

Luciano Assalim

**Avaliação da conformidade como
ferramenta de aprendizagem organizacional em
projetos de engenharia de grandes empreendimentos**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Metrologia da PUC - Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação).

Orientador: Prof^a Maria Fatima Ludovico de Almeida

Rio de Janeiro
Novembro de 2010

Luciano Assalim

**Avaliação da conformidade como ferramenta de
aprendizagem organizacional em projetos de engenharia
de grandes empreendimentos**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada:

Profª Maria Fatima Ludovico de Almeida

Orientadora

Programa de Pós-Graduação em Metrologia – PUC-Rio

Prof. Mauricio Nogueira Frota

Programa de Pós-Graduação em Metrologia – PUC-Rio

Profª Elisabeth Costa Monteiro

Programa de Pós-Graduação em Metrologia – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico – PUC-Rio

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e da orientadora.

Luciano Assalim

Graduou-se em Engenharia Mecânica pela PUC-Rio, em 2005. Trabalhou na área de instrumentação e automação na indústria de petróleo e gás natural, no período de 2006 a 2009. Atualmente é engenheiro da Bureau Veritas do Brasil, onde atua como Analista de Certificação de Projetos.

Ficha Catalográfica

Assalim, Luciano

Avaliação da conformidade como ferramenta de aprendizagem organizacional em projetos de engenharia de grandes empreendimentos / Luciano Assalim ; orientador: Maria Fatima Ludovico de Almeida. – 2010.

205 f.: il. (color.); 30 cm

Dissertação (mestrado)—Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico, 2010.

Inclui referências bibliográficas.

1. Metrologia – Teses. 2. Avaliação da conformidade. 3. Normalização. 4. Gerenciamento de projetos. 5. Aprendizagem organizacional. 6. Serviços de engenharia. 7. Empreendimentos. 8. Regime epecista. 9. Terminais aquaviários. I. Almeida, Maria Fatima Ludovico de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação. III. Título.

CDD: 389.1

Dedicado à minha família, em especial aos meus pais, José Silvio e Luiza,
pelo exemplo de coragem e persistência.
À Elizabeth, pelo seu amor e apoio incondicional.

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Fatima Ludovico, pela oportunidade que me deu de trabalhar ao seu lado no desenvolvimento deste projeto e por todas suas orientações, confiança e amizade.

Aos Professores da banca examinadora pelas valiosas recomendações e proposições de melhoria.

Ao Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação (PósMQI) e a seu coordenador Professor Mauricio Frota, pela oportunidade de desenvolvimento profissional.

À Bureau Veritas do Brasil, pela oportunidade de participação no desenvolvimento deste projeto e pelo ambiente favorável para sua realização.

À PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não teria sido realizado.

Aos meus pais e irmãos, pelo imensurável amor e incessante apoio durante esta jornada.

À minha amada Elizabeth, pela paciência, cuidado e amor que sempre tem comigo.

A meus amigos de hoje e sempre, pela sua torcida e seu carinho.

Resumo

Assalim, Luciano; Almeida, Maria Fatima Ludovico de. **Avaliação da conformidade como ferramenta de aprendizagem organizacional em projetos de engenharia de grandes empreendimentos**. Rio de Janeiro, 2010. 205 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O objetivo da dissertação é analisar em que medida a avaliação da conformidade de projetos de engenharia de grandes empreendimentos, conduzidos segundo regime epecista, pode ser utilizada como ferramenta de aprendizagem organizacional pelas entidades envolvidas. No contexto organizacional em que a pesquisa se insere, os objetos de análise são os projetos de três terminais aquaviários a serem operados pela Transpetro: (i) Pecém – Tecem (CE); (ii) Barra do Riacho (ES); e (iii) Ilha Comprida (RJ) e a unidade principal é a Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR) da Petrobras. A metodologia compreende: (i) pesquisa bibliográfica e documental sobre os temas centrais; (ii) seleção do tipo de caso e delimitação das unidades de caso; (iii) proposição do modelo conceitual; (iv) elaboração do estudo de caso; (v) formulação das conclusões do caso e recomendações para as entidades envolvidas. Destacam-se como resultados da pesquisa: (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 ou decorrentes do não atendimento a requisitos de normas e regulamentos técnicos aplicáveis; e (iii) a proposição de recomendações para as entidades envolvidas. Como conclusão, a pesquisa indica que o modelo conceitual proposto mostrou-se adequado para os fins a que se destina, constituindo um importante instrumento de gestão que poderá ser disseminado em outros contextos organizacionais de avaliação da conformidade de projetos de engenharia.

Palavras-chave

Metrologia; avaliação da conformidade; normalização; gerenciamento de projetos; aprendizagem organizacional; serviços de engenharia; empreendimentos; regime EPC; terminais aquaviários.

