

**FERNANDO SILVA ALBUQUERQUE**

**QUALIDADE EM EMPRESAS DE PROJETO E SUPERVISÃO DE  
OBRAS RODOVIÁRIAS COM PAVIMENTO ASFÁLTICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Campina Grande (UFCG) como requisito  
parcial para a obtenção do título de Mestre em  
Engenharia Civil e Ambiental – Geotecnia

Orientador: Prof. Dr. José Afonso Gonçalves de  
Macedo

Co-orientadora: Profa. Dr. Aurelia Altemira  
Acuña Idrogo

**Campina Grande – PB**

**2004**

A345q

Albuquerque, Fernando Silva

2004

Qualidade em empresas de projeto e supervisão de obras rodoviárias com pavimento asfáltico / Fernando Silva Albuquerque – Campina Grande: UFCG, 2004.

2v.: ilust.

Inclui bibliografia.

Dissertação (mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) UFCG/CCT/DEC.

1. Qualidade em Empresas de Projeto e Supervisão de Obras
2. ISO 9000 3. Construção Rodoviária

CDU: 658.516.3:625.73+625.76

**FERNANDO SILVA ALBUQUERQUE**

**QUALIDADE EM EMPRESAS DE PROJETO E SUPERVISÃO DE  
OBRAS RODOVIÁRIAS COM PAVIMENTO ASFÁLTICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
como requisito parcial para a obtenção do título de  
Mestre em Engenharia Civil e Ambiental – Geotecnia

Aprovado em Fevereiro de 2004.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. José Afonso Gonçalves de Macedo DSc. Orientador (UFCG)

---

Profa. Aurelia Altemira Acuña Idrogo DSc. Co-orientadora (UFPB)

---

Prof. Washington Peres Nuñez DSc. Examinador (UFRGS)

---

Prof. Nilton Pereira de Andrade PhD. Examinador (UFPB)

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, meu pai (*in memorium*), minha esposa e meus irmãos pelo apoio, compreensão e companheirismo que me dispuseram e dispõem em todos os momentos de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Sou grato, primeiramente, a Deus por nos dar a certeza de que tudo, quando no bem, nós podemos fazer. Ao meu Orientador, professor José Afonso Gonçalves de Macedo, e minha Co-Orientadora, professora Aurelia Altemira Acuña Idrogo, pela parceria oferecida e por me proporcionarem a oportunidade de ampliar meus conhecimentos nesta etapa de minha vida. À CAPES, pois sem esta instituição a pesquisa não poderia ser realizada. À empresa JBR Engenharia e à todos os seus colaboradores pela gentil concessão e cooperação nos trabalhos realizados. Aos professores, funcionários e alunos da área de Geotecnia da UFCG pelos conhecimentos oferecidos e amizades formadas. À minha mãe Elza, minha esposa Tatiana e meus irmãos Frank, Éricka, Kamila e Amanda por todo o otimismo e incentivo oferecidos. Ao meu pai Francisco (*in memorium*) pela certeza de que ele está sempre torcendo pelo sucesso de seus filhos.

## Confiar nos outros

“Vivo acreditando em tudo que as pessoas me dizem, e sempre me decepiono”, costumam dizer os companheiros.

É importante confiar nas pessoas; um guerreiro da luz não tem medo de decepções – porque conhece o poder de sua espada, e a força do seu amor.

Entretanto, ele consegue impor seus limites: uma coisa é aceitar os sinais de Deus, e entender que os anjos usam a boca de nosso próximo para nos dar conselhos.

Outra coisa é ser incapaz de tomar decisões, e estar sempre procurando uma maneira de deixar que os outros nos digam o que devemos fazer.

Um guerreiro confia nos outros. Porque – primeiro – confia em si.

## RESUMO

Há cerca de 10 anos, as empresas que compõem a cadeia da indústria da construção brasileira estão realizando mudanças significativas na concepção de sua gestão interna, tecnologia e relacionamento com os clientes. Aliado a esses fatores, várias normas setoriais que regem programas de implantação de sistema de gestão da qualidade estão surgindo, inclusive no setor rodoviário. Para adequarem-se a essas novas tendências e as exigências de Órgãos Rodoviários Contratantes, “Empresas Consultoras” que atuam na realização de projetos e supervisão de obras rodoviárias estão sendo levadas a implantarem ferramentas de gestão baseados na NBR ISO 9001:2000. Este trabalho desenvolveu modelos de documentos da qualidade elaborados a partir da bibliografia pertinente ao setor e validados em uma “Empresa Consultora” para comprovar a sua possibilidade de utilização em uma certificação da qualidade, mas, também, com o objetivo de agregar valor aos seus processos internos e aos beneficiados por seus serviços. Também foi realizado um estudo de caso, onde avaliaram-se os benefícios atingidos por uma empresa desse setor após a implantação de um sistema de gestão da qualidade e certificação na ISO 9001:2000. Nele aplicou-se um questionário de auto-avaliação, como o sugerido na NBR ISO 9004:2000. As respostas fornecidas pela empresa estudada refletem que o processo de implantação do sistema de gestão da qualidade conferiu melhoras expressivas em sua gestão, onde a mesma se colocava, na época da pesquisa, como uma das melhores da classe quando comparada à referências de excelência.

**Palavras-chave:** Qualidade em Empresas de Projeto e Supervisão de Obras; ISO 9000;  
Construção Rodoviária.

## **ABSTRACT**

For about 10 years, the companies of the Brazilian building industry network have undergone significant changes within their internal management conception, technology and relationship with their customers. Along with these factors, several sectorial rules that conduct the programs for the implementation of the quality management system are appearing, including in the road sector. To comply with these new tendencies and demands of the Public Building Societies, 'Consultancy Companies' that work on projects and supervision of roadwork have been led to implant management tools based in the NBR ISO 9001:2000. This work developed quality documents models elaborated based on pertinent bibliography of this sector and validated in a 'Consultancy Company' to prove their possibility of use in a quality certification, but, also, with the objective of valuing their internal processes and their benefited services. It has also accomplished a study case which assessed the benefits to a company of this sector after the implementation of the quality management system and ISO 9001:2000 certification. The answers provided by the studied company reflect that the process of quality management system implantation resulted in expressive improvements in its management, that disposed itself, at the research time, as one of the best of the class when compared to excellence reference.

**Key-words:** Quality in Companies of Buildings Project and Supervision; ISO 9000;  
Roadwork.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b>	xiv
<b>LISTA DE TABELAS</b>	xv
<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS, ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	xvi
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	xviii
<b>CAPÍTULO 1</b>	1
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	2
1.1 Justificativa do Trabalho	3
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo Geral	6
1.2.2 Objetivos Específicos	7
1.3 Hipóteses de Trabalho	7
1.4 Limitação do Trabalho	7
1.5 Estruturação do Trabalho	8
<b>CAPÍTULO 2</b>	9
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	10
2.1 Aspectos Técnicos da Construção de Rodovias	10
2.1.1 Histórico do Rodoviarismo Brasileiro	10
2.1.2 Construção Rodoviária	12
2.1.3 Projetando uma Rodovia	15
2.1.3.1 Fase Preliminar	17
2.1.3.2 Fase de Anteprojeto	17
2.1.3.3 Fase de Projeto	17
2.1.3.4 Atividades Necessárias nas Diversas Etapas de Projeto	18
2.1.4 Supervisionando uma Rodovia	23
2.1.4.1 Fiscalização Técnica	24
2.1.4.1.1 Implantação Física do Projeto	24
2.1.4.1.2 Controle de Campo no Desenvolvimento dos Serviços	26
2.1.4.1.3 Ensaio de Campo e Laboratório	47
2.1.4.1.4 Vistoria Final e Liberação da Obra ou Subtrechos	50
2.1.4.2 Fiscalização Administrativa	50
2.1.4.2.1 Medições	50

2.1.4.2.2	Acompanhamento de Cronogramas Físicos e Financeiros	52
2.2	Qualidade na Construção	53
2.2.1	O Conceito de Qualidade	53
2.2.2	Qualidade no Setor da Construção	54
2.2.2.1	Conjuntura Atual	54
2.2.2.2	Estrutura do Setor	56
2.2.3	A ISO	57
2.2.4	A Série NBR ISO 9000	58
2.2.4.1	A Abordagem da Série NBR ISO 9000	58
2.2.4.2	Método de Controle de Processos	60
2.3	Qualidade em Projetos e Supervisão de Obras Rodoviárias	63
2.3.1	O Sistema de Gestão da Qualidade	63
2.3.2	Diagnóstico, Planejamento e Implantação do Sistema	64
2.3.3	Padronização e Documentação do Sistema	65
2.3.3.1	Documentação do sistema	66
2.3.4	Política, Objetivos, Metas e Indicadores da Qualidade	68
2.3.4.1	Política da qualidade	69
2.3.4.2	Objetivos da qualidade	69
2.3.4.3	Metas do sistema da qualidade	70
2.3.4.4	Indicadores da qualidade e produtividade	71
2.3.5	Responsabilidade, Autoridade e Competência	76
2.3.5.1	Responsabilidade e Autoridade	76
2.3.5.2	Competência	76
2.3.6	Os Recursos para a Qualidade	79
2.3.7	Requisitos do Cliente	80
2.3.8	Qualidade em Aquisições e Contratações	81
2.3.9	Qualidade na Realização do Produto: Projeto e Supervisão	83
2.3.9.1	Planejamento do produto	83
2.3.9.2	Realização do projeto	85
2.3.9.3	Realização da supervisão de obra	90
2.3.10	Assistência Pós-Entrega	94
2.3.11	Medição da Satisfação dos Clientes	95
2.3.12	Auditoria Interna	96

2.3.13 Não-Conformidades, Ações Corretivas e Ações Preventivas	100
2.3.14 Análise de Dados	102
2.3.14.1 Ferramentas para Análise de Processos	103
2.3.14.1.1 Conceitos	103
2.3.14.1.2 Gráfico de Pareto	103
2.3.14.1.3 Diagrama de Causa e Efeito	104
2.3.14.1.4 Diagrama de Dispersão	105
2.3.14.1.5 Gráfico de Controle	105
2.3.15 Análise Crítica pela Direção	107
<b>CAPÍTULO 3</b>	109
<b>3. METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	110
3.1 Considerações Iniciais	110
3.2 Métodos Científicos	110
3.3 Pesquisa Bibliográfica	111
3.4 Pesquisa de Campo	113
3.4.1 Caracterização da Empresa Estudada	113
3.4.2 Validação do Modelo	115
3.4.3 Avaliação do SGQ da Empresa Estudada	116
3.5 Resumos das Atividades	117
<b>CAPÍTULO 4</b>	119
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	120
4.1 Modelos de Documentação do SGQ de Empresas Consultoras	120
4.1.1 Manual da Qualidade	120
4.1.2 Plano da Qualidade	124
4.1.3 Procedimentos Operacionais	125
4.1.3.1 PO de Análise da Oportunidade de Negócio	128
4.1.3.2 PO de Planejamento da Qualidade	129
4.1.3.3 PO de Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços	129
4.1.3.4 PO de Admissão e Treinamento	130
4.1.3.5 PO de Controle de Equipamentos	130
4.1.3.6 PO de Desenvolvimento de Projetos	131
4.1.3.7 PO de Execução de Serviços Administrativos em Obra	132
4.1.3.8 PO de Vistoria Final	132

4.1.3.9 PO de Verificação de Serviços Prestados	133
4.1.3.10 PO de Assistência Pós-Serviço	133
4.1.3.11 PO de Auditorias Internas	134
4.1.3.12 PO de Avaliação da Satisfação dos Clientes	134
4.1.4 Documentação Complementar	135
4.2 Avaliação do SGQ da Empresa Estudada	136
<b>CAPÍTULO 5</b>	138
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	139
5.1 Resultados Alcançados	139
5.2 Sugestões	141
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	143
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	144
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	148
<b>APÊNDICES</b>	153
APÊNDICE A – Estudos de Tráfego	154
APÊNDICE B – Estudos Topográficos	168
APÊNDICE C – Estudos Geotécnicos	191
APÊNDICE D – Projeto Geométrico	198
APÊNDICE E – Terraplanagem	238
APÊNDICE F – Projeto de Pavimentos Asfálticos	248
APÊNDICE G – Orçamento da Obra	255
APÊNDICE H – Terraplenagem – Corte	264
APÊNDICE I – Terraplenagem – Aterro	267
APÊNDICE J – Terraplenagem – Empréstimo	269
APÊNDICE K – Pavimentação – Regularização do subleito	271
APÊNDICE L – Pavimentação – Reforço do subleito	275
APÊNDICE M – Pavimentação – Sub-base e Base Estabilizada Granulometricamente	277
APÊNDICE N – Pavimentação – Base de Macadame Hidráulico	279
APÊNDICE O – Pavimentação – Imprimação e Pintura de Ligação	286
APÊNDICE P – Pavimentação – Revestimento em Concreto Betuminoso	288
APÊNDICE Q – Infra-estrutura para serviço	290
APÊNDICE R – Técnicas Estatísticas	296

<b>ANEXOS</b>	308
ANEXO I – Planejamento e Implantação do Sistema	309
ANEXO II – Manual da Qualidade	320
ANEXO III – Plano da Qualidade	345
ANEXO IV – Requisitos dos Clientes	354
ANEXO V – Planejamento para a Prestação dos Serviços	359
ANEXO VI – Aquisição, Recebimento e Manuseio de Materiais/ Equipamentos e Contratação de Serviços	364
ANEXO VII – Seleção e Treinamento	374
ANEXO VIII – Controle de Equipamentos de Produção, Medição e Ensaios	383
ANEXO IX – Realização de Projetos	389
ANEXO X – Medição de serviços executados, análise do andamento da obra e do desempenho da executora	407
ANEXO XI – Vistoria Final da Obra	414
ANEXO XII – Verificação dos Serviços Prestados	418
ANEXO XIII – Assistência Técnica	422
ANEXO XIV – Auditorias Internas da Qualidade	428
ANEXO XV – Análise da Satisfação dos Clientes	435
ANEXO XVI – Verificação de Serviços em Obra	440

