentuais bem inferiores.

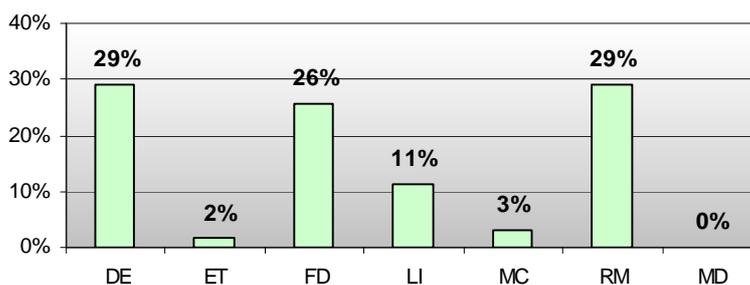


Figura 5.37 – Documentos de criticidade alta na disciplina de instrumentação do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Legenda: DE – Desenho; ET- Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição e Material; MD – Memorial Descritivo.

Fonte: Elaboração própria.

Como mostrado na Tabela 5.33, do total de 441 documentos de instrumentação analisados pela equipe técnica, apenas 62 referem-se a documentos de alta criticidade, ou seja, 14% do total da documentação de instrumentação analisada pela equipe técnica certificadora.

Conforme a Figura 5.38, para a disciplina de mecânica, 46 % dos documentos de criticidade alta correspondem a Requisições de Materiais (RM), seguidos de Folha de Dados (FD), com 42%, e especificações técnicas (ET), com 13%. Conforme os dados da Tabela 5.34, dos 88 documentos analisados, 40% situaram-se na faixa de baixa criticidade.

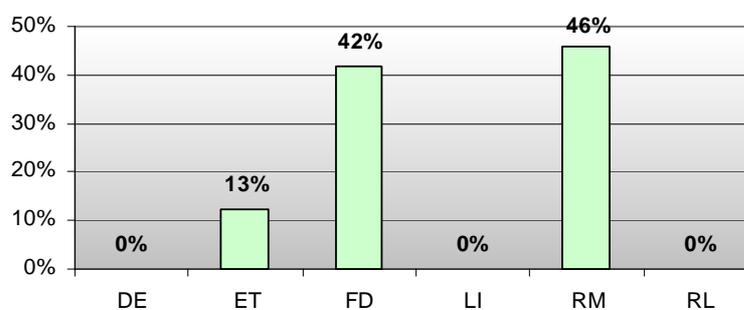


Figura 5.38 – Documentos de criticidade alta na disciplina de mecânica do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; RM – Requisição e Material; RL – Relatório.

Fonte: Elaboração própria.

Apresentam-se, a seguir, os resultados da disciplina de processo. Como pode ser visto na Figura 5.39, apenas uma categoria se destaca como a que mais possui documentos de alta criticidade: os Desenhos (DE), com 78% dos documentos de alta criticidade.

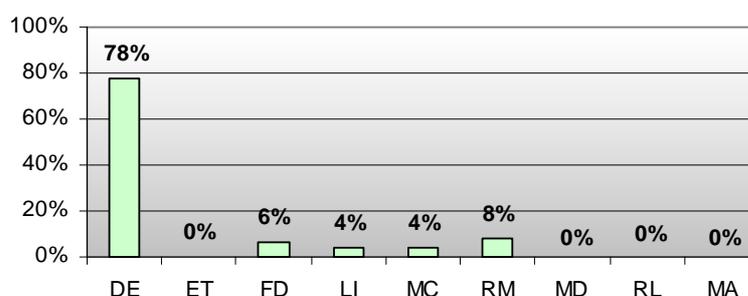


Figura 5.39 – Documentos de criticidade alta na disciplina de processo do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; LI – Listas; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição e Material; MD – Memorial Descritivo; RL – Relatório e MA – Manual.

Fonte: Elaboração própria.