Abstract

Assalim, Luciano; Almeida, Maria Fatima Ludovico de (Advisor). **Conformity assessment as a tool for organizational learning in large engineering projects**. Rio de Janeiro, 2010. 205 p. MSc. Dissertation – Programa de Pós-graduação em Metrologia. Concentration Area: Metrology for Quality and Innovation, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The objective of this dissertation is to analyze to what extent the conformity assessment of engineering projects in large buildings, conducted according EPC regime, can be used as a tool for organizational learning by the entities involved (contractor, business EPC; subcontractors and certification). In the organizational context in which the research takes place, the objects of analysis are the projects of three waterway terminals of the Transpetro: (i) Pecém - Tecém (CE); (ii) Barra do Riacho (ES); and (iii) Ilha Comprida (RJ) and the main unit is the Unit Implementation of Projects for Transpetro (IETR) from Petrobras. The method comprises: (i) bibliographic and documentary research on the central themes, (ii) selecting the type of case and delimitation of the unit case, (iii) propose of a conceptual model, (iv) preparation of case study, (v) formulation of conclusions and recommendations of the case to entities involved. Stand as the search results: (i) an indication of critical documents in phases FEED and executive of the respective projects, (ii) the mapping of the principal errors that come from the incompatibility between the disciplines involved or arising from the unmet requirements of applicable standards and technical regulations; (iii) to propose recommendations for the entities involved. In conclusion, the research shows that the suggested model was adequate for the purposes for which it is intended, constituting an important management tool and learning that could be disseminated in other organizational contexts of conformity assessment of engineering projects.

Keywords

Metrology; conformity assessment; standardization; project management; organizational learning; engineering services; engineering projects; EPC contracts; marine terminals.

Sumário

1. Introdução.....	16
1.1 Definição do problema de pesquisa.....	20
1.2 Objetivos: geral e específicos.....	20
1.3 Motivação.....	22
1.4 Metodologia.....	25
1.5 Estrutura da dissertação.....	28
2. Projeto de engenharia e modalidades de contrato.....	30
2.1 Projeto de engenharia definições e conceitos.....	30
2.1.1 Ciclo de vida de um projeto e suas fases.....	32
2.1.2 A importância do planejamento em empreendimentos.....	35
2.1.3 Caracterização das principais fases de um projeto.....	38
2.2 Modalidades de contrato.....	47
2.2.1 <i>Design-Bid-Build</i> (DBB).....	48
2.2.2 <i>Design-Build</i> (DB).....	49
2.2.3 <i>Engineer-at-Risk</i> (EAR).....	50
2.2.4 <i>Design-Build-Operate</i> (DBO).....	50
2.2.5 <i>Build-Owner-Operate-Transfer</i> (BOOT).....	51
2.2.6 <i>Engineering, Procurement, Construction</i> (EPC).....	51
2.3 Gerenciamento de projetos e garantia da qualidade.....	57
2.4 Considerações finais sobre o capítulo.....	59
3. Normalização, regulamentação técnica e avaliação da conformidade em serviços de engenharia.....	61
3.1 Normalização.....	64
3.1.1 Objetivos.....	64
3.1.2 Princípios.....	65
3.1.3 Impactos.....	66
3.1.4 Benefícios.....	67
3.1.5 Níveis de atividade.....	68
3.2 Regulamentação técnica.....	71
3.3 Normalização técnica em empresas de serviços de engenharia.....	72
3.3.1 Normalização na Unidade de Engenharia da Petrobras.....	75
3.4 Avaliação da conformidade.....	80
3.4.1 Definições e conceitos.....	80
3.4.2 Objetivos da avaliação da conformidade.....	83
3.4.3 Mecanismos de avaliação da conformidade.....	85
3.5 Considerações finais sobre o capítulo.....	92