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b>	– Hierarquia entre as empresas envolvidas em uma obra rodoviária	14
<b>FIGURA 2</b>	– Fluxo de contratação e atividades em uma obra rodoviária	15
<b>FIGURA 3</b>	– Amarração do eixo da rodovia	25
<b>FIGURA 4</b>	– Locação de seção transversal	26
<b>FIGURA 5</b>	– Ciclo da Qualidade na Indústria da Construção	56
<b>FIGURA 6</b>	– Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo	59
<b>FIGURA 7</b>	– Ciclo PDCA	60
<b>FIGURA 8</b>	– Melhoria Contínua	61
<b>FIGURA 9</b>	– Ilustração do fluxo do processo de gestão de um programa de auditoria	97
<b>FIGURA 10</b>	– Visão geral das atividades típicas de auditoria	98
<b>FIGURA 11</b>	– Visão geral do processo vindo da coleta de informações até atingir a conclusão da auditoria	99
<b>FIGURA 12</b>	– Gráfico de Pareto	104
<b>FIGURA 13</b>	– Diagrama de Causa e Efeito	104
<b>FIGURA 14</b>	– Diagrama de Dispersão	105
<b>FIGURA 15</b>	– Gráficos de Controle: (a) processo sob controle; e (b) processo fora de controle	106
<b>FIGURA 16</b>	– Macro-fluxo de processos típico de empresas consultoras	112
<b>FIGURA 17</b>	– Pirâmide hierárquica da documentação do sistema	113
<b>FIGURA 18</b>	– Malha viária do estado de Pernambuco	114
<b>FIGURA 19</b>	– Detalhe do trecho da BR-232 que sofreu melhoramentos e duplicação (Recife – Caruaru) e do subtrecho que a empresa ficou responsável pelo projeto e fiscalização (Gravatá – Bezerros)	115
<b>FIGURA 20</b>	– Desenvolvimento da documentação para SGQ em Empresas Consultoras	117
<b>FIGURA 21</b>	– Avaliação da situação da empresa estudada após a implantação do SGQ	118
<b>FIGURA 22</b>	– Capítulos do Manual da Qualidade	123
<b>FIGURA 23</b>	– Tópicos e Anexos de Planos da Qualidade	125
<b>FIGURA 24</b>	– Tópicos do Procedimento Operacional	126

**LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 1</b>	Estudos realizados na Fase Preliminar	16
<b>QUADRO 2</b>	Estudos realizados na Fase de Anteprojeto	16
<b>QUADRO 3</b>	Estudos realizados na Fase de Projeto	16
<b>QUADRO 4</b>	Atividades da fiscalização técnica	23
<b>QUADRO 5</b>	Atividades da fiscalização administrativa	24
<b>QUADRO 6</b>	Controle do serviço de corte	28
<b>QUADRO 7</b>	Controle do serviço de empréstimo	29
<b>QUADRO 8</b>	Controle do serviço de aterro	31
<b>QUADRO 9</b>	Controle do serviço de regularização do subleito	32
<b>QUADRO 10</b>	Controle do serviço de reforço do subleito	34
<b>QUADRO 11</b>	Controle do serviço de sub-base estabilizada granulometricamente	35
<b>QUADRO 12</b>	Controle do serviço de base estabilizada granulometricamente	36
<b>QUADRO 13</b>	Controle do serviço de base de macadame hidráulico	38
<b>QUADRO 14</b>	Controle do serviço de imprimação	41
<b>QUADRO 15</b>	Controle do serviço de pintura de ligação	41
<b>QUADRO 16</b>	Controle do serviço de revestimento em concreto betuminoso	43
<b>QUADRO 17</b>	Agentes e fontes poluidoras	46
<b>QUADRO 18</b>	Ensaio de controle de execução de pavimentos asfálticos	48
<b>QUADRO 19</b>	Critérios de medição dos serviços de execução	51
<b>QUADRO 20</b>	Indicadores de capacitação e de desempenho	72
<b>QUADRO 21</b>	Notas e critérios utilizados na planilha de auto-avaliação do SGQ da empresa	117
<b>QUADRO 22</b>	A documentação do sistema da qualidade	127
<b>QUADRO 23</b>	A documentação complementar do sistema da qualidade	135

## GLOSSÁRIO DE TERMOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>5S's</b> –	Programa Japonês de Implantação de Conceitos da Qualidade
<b>ABNT</b> –	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ASQ</b> –	<i>American Society for Quality</i>
<b>Benchmarking</b> –	Prática de cópia de processos de outras empresas
<b>Brainstorming</b> –	Prática de colocação de idéias sem restrições
<b>CCO</b> –	Curva Característica de Operação
<b>Check-list</b> –	Formulário com itens de verificação
<b>CIS</b> –	Certificado de Inspeção de Serviço
<b>DAER</b> –	Departamentos Autônomos de Estradas de Rodagem (Estadual)
<b>DER</b> –	Departamento de Estradas de Rodagem (Estadual)
<b>DNER</b> –	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (atual DNIT)
<b>DNIT</b> –	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte (antigo DNER)
<b>Empreendimento</b> –	Projeto ou serviço de supervisão contratado a empresa
<b>ES</b> –	Norma de Especificação de Serviço do DNIT
<b>Feedback</b> –	Prática de retroalimentar informações
<b>FORM</b> –	Formulário
<b>INMETRO</b> –	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
<b>IPR</b> –	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
<b>ISO</b> –	<i>International Organization for Standardisation</i>
<b>Just in Time</b> –	Programa Japonês de preservação de estoque zero
<b>Kaizen</b> –	Palavra japonesa com o significado de Melhoria Contínua
<b>M</b> –	Manual
<b>ME</b> –	Norma de Método de Ensaio do DNIT
<b>MFQ</b> –	Movimento Francês para a Qualidade
<b>Modelo de Documentos</b> –	Documentos para o Sistema de Gestão da Qualidade desenvolvidos na pesquisa
<b>NBR</b> –	Norma Brasileira
<b>NQA</b> –	Nível de Qualidade Aceitável

<b>NR</b> –	Norma Regulamentadora
<b>OCC</b> –	Organismo de Certificação Credenciado
<b>PBQP-H</b> –	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
<b>PDCA</b> –	Iniciais das palavras inglesas <i>Plan, Do, Check e Action</i>
<b>PLAN</b> –	Planilha
<b>PO</b> –	Procedimento Operacional
<b>PQ</b> –	Plano da Qualidade
<b>PQE</b> –	Plano da Qualidade do Empreendimento
<b>PRO</b> –	Norma de Procedimento do DNIT
<b>QUALIOBRA</b> –	Programa Estadual da Qualidade e Produtividade no Habitat de Sergipe
<b>RBC</b> –	Rede Brasileira de Calibração
<b>Sebrae</b> –	Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas
<b>SENAI</b> –	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
<b>SGQ</b> –	Sistema de Gestão da Qualidade
<b>SIQ</b> –	Sistema de Qualificação
<b>TPM</b> –	Iniciais de palavras inglesas que significa Manutenção Produtiva Total

**LISTA DE SÍMBOLOS**

	- Processo;
	- Processo Alternativo;
	- Decisão;
	- Dados;
	- Processo Predefinido;
	- Armazenamento Interno;
	- Documento;
	- Vários Documentos;
	- Terminação;
	- Preparação;
	- Entrada Manual;
	- Operação Manual;
	- Conector;
	- Conector Fora de Página;
	- Dados Armazenados;
	- Seta de Seqüência de Processos ou Atividades.

# Capítulo 1

---

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a cadeia produtiva do setor da indústria da construção brasileira, de uma forma geral, vem sofrendo mudanças expressivas em sua gestão interna e nas técnicas utilizadas.

Com a maior exigência por parte dos consumidores diretos, sociedade, como também dos indiretos, órgãos contratantes, com relação à qualidade dos produtos oferecidos pelos responsáveis pela produção, está havendo grande necessidade da adequação dos projetos fornecidos, dos materiais utilizados e dos serviços executados a esta nova tendência.

Os maiores benefícios são observados quanto ao maior rendimento e diminuição dos desperdícios por parte das empresas devido ao alto grau de informações fornecidas em projeto para a execução, exigência de maior qualidade por parte dos produtos utilizados em obra, maior especialização do pessoal envolvido na execução das obras e supervisão dos serviços e satisfação da sociedade por utilizar melhores produtos.

Segundo Souza & Abiko (1997), a qualidade da obra como um todo é resultante das soluções e detalhes fornecidos pelo projeto, planejamento e gerenciamento da obra, da organização do canteiro de obras, das condições de higiene e segurança do trabalho, da correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, do controle do recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos e da qualidade da execução de cada serviço específico do processo de produção.

Quando se fala de obras rodoviárias, deve-se entender que existe a participação de quatro interventores diretos (empresas) no processo de construtivo: contratante (cliente), projetista, executora e uma empresa supervisora responsável pelo acompanhamento e fiscalização da obra.

Em muitos casos, o projeto e a supervisão da obra rodoviária podem ser assumidos por uma única empresa consultora (ver capítulo 2, seção 2.1.2).

Essas empresas consultoras participam do processo licitatório para o projeto da obra e, quando para a execução da obra, também participam da licitação para supervisão da mesma e recebem a responsabilidade de sua fiscalização técnica e administrativa.

De acordo com a situação apresentada, esta pesquisa propõe o desenvolvimento de modelos de documentação da qualidade que dão suporte ao manual da qualidade, tais como planos da qualidade para empreendimentos, procedimentos operacionais, formulários e planilhas, os quais, quando devidamente utilizados, facilitam à obtenção de padrão adequado de qualidade

em empresas que realizam projetos e supervisão de obras rodoviárias e atendendo as necessidades próprias à essas empresas, aos seus clientes e a uma possível certificação em normas de gestão da qualidade.

### **1.1. Justificativa do Trabalho**

Entre os setores da indústria brasileira, o que mais vem investindo em programas setoriais da qualidade é o da cadeia da construção civil.

Várias normas que regem Sistemas de Gestão da Qualidade para empresas construtoras vêm sendo instituídas desde o ano de 1998, apoiadas pela Caixa Econômica Federal e por Órgãos Públicos que têm o poder de compra, e culmina, no ano de 2003, com vários estados brasileiros aderindo ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). Pode-se citar, por exemplo, o QUALIOP – Bahia, ParáOBRAS – Pará, QUALIOBRA – Sergipe, QUALIHAB – São Paulo, QUALIPAV – Rio de Janeiro etc.

O site do PBQP-H (PBQP-H, 2003), em 20/10/2003, já registrava um número de 1.311 empresas com seus SGQ certificados em todo o Brasil, sendo 156 deles na região Nordeste.

Essas normas contemplam, em sua grande maioria, empresas construtoras. Porém, vêm se estendendo à empresas de fornecimento de materiais e agora de serviços de consultoria, como é o caso de empresas de projetos, gerenciamento de obras, fiscalização etc.

O próprio Departamento Nacional de Infra-Estrutura Rodoviária (DNIT) está em fase de finalização da elaboração de projetos de norma prevendo a necessidade de implantação de SGQ em empresas que realizam tanto a construção, quanto o projeto e supervisão de suas obras, como uma forma de também conduzir essas empresas à condição de melhor atender às necessidades dos órgãos rodoviários brasileiros, participando assim do esforço nacional de modernização das indústrias brasileiras.

Além disso, tem-se visto que os consumidores finais estão cada vez mais exigentes com a qualidade dos serviços prestados por essas empresas, inclusive no setor público.

Aliada a este panorama favorável tem sido observada a preferência, por parte dos órgãos com poder de compra (contratantes do serviço público rodoviário), de realizarem a contratação de uma mesma empresa para representá-lo na realização do projeto e para a fiscalização dos serviços da empresa executora da obra. Isto pode ser justificado pelo fato de que a mesma empresa se apresenta mais apta a realizar as duas funções por causa da familiarização já existente com o projeto executado.

Isto reforça a necessidade de realizar uma adaptação dos conceitos e modelos de documentação utilizados em pesquisas desenvolvidas em empresas projetistas de edifícios (Baía & Melhado, 1998), bem como dos desenvolvidos para empresas de construção civil (Souza & Abiko, 1997, e Souza et alii, 1994), respectivamente, para a realidade dos processos de projeto e supervisão de obras rodoviárias, de forma que atendam as necessidades discutidas e que sirvam de apoio a implantação do SGQ em tais empresas consultoras.

Os benefícios que podem ser alcançados por empresas consultoras que implantam SGQ e convenientemente controlam seus processos, são relativos às mudanças acontecidas em sua gestão interna, o que viriam à proporcionar melhoras nos setores de recursos humanos, comercial, de suprimento, planejamento, técnico e diretoria, tais como:

a) Recursos Humanos:

- clareza das responsabilidades e autoridades de cada função na empresa;
- ambiente de trabalho mais estável e confortável para o serviço dos funcionários pela definição e provisão dos recursos necessários para cada atividade, promovendo, também, um aumento no nível de satisfação destes;
- maior nível de instrução dos funcionários, ampliando suas competências, a partir dos treinamentos oferecidos; e
- diminuição no número de acidentes no trabalho e de falhas acarretadas pelas desinformações relativas às atividades de sua função.

b) Comercial:

- ampliação de parâmetros para decisões relativas a continuidade da concorrência em licitações, pois há uma pré-análise da viabilidade do empreendimento, dos preços mínimos que pode-se aplicar, de tempo estimado para a realização do empreendimento, disponibilidade dos recursos necessários etc.;
- estabelecimento de canais de comunicação mais amplos com os clientes, como forma de reconhecer as suas necessidades; e
- *feed-back* relativo ao grau de satisfação que a empresa pode atingir junto aos cliente na sua atuação no empreendimento.

c) Suprimentos:

- seleção e avaliação racional dos fornecedores de materiais, equipamentos e serviços com relação a sua capacidade;
- estabelecimento de parcerias com fornecedores, proporcionando relações de ganho mútuo;
- especificações de compra e contratação mais amplas, diminuindo as dúvidas geradas durante o fornecimento; e
- maior orientação para o manuseio e acondicionamento adequados de produtos adquiridos, diminuindo a segregação dos mesmos.

d) Planejamento do Empreendimento:

- realização de um planejamento prévio para a definição das atividades e dos recursos necessários a execução de projetos ou dos serviços e supervisão de obras; e
- canal de comunicação mais eficiente entre os responsáveis pela condução dos empreendimentos e as diretorias da empresa, relativos ao desempenho do empreendimento, necessidades de disponibilização de recursos, dificuldades etc.

e) Prestação de Serviço de Desenvolvimento de Projetos:

- possibilidade de solucionar os problemas construtivos potenciais antes de iniciar a obra;
- racionalização e simplificação do método construtivo através de sugestões sobre o projeto adotado;
- análise prévia da disponibilidade de mão-de-obra, equipamentos, infra-estrutura, fornecedores etc. ainda na fase de projeto, os quais serão necessários à realização da obra;
- especificação de materiais e serviços de execução, além de seus quantitativos; e
- estabelecimento de métodos e maior preocupação com a realização de análise crítica e verificações dos projetos desenvolvidos pela empresa, antes da entrega ao cliente.

f) Prestação de Serviço de Supervisão de Obras:

- redução dos custos da prestação dos serviços pela sua racionalização atingida tanto pelo padrão a ser seguido (procedimento), quanto pelo treinamento disponibilizado aos agentes executores dos serviços, o que trás a possibilidade de sua repetibilidade;

- maior controle dos serviços executados pelas construtoras, o que proporciona a diminuição de custos futuros relativos a reparação de falhas e com assistência técnica;
- fornecimento para a empresa executora de informações amplas e suficientes para a execução segura e racional da obra; e
- devolução, aos engenheiros residentes, à sua atuação técnica na obra.

g) Assistência Técnica:

- redução de falhas detectáveis pelo cliente nos projetos e medições fornecidos com a adoção da sistemática de análise crítica e verificação dos mesmos, o que reduz, também, custos futuros com a realização de correções;
- planejamento para prestação dos serviços de assistência técnica, o que diminui, substancialmente, o tempo gasto neste processo;
- apropriação dos custos relacionados à esses serviços, o que deve retornar ao setor de planejamento e entrar nos custos finais do empreendimento; e
- satisfação dos clientes pelo tratamento adequado de suas solicitações.

h) Diretoria:

- maior conhecimento, por parte dos Diretores, do desempenho geral da empresa, pois haverá disponibilização de dados relativos ao sistema colhidos em auditorias internas, serviços de assistência técnica e diretamente nos demais setores da empresa; e
- ganhos na comunicação entre diretoria e demais funções da empresa com a atuação do Representante da Direção (ver capítulo 2, seção 2.2.5.5.1), o qual é responsável por disseminar todas as decisões da diretoria e retroalimentar informações a ela.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

O objetivo principal desta pesquisa é:

- desenvolver modelos de documentos da qualidade necessários aos processos de empresas consultoras para a realização de projetos e supervisão de obras rodoviárias, e avaliar, através um questionário de auto-avaliação, o Sistema de Gestão da Qualidade de uma empresa deste setor, após o processo de certificação na NBR ISO 9001:2000.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- avaliar a aplicabilidade do processo de auto-avaliação do sistema de gestão da qualidade sugerido na norma NBR ISO 9004:2000, em empresa de projeto e supervisão de obras rodoviárias;
- definir diretrizes para a realização dos processos básicos de empresas consultoras e inseri-los nos modelos de procedimento;
- desenvolver formulários padrão para serem utilizados em controle da qualidade de estudos de engenharia rodoviária, projetos geométricos e projetos de pavimentação de obras rodoviárias; e
- desenvolver formulários padrão para serem utilizados em controle da qualidade na execução de serviços de locação, terraplanagem e pavimentação asfáltica em obras rodoviárias.