As demais categorias, juntas, somam os restantes 22%. Vale ressaltar que, de acordo com os dados da Tabela 5.35, do total de 96 documentos de civil analisados, 49 situaram-se na faixa de alta criticidade, ou seja, mais de 51%.

Como pode ser observado na Figura 5.40, na disciplina de telecomunicações, 44% dos documentos classificados como de alta criticidade são Desenhos (DE), seguidos das Especificações Técnicas (ET), com 25%, Requisições de Materiais (RM), com 19%, e Listas (LI), com 13%. Conforme os dados da Tabela 5.36, do total de 58 documentos analisados pela equipe técnica, 32 referem-se a documentos de alta criticidade, superando os 55% dos documentos.

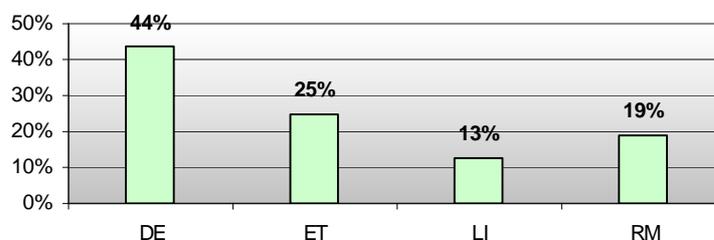


Figura 5.40 – Documentos de criticidade alta na disciplina de telecomunicação do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; LI- Lista; RM – Requisição de Materiais.

De acordo com os dados da Figura 5.41, na disciplina de tubulação, 90% dos documentos de alta criticidade enquadram-se na categoria Isométricos (IS). Os Desenhos (DE) representam somente 6% e as Memórias de Cálculo (MC) 3%.

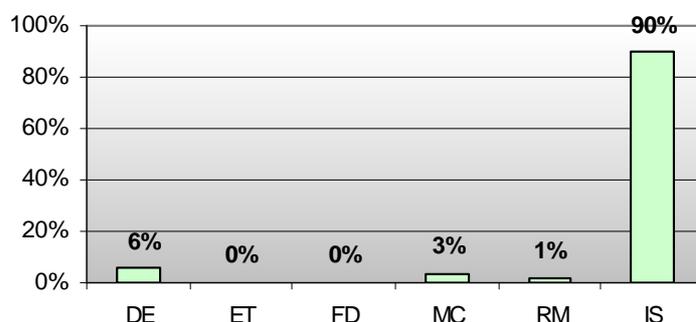


Figura 5.41 – Documentos de criticidade alta na disciplina de tubulação do Projeto Ilha Comprida: análise por categoria de documentos

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: DE – Desenho; ET – Especificação Técnica; FD – Folha de Dados; MC – Memória de Cálculo; RM – Requisição de Materiais e IS– Isométricos.

Os resultados do estudo de caso, com foco nesse projeto confirmam empiricamente a pertinência de se identificar e classificar os documentos de cada disciplina, aplicando-se o critério de criticidade, aqui proposto especificamente para fins de validação do modelo conceitual descrito na Seção 5.3.

Apresenta-se, a seguir, uma síntese com as principais conclusões dessa fase do estudo de caso referente ao projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida.

A Tabela 5.38 resume os dados analisados por disciplina, com o objetivo de evidenciar aquelas disciplinas, cujos documentos foram classificados como de alta e média criticidade.