4. Avaliação da conformidade como instrumento de aprendizagem organizacional.....	93
4.1 Aprendizagem organizacional: principais enfoques e conceitos.....	95
4.2 A abordagem conceitual de Argyris e Schön.....	97
4.3. Proposição de uma abordagem integrada AC/AO.....	193
4.4. Considerações finais sobre o capítulo.....	105
5 Estudo de caso.....	106
5.1 Questão do caso e proposições.....	108
5.2 Tipo de estudo de caso e unidades de análise.....	110
5.3 Modelo conceitual: avaliação da conformidade como instrumento de aprendizagem organizacional.....	111
5.3.1 Contexto institucional e socioproductivo do IETR.....	115
5.3.2 Estruturas de conhecimento dominantes.....	117
5.3.3 Ação.....	117
5.3.4 Avaliação da conformidade.....	118
5.3.5 Resultados.....	118
5.3.6 Análise crítica.....	119
5.3.7 Mudanças nas estruturas de conhecimento e aprendizados.....	119
5.4 Unidades de análise: principal e incorporadas ao caso.....	120
5.4.1 A Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro	120
5.4.2 Projeto 1: Terminal Aquaviário Pecém –Tecem (CE).....	124
5.4.3 Projeto 2:Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (ES).....	126
5.4.4 Projeto 3:Terminal Aquaviário de Ilha Comprida (RJ).....	129
5.5 A certificadora Bureau Veritas do Brasil.....	131
5.5.1 Perfil da empresa.....	131
5.5.2 Processo de avaliação da conformidade pela certificadora.....	131
5.6 Coleta e organização dos dados.....	144
5.7 Resultados referentes ao projeto 1.....	148
5.7.1 Documentos críticos.....	149
5.7.2 Mapeamento dos principais erros das fases FEED e executiva.....	156
5.8 Resultados referentes ao projeto 2.....	158
5.8.1 Documentos críticos.....	159
5.8.2 Mapeamento dos principais erros das fases FEED e executiva.....	170
5.9 Resultados referentes ao projeto 3.....	173
5.9.1 Documentos críticos.....	173
5.9.2 Mapeamento dos principais erros das fases FEED e executiva.....	185
5.10 Validação empírica do modelo conceitual.....	189
5.11 Conclusões do estudo de caso.....	190
6. Conclusões e recomendações.....	195
Referências bibliográficas.....	199

Lista de Figuras

Figura 1.1 -	Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo de suas fases.....	23
Figura 1.2 -	Desenho da pesquisa, seus componentes e métodos.....	26
Figura 2.1 -	Critérios de aprovação nos portões da fase FEED.....	44
Figura 2.2 -	Responsabilidades da contratante e da contratada em regime EPC.....	53
Figura 3.1 -	Cadeia da TIB e infraestrutura tecnológica nacional: foco na garantia da qualidade dos projetos de engenharia de grandes empreendimentos.....	62
Figura 3.2 -	Níveis da atividade de normalização.....	68
Figura 3.3 -	Processos de avaliação da conformidade e de acreditação de organizações de terceira parte.....	91
Figura 4.1 -	Representação dos ciclos de aprendizagem segundo Argyris e Schön.....	101
Figura 4.2 -	Modelo de avaliação da conformidade como mecanismo de aprendizagem organizacional.....	103
Figura 5.1 -	Tipos básicos de projetos para estudos de caso.....	107
Figura 5.2 -	Fluxograma de execução do estudo de caso.....	109
Figura 5.3 -	Modelo conceitual de avaliação da conformidade como mecanismo de aprendizagem organizacional em projetos de engenharia de grandes empreendimentos.....	113
Figura 5.4 -	Organograma parcial da Unidade de Engenharia da Petrobras, situando-se a Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR).....	120
Figura 5.5 -	Organograma detalhado da Unidade de Implementação de Empreendimentos para Transpetro (IETR).....	122
Figura 5.6 -	Vista do Terminal Aquaviário do Pecém – Tecém (CE).....	124
Figura 5.7 -	Projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (ES).....	127
Figura 5.8 -	Vista do projeto do Terminal Aquaviário de Barra do Riacho (ES).....	127
Figura 5.9 -	Vista parcial do projeto do Terminal Aquaviário de Ilha Comprida (RJ).....	130
Figura 5.10 -	Estrutura organizacional da Bureau Veritas do Brasil.....	133
Figura 5.11 -	Estrutura organizacional da Divisão de Óleo&Gás da Bureau Veritas do Brasil.....	134
Figura 5.12 -	Fluxo do documento recebido pela primeira vez.....	141
Figura 5.13 -	Fluxo do documento já registrado no sistema.....	142
Figura 5.14 -	Folha de Status padrão utilizada para registro dos comentários pela certificadora.....	143
Figura 5.15 -	Distribuição dos documentos dos projetos por disciplina.....	147
Figura 5.16 -	Distribuição dos documentos dos projetos por categoria de documentos.....	148
Figura 5.17 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de civil no Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos.....	152

Figura 5.18 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de elétrica no Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos.....	153
Figura 5.19 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de instrumentação no Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos.....	153
Figura 5.20 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de mecânica no Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos.....	154
Figura 5.21 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de processo no Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos.....	154
Figura 5.22 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de tubulação no Projeto Pecém-Tecém: análise por categoria de documentos.....	155
Figura 5.23 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de ar condicionado e ventilação no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	165
Figura 5.24 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de arquitetura no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	165
Figura 5.25 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de civil no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	166
Figura 5.26 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de elétrica no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	166
Figura 5.27 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de estrutura metálica no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	167
Figura 5.28 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de instrumentação no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	167
Figura 5.29 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de mecânica no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	168
Figura 5.30 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de processo no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	168
Figura 5.31 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de tubulação no Projeto de Barra do Riacho: análise por categoria de documentos.....	169
Figura 5.32 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de ar condicionado e ventilação no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	179
Figura 5.33 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de arquitetura no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	180
Figura 5.34 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de civil no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	180