### **1.3. Hipóteses de Trabalho**

Segundo Castro (2001), hipótese de trabalho é o que se espera encontrar no final da pesquisa proposta, baseado em pesquisas prévias e no entendimento daquilo que está sendo pesquisado, ou seja, é uma proposição admitida como dado de um problema.

Neste trabalho as hipóteses admitidas são assim apresentadas:

- a abordagem sistêmica dos processos da empresa permite a identificação das interfaces entre todos os seus processos, assim como de lacunas no conhecimento necessário para a melhoria de desempenho do processo de projeto e supervisão de obras; e
- o processo de auto-avaliação do sistema de gestão da qualidade sugerido na NBR ISO 9004:2000 é aplicável à empresas de projeto e supervisão de obras rodoviário.

### **1.4. Limitação do Trabalho**

A principal limitação deste trabalho é que os elementos básicos e diretrizes para o desenvolvimento dos modelos de documentação necessários aos processos do sistema de gestão da qualidade de empresas consultoras, atuantes na realização de projetos e supervisão de obras rodoviárias, foram os mesmos utilizados para o caso de empresas de projetos e

construção de edifícios, pois não foi identificado qualquer modelo já desenvolvido e correlacionado ao tema estudado na bibliografia consultada.

Outra limitação do trabalho é que os modelos de documentação desenvolvidos não foram utilizados em qualquer empresa consultora, só havendo uma aplicação destes em paralelo aos utilizados por uma empresa estudada, isto sendo realizado já no processo de validação dos modelos.

Todavia vale salientar que são inerentes as diferenças existentes entre quaisquer empresas, mesmo aquelas que atuam num mesmo setor, tendo então os modelos de documentação da qualidade desenvolvidos na pesquisa a função de servir como um guia e não como um padrão.

### **1.5. Estrutura do Trabalho**

A estrutura deste trabalho foi dividida da seguinte forma:

- **capítulo 1** – É composto pela introdução ao trabalho, sua justificativa, os objetivos, as hipóteses admitidas e suas limitações. Ainda é apresentada a estrutura do trabalho;
- **capítulo 2** – Nele é descrita toda a fundamentação teórica do trabalho, apresentado um breve histórico da construção rodoviária no Brasil, as particularidades existentes na interface entre os intervenientes da construção de rodovias, conceitos relativos às disciplinas existentes em projetos de rodovias e às atividades desenvolvidas na supervisão destas obras. Além disso, apresentam-se os conceitos de cada requisito do SGQ voltados a realidade das empresas consultoras estudadas;
- **capítulo 3** – Descreve o método de pesquisa utilizado na realização deste trabalho. São apresentados tanto a forma e as diretrizes de como desenvolver os modelos de documentação propostos nesta dissertação, quanto o método a ser utilizado na validação dos mesmos. Ainda são apresentadas as diretrizes adotadas no estudo de caso para a realização do processo de auto-avaliação da empresa estudada;
- **capítulo 4** – São apresentados os resultados desta pesquisa, ou seja, os modelos de documentação que foram desenvolvidos para um SGQ de empresas consultoras atuantes na realização de projetos e supervisão de obras rodoviárias. São apresentados, também, os resultados relativos ao estudo de caso realizado; e
- **capítulo 5** – Apresenta as considerações finais deste trabalho e recomendações para futuras pesquisas.

# Capítulo 2

---

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos Técnicos da Construção de Rodovias

#### 2.1.1. Histórico do Rodoviarismo Brasileiro

No Brasil Colônia, o processo de construção de pavimentos mais comum era a utilização do processo de calçamento de ruas.

Segundo Medina (1988), em 1861, a primeira estrada de rodagem brasileira foi construída, a União e Indústria, entre Petrópolis e Juiz de Fora (144km), com aplicação do processo construtivo do engenheiro escocês MacAdam. Possuía, também, sarjetas de alvenaria e valetas de contorno.

O processo idealizado por James L. MacAdam em 1816, mais conhecido como Macadame, consistia na colocação de pedras marroadas justapostas no leito da estrada, numa espessura de 25cm e acima do terreno natural, com declividade transversal de cerca de 1,4%. As pedras deveriam ter cerca de 100g e capazes de passar por um anel de 5cm. Elas eram espalhadas com pá e eram comprimidas pelo tráfego. O subleito ficava bem acima do terreno natural de modo a evitar a ação da água. Rolagem prévia só foi introduzida na Inglaterra em 1830, com rolos puxados por cavalos.

Entre 1903 e 1906 o Eng.º Francisco Pereira Passos, na qualidade de prefeito do Rio de Janeiro, iniciou uma reforma urbanística utilizando pedras importadas de Portugal (Medina, 1988).

Ele também foi quem iniciou o calçamento asfáltico no Brasil.

No início do século XX as mais comuns técnicas de calçamentos asfálticos eram: lençol asfáltico (*sheet asphalt*), ladrilhos de asfalto Fênix, ladrilhos de asfalto Amsterdam, asfalto comprimido, asfalto sistema Metz, asfalto *caout chouté*, tijolos de São Paulo, tijolos de argila Glasgow, paralelepípedos de asfalto (*Societé Mines d'Asphalte*) e paralelepípedos de asfalto comprimido (Medina, 1988).

Em 1913 iniciou-se a construção da rodovia Santos – São Paulo com leito macadamizado. Em 1922 iniciou-se a obra da estrada Rio – Petrópolis já em pavimento de concreto. Em pavimento de concreto também seguiram a estrada Itaipava – Teresópolis, RJ, Porto Alegre – São Leopoldo, RS, com largura de 3m (Medina, 1988).

A história, propriamente dita, do rodoviarismo no Brasil iniciou com a promulgação do Decreto Lei Nº 8.463, de 27 de Dezembro de 1945, que instituiu o Fundo Rodoviário

Nacional e com a reorganização do DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) dando-lhe *status* de Autarquia, com autonomia financeira. Isto proporcionou, também, a criação e reorganização dos Órgãos Rodoviários Estaduais, nos moldes do DNER, bem como a elaboração de seus respectivos Planos Rodoviários (Medina, 1988 e Prego, 2001).

O revestimento asfáltico sobre base de material granular, foi desenvolvido pelo *U.S. Corps of Engineers* durante a II Guerra Mundial, após definição do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis, avaliando a capacidade de suporte do material de subleito através do Índice de Suporte Califórnia – ISC.

Utilizando este novo método de dimensionamento e a técnica de pavimentação mecanizada, a Rodovia Rio – Bahia, 1.700km, foi a primeira rodovia a ligar Nordeste e Sudeste (Medina, 1988 e Prego, 2001).

O ano de 1950 foi marcado pelo “início da execução de pavimentos em escala industrial no Brasil, da organização de grandes firmas e, também, a execução da primeira base em solos estabilizados” (Prego, 2001).

Segundo Prego (2001), o fator negativo mais marcante que ocorreu durante a “explosão” da construção rodoviária no Brasil foi a falta de qualidade e a baixa durabilidade dos pavimentos, acentuada, também, por carência de normas de procedimento para a execução dos serviços de pavimentação.

Com a construção da “Via Dutra”, nova Rio – São Paulo entre 1950 e 1951, foi quando surgiram as primeiras técnicas de projeto e controle de execução de pavimentação rodoviária, onde os dois ensaios bastante utilizados no dimensionamento de pavimentos flexíveis foram introduzidos, os quais são o ISC e o ensaio Marshall (Prego, 2001).

Em meados de 1960 surgiram as primeiras normas e publicações do DNER, sobretudo para serviços de obra e processos licitatórios, porém os projetos continuavam a ser elaborados depois da contratação das construtoras (Prego, 2001), demonstrando a pouca atenção dada a essa fase tão importante da construção rodoviária.

Nesta mesma época houve a fundação do IPR e o envio das primeiras turmas de engenheiros do DNER aos E.U.A, dando início ao amadurecimento técnico para o projeto e a execução de pavimentos.

Hoje o país já possui fábricas de asfalto e de emulsão asfáltica, equipamentos corpo técnico para projeto e empresas construtoras com vasta experiência.

Além disso, o acervo técnico do DNER, atualmente DNIT (Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte), é vasto, contendo procedimentos para projeto, execução, supervisão de obras e, também, referentes à processos administrativos.

Segundo Souza (1999), o rodoviarismo no Brasil, sem dúvidas, é o mais importante recurso de transporte utilizado, tanto por passageiros (utilizado por 95% do total), quanto no transporte de cargas (utilizado para 60% do total), mas se encontra um tanto quanto desprezado pelo poder público. Só para se ter uma idéia, Guimarães (2001) afirma que a extensão das estradas no país é de aproximadamente 1.700.000km, sendo que apenas 165.000 km são pavimentadas, indicando-se que ainda tem muito por se fazer.

Devido a grande importância deste setor para a economia do país, juntamente a atual escassez de recursos para investimentos, aliado a exigências cada vez maiores dos usuários finais das rodovias, o DNIT já vem adotando uma nova postura para a abordagem em obras rodoviárias. Esta postura diz respeito à implantação de normas relacionadas a Sistema de Gestão da Qualidade em empresas diretamente ligadas a execução da obra (projetistas, supervisoras e construtoras).

A aplicação dessas normas poderão garantir a opção de contratação de empresas que tenham o compromisso de realizar seus trabalhos de forma transparente, permitindo a melhoria contínua nos processos relacionados às técnicas adotadas e organização da obra e a sensível redução dos custos finais.

Esses benefícios são proporcionados por toda uma conjuntura de controle dos processos internos da empresa que acabam por diminuir, substancialmente, os erros praticados, pois o acompanhamento de indicadores que refletem a qualidade do produto é constante.

Isto realmente representará um “divisor de águas” na história da pavimentação brasileira, na medida que seja alcançado o nível de qualidade adequado ao empreendimento contratado, numa espécie de parceria do poder público com empresas privadas, envolvendo para isso responsabilidades mútuas.

### **2.1.2. Construção Rodoviária**

A construção de rodovias, principalmente aquelas em que o contratante é um órgão público responsável pela gerência de transportes, normalmente é derivada de uma necessidade tecnicamente comprovada.

No caso do projeto de uma rodovia, esta necessidade surge com o intuito de dar acompanhamento ao crescimento econômico de uma região no âmbito do escoamento de produtos agrícolas, minerais em geral, produtos varejistas e industriais, como também para criar infra-estrutura em uma região como forma de incentivo ao turismo e interligação para o simples acesso de passageiros.

Em muitos casos essas necessidades são majoradas ou simplesmente subjugadas por interesses políticos diversos, os quais não são o objetivo deste trabalho.

Logo que os recursos são liberados, são lançados, também, os editais para concorrência de empresas interessadas em realizarem o projeto, execução e supervisão da obra. Também, o edital pode prever a realização de divisão da obra em subtrechos, onde várias empresas, das diversas especialidades, podem contribuir com a construção rodoviária, visando, assim, ao órgão público melhor avaliar a sua gama de fornecedores.

A empresa projetista é a que fica responsável por realizar o projeto de engenharia da obra rodoviária. Normalmente esta empresa fica responsável por todas as etapas do projeto, podendo subcontratar terceiros para a realização de algumas especialidades. Esta empresa deve trabalhar suprindo as necessidades expressadas pela contratante e pelos estudos por ela realizados.

Cabe a empresa de projeto, também, realizar o acompanhamento da obra, o qual é “direito assegurado ao autor do projeto correspondente ou a seus prepostos, para garantir que a execução da obra esteja de acordo com as condições, especificações e demais pormenores técnicos estabelecidos no projeto, direito que pode ser exercido ou não” (IPR 700/100, 1997).

A empresa construtora é responsável por realizar a prestação de serviço de execução em obra. Esta é a empresa que mobiliza os maiores recursos de obra e deve se reportar diretamente à contratante ou ao seu representante.

Por fim, destina-se uma empresa que será a responsável por realizar a supervisão da obra de engenharia rodoviária.

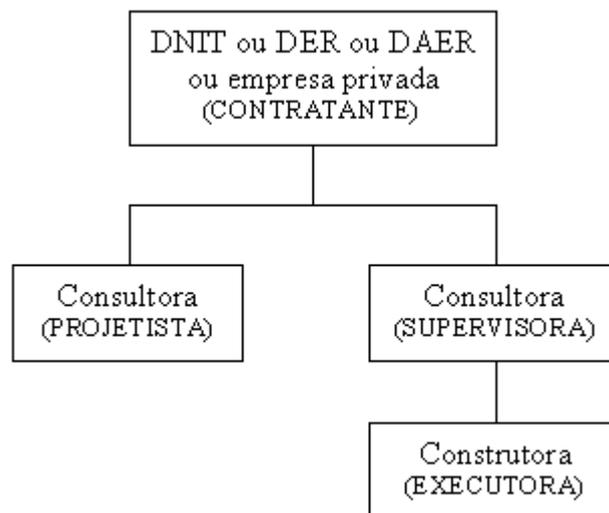
Supervisão deve ser entendida como a “fiscalização técnica e fiscalização administrativa, quando a cargo de uma firma consultora para tal fim contratada pelo órgão responsável pela obra e única responsável perante a contratante por ambas as funções” (IPR 700/100, 1997).