Tabela 5.38 – Criticidade dos documentos do Projeto de Ilha Comprida, por disciplina

Disciplina	Faixa de criticidade			Documentos não analisados	Total	% por disciplina
	Baixa	Média	Alta			
Ar condicionado e ventilação	12	11	1	7	31	0,7%
Arquitetura	21	18	26	14	79	1,9%
Caldeiraria	0	0	0	11	11	0,3%
Civil	117	109	155	235	616	14,8%
Elétrica	120	65	80	104	369	8,8%
Estrutura metálica	43	10	14	54	121	2,9%
Instrumentação	246	133	62	355	796	19,1%
Mecânica	35	29	24	24	112	2,7%
Processo	24	23	49	8	104	2,5%
Telecomunicação	12	14	32	30	88	2,1%
Tubulação	242	238	399	966	1845	44,2%
Total	872	650	842	1808	4172	
% por faixa de criticidade	21%	16%	20%	43%		

Mesmo com somente um pouco mais da metade dos documentos analisados pela certificadora, foi possível mapear os principais erros oriundos da incompatibilização entre as disciplinas em documentos de média e alta criticidade (tubulação, instrumentação e civil) ou decorrentes do não atendimento aos requisitos estabelecidos em Normas Petrobras ou regulamentos técnicos aplicáveis, tendo como foco os documentos referentes a disciplinas classificadas como as mais críticas do referido projeto. Os resultados dessa terceira etapa serão apresentados a seguir.

5.9.2.

Mapeamento dos principais erros das fases FEED e executiva

Em função da classificação dos documentos críticos das fases FEED e executiva do projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida, apresentam-se no Quadro 5.6, a seguir, um resumo com os principais erros encontrados. Destacam-se os erros nos documentos das disciplinas de civil, instrumentação e tubulação, pela sua alta criticidade.

Pelo de terem sido avaliados somente 57% do total de documentos, decidiu-se o mapeamento dos principais erros nos documentos de 9 disciplinas, a saber: civil, arquitetura, estrutura metálica, elétrica, tubulação, instrumentação, mecânica, telecom e processo. Os erros aqui mapeados foram oriundos da incompatibilização entre disciplinas ou gerados pelo não atendimento a requisitos estabelecidos em Normas Petrobras e regulamentos técnicos aplicáveis.

Quadro 5.6 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Ilha Comprida

Disciplina	Categoria	Principais erros
Civil	Desenhos (DE)	Falta incluir referenciais como especificações técnicas, memoriais descritivos e memórias de cálculo nos desenhos analisados.
		Nos desenhos de detalhamentos existem divergências com as memórias de cálculo no dimensional das peças e armaduras.
		Falta de informações referentes as tolerâncias dimensionais de pré-moldados nos desenhos analisados.
		Falta de informações referentes ao volume das peças pré-moldadas.
		Divergências relacionados aos dimensionais dos pilares em relação às memórias de cálculo, aos esquemas estruturais e aos dimensionais adotado no detalhamento.
		A tensão admissível do solo identificadas no detalhamento, apresentam em alguns documentos não conformidades com a tensão adotada para cálculo no memorial.

Quadro 5.6 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Ilha Comprida (cont.)