Figura 5.35 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de elétrica no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	181
Figura 5.36 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de estrutura metálica no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	181
Figura 5.37 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de instrumentação no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	182
Figura 5.38 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de mecânica no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	182
Figura 5.39 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de processo no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	183
Figura 5.40 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de telecomunicação no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	183
Figura 5.41 -	Documentos de criticidade alta na disciplina de tubulação no Projeto de Ilha Comprida: análise por categoria de documentos.....	184

Lista de Quadros

Quadro 3.1 - Principais Normas Petrobras utilizadas no processo da avaliação da conformidade de projetos de engenharia.....	77
Quadro 3.2 - Documentos emitidos no âmbito do Comitê de Avaliação da Conformidade (CACO) da ISO.....	84
Quadro 3.3 - Modelos de certificação.....	87
Quadro 4.1 - Características do Modelo I de Argyris e Schön.....	102
Quadro 4.2 - Características do Modelo II de Argyris e Schön.....	102
Quadro 5.1 - Categoria de documentos segundo a Norma Petrobras N-1710.....	139
Quadro 5.2 - Categoria de serviços.....	140
Quadro 5.3 - Descrição do critério criticidade para a avaliação de documentos das fases FEED e executiva dos projetos de engenharia de grandes empreendimentos.....	149
Quadro 5.4 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto Pecém-Tecém.....	156
Quadro 5.5 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Barra do Riacho.....	170
Quadro 5.6 - Principais erros identificados nas fases FEED e executiva do Projeto de Ilha Comprida.....	185

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 - Custos relativos às fases do empreendimento.....	24
Tabela 5.1 - Distribuição de funcionários nas respectivas regiões de atividade da IETR.....	123
Tabela 5.2 - Capacidade de armazenamento dos tanques do Terminal Pecém-Tecém.....	125
Tabela 5.3 - Regiões de atuação do Grupo Bureau Veritas.....	132
Tabela 5.4 - Localização geográfica dos escritórios do Grupo Bureau Veritas no Brasil.....	132
Tabela 5.5 - Distribuição da documentação do Projeto do Terminal de Pecém-Tecém, por disciplina e por categoria de documento.....	145
Tabela 5.6 - Distribuição da documentação do Projeto do Terminal de Barra do Riacho, por disciplina e por categoria de documento.....	146
Tabela 5.7 - Distribuição da documentação do Projeto do Terminal de Ilha Comprida, por disciplina e por categoria de documento.....	147
Tabela 5.8 - Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina civil.....	149
Tabela 5.9 - Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina elétrica	150
Tabela 5.10 - Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina instrumentação.....	150
Tabela 5.11 - Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina mecânica.....	151
Tabela 5.12 - Documentos críticos do Projeto Pecém-Tecém: disciplina de processo.....	151
Tabela 5.14 - Criticidade dos documentos do Projeto Pecém-Tecém, por disciplina.....	155
Tabela 5.15 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina ar condicionado e ventilação.....	159
Tabela 5.16 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina arquitetura.....	159
Tabela 5.17 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina caldeiraria.....	160
Tabela 5.18 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina civil.....	160
Tabela 5.19 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina elétrica.....	161
Tabela 5.20 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina estrutura metálica.....	161
Tabela 5.21 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina instrumentação.....	162
Tabela 5.22 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina mecânica.....	162
Tabela 5.23 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina de processo.....	163
Tabela 5.24 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina telecomunicação.....	163
Tabela 5.25 - Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina tubulação.....	164

Tabela 5.26 -	Criticidade dos documentos do Projeto de Barra do Riacho, por disciplina.....	169
Tabela 5.27 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina ar condicionado e ventilação.....	173
Tabela 5.28 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina arquitetura.....	174
Tabela 5.29 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina caldeiraria.....	174
Tabela 5.30 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina civil.....	175
Tabela 5.31 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina elétrica.....	176
Tabela 5.32 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina estrutura metálica.....	176
Tabela 5.33 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina instrumentação.....	177
Tabela 5.34 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina mecânica.....	177
Tabela 5.35 -	Documentos críticos do Projeto de Ilha Comprida: disciplina de processo.....	177
Tabela 5.36 -	Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina telecomunicação.....	178
Tabela 5.37 -	Documentos críticos do Projeto de Barra do Riacho: disciplina tubulação.....	179
Tabela 5.38 -	Criticidade dos documentos do Projeto de Barra do Riacho, por disciplina.....	184