A fiscalização administrativa é o “exame atento ao cumprimento de cronogramas físicos e financeiros do contrato de construção por parte da firma empreiteira e preparo de medições

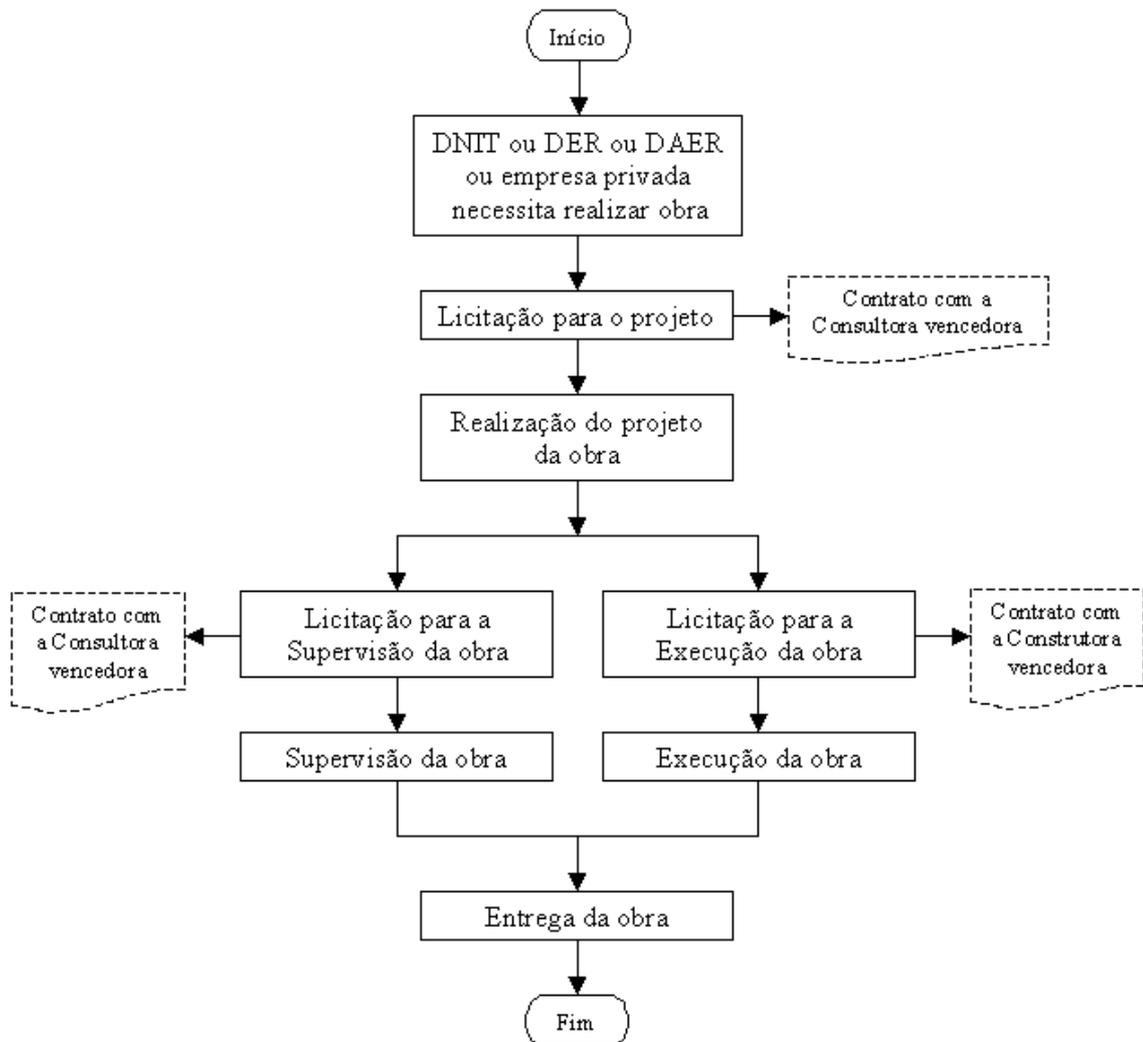
dos serviços realizados e aceitos, com encaminhamento das mesmas às autoridades superiores” (IPR 701/100, 1997), e a fiscalização técnica é o “exame atento da execução dos serviços de responsabilidade de terceiros, que demanda conhecimento técnico especializado e experiência prévia” (IPR 701/100, 1997).

Veza por outra, as tarefas de projeto e supervisão da obra são encarregadas a uma única empresa, devido ao fato desta estar melhor capacitada a realizar dois serviços simultâneos, tão interligados e dependentes. Tal empresa pode ser conhecida apenas por consultora.

Levando-se em consideração esta última situação em que uma única empresa fica responsável por realizar o projeto e a supervisão de obras, a hierarquia que determina o relacionamento entre os envolvidos em uma obra rodoviária pode ser explicitado através da figura 1 e o fluxo que determina a rotina de contratação e atividades das empresas envolvidas na realização da obra pode ser observada na figura 2.



**FIGURA 1 – Hierarquia entre as empresas envolvidas em uma obra rodoviária.**



**FIGURA 2 – Fluxo de contratação e atividades em uma obra rodoviária.**

### 2.1.3. Projetando uma Rodovia

Como em projetos de qualquer área, o início do projeto de uma rodovia se dá pela manifestação de uma necessidade.

Manifestada essa necessidade, aí é que se procede a realização do projeto, o qual não se resume apenas a estudos (topográficos, de traçado, geotécnicos, hidrológicos etc.) e projetos (geométrico, de drenagem, de pavimentação, de obras-de-arte especiais etc.), mas, também, da realização de estudo dos fatores sócio-econômicos e, principalmente, da sustentabilidade ambiental.

Segundo a IPR 707/20 (1999), é recomendável que o projeto de uma rodovia seja composto por três fases distintas: preliminar (quadro 1), anteprojeto (quadro 2) e projeto (quadro 3), todas compostas por estudos necessários ao seu escopo.

Os objetivos da realização de todas essas etapas estão na necessidade de levantar e gerar os dados necessários para se implantar uma rodovia nova ou melhorar rodovias existentes.

De acordo com isso, pode-se observar, nas seções 2.1.3.1, 2.1.3.2 e 2.1.3.3, quais as finalidades de cada etapa destacada nos quadros 1, 2 e 3.

#### **QUADRO 1 – Estudos realizados na Fase Preliminar.**

Estudos realizados na Fase Preliminar
Estudos de Tráfego <sup>(1)</sup>
Estudos Geológicos
Estudos Hidrológicos
Estudos Preliminares de Engenharia para Rodovias (Estudos de Traçado) <sup>(1)</sup>
Projeto Geométrico <sup>(1)</sup>
Componente Ambiental de Projetos de Engenharia Rodoviária
Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Fonte: IPR 707/20 (1999).

#### **QUADRO 2 – Estudos realizados na Fase de Anteprojeto.**

Estudos realizados na Fase de Anteprojeto
Estudos Topográficos para Anteprojeto <sup>(1)</sup>
Estudos Preliminares de Engenharia para Rodovias (Estudos de Traçado) <sup>(1)</sup>
Restituição Aerofotogramétrica e Apoio de Campo para Anteprojeto da Rodovia
Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Rodoviária

Fonte: IPR 707/20 (1999).

#### **QUADRO 3 – Estudos realizados na Fase de Projeto.**

Estudos realizados na Fase de Projeto
Estudos Topográficos <sup>(1)</sup>
Estudos Geotécnicos <sup>(1)</sup>
Projeto Geométrico <sup>(1)</sup>
Projeto de Terraplanagem <sup>(1)</sup>
Projeto de Drenagem
Projeto de Pavimentação (Pavimentos Flexíveis) <sup>(1)</sup>
Projeto de Interseções, Retornos e Acessos
Projeto de Obras-de-Arte Especiais

Estudos realizados na Fase de Projeto
Projeto de Sinalização
Projeto de Paisagismo
Projeto de Defensas e Barreiras
Projeto de Cercas
Projeto de Desapropriação
Orçamento da Obra <sup>(1)</sup>
Plano de Execução da Obra <sup>(1)</sup>
Avaliação e Dimensionamento de Obras-de-Arte Especiais Existentes
Projeto de Sinalização da Rodovia Durante a Execução de Obras e Serviços
Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Rodoviária

Fonte: IPR 707/20 (1999).

OBS.: <sup>(1)</sup> Nos APÊNDICES de A a G estão discutidos, detalhadamente, os procedimentos mais utilizados na execução desses estudos e projetos.

#### **2.1.3.1. Fase Preliminar**

A fase preliminar caracteriza-se pela coleta e análise de dados existentes sobre a região em que pretende-se realizar a obra e para o fim de interesse, com a finalidade de escolher o traçado para a rodovia (IPR 707/20, 1999).

Nesta etapa preparam-se relatórios contendo a descrição e plantas dos estudos efetuados na área, bem como o plano de trabalho para o prosseguimento do projeto. Este será fundamentado nos resultados obtidos e nas recomendações dos estudos realizados, com foco em uma análise econômica resumida (IPR 707/20, 1999).

#### **2.1.3.2. Fase de Anteprojeto**

Esta fase do projeto da rodovia constitui-se em, aprovadas as conclusões e recomendações da fase preliminar, iniciar um estudo mais aprofundado das alternativas de traçado julgadas convenientes na fase preliminar, visando definir a diretriz mais viável sob aspectos econômicos, técnicos, sociais e culturais, para que seja realizada a fase de projeto definitivo (IPR 707/20, 1999).

#### **2.1.3.3. Fase de Projeto**

A fase de projeto constitui-se na última e mais minuciosa e abrangente etapa de projeto de uma rodovia.

Ela é iniciada após a definição da melhor diretriz a ser explorada para a implantação de uma rodovia nova ou o seu melhoramento, caso já exista.

Nesta fase serão definidos todos os elementos técnicos que constituem a rodovia, seus custos, itens de controle de execução etc.

É realizado por uma equipe bastante abrangente e multidisciplinar, pois constitui-se de estudos e projetos de várias competências.

#### **2.1.3.4. Atividades Necessárias nas Diversas Etapas de Projeto**

As atividades que constituem as etapas do projeto de uma rodovia têm como objetivos realizarem estudos e processamento de dados necessários para a implantação ou melhoramento das mesmas. Resumidamente, cada atividade constitui-se de (IPR 707/20, 1999):

- estudo de tráfego – tem como objetivo analisar o tráfego para estudos de viabilidade e projetos de engenharia de nova rodovia, ou de melhoramentos de rodovia existente, a fim de fornecer todos os dados necessários para: avaliar a suficiência do sistema de transportes existente; servir de subsídio, em conjunto com os estudos topográficos, para definição do traçado e padrão da rodovia; definir a classe de rodovia a ser implantada ou reabilitada; dimensionar as características técnicas; determinar as características operacionais da rodovia, como esta se adaptará às demandas nos anos estabelecidos como horizonte do projeto; e servir de insumo para a análise de viabilidade econômica;
- estudos geológicos – envolve primeiramente: coleta e pesquisa de dados; interpretação de fotografias aéreas; e investigação de campo. Em uma etapa subsequente, mediante aprovação dos trabalhos anteriores, deve-se realizar: planos de sondagem para reconhecimento; mapeamento geológico de acordo com os dados obtidos; descrição geológica da região, relacionando as identificações realizadas e os fatores que propiciaram a formação geológica da região; recomendações para solução de problemas construtivos da rodovia decorrentes da formação geológica da região; desenvolvimento do estudo para atender a problemas localizados; e conclusões e recomendações requeridas pelo projeto.
- estudos hidrológicos – a primeira etapa consiste em realizar: coleta dados hidrológicos; avaliação do vulto das obras-de-arte especiais em cada alternativa definida nos estudos de traçado. Na segunda etapa são concluídos e apresentados os estudos hidrológicos, constituindo-se de: processamento de dados pluviométricos; processamento de dados

fluviométricos; e análise dos dados processados, obtendo-se período de recorrência de cheias, o tempo de concentração das bacias, o coeficiente de deflúvio e a determinação das descargas das bacias;

- estudos topográficos para anteprojeto – servem para dar suporte às análises de viabilidade e ao projeto de engenharia rodoviária realizados com a abrangência da fase anteprojeto. Desenvolvem-se em uma única fase, logo após a definição preliminar dos traçados a serem estudados e podem ser realizados por levantamento topográfico por processo aerofotogramétrico ou por levantamento topográfico convencional;
- restituição aerofotogramétrica e apoio de campo para anteprojeto de rodovia – é realizada no início da fase de anteprojeto, após a definição do eixo do anteprojeto geométrico. Suas etapas se constituem na implantação de uma poligonal planimétrica principal, implantação de uma poligonal planimétrica secundária topográfica, implantação de uma linha de nivelamento com RRNN e restituição aerofotogramétrica;
- estudos topográficos para projeto – dão suporte ao desenvolvimento da fase de projeto da rodovia. Os mesmos devem ser desenvolvidos em uma única fase, logo após a definição do anteprojeto geométrico. A sua execução deve ser realizada por processo convencional de topografia e, também, referido à rede básica topográfica levantada na fase de anteprojeto, constando de: locação da linha selecionada dos anteprojetos geométricos; nivelamento e contranivelamento do eixo de locação; levantamento de seções transversais; amarrações dos pontos notáveis; levantamento das dimensões das caixas em ocorrências de materiais; levantamentos específicos (áreas para postos de polícia, balança e pedágio; locais para interseção e acessos; postos de serviço e estacionamento; cursos d'água etc.); e cadastro topográfico da faixa de domínio;
- estudos geotécnicos – são divididos em duas fases distintas. Na primeira fase, anteprojeto, estes estudos devem ser realizados para as alternativas selecionadas referenciados aos estudos geológicos e consistirão de estudo de subleito e estudo de empréstimos e ocorrências de materiais. Na fase seguinte, projeto, realizam-se os mesmos estudos da fase anterior, só que mais minuciosamente, além de estudo de fundação dos aterros, estudo dos locais das fundações das obras-de-arte especiais e estudo de estabilidade dos taludes. Vale aqui ressaltar a importância dos ensaios de campo e/ou laboratório apropriados aos materiais do marco teórico de referência empregado na fase de projeto;

- estudos preliminares de engenharia para rodovias (estudos de traçado) – neste deve-se realizar: a definição das diretrizes tecnicamente possíveis da rodovia; a determinação da viabilidade física das alternativas indicadas como sendo as adequadas pelos estudos de tráfego para a ligação rodoviária proposta; a definição de algumas soluções básicas para a elaboração de trabalhos mais detalhados nos estudos posteriores do projeto final; e a estimativa dos custos aproximados de construção e de desapropriação para fins de avaliação econômica e financeira;
- projeto geométrico – o projeto geométrico de uma rodovia deve ser realizado em três fases distintas. A primeira fase, preliminar, terá a finalidade de, a partir de plantas e fotografias existentes, definir as diretrizes tecnicamente possíveis da rodovia, as quais são submetidas a uma análise técnico-econômica para seleção da mais adequada. Na segunda fase, a de anteprojeto, realiza-se um aprofundamento do estudo do corredor selecionado na fase preliminar, com base na restituição aerofotogramétrica ou exploração topográfica realizada, obtendo-se as características geométricas mínimas necessárias e, caso possível, materializando a linha de exploração. Na última fase, a de projeto, é definida a linha onde a rodovia será implantada, a partir dos dados do anteprojeto, sendo realizado o projeto planialtimétrico resultante da locação do anteprojeto geométrico selecionado, a determinação das seções transversais do projeto e o detalhamento dos elementos especiais do projeto (retornos e acessos em nível, terceiras faixas de tráfego e *tapers*);
- projeto de terraplanagem – é desenvolvido em duas fases (anteprojeto e projeto). Neles devem ser determinados os volumes de terraplanagem, o dos locais de empréstimos e bota-fora e devem ser apresentados quadros de distribuição e orientação do movimento de terra. Para a última fase, também torna-se necessário o cálculo das distâncias de transporte, a apresentação dos detalhes das seções transversais-tipo e soluções particulares de inclinação de taludes, alargamento de cortes, esplanadas, fundações de aterro, bem como realizar o projeto de proteção da natureza, na execução da terraplanagem;
- projeto de drenagem – o projeto de drenagem é dividido em duas etapas distintas. Na primeira etapa, de anteprojeto, deve-se realizar a concepção do projeto de drenagem, fazer um estudo dos condicionantes contidos nos demais estudos e projetos de engenharia realizados para a rodovia, um estudo das alternativas e escolha da melhor solução a ser adotada. Na última fase, a de projeto, deve-se realizar o dimensionamento dos elementos de drenagem, os seus desenhos de execução, determinar as especificações, quantitativos e custos da implantação destes elementos e realizar um plano de execução da obra;