Disciplina	Categoria	Principais erros	
Civil	Memórias de Cálculo (MC)	Incompatibilidades de especificações entre desenhos e memoriais de cálculo (divergência na especificação de furos de sondagem de referencia, e divergência no dimensionamento de peças estruturais e em armaduras).	
		O dimensional dos pilares pré-moldados apresenta divergência com o dimensional dos pilares nos memoriais de cálculo de fundação.	
		Falta de informações nas memoriais de cálculo referentes aos dimensionais de pilares e fundações.	
		Os memoriais de cálculo não contemplam o dimensional dos insertos.	
		Divergências no dimensional dos pilares entre o memorial de cálculo, o esquema estrutural e o dimensional adotado no detalhamento.	
	Listas (LI)	Os quantitativos informados não estão compatíveis com os documentos de referência. Alguns materiais informados nos documentos de referência não estão informados nas listas de materiais.	
Arquitetura	Desenho (DE)	Divergências nas elevações entre desenho e memoriais de cálculo, plantas e cortes indicados nas plantas.	
		Inconsistência na representação do angulo formado entre o norte verdadeiro com o norte de projeto	
		Inconsistências entre as bases das escadas e colunas das passarelas com as bases de concreto.	
		Falta de referenciais como especificações técnicas, memoriais descritivo e memoriais de cálculo.	
		Não são informadas as coordenadas de referencia para locação das bases.	
		Não são informados como referencia os documentos que contemplam os materiais/quantitativos indicados no desenho.	
	Listas (LI)	Os quantitativos informados não estão compatíveis com os documentos de referencia. Alguns materiais informados nos documentos de referência não estão informados nas listas de materiais.	
		Memorial Descritivo (MD)	Incompatibilidade de informações como, dimensões, quantitativos, materiais, métodos de execução, etc com os documentos referenciados. Falta de informações relacionados a execução do empreendimento.
	Estrutura Metálica	Desenhos (DE)	Não foram referenciados nos desenhos as especificações técnicas, memoriais descritivos e memoriais de cálculo.
			Divergências nas elevações entre documentos de referencia.
As coordenadas de locação das bases não são informadas.			
Listas (LI)	Os quantitativos informados não estão compatíveis com os documentos de referência. Alguns materiais informados nos documentos de referência não estão informados nas listas de materiais.		
	Elétrica	Desenhos (DE)	Incompatibilidade nos desenhos de locação de instrumento e encaminhamento de cabos com os documentos de referencia, em especial com listas de cabos, fluxograma, planta, arquitetura.
Ausência de informações como cortes, vistas e detalhes.			
Incompatibilidade na apresentação dos projetos de eletricidade com a N-2040.			
Listas (LI)	Incompatibilidades na descrição e quantitativos da lista de materiais com os documentos de referencia.		

Quadro 5.6 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Ilha Comprida (cont.)

Disciplina	Categoria	Principais erros
Elétrica	Folha de dados (FD)	Vários parâmetros importantes para a correta especificação dos painéis não são informados.
		Incompatibilidades padrão normativo da folha de dados de quadros de distribuição com a Norma Petrobras N-1562.
		A locação dos painéis não conforme indicados nos documentos de planta, fluxograma e/ou isométricos.
Tubulação	Isométricos (IS)	O padrão do documento utilizado para a elaboração dos isométricos diverge com o padrão normalizado pela Norma Petrobras N-1745.
		As nomenclaturas informadas nos isométricos não estão conforme a padronização das Normas Petrobras c N-76 e N-2799.
		A identificação de bocais, instrumentos, linhas de derivação presentes nos isométricos, não estão identificadas na planta.
		Não estão sendo indicados os trechos de tubos que continuam em outro desenho isométrico e os números dos desenhos isométricos de continuação.
		As simbologias gráficas de traçado das tubulações em relação as válvulas e as extremidades das tubulações não estão conforme a norma N-59.
		Não estão sendo indicadas todas as plantas de referência pertinentes aos isométricos.
Tubulação	Isométricos (IS)	Estão sendo considerados em um mesmo desenho isométrico trechos de linhas de padronização de materiais diferentes, contrariando os padrões normativos.
		A identificação (<i>tag</i>) das linhas representadas nos isométricos não estão identificadas na planta.
		Não estão sendo previstos suspiros e drenos nos pontos altos e baixos da tubulação.
		Os traçados dos suspiros e drenos das não estão conforme padronizado pela norma N-108.
		A identificação (<i>tag</i>) das linhas representadas nos isométricos não estão compatíveis com as linhas identificadas na planta e no fluxograma.
		Os materiais especificados nos isométricos, não estão compatíveis com a Norma Petrobras N-120.
Tubulação	Isométricos (IS)	A planta de referência indicada nos isométricos não contempla a linha em questão.
		As condições da tubulação não estão compatíveis com os dados de processo, ou não estão devidamente preenchidas.
		Instrumentos previstos no fluxograma não estão contemplados nos isométricos.
		Algumas cotas do isométrico não podem ser confirmadas nas plantas por falta de detalhamento das mesmas.
	Desenhos (DE)	Não foram indicados todos os documentos de referência pertinentes às plantas, como: fluxogramas, memórias, normas, etc.
		As plantas não possuem detalhamentos suficientes nas regiões críticas (linhas, cotas, conexões, instrumentos, etc).para que possam ser analisadas por completo.
		Algumas identificações (<i>tags</i>) de linhas e instrumentos não estão compatíveis com as identificações dos fluxogramas.
		Não estão sendo identificadas nas plantas as quebras de padronização de materiais das tubulações.
		Não estão sendo indicadas todas as elevações de pisos, bases de equipamentos e estruturas.
		Os números das plantas de continuação não estão compatíveis com a verdadeira planta de continuação.
		Não estão identificadas nas plantas todas as linhas, válvulas e instrumentos pertencentes à mesma.