- projeto de pavimentação (pavimentos flexíveis) – deve ser desenvolvido em duas fases distintas, sendo a primeira a de anteprojeto e a segunda de projeto. As atividades constantes no projeto de pavimentação compreendem: a concepção à base teórica envolvida; seleção das ocorrências de materiais a serem indicadas no projeto; dimensionamento e concepção do projeto por subtrecho homogêneo; e cálculo dos volumes e distâncias de transporte dos materiais empregados;
- projeto de interseções, retornos e acessos – este projeto também deve ser dividido em duas etapas distintas. Na primeira, anteprojeto, é realizado um esboço gráfico planialtimétrico com dimensionamento e tratamento de todos os elementos geométricos do projeto, tais como, pistas, acostamentos, faixas de mudança de velocidade, faixa de domínio, superelevações, canteiros, ilhas e seções transversais típicas, nos pontos notáveis de interseções. Na segunda fase, de projeto, é realizado o detalhamento da concepção realizada na fase anterior, o estudo de tráfego para o local da implantação e o projeto executivo contendo todas as especialidades necessárias;
- projeto de obras-de-arte especiais – este projeto deve ser dividido em três fases distintas. Na primeira, fase preliminar, são efetuadas coletas de elementos básicos indispensáveis à elaboração do projeto, tais como as necessidades da população e localização de implantação no terreno, além dos elementos topográficos, hidrológicos, geotécnicos, características técnicas da rodovia, disponibilidade de mão-de-obra etc. Na segunda fase, de anteprojeto, realiza-se a concepção do projeto, o estudo de alternativas para a travessia, estudo das soluções estruturais exequíveis, o pré-dimensionamento das alternativas selecionadas, com estimativas de quantidades e custos e total justificativa para cada solução, escolha da solução, elaboração do memorial de cálculo estrutural da solução adotada e elaboração dos desenhos contendo os elementos topográficos, geotécnicos, hidrológicos, geométricos, de drenagem superficial e da estrutura. A última fase, de projeto, constitui-se em um detalhamento da solução escolhida no anteprojeto pelo órgão contratante e consiste em atividades de cálculos estruturais, confecção de desenhos, especificações técnicas, determinação de quantitativos, orçamento e plano de execução, todos com o maior nível de detalhes possível;
- projeto de sinalização – compreende as seguintes atividades: projeto de sinalização horizontal das vias, interseções e acessos; projeto de sinalização vertical das vias, interseções e acessos; e projeto de sinalização dinâmica por semáforos e Painéis de Mensagens Variáveis (PMV);

- projeto de paisagismo – na fase de anteprojeto, é realizado o levantamento qualitativo das potencialidades e dificuldades relacionadas com o tratamento paisagístico da rodovia para cada alternativa definida nos estudos de traçado, em função de como é estabelecida a concepção do projeto de paisagismo. Já na fase de projeto é realizado um levantamento topográfico da área que sofrerá a intervenção e, seqüencialmente, realiza-se o projeto de paisagismo com todos os elementos necessários, a determinação das especificações técnicas, levantamento de quantitativos, o orçamento e o plano de execução da obra;
- projeto de defensas e barreiras – é executado em uma única fase e consta da execução de desenho-tipo e elaboração de notas de serviço. As defensas podem ser simples (dotada de uma só superfície de deslizamento) ou dupla (dotada de duas superfícies de deslizamento), e a sua superfície de deslizamento, composta por guia, rampa e mureta, tem a propriedade de receber o impacto dos veículos desgovernados desacelerando e devolvendo-os à pista. Quanto às condições de execução, podem ser moldada *in loco* (executadas com auxílio de formas fixas ou deslizantes) ou pré-moldadas (construídas com peças pré-moldadas);
- projeto de cercas – o projeto de cercas é executado em uma única fase e consta da execução de desenho-tipo e elaboração de notas de serviço. Elas podem ser com mourões de eucalipto ou de concreto armado e com arame farpado simples ou com aço zincado;
- projeto de desapropriação – o projeto de desapropriação tem por objetivo definir e especificar os serviços de avaliação de imóveis nos trechos urbanos ou rurais, com a finalidade de fornecer os elementos necessários à execução do processo administrativo de indenização por desapropriação das áreas necessárias à implantação do projeto de engenharia rodoviária correspondente;
- orçamento da obra – o orçamento da obra deve ser realizado em três fases consecutivas, sendo a fase preliminar, de anteprojeto e de projeto, respectivamente, com o nível de abrangência requerido por cada fase, bem como, com os dados disponíveis nestas. O orçamento constitui-se de uma pesquisa de mercado para os insumos, do cálculo dos custos unitários dos serviços, do estudo dos custos de transporte e do orçamento propriamente dito;
- plano de execução da obra – o planejamento da obra é realizado de uma só vez, compreendendo as seguintes atividades: elaboração do plano de ataque dos serviços; elaboração de cronogramas executivos; e dimensionamento e *lay-out* das instalações necessárias à execução dos serviços;

- avaliação e dimensionamento de obras-de-arte especiais existentes – esta etapa deve ser realizada em duas fase consecutiva. Na primeira, anteprojeto, realiza-se um coleta de dados sobre as obras-de-arte existentes, o processamento e análise dos dados coletados e as conclusões e recomendações cabíveis. Na fase de projeto realiza-se redimensionamento das obras-de-arte especiais existentes, caso necessário;
- projeto de sinalização da rodovia durante a execução de obras e serviços – O projeto é elaborado, integralmente, na fase de projeto de engenharia da rodovia e consta de sinalização que orientará os usuários e a equipe de construção quanto ao uso do trecho nos segmentos em obras. Esta sinalização terá como primeira finalidade a segurança do tráfego, além de contribuir para o aumento da produtividade da equipe de construção; e
- componente ambiental dos projetos de engenharia rodoviária – constitui-se de duas fases consecutivas. A primeira fase dos estudos ambientais consiste na elaboração do diagnóstico ambiental da área de influência direta do empreendimento e nas avaliações das ocorrências cadastradas nos levantamentos ambientais e dos impactos ambientais que poderão decorrer com a execução das obras planejadas, visando a proposição de medidas de proteção ambiental. A segunda fase consiste no detalhamento e orçamento das medidas de proteção ambiental, quer corretivas, quer preventivas, indicadas nos “Estudos Ambientais”, objetivando a reabilitação/recuperação do passivo ambiental e a execução das obras de forma ambientalmente correta.

#### 2.1.4. Supervisionando uma Rodovia

A supervisão de uma rodovia envolve uma fiscalização no âmbito administrativo e técnico da obra, como visto na seção 2.1.2.

Os quadros 4 e 5 apresentam as atividades mais “comuns” realizadas em fiscalizações técnicas e administrativas, detalhadas nas seções seguintes.

**QUADRO 4 – Atividades da fiscalização técnica.**

Serviços realizados
Implantação física do projeto (locação, nivelamento e seções)
Controle de campo no desenvolvimento dos serviços <sup>(1)</sup>
Ensaio de campo e laboratório para controle da qualidade
Vistoria final e liberação da obra ou subtrechos

OBS.: <sup>(1)</sup> Os serviços apresentados serão apenas os de terraplanagem e pavimentação asfáltica, os quais fazem parte do escopo da pesquisa. Os APÊNDICES H a P apresentam como deve-se proceder na execução desses serviços.

**QUADRO 5 – Atividades da fiscalização administrativa.**

Serviços realizados
Medições
Acompanhamento de cronogramas físicos e financeiros

**2.1.4.1. Fiscalização Técnica**

2.1.4.1.1. Implantação Física do Projeto

“A locação do eixo deverá ser feita com estaqueamento de 20 metros em 20 metros e com estacas fracionárias nos pontos singulares como: PC, PT, TS, SC, CS, ST, margens de travessia de cursos d’água, estradas de ferro, fundo de talvegues etc.” (IPR 696/100, 1996).

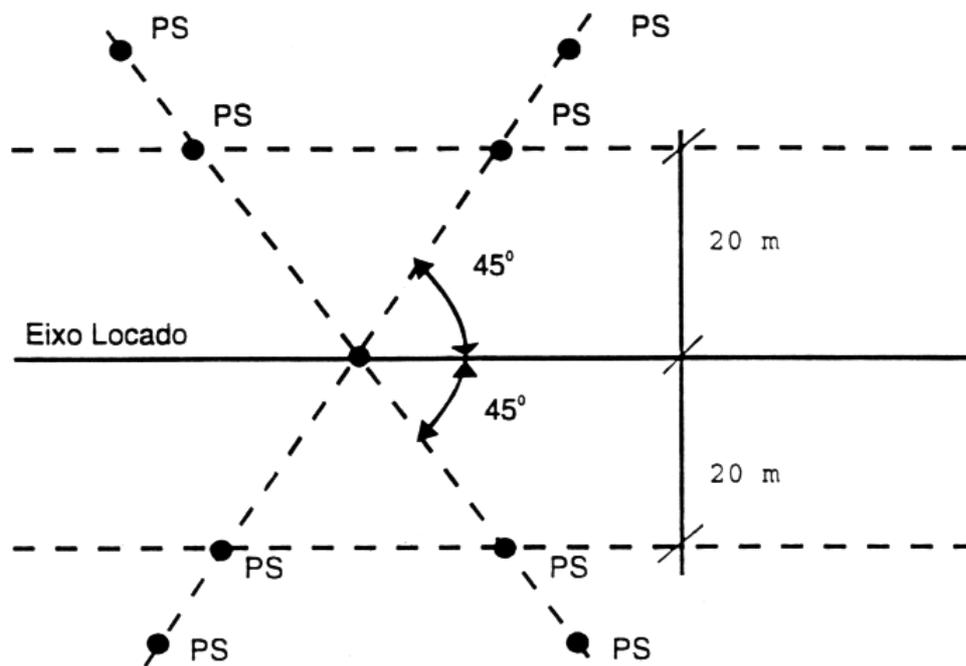
O processo de locação de curvas deverá ser feito através do processo de deflexão sobre a tangente.

“A mudança de instrumento far-se-á sempre com piquetes, constituídos de madeira de boa qualidade, de 3 a 6cm de diâmetro e 15 a 20cm de comprimento, cravados até o topo ficar ao nível do terreno natural. A 25cm dos piquetes são cravadas as estacas testemunhas com cerca de 60cm de comprimento, providas de entalhe onde se escreverá, de baixo para cima, o número correspondente. A testemunha ficará à esquerda do estaqueamento no sentido crescente de sua numeração e com o número voltado para o piquete. Nas encostas, as estacas ficarão a montante dos piquetes. Serão sempre amarrados os pontos: TS, ST, PC, PT e, no caso de tangentes longas, um ponto de 2km em 2km. A amarração deverá ser feita por *pontos de segurança* situados a mais de 20 metros do eixo da rodovia, de modo a não serem afetados pelos serviços de implantação (figura 3)” (IPR 696/100, 1996).

Segundo a IPR 696/100 (1996), cada um dos alinhamentos de amarração deverão conter quatro piquetes no mínimo, sendo dois de cada lado e distanciados de no mínimas 10 metros um do outro, adotando-se para esse alinhamento a deflexão de 45° com o eixo locado.

Segundo a IPR 696/100 (1996), deve-se nivelar todos os piquetes do alinhamento e as lâminas d’água dos cursos de água atravessados de acordo com referências de nível, normalmente espaçadas de mil em mil metros e ficar afastadas de pelo menos 30m do eixo.

“Todas as estacas deverão ser contraniveladas. A diferença de cotas, entre o nivelamento e o contranivelamento verificado no RN não deverá exceder de 2cm por quilômetro de distância. Em cada trecho de 10km essas diferenças devem-se compensar de modo a que não ultrapassem 5cm. Nos piquetes a diferença de cotas é de 5cm” (IPR 696/100, 1996).



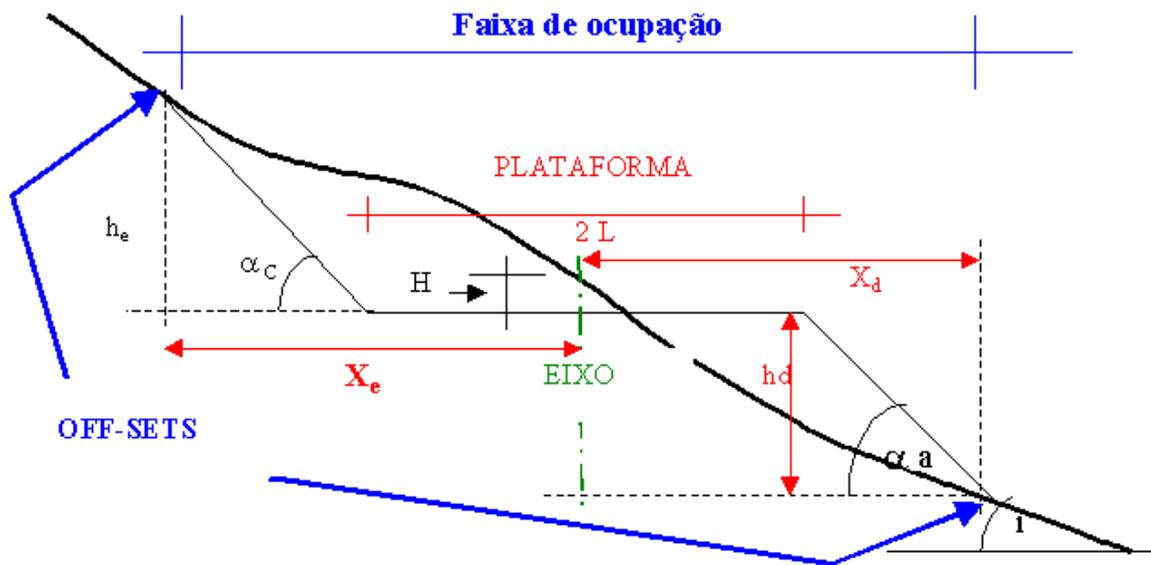
**FIGURA 3 – Amarração do eixo da rodovia (Fonte: IPR 696/100, 1996)**

O lançamento de seções transversais é realizado a partir do eixo locado, onde deve-se realizar a marcação dos pontos de *off-set* (figura 4), garantindo sua conservação, pois as estacas do eixo vão desaparecer durante a terraplanagem.

A marcação correta dos pontos de *off-set* é importante porque a correção de erros é muito onerosa. O erro máximo admissível na altura do *off-set* de corte é 10cm. Superfícies côncavas ou convexas nos taludes de corte, ou nos de aterro, não são permitidas, nem são pagas modificações nos volumes previstos no projeto.

Para a marcação dos *off-sets* são necessários notas de serviço, com indicação da cota vermelha  $H$  (altura de corte ou aterro, no eixo), da largura da plataforma, do ângulo de talude de corte ( $\alpha_c$ ) e ângulo de talude de aterro ( $\alpha_a$ ).

A inclinação transversal do terreno ( $i$ ) é determinada no local, quando irregularidades do terreno não o impedem (nesse último caso, os *off-sets* são determinados por nivelamento geométrico e por tentativas).



**FIGURA 4 – Localização de seção transversal.**

#### 2.1.4.1.2. Controle de Campo no Desenvolvimento dos Serviços

Este é um trabalho realizado por engenheiros supervisores, fiscais de campo e equipe de topografia. Trata-se de realizar o controle tecnológico, geométrico e visual dos serviços que estão sendo executados pela empresa responsável, bem como o acompanhamento do manejo ambiental recomendado pelas normas relacionadas à cada serviço.

Esse controle deve ser aplicado aos materiais, os quais sofrem processamento e são aplicados nos serviços, e ao método executivo adotado, excluindo-se aqui o controle na aquisição de materiais, sendo o mesmo de responsabilidade da executante.

Para tanto, torna-se necessário, primeiramente, determinar os itens de controle de cada serviço a ser fiscalizado.

Além disso, como na engenharia rodoviária a quantidade e extensão dos serviços é muito alta, é necessária, também, a aplicação de técnicas estatísticas (ver APÊNDICE R), tais como planos de amostragem.

Porém, antes de iniciar a apresentação do conteúdo disposto nas normas DNER-ES para a verificação de serviços de obra, vale salientar que o controle tecnológico referenciado nas mesmas é apropriado à pavimentos projetados pelo método do ISC, ou, como mais conhecido, pelo método do DNER ou do CBR. Segundo Soares et alii (2000), caso o dimensionamento da estrutura tenha sido feito mecanisticamente, o controle de construção, camada a camada, por equipamentos medidores de deflexão pode indicar eventuais deficiências ou não concordâncias entre o comportamento previsto dos materiais e o comportamento obtido no

campo, permitindo eventuais ajustes. Então, os ensaios de ISC devem ser substituídos por ensaios de deflexão como uma forma de verificar os parâmetros definidos nos memoriais de projeto para cada camada do pavimento. Ainda, na última camada construída, a de rolamento, deve-se realizar outro ensaio de deflexão para verificar o seu valor total para o pavimento. O tipo de ensaio de deflexão e os segmentos homogêneos indicados no projeto também devem ser respeitados.

Soares (2000) ainda indica a Viga Benkelman para a avaliação de deflexões nas camadas do pavimento, mesmo não tendo a precisão e rapidez de equipamentos como FWD (*Falling Weight Deflectometer*), devido a sua simplicidade de utilização, baixo custo e larga divulgação no país.

A fiscalização de pavimentos projetados pelo método mecanístico também requer a realização de ensaios triaxiais de carga repetida, para a verificação do módulo de resiliência de solos, e compressão diametral de carga repetida, para a verificação do módulo de resiliência e análise de fadiga de misturas betuminosas (Pinto & Preussler, 2002).

Nos itens que se seguem, as normas do DNER ainda falam sobre a classificação de solos pelo método da HRB (*Highway Research Board*). O mesmo utiliza o IG (Índice de Grupo) e os índices de consistência como critério de diferenciação de solos. Esses critérios não são apropriados para o caso de classificação para solos de origem tropical. A própria IPR 697/100 (1996) recomenda a utilização do método de classificação de solos de origem tropical formulado por Nogami e Villibor, denominado método MCT (Miniatura, Compactado, Tropical), o qual retrata a peculiaridade de solos quanto ao comportamento saprolítico e laterítico, quantificando propriedades importantes para uso em serviços rodoviários.

Na seqüência são determinados os pontos críticos de alguns serviços de terraplanagem e pavimentação e seus itens e métodos de controle, todos em função do disposto nas normas DNER-ES (Especificações de Serviço do DNER), para as suas condições de início, o seu desenvolvimento e sua liberação final.

#### a) Cortes

Cortes são segmentos que requerem escavação do terreno natural para se alcançar a linha definida no projeto geométrico, definindo-se assim transversal e longitudinalmente o corpo estradal (IPR 696/100, 1996).

O quadro 6 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 280/97 para a realização da supervisão dos serviços de corte, juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 6 – Controle do serviço de corte.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a presença de blocos de rocha, empoçamentos de águas e se os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza já estão concluídos	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Solos inadequados e rochas	Verificar, visualmente, se ao nível da plataforma dos cortes há ocorrência de rocha, sã ou em decomposição, ou de solos com expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte ou de solos orgânicos	Executar o rebaixamento, respectivamente, da ordem de 0,40m e 0,60m, e execução de novas camadas, constituídas de materiais selecionados	-
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Solo: $\pm 5cm$ Rocha: $\pm 10cm$
Largura do Corte	Verificar a largura para cada semi-plataforma em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico.	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+20cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências.	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de cortes, a norma citada recomenda os seguintes procedimentos:

- quando houver excesso de material de cortes e for impossível incorporá-los ao corpo dos aterros, serão constituídos bota-foras, devidamente compactados. Preferencialmente as áreas a eles destinadas serão localizadas a jusante da rodovia;
- os taludes dos bota-foras deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos;
- os bota-foras devem ser executados de forma a evitar que o escoamento das águas pluviais possam carrear o material depositado, causando assoreamentos;
- deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, inclusive os de 3ª categoria, após conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local;

- o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço, fora das áreas de trabalho, deverá ser evitado tanto quanto possível, principalmente, onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico; e
- o revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deverá ser executado imediatamente após o corte.

b) Empréstimos

Segundo a IPR 696/100 (1996), empréstimos são escavações que visam obter materiais para a complementação dos volumes necessários à constituição dos aterros, por insuficiência de volumes de cortes, ou por motivos de ordem tecnológica de seleção de materiais, ou de ordem econômica. Eles podem ser laterais (localizados dentro da faixa de domínio) e centrado (jazidas localizados fora da faixa de domínio).

O quadro 7 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 281/97 para a realização da supervisão dos serviços de empréstimo, juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 7 – Controle do serviço de empréstimo.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, se a camada vegetal está totalmente removida de maneira a não contaminar o material utilizado	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Aspectos ambientais	Verificar, visualmente, se as áreas de empréstimos estão sendo exploradas de modo a evitar erosão ou assoreamento	Não permitir o prosseguimento do serviço na ocorrência	-
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do empréstimo em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$\pm 10cm$
Largura do Empréstimo	Verificar a largura da área do empréstimo em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+30cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento e recobrimento da área de empréstimo, checando a existência de depressões que propiciem a erosão	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de empréstimos, a norma citada recomenda os seguintes procedimentos:

- o desmatamento, destocamento e limpeza executados dentro dos limites da área escavada e o material retirado estocado de forma que após a exploração do empréstimo, o solo orgânico seja espalhado na área escavada reintegrando-a à paisagem;
- o material vegetal será removido, queimado sob fogo controlado ou estocado conforme as indicações do projeto. A remoção ou estocagem dependerá da eventual utilização, não sendo permitida a permanência de entulhos nas adjacências da plataforma de modo a provocar a obstrução do sistema de drenagem natural da obra ou problemas ambientais;
- evitar a localização de empréstimos em áreas de boa aptidão agrícola;
- não deverão ser explorados empréstimos em áreas de reservas florestais, ecológicas, de preservação cultural, ou mesmo, nas suas proximidades;
- as áreas de empréstimos, após a escavação, deverão ser reconformadas com abrandamento dos taludes, de modo a suavizar contornos e reincorporá-las ao relevo natural, operação realizada antes do espalhamento do solo orgânico;
- o tráfego de equipamentos e veículos de serviço deverá ser controlado para evitar a implantação de vias desnecessárias; e
- as áreas de empréstimos devem ser convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como, os efeitos da erosão.

#### c) Aterros

Aterros são segmentos de rodovia cuja implantação requer o depósito de materiais, quer provenientes de cortes quer de empréstimos, para a composição do corpo estradal segundo as seções transversais e cotas estabelecidas no projeto geométrico (IPR 696/100, 1996).

O quadro 8 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 282/97 para a realização da supervisão dos serviços de aterro, juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

#### **QUADRO 8 – Controle do serviço de aterro.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Condições de início			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, se o terreno está desmatado limpo e desimpedido e com as obras-de-arte correntes concluídas, quando houver	Superfície totalmente limpa e obras-de-arte concluídas	-

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Locação da seção	Verificar, visualmente, se o aterro está com seu eixo e bordas locados e conferidos pela topografia	Conclusão da locação	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca (corpo do aterro)	01 ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129 para cada 1.000m <sup>3</sup> de material do corpo do aterro antes de extraído da jazida	Serve para determinar o futuro grau de compactação do corpo do aterro	-
Ensaio de Caracterização (corpo do aterro)	01 ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para o corpo do aterro, para todo o grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação	Serve para comparar com a camada posterior	-
Teor de Umidade do Corpo do Aterro	Coletar uma amostra, à profundidade de 20cm, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	H <sub>ót</sub> ±3%
Grau de Compactação do Corpo do Aterro	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com volume máximo de 1.200m <sup>3</sup> de material, realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	GC ≥ 95%
Ensaio de massa específica aparente seca (camada final)	01 ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129 para cada 200m <sup>3</sup> de material de camada final do aterro antes de extraído da jazida	Serve para determinar o futuro grau de compactação da camada final	-
Ensaio de Caracterização (camada final)	01 ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para camadas finais do aterro, para todo o grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação	Serve para comparar com a camada posterior	-
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com energia do método DNER-ME 49 para camada final, para cada grupo de quatro amostras submetidas a ensaios de compactação	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	ISC ≥ 2% e Expansão ≤ 2%
Teor de Umidade das três últimas camadas	Coletar uma amostra para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	H <sub>ót</sub> ±2%
Grau de Compactação três últimas camadas	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com volume máximo de 800m <sup>3</sup> de material, realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	GC ≥ 100%
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	±4cm

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Largura do Aterro	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+30cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de aterros, a norma citada recomenda os seguintes procedimentos:

- as providências a serem tomadas visando a preservação do meio ambiente referem-se a execução dos dispositivos de drenagem e proteção vegetal dos taludes, previstos no projeto, para evitar erosões e conseqüente carreamento de material; e
- os bota-foras em alargamento de aterros deverão ser compactados com a mesma energia utilizada nos aterros.

#### d) Regularização do Subleito

É uma “operação destinada a conformar o leito estradal, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura e de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto” (DNER-ES 299/97).

O quadro 9 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 299/97 e na IPR 377/50 (1976) para a realização da supervisão dos serviços de regularização do subleito, juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

#### QUADRO 9 – Controle do serviço de regularização do subleito.

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície a ser regularizada	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca	Ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129-A para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Serve para determinar o futuro grau de compactação	-
Ensaio de Caracterização	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$IG_{regularização} \geq IG_{subleito\ projetado}$

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, pelo método DNER-ME 49 com energia de compactação do ensaio de compactação realizado, e para cada 300m de pista. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	$ISC_{campo} \geq$ $ISC_{projeto}$ e $Expansão \leq$ 2%
Teor de Umidade	Coletar uma amostra, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$H_{ót} \pm 2\%$
Grau de Compactação	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com volume máximo de 1.250m <sup>3</sup> de material, realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	$GC \geq 100\%$
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Cotas: $\pm 3cm$ Flecha de abaul.: < 20%, em excesso, não tolerando falta
Largura da Regularização	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de regularização de subleito, a norma citada recomenda os seguintes procedimentos:

- deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural; e
- as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

#### e) Reforço do Subleito

O reforço é uma camada granular de pavimentação executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado com o objetivo de diminuir a espessura da sub-base (DNER-ES 300/97 e IPR 696/100, 1996).

O quadro 10 apresenta a forma utilizada na norma DNER-ES 300/97 e na IPR 377/50 (1976) para a realização da supervisão dos serviços de reforço do subleito, juntamente com seus

pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 10 – Controle do serviço de reforço do subleito.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca	Ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129-A para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Serve para determinar o futuro grau de compactação	-
Ensaio de Caracterização	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$IG_{\text{reforço}} \geq IG_{\text{subleito projetado}}$
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, pelo método DNER-ME 49 com energia de compactação do ensaio de compactação realizado, e para cada 300m de pista. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	$ISC_{\text{campo}} \geq ISC_{\text{projeto}}$ e $Expansão \leq 1\%$
Teor de Umidade	Coletar uma amostra, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	$H_{\text{ót}} \pm 2\%$
Grau de Compactação	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com área máxima de 4.000m <sup>2</sup> , realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	$GC \geq 100\%$
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Espessura: $\pm 10\%$ da espessura de projeto Flecha de abaul.: $< 20\%$ , em excesso, não tolerando falta
Largura do Reforço	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de reforço de subleito, a norma referida recomenda os seguintes procedimentos:

- deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural; e
- as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

f) Sub-base e Base Estabilizada Granulometricamente

São camadas constituídas de materiais granulares, formada por solos e materiais britados ou da mistura de produtos totais de britagem ou brita graduada, executadas sobre o subleito ou sobre outra camada projetada devidamente compactado e regularizado, com a função de resistir as ações dos veículos e transmiti-las, convenientemente, ao subleito (DNER-ES 300/97, IPR 696/100, 1996, e Neto, 1999).

Segundo a IPR 697/100 (1996), essas camadas, puramente granulares, são sempre flexíveis.