Quadro 5.6 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Ilha Comprida (cont.)

Disciplina	Categoria	Principais erros
		Existem várias pendências relativas à suportação e flexibilidade das linhas.
	Memórias de C�culo (MC)	Os materiais informados para a tubulação, não estão compatíveis com os requisitos das Normas Petrobras N-76 e N-2793.
		Não atendimento aos requisitos da Norma Petrobras N-0381.
		As especifica�o dos acessórios não estão de acordo com os requisitos da Norma Petrobras N-2794.
		Falta de compatibiliza�o de informa�es com os documentos de referência.
		Incompatibilidade com a Norma Petrobras N-1758.
Instrumenta�o	Folha de dados (FD)	Vários parâmetros importantes para a correta especifica�o dos instrumentos não são informados.
		Incompatibilidade de condi�es de opera�o com os documentos de processo.
		A loca�o dos instrumentos não conforme indicados nos documentos de planta, fluxograma e/ou isométricos.
		As conexões dos instrumentos não estão compatíveis com o previsto nas tubula�es, elétrica ou pneumática.
		Incompatibilidade com a Norma Petrobras N-1882.
		Os alarmes e sinais de saída dos instrumentos não estão compatíveis com a lógica do sistema.
Instrumenta�o	Requisi�es de Materiais (RM)	Os quantitativos e descri�es dos materiais não estão conforme os documentos de referência.
		Alguns materiais e acessórios indicados nos documentos de referência não são informados nas requisisi�es.
		Incompatibilidade das descri�es com as Normas Petrobras N-1931 e N-76.
	Desenhos (DE)	Falta de detalhes e informa�es nos desenhos de instala�o elétrica, ao processo e pneumática.
		Incompatibilidade nos desenhos de loca�o de instrumento e encaminhamento de cabos com os documentos de referência, em especial com listas de cabos, fluxograma, planta, arquitetura.
		Ausência de informa�es como cortes, vistas e detalhes.
		Incompatibilidade com a Norma Petrobras N-1883.
		Incompatibilidade com a Norma Petrobras N-2833.
Mecânica	Folha de dados (FD)	Vários parâmetros importantes para a correta especifica�o dos equipamentos não são informados.
		Incompatibilidade de condi�es de opera�o com os documentos de processo.
		A loca�o dos equipamentos não conforme indicados nos documentos de planta, fluxograma e/ou isométricos.
	Requisi�es de Materiais (RM)	Os quantitativos e descri�es dos materiais não estão conforme os documentos de referência.
		Alguns materiais e acessórios indicados nos documentos de referência não são informados nas requisisi�es.
		Incompatibilidade das descri�es com as Normas Petrobras N-1931 e N-76.
Telecomunica�o	Desenhos (DE)	Falta de detalhes e informa�es nos desenhos de instala�o ao sistema.
		Incompatibilidade nos desenhos de encaminhamento de cabos com os documentos de referência, em especial com listas de cabos, plantas.
		Ausência de informa�es na arquitetura do desenho.
	Especifica�es Técnicas (DE)	Ausência de informa�es em rela�o a arquitetura do sistema
		Incompatibilidade com documentos de referência.
	Requisi�es de Materiais (RM)	Os quantitativos e descri�es dos materiais não estão conforme os documentos de referência.