Os quadros 11 e 12 apresentam, respectivamente, a forma utilizada para a realização da supervisão dos serviços de execução de sub-base estabilizada granulometricamente (constante na norma DNER-ES 301/97 e na IPR 377/50, 1976) e a forma utilizada para a realização da supervisão dos serviços de execução de base estabilizada granulometricamente (constante na norma DNER-ES 303/97 e na IPR 377/50, 1976), juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 11 – Controle do serviço de sub-base estabilizada granulometricamente.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca	Ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129 – B e C para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Serve para determinar o futuro grau de compactação	-
Ensaio de Caracterização	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082) para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	IG = 0, exceto solos lateríticos

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, pelo método DNER-ME 49 com energia de compactação indicada em projeto, e para cada 300m de pista. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	ISC $\geq$ 20% ou ISC <sub>projeto</sub> e Expansão $\leq$ 1% ou 0,5% para solos lateríticos
Teor de Umidade	Coletar uma amostra, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	H <sub>ót</sub> $\pm$ 2%
Grau de Compactação	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com área máxima de 4.000m <sup>2</sup> , realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	GC $\geq$ 100%
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Espessura: $\pm$ 10% da espessura de projeto Flecha de abaul.: < 20%, em excesso, não tolerando falta
Largura da Sub-base	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

**QUADRO 12 – Controle do serviço de base estabilizada granulometricamente.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de massa específica aparente seca	Ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129 – B e C para cada 300m de pista, ou por jornada de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Serve para determinar o futuro grau de compactação	-
Ensaio de Caracterização e equivalente de areia	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122), do limite de plasticidade (DNER-ME 082) e de equivalente de areia (DNER-ME 054) para cada 300m de pista, ou por jornada de 08 horas de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos. Quando no emprego de usina, coletar na saída do misturador	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Granulometria da DNER-ES 316/97 LL $\leq$ 25% IP $\leq$ 6% Quando esses limites forem ultrapassados, o EA $\geq$ 30%

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
ISC	01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, pelo método DNER-ME 49 com energia de compactação indicada em projeto, e para cada 300m de pista. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	ISC $\geq$ 60% (método B) e Expansão $\leq$ 0,5%, ou ISC $\geq$ 80% (método C)
Teor de Umidade	Coletar uma amostra, para cada 100m de pista e determinar o teor de umidade da amostra da camada, conforme DNER-ME 052	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	H <sub>ót</sub> $\pm$ 2%
Grau de Compactação	Realizar ensaio de densidade <i>in situ</i> , pelo método DNER-ME 092, para cada 100m de pista e em locais escolhidos aleatoriamente, distribuídos regularmente ao longo do segmento. Para trechos limitados, com área máxima de 4.000m <sup>2</sup> , realizar pelo menos 5 ensaios	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, caso necessário	GC $\geq$ 100%
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Espessura: $\pm$ 10% da espessura de projeto Flecha de abaul.: < 20%, em excesso, não tolerando falta
Largura da Base	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, o acabamento das superfícies da plataforma e talude, atentando para que estejam desempenadas, sem depressões ou saliências	Superfície totalmente plana	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de sub-base e base estabilizada granulometricamente, as normas referidas recomendam os seguintes procedimentos:

- o material somente será aceito após a Executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- não provocar queimadas como forma de desmatamento;
- deverão ser construídas, junto as instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

- caso a brita seja fornecida por terceiros exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como, sua operação junto ao órgão ambiental competente;
- deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural; e
- as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

g) Base de Macadame Hidráulico

“Consiste de uma camada de brita de graduação aberta de tipo especial (ou brita tipo macadame), que, após compressão, tem seus vazios preenchidos pelo material de enchimento, constituído por finos de britagem (pó de pedra) ou mesmo por solos de granulometria e plasticidade apropriada; a penetração do material de enchimento é promovida pelo espalhamento do material na superfície, seguida de varredura, compressão (sem ou com vibração) e irrigação” (IPR 697/100, 1996).

O quadro 13 apresenta a forma utilizada para a realização da supervisão do serviço de execução de base de macadame hidráulico (constante na norma DNER-ES 316/97 e na IPR 377/50, 1976), juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 13 – Controle do serviço de base de macadame hidráulico.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ensaio de Caracterização e equivalente de areia para camada de bloqueio	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122), do limite de plasticidade (DNER-ME 082) e de equivalente de areia (DNER-ME 054) para cada 300m de pista, ou por jornada de 08 horas de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Granulometria da DNER-ES 316/97 IP ≤ 6% EA ≥ 30%
Ensaio de Caracterização e equivalente de areia para material de enchimento	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122), do limite de plasticidade (DNER-ME 082) e de equivalente de areia (DNER-ME 054) para cada 300m de pista, ou por jornada de 08 horas de trabalho. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Granulometria da DNER-ES 316/97 LL ≤ 25% IP ≤ 6% EA ≥ 30%

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Ensaio de Granulometria, Durabilidade e <i>Los Angeles</i> para o agregado graúdo	Ensaio de granulometria (DNER-ME 080) para cada 300m de pista, ou por jornada de 08 horas de trabalho, e ensaio de durabilidade (DNER-ME 089) e <i>Los Angeles</i> (DNER-ME 035) quando houver variação aparente ou dúvidas verificadas no decorrer dos serviços. Pode ser para cada 1.000m de pista para o caso de materiais homogêneos. Quando no emprego de usina, coletar na saída do misturador	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Granulometria da DNER-ES 316/97 Durabilidade: perda máxima de 20% (sulfato de sódio) e 30% (sulfato de magnésio) <i>Los Angeles</i> : desgaste inferior a 50%
Verificação após o término de cada compressão	Observar se são apresentadas ondas na base de MH diante do rolo longitudinalmente e transversalmente a pista antes da deposição do material de enchimento	A camada compactada não deve apresentar qualquer sulco ou ondulação	-
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Verificação da compactação final	Verificar a estabilidade estrutural, pelo real travamento das pedras do agregado graúdo, através da colocação de uma ou mais pedras, de diâmetro igual ao do agregado graúdo utilizado, em cima da base de MH e passar o rolo de três rodas sobre elas	As pedras devem ser esmagadas e as pedras da base de MH que estão sob as mesmas não devem sofrer qualquer deslocamento	-
Verificação Adicional da Compressão Através de Medidas de Deflexão	Após o término da compressão poderão também ser efetuadas medidas de deflexão sobre a base ainda úmida dos segmentos concluídos (DNER-ME 024) em locais aleatórios.	Os valores medidos e analisados estatisticamente deverão ser aqueles definidos pelo projeto para o topo da camada	$\delta_{medida} \leq \delta_{adm}$
Cotas de Eixos e Bordos	Verificar as cotas de eixo e bordos do aterro em relação aos definidos em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	Espessura: $\pm 10\%$ da espessura de projeto Flecha de abaul.: $< 20\%$ , em excesso, não tolerando falta
Largura da Base	Verificar a largura do aterro em relação a definida em projeto/ordem de serviço, utilizando-se de levantamento topográfico	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou complementado, caso necessário	+10cm

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de base de macadame hidráulico, a norma referida recomenda os seguintes procedimentos:

- o material somente será aceito após a Executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- não provocar queimadas como forma de desmatamento;

- deverão ser construídas, junto as instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;
- caso a brita seja fornecida por terceiros exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como, sua operação junto ao órgão ambiental competente;
- deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural; e
- as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

#### h) Imprimação e Pintura de Ligação

Imprimação “consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento asfáltico qualquer. Serve para aumentar a coesão da superfície da base pela penetração do material asfáltico empregado, promover condições de aderência entre a base e o revestimento e impermeabilizar a base, dificultando a penetração de água que possa eventualmente infiltrar-se pelo revestimento” (IBP, 1999). São indicados os asfaltos diluídos CM-30 e CM-70.

A pintura de ligação “consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a base imprimada ou revestimento antigo, com a finalidade prepícia de promover sua ligação com a camada sobrejacente a ser executada” (IBP, 1999).

Os quadros 14 e 15 apresentam, respectivamente, a forma utilizada para a realização da supervisão dos serviços de execução de imprimação (constante na norma DNER-ES 306/97 e na IPR 377/50, 1976) e a forma utilizada para a realização da supervisão dos serviços de execução de pintura de ligação (constante na norma DNER-ES 307/97 e na IPR 377/50, 1976), juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

#### **QUADRO 14 – Controle do serviço de imprimação.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Condições de início			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ligante betuminoso que chegar a obra	Asfaltos diluídos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 ensaio de Viscosidade Cinemática a 60°C (ABNT MB-826);</li> <li>• 01 ensaio de viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> (ABNT MB-326) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade <math>\times</math> temperatura;</li> <li>• 01 ensaio do ponto de fulgor (ABNT MB-50); e</li> <li>• Ensaio de destilação (DNER-ME 012), para verificação da Quantidade de solvente para cada 100t</li> </ul>	Servirão para determinar as propriedades do ligante, visando o seu manejo na pista e segurança dos aplicadores	-
Temperatura do Ligante Betuminoso	Deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade $\times$ temperatura.	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 1^\circ\text{C}$ com relação à temperatura determinada
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Taxa de Aplicação (T)	Aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante betuminoso aplicado. Deverá ser feito um número mínimo de 5 determinações de T para áreas de até 4.000m <sup>2</sup>	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\pm 0,2 \text{ l/m}^2$ com relação a definida pelo projeto
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, a superfície imprimada, atentando para que esteja totalmente regular, sem falta ou excesso	Qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida	-

### QUADRO 15 – Controle do serviço de pintura de ligação.

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Ligante betuminoso que chegar a obra	Emulsão asfáltica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 ensaio de Viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> a 50°C (ABNT MB-326);</li> <li>• 01 ensaio de resíduo por evaporação (ABNT NBR-6568);</li> <li>• 01 ensaio de peneiração (ABNT MB-609);</li> <li>• 01 ensaio da carga da partícula (DNER-ME 002);</li> <li>• 01 ensaio de viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> (ABNT MB-326) a diferentes temperaturas para o estabelecimento de relação viscosidade <math>\times</math> temperatura para cada 100t; e</li> <li>• Ensaio de sedimentação para emulsões para cada 100t (DNER-ME 006)</li> </ul>	Servirão para determinar as propriedades do ligante, visando o seu manejo na pista e segurança dos aplicadores	-

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Temperatura do Ligante Betuminoso	Deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade $\times$ temperatura.	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 1^\circ\text{C}$ com relação à temperatura determinada
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Taxa de Aplicação (T)	Aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante betuminoso aplicado. Deverá ser feito um número mínimo de 5 determinações de T para áreas de até $4.000\text{m}^2$	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\pm 0,2 \text{ l/m}^2$ com relação a definida pelo projeto
Aspecto Geral	Verificar, visualmente, a superfície pintada, atentando para que esteja totalmente regular, sem falta ou excesso	Qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida	-

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de imprimação e pintura de ligação, as normas referenciadas recomendam os seguintes procedimentos:

- evitar a instalação de depósitos de ligante betuminoso próximo à cursos d'água;
- impedir o refugo de materiais já utilizados na faixa de domínio e áreas lindeiras adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental; e
- na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do canteiro de obras, recompondo a área afetada pelas atividades da construção.

#### i) Concreto Betuminoso

“É o produto que resulta da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (*filler*) e cimento asfáltico, espalhado e compactado a quente, satisfazendo determinadas exigências constantes da especificação”. Este produto é utilizado para constituir o revestimento asfáltico, que “é a camada do pavimento destinada a resistir às ações do tráfego, impermeabilizar, melhorar as condições de rolamento no que se refere ao conforto e segurança e transmitir, de forma atenuada, as ações do tráfego às camadas inferiores” (IBP, 1999).

O quadro 16 apresenta a forma utilizada para a realização da supervisão do serviço de execução de revestimento em concreto betuminoso (constante na norma DNER-ES 313/97 e na IPR 377/50, 1976), juntamente com seus pontos críticos, bem como seus itens e métodos de controle e os critérios e tolerâncias para a sua aceitação.

**QUADRO 16 – Controle do serviço de revestimento em concreto betuminoso.**

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
<b>Condições de início</b>			
Ligante betuminoso que chegar a obra	<p>Cimento asfáltico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 ensaio de viscosidade absoluta a 60°C (ABNT NBR-5847) quando o asfalto for classificado por viscosidade ou 01 ensaio de penetração a 25° (DNER-ME 003) quando o asfalto for especificado por penetração;</li> <li>• 01 ensaio de ponto de fulgor (ABNT MB-50);</li> <li>• 01 ensaio de espuma;</li> <li>• 01 ensaio de viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> (ABNT MB-326);</li> <li>• 01 ensaio de viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> (ABNT MB-326) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade <math>\times</math> temperatura, para cada 100t; e</li> <li>• 01 índice de susceptibilidade térmica, para cada 100t, determinado pelos ensaios DNER-ME 003 e ABNT NBR 6560</li> </ul>	Servirão para determinar as propriedades do ligante, visando o seu manejo na pista e segurança dos aplicadores	-
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);</li> <li>• 01 ensaio de desgaste <i>Los Angeles</i>, por mês, ou quando houver variação da natureza do material (DNER-ME 035);</li> <li>• 01 ensaio de índice de forma, para cada 900m<sup>3</sup> (DNER-ME 086);</li> <li>• 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054); e</li> <li>• 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (<i>filer</i>), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083)</li> </ul>	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	<p>Granulometrias da DNER-ES 313/97</p> <p>Durabilidade: perda máxima de 12%</p> <p><i>Los Angeles</i>: desgaste inferior a 40%</p> <p>Índice de forma: superior a 0,5</p> <p>Equivalente de areia: superior a 55%</p>
Quantidade de Ligante na Mistura	Devem ser efetuadas extrações de betume, de amostras coletadas na saída do misturador e realizar o ensaio para a determinação de porcentagem de betume (DNER-ME 053)	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 0,3\%$ , da fixada no projeto
Gradação da Mistura de Agregados	Será procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias, especificadas no projeto
Temperatura	Efetuar medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho (do agregado, no silo quente da usina; do ligante, na usina; e da mistura, no momento, da saída do misturador)	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 5^\circ\text{C}$ das temperaturas especificadas

Item de inspeção	Método de verificação	Critério de aceitação	Tolerância
Características da Mistura	Deverão ser realizados ensaios Marshall com três corpos-de-prova de cada mistura, por cada jornada de 8 horas de trabalho e com amostras retiradas na saída do misturador (DNER-ME 043)	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	Os valores de estabilidade e de fluência deverão satisfazer à DNER-ES 313/97
Impedimentos para início do serviço	Verificar, visualmente, a limpeza da superfície	Superfície totalmente limpa	-
<b>Durante a execução do serviço</b>			
Temperatura de Compressão	Deverão ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente antes de iniciada a compressão	Atender a tolerância, devendo ser rejeitado, caso não atenda	$\pm 5^\circ\text{C}$ das indicadas para compressão
Grau de Compressão (GC)	O controle do GC da mistura betuminosa deverá ser feito medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de brocas rotativas	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\text{GC} \geq 97\%$
Acabamento da Superfície	Deverá ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas régua, uma de 3,00m e outra de 1,20m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5cm
<b>Ao final da execução do serviço</b>			
Espessura da Camada	Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\pm 5\%$ em relação as espessuras de projeto
Alinhamentos	A verificação do eixo e bordos é feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Poderá também ser a trena	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\pm 5\text{cm}$
Acabamento da Superfície (Quociente de Irregularidade – QI)	O acabamento da superfície deverá, ser verificado por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta” devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182)	Atender a tolerância, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, caso necessário	$\text{QI} < 35$ <i>contagens/km</i>
Condições de Segurança (Valor de Resistência a Derrapagem – VRD)	Realizar ensaio no revestimento acabado, com auxílio do Pêndulo Britânico SRT (Método HD 15/87 e HD 36/87 Bristish Standard), ou outros similares para cada 200m de pista, em locais escolhidos de maneira aleatória	Atender a tolerância, devendo ser corrigido ou refeito, caso necessário	$\text{VRD} > 55$

Quanto a preservação do meio ambiente na execução de revestimento em concreto betuminoso, a norma referida recomenda os seguintes procedimentos:

- a brita e a areia somente serão aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedra/areal cuja cópia da licença deverá ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;

- evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- impedir queimadas como forma de desmatamento;
- construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;
- exigir a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água;
- vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada e em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;
- recuperar a área afetada pelos agentes poluidores (quadro 17) derivados das operações de construção/execução, mediante a remoção da usina e dos depósitos e à limpeza de canteiro de obras. As operações em usinas asfálticas a quente englobam:
  - estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
  - transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
  - transporte e estocagem de *filer*; e
  - transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.
- impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias;
- definir no projeto executivo, áreas para as instalações industriais, de maneira tal, que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente;

- atribuir à Executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação/operação, assim como, manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito pelas normas;

**QUADRO 17 – Agentes e fontes poluidoras.**

Agente Poluidor	Fonte Poluidoras
I. Emissão de Partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de Cimento Asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III. Emissões Fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.
OBS.: Emissões Fugitivas	São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

- instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislações vigentes;
- apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés, que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
- dotar os silos de estocagem de agregados frios de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
- enclausurar a correia transportadora de agregados frios;
- adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;
- manter pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para que sejam evitadas emissões de partículas na entrada e saída do mesmo;
- dotar o misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão de conexão ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera;
- fechar os silos de estocagem de massa asfáltica;

- pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade;
- dotar os silos de estocagem de *filer* de sistema próprio de filtragem à seco;
- adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas;
- acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo;
- manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle;
- dotar as chaminés de instalações adequadas para realização de medições; e
- substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e o estabelecimento de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

#### 2.1.4.1.3. Ensaios de Campo e Laboratório

De acordo com os controles realizados em cada serviço mencionado anteriormente, é necessária a realização de alguns ensaios, sejam eles de laboratório ou mesmo em campo, para atestar o real desempenho obtido na execução do mesmo.