Quadro 5.6 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Ilha Comprida (cont.)

Disciplina	Categoria	Principais erros
Processo	Memória de Cálculo (MC)	Documentos de referencia não foram informados.
		Vários cálculos não são explicitados na memória.
		Falta de adequação dos cálculos à literatura e normas existentes.
	Fluxograma de Engenharia	A representação da instrumentação/automação, da tubulação e dos equipamentos, assim como as suas propriedades não estão compatíveis com os documentos de referencia das disciplinas envolvidas.
Os fluxogramas não apresentam informações claras e de fácil compreensão.		

Fonte: Elaboração própria.

5.10. Validação empírica do modelo conceitual

A abordagem integrada AC/AO apresentada na Seção 5.2 foi validada no nível operacional pela equipe multidisciplinar da certificadora Bureau Veritas do Brasil, envolvida diretamente no processo de certificação dos três projetos analisados neste estudo de caso.

O desenho do modelo, por ser relativamente simples, propiciou o enquadramento das dúvidas e a discussão de alternativas entre o pesquisador e a equipe da Bureau Veritas do Brasil. Os resultados da análise da documentação de cada um dos três projetos permitiram à equipe reconhecer, com base na tipologia de erros detectados nos documentos críticos, se as ações corretivas propostas estariam associadas a aprendizados de ciclos simples ou de ciclo duplo, conforme o modelo descrito na seção 5.3.

Cabe ressaltar, porém, que a validação deu-se no nível operacional somente. Recomenda-se, assim, que abordagem seja submetida para validação em nível gerencial. Sugere-se que os gerentes e decisores das empresas que participaram dos três projetos, além dos gestores da própria certificadora, responsáveis pelo contrato do processo de certificação, sejam envolvidos no processo de validação em nível gerencial. A validação gerencial tem por objetivo reforçar os benefícios da adoção da nova sistemática no contexto dos processos de certificação de grandes projetos de engenharia, bem como divulgar o modelo proposto como inovação organizacional, que poderá se tornar no futuro uma boa prática catalogada nessa área.

5.11. Conclusões do estudo de caso

Buscou-se neste capítulo apresentar o estudo de caso de avaliação da conformidade como instrumento de aprendizagem organizacional no contexto de grandes projetos de engenharia, segundo o regime epcista, mais precisamente os projetos de três terminais aquaviários a serem operados pela Transpetro, cuja implementação vem sendo conduzida pela Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR), da Petrobras.

O modelo conceitual que integrou as abordagens teóricas de avaliação da conformidade e de aprendizagem organizacional mostrou-se fundamental para o desenvolvimento do estudo de caso apresentado neste Capítulo. Pelas suas características, a abordagem integrada AC/AO pode ser considerada uma inovação organizacional, tanto no ambiente da Bureau Veritas do Brasil, quanto no contexto da Unidade de Engenharia da Petrobras.

De fato, a construção da abordagem integrada apoiou-se na corrente mais atual do campo de avaliação de projetos e programas, que explora a avaliação como um processo contínuo de aprendizagem da organização e nunca foi aplicada no contexto de certificação de projetos de engenharia de grandes empreendimentos.

Segundo os autores dessa corrente, a escolha do método mais adequado de avaliação deve levar em conta simultaneamente o contexto organizacional no qual se insere o projeto a ser avaliado e o propósito da avaliação pretendida. Esses dois critérios nortearam a modelagem da abordagem integrada aqui apresentada.

Os resultados da análise dos documentos do projeto do Terminal Aquaviário de Pecém-Tecém revelaram que:

- a documentação das fases FEED e executiva do Terminal Aquaviário de Pecém-Tecém consiste de 1095 documentos e as disciplinas com maior percentual de documentos são: engenharia civil, elétrica e mecânica, com 22,8%, 19,2% e 18,9%, respectivamente.
- as disciplinas com maior incidência de documentos de alta criticidade no referido projeto são: civil, com 156 documentos; instrumentação, com 142, e tubulação com 104 documentos;

- as disciplinas com maior incidência de documentos de média criticidade são: mecânica, elétrica e processo, com 169, 164 e 105 documentos, respectivamente;
- os documentos classificados como de alta criticidade representam 40% do total de documentos do projeto e que os de média criticidade respondem por 49%. Juntos representam 89% dos documentos gerados no projeto, o que sinaliza um grande espaço para aplicação da abordagem integrada AC/AO, segundo a qual os erros são mapeados e ações associadas a aprendizados de ciclos simples e duplos são propostas nas reuniões de análise crítica.

Os resultados da análise dos documentos do projeto de Barra do Riacho indicaram que:

- a documentação das fases FEED e executiva do projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho congrega 4700 documentos, dos quais 36,7% são isométricos (IS) e 35,7% são desenhos. As disciplinas com maior percentual de documentos são tubulação (47,3%) e civil (19,9%).
- as disciplinas com maior incidência de documentos de alta criticidade no projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho são: civil, com 257 documentos; tubulação, com 235; arquitetura, com 91; e instrumentação, com 80 documentos;
- as disciplinas com maior incidência de documentos de média criticidade são: tubulação, civil, instrumentação e elétrica, com 339, 171, 112 e 76 documentos, respectivamente;
- os documentos classificados como de alta criticidade representam 19% do total de documentos do projeto e os de média criticidade respondem por 19%. Juntos representam 38% dos documentos gerados no projeto, percentual bem inferior ao verificado no Projeto de Pecém-Tecém. Ressalta-se, porém, que 11% da documentação total ainda não foi avaliada pela certificadora.

Finalmente, a coleta de dados referente à documentação das fases FEED e executiva do projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida identificou e classificou 4172 documentos, cuja análise revelou que:

- as categorias de documentos mais importantes são Desenho (DE) e Requisição de Material (RM), com, respectivamente, 26,6% e 12,9%. As disciplinas com maior percentual de documentos são: tubulação, instrumentação e civil, com, respectivamente, 44,2%, 19,1% e 14,8% do total de documentos analisados.
- as disciplinas com maior incidência de documentos de alta criticidade no projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida são tubulação, com 399 documentos; civil, com 155; e instrumentação, com 62 documentos;
- as disciplinas com maior incidência de documentos de média criticidade são tubulação, instrumentação e civil, com 238, 133 e 109 documentos, respectivamente;
- os documentos classificados como de alta criticidade representam 20% do total de documentos do projeto e os de média criticidade respondem por 16%. Juntos representam 36% dos documentos gerados no projeto. Ressalta-se, porém, que ainda restam para serem avaliados pela certificadora 43% do total de documentos, como indicado na Tabela 5.38.

Conforme mostram os Quadros 5.4 a 5.6, muitos dos erros detectados nos documentos críticos dos três projetos foram devido à não observância ou até mesmo ao desconhecimento, por parte das empresas contratadas e subcontratadas pelo regime epista, das seguintes Normas Petrobras:

- N-120 - Peças de inserção entre flanges;
- N-1758 - Suporte, apoio e restrição para tubulação;
- N-1882 - Critérios para elaboração de projeto de instrumentação;
- N-1883 - Apresentação de projeto de instrumentação/automação;
- N-1931 - Material de tubulação para instrumentação;
- N-2796 - Estojos e porcas para flanges de tubulação para instalações de refino e transporte.
- N-38 - Critérios para projeto de drenagem, segregação, escoamento e tratamento preliminar de efluentes líquidos de instalações terrestres;
- N-381 - Execução de desenhos e outros documentos técnicos em geral;
- N-76 - Materiais de tubulação para Instalações de refino e transporte.

Acredita-se que a capacitação das equipes envolvidas na elaboração dos projetos, em relação às normas e regulamentos técnicos aplicáveis, seja de grande valia para um desenvolvimento eficiente das fases FEED e executiva do projeto, com ganhos econômicos e socioambientais para as empresas envolvidas nas fases subsequentes de construção, montagem e operação dos referidos Terminais.

Outros erros comentados nos Quadros 5.4 a 5.6 associam-se a incompatibilidades e inconsistências entre documentos de diversas disciplinas. Pela complexidade dos projetos em questão, seu gerenciamento pressupõe a adoção de boas práticas de engenharia, dentre elas o uso do guia de gerenciamento de projetos do Project Management Institute (PMI), intitulado *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK). O modelo PMBOK constituiu-se em um guia de conhecimentos, reunidos e comprovados internacionalmente, indo desde práticas tradicionais até práticas inovadoras e avançadas. Duas das disciplinas do modelo PMBOK relacionam-se diretamente à questão da incompatibilização entre disciplinas e poderão ser focos para promover mudanças, tanto nas estruturas de conhecimento existentes das empresas epcistas e subcontratadas, quanto nas suas estruturas de conhecimento dominantes. São elas: “gerência da integração” e “gerência da qualidade do projeto”, ambas disciplinas centrais do referido modelo (PMI, 2004).

Tais mudanças poderão, por sua vez, promover aprendizados de ciclo simples (quando ocorrerem mudanças nas bases de conhecimento existentes) ou de ciclo duplo (quando ocorrerem mudanças nas bases de conhecimento dominantes, ou seja, quando houver a revisão completa dos processos e padrões vigentes e a adoção futura de práticas inovadoras de gerenciamento de projetos).

Com base nos resultados aqui apresentados e na constatação de que muitos dos erros foram oriundos de falhas no gerenciamento integrado das diversas disciplinas, recomenda-se às empresas contratadas e subcontratadas envolvidas nos três projetos analisarem seus atuais processos e padrões de execução, com base em referenciais internacionais, como o PMBOK, por exemplo, tendo em vista a redução desse tipo de erro.

Conforme o modelo conceitual proposto, as ações corretivas referentes aos erros detectados nos três projetos poderão estimular dois tipos de aprendizado: (*i*) correção dos erros e proposição de melhorias, seguindo-se as normas,

regulamentos e diretrizes de projeto vigentes, caracterizando-se aprendizados de ciclo simples; e (ii) proposições de revisão de Normas Petrobras aplicáveis, diretrizes dos projetos básicos, bem como criação de novos padrões de execução baseados em boas práticas de engenharia e de gerenciamento de projetos consideradas inovadoras (aprendizados de ciclo duplo).

Nos três projetos de engenharia em tela, houve inúmeras evidências de aprendizados de ciclo simples, relacionadas principalmente aos erros em documentos críticos, como, por exemplo, incompatibilidade entre documentos de diversas disciplinas; não atendimentos a requisitos de normas Petrobras aplicáveis; ausência de dados e informações em desenhos de plantas, memórias de cálculo, isométricas, e indefinição de algumas informações críticas.

Aprendizados de ciclo duplo também foram observados no estudo de caso, citando-se, por exemplo, revisões de memorial descritivo e desenhos relacionadas à arquitetura geral da planta do empreendimento do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho, no Espírito Santo. Outro exemplo de ciclo duplo remete para a necessidade de criação de novas normas empresariais, podendo-se citar como exemplo normas de instrumentação, especialmente requisitos referentes a folhas de dados de instrumentação.

Finalmente, recomenda-se para fins de sua adoção futura em outros projetos que as proposições e recomendações da presente pesquisa sejam encaminhadas aos gerentes e decisores das empresas envolvidas, assim como aos gestores da própria certificadora que são responsáveis pelo contrato do processo de avaliação da conformidade descrito neste capítulo.