Estes ensaios, na verdade, representam mecanismos para aferir e/ou avaliar variáveis relativas aos itens de controle estabelecidos para cada serviço.

Baseado nisto, deve-se dispor tanto de uma equipe treinada quanto de uma infra-estrutura adequada a realização dos mesmos (ver APÊNDICE Q).

O quadro 18 apresenta, resumidamente, do que se constituem os principais ensaios necessários no controle dos serviços de execução relativos a pavimentos asfálticos.

#### **QUADRO 18 – Ensaios de controle de execução de pavimentos asfálticos.**

Ensaio	Norma relacionada	Resumo
Acabamento da superfície	DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182	Ensaio utilizado para a medição de irregularidade de superfícies de rodovias com emprego de sistemas integradores IPR/USP e <i>maysmeter</i> em nível de rede ou projeto
Análise granulométrica	DNER-ME 080 e DNER-ME 083	Ensaio que realiza o estudo da distribuição percentual das partículas de solo pelo seu tamanho. É feito por peneiramento nos solos de granulometria grossa (grãos com até 0,074mm de diâmetro equivalente), e por sedimentação em água (por via úmida) nos de granulometria fina (grãos com menos de 0,074mm de diâmetro equivalente), sendo este último baseado na Lei de <i>Stokes</i>
Compactação	DNER-ME 129	Ensaio que determina a correlação entre o teor de umidade e a massa específica aparente do solo seco, quando a fração de solo

Ensaio	Norma relacionada	Resumo
		que passa pela peneira de 19mm é compactada nas energias de compactação normal, intermediária e modificada, usando amostras não trabalhadas
Compressão diametral de carga repetida	DNER-ME 133	Ensaio utilizado para determinar o módulo de resiliência e realizar estudos de fadiga de misturas betuminosas com a utilização do equipamento de compressão diametral de carga repetida
Deflexão	DNER-ME 024	Ensaio que serve para determinar a deflexão de pavimentos rodoviários pela aplicação da Viga <i>Benkelman</i> , visando o conhecimento da capacidade estrutural do pavimento
	DNER-PRO 273	Ensaio que serve para determinar deflexões recuperáveis na superfície do pavimento utilizando deflectômetro de impacto tipo <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD), com vista a avaliação estrutural da condição do pavimento
Densidade aparente de corpos-de-prova	DNER-ME 117	Ensaio que determina a densidade aparente do corpo-de-prova de concreto asfáltico que foi compactado em campo, sendo a relação entre o peso da mistura ao ar e a diferença entre o peso ao ar e o peso da mistura em suspensão na água
Densidade <i>in situ</i>	DNER-ME 092	Ensaio realizado para determinar a densidade do solo em campo, onde escava-se um buraco padrão na camada de solo e, utilizando-se o frasco de areia, determina-se analiticamente o volume de areia vertido neste a partir da pesagem do frasco e da massa específica aparente da areia padronizada. O peso de solo, contido no furo é obtido por pesagem direta em balança
Destilação	DNER-ME 012 e ASTM-D 139	Ensaio que tem por finalidade determinar qualitativa e quantitativamente os constituintes do asfalto diluído: voláteis destilados e resíduo asfáltico
Durabilidade	DNER-ME 089	Ensaio que serve para avaliar a durabilidade do agregado pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio, simulando os efeitos das intempéries nos mesmos
Equivalente de areia	DNER-ME 054	Ensaio que determina a relação entre a altura de areia depositada após 20min de sedimentação e a altura total de areia depositada mais a de finos (silte e argila) em suspensão, após aquele mesmo tempo de sedimentação, numa solução aquosa de cloreto de cálcio
Índice de forma	DNER-ME 086	Ensaio que serve para determinar a variação dos eixos multidirecionais das partículas que compõem o agregado
Índice de Suporte Califórnia (ISC)	DNER-ME 049	Ensaio que determina o valor relativo do suporte de solos (medida da resistência de um solo ao esforço cortante), utilizando-se amostras deformadas não trabalhadas de material que passa na peneira de 19mm, correspondente a umidade ótima e massa específica aparente máxima seca, obtidas nas condições que o método estabelece
Índice de susceptibilidade térmica	DNER-ME 003 e ABNT NBR-6560	É um índice calculado a partir dos resultados derivados do ensaio de penetração
Limite de liquidez	DNER-ME 122	Ensaio que determina o teor de umidade do material no limite superior do seu estado plástico
Limite de plasticidade	DNER-ME 082	Ensaio que determina o teor de umidade do material no limite inferior do seu estado plástico
<i>Los Angeles</i>	DNER-ME 035	Ensaio que serve para avaliar o desgaste do agregado graúdo, quando submetido a revoluções dentro de um cilindro, de uma máquina <i>Los Angeles</i> , contendo esferas padrões de aço. Este mecanismo simula os choques derivados da ação do tráfego

Ensaio	Norma relacionada	Resumo
<i>Marshall</i>	DNER-ME 043	Ensaio que determina a estabilidade (resistência máxima a compressão radial do corpo-de-prova) e a fluência (deformação total apresentada pelo corpo-de-prova) de misturas betuminosas de cimento asfáltico, a quente, para uso em pavimentação, com agregado de tamanho máximo de 25,4mm, por meio de aparelhagem <i>Marshall</i>
Mini-MCV	DNER-ME 228	Ensaio em que a compactação é realizada em um equipamento de compactação miniatura, na qual, para cada teor de umidade, se aplicam, de maneira padronizada, energias crescentes, até conseguir uma massa específica aparente máxima, com intuito de classificação pelo método MCT
Peneiração para emulsões	ABNT MB-609	Ensaio que se destina a verificar a presença de glóbulos de asfalto de grandes dimensões nas emulsões asfálticas a ser empregadas em obras rodoviárias
Penetração	DNER-ME 003	Ensaio que mede a consistência do cimento asfáltico no estado semi-sólido e sólido, através de correlação com a distância que uma agulha padrão penetra verticalmente na amostra de material sob condições prefixadas de carga, tempo e temperatura
Ponte de Fulgor	ABNT MB-50	Ensaio que determina a menor temperatura na qual os vapores emanados durante o aquecimento do material betuminoso se inflamam quando sobre ele passa uma chama sob determinadas condições
Porcentagem de betume	DNER-ME 053	Ensaio que tem a finalidade de determinar o grau de pureza do material betuminoso, ou seja, quantidade de betume contida no material betuminoso, em porcentagem, avaliado através da solubilidade em bissulfeto de carbono
Resíduo por evaporação	ABNT NBR-6568	Ensaio que tem por finalidade determinar qualitativa e quantitativamente os constituintes da emulsão asfáltica
Sedimentação para emulsões	DNER-ME 006	Ensaio que caracteriza a capacidade de uma emulsão apresentar uma estabilidade à estocagem prolongada sem que haja separação das fases constituintes
Taxa de Aplicação do Ligante	-	Relação de volume de ligante aplicado no leito do pavimento pela área compreendida
Teor de umidade	DNER-ME 052	Ensaio que determina a umidade de solos e agregados miúdos pelo uso em mistura de carboreto de cálcio, colocada em dispositivo medidor de pressão de gás, denominada <i>Speedy</i>
Triaxial de carga repetida	DNER-ME 131	Ensaio utilizado para determinar o módulo de resiliência para várias tensões aplicadas nos solos ou misturas de solos para pavimentação, com a utilização de equipamento triaxial de carga repetida
Valor de resistência à derrapagem	Método HD 15/87 e HD 36/87 <i>British Standard</i>	Ensaio realizado com o pêndulo britânico e que serve para determinar o coeficiente de atrito entre a superfície dos pneumáticos e dos revestimentos de rodovias
Viscosidade absoluta	ABNT NBR-5847	Ensaio que fornece o valor limite de consistência do cimento asfáltico a 60°C, temperatura essa correspondente a máxima temperatura do pavimento asfáltico em serviço
Viscosidade cinemática	ABNT MB-826	Ensaio que fornece o valor limite de consistência do cimento asfáltico a 135°C, temperatura essa próxima às temperaturas de mistura e espalhamento nos pavimentos de misturas asfálticas a quente
Viscosidade <i>Saybolt-Furol</i>	ABNT MB-326	Ensaio que determina o tempo, em segundos, que uma determinada quantidade de material betuminoso leva para fluir através de um orifício de dimensões padronizadas numa determinada temperatura. Se destina a medir a consistência de materiais betuminosos de forma prática

Fonte de dados primários: Métodos de Ensaio do DNER, Bertram (1969), IPR 697/100 (1996), MS-4 (1989) e Pinto & Preussler (2002).

#### 2.1.4.1.4. Vistoria Final e Liberação da Obra ou Subtrechos

Segundo a IPR 697/100 (1996), uma obra rodoviária, estando com o pavimento em condições satisfatórias e de acordo com as especificações e o projeto, ela pode ser entregue ao tráfego.

Sabendo-se que todos os serviços de execução são controlados a medida que são realizados, as condições das especificações e do projeto já estão satisfeitas, restando apenas questões subjetivas relativas ao aspecto final da obra, as quais devem ser estabelecidas.

“Sendo a obra ou serviço passível de aceitação parcial ou por etapas, deve-se admitir a lavratura de Termo de Recebimento Provisório. Estando a obra ou serviço inteiramente concluído e a contento, deve ser, então, lavrado o Termo de Recebimento Definitivo” (IPR 697/100, 1996).

#### **2.1.4.2. Fiscalização Administrativa**

##### 2.1.4.2.1. Medições

“Os serviços de medição das obras de implantação têm por finalidade a apuração das grandezas dos seus diversos elementos, de modo a permitir o seu pagamento” (IPR 696/100, 1996).

“As medições compreendem duas partes distintas: as folhas de medição com todos os detalhes dos cálculos; e o resumo, onde são indicadas as quantidades globais de cada serviço, quantidades estas extraídas das folhas de medição” (IPR 696/100, 1996).

“As medições terão sempre caráter cumulativo, isto é, deverão abranger todos os serviços executados desde o início dos trabalhos” (IPR 696/100, 1996).

As medições das obras de implantação abrangem todos os serviços executados, como também, a medição de transporte utilizado para a locomoção de materiais utilizados em terraplanagem e na pavimentação.

Os métodos de medição para serviços de terraplanagem e pavimentações asfálticas são os determinados no quadro 19.

**QUADRO 19 – Critérios de medição dos serviços de execução.**

Serviço	Critérios de medição
Cortes	A medição considera o volume extraído, medido no corte, e a distância de transporte entre este e o local de depósito
Empréstimos	A medição leva em consideração o volume extraído, medido no empréstimo. A distância de transporte será medida ao longo do percurso seguido pelo equipamento transportador entre os centros de gravidade das massas
Aterros	A compactação será medida em $m^3$ , sendo considerado o volume de aterro executado de acordo com a seção transversal do projeto
Regularização do subleito	A medição dos serviços de regularização do subleito será feita por metro quadrado de plataforma concluída, com os dados fornecidos pelo projeto
Reforço do subleito	A reforço será medido em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto, incluindo mão-de-obra, materiais, equipamentos e encargos, além das operações de limpeza e expurgo de ocorrência de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento na pista
Sub-base estabilizada granulometricamente	A sub-base será medida em metros cúbicos de material compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto
Base estabilizada granulometricamente	A base será medida em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto, incluindo mão-de-obra, materiais, equipamentos e encargos, além das operações de limpeza e expurgo de ocorrência de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento na pista
Imprimação	A imprimação será medida através da área efetivamente executada em metros quadrados, incluídas todas as operações e encargos necessários a execução da imprimação abrangendo armazenamento, perdas e transporte do ligante betuminoso, dos tanques de estocagem à pista. Deverá ser medido, também, o transporte da quantidade de ligante betuminoso, efetivamente aplicado, entre a refinaria ou fábrica, até o canteiro de obras
Pintura de ligação	A pintura de ligação será medida através da área executada em metros quadrados. Nesta estando incluídas todas as operações de encargos necessários a execução da pintura de ligação abrangendo armazenamento, perdas e transportes de ligante betuminoso dos tanques de estocagem à pista. É descontada a água adicionada à emulsão na medição de ligante. Além disso, o transporte do ligante betuminoso, efetivamente aplicado, será medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço
Revestimento em concreto betuminoso	O concreto betuminoso será medido, em toneladas através da mistura efetivamente aplicada na pista. Não serão motivo de medição: mão-de-obra, materiais (exceto ligante betuminoso), transporte da mistura da usina à pista e encargos, por estarem incluídos na composição do preço unitário. O transporte do ligante betuminoso, efetivamente aplicado, será medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço
Base de macadame hidráulico	A camada de base de macadame hidráulico será medida em metro cúbico de material compactado na pista e segundo a seção transversal do projeto, incluindo mão-de-obra, encargos, equipamentos, as operações de limpeza e expurgo das ocorrências de materiais, escavação, transporte, compra de materiais, espalhamento, umedecimento, compressão e acabamento na pista

Fonte de dados primários: DNER-ES 280/97, DNER-ES 281/97, DNER-ES 282/97, DNER-ES 299/97, DNER-ES 300/97, DNER-ES 301/97, DNER-ES 303/97, DNER-ES 306/97, DNER-ES 307/97, DNER-ES 313/97 e DNER-ES 316/97

#### 2.1.4.2.2. Acompanhamento de Cronogramas Físicos e Financeiros

Este serviço corresponde a simples atividade de comparação entre os serviços programados para um determinado período, derivados do planejamento da obra, e os realmente executados, obtidos através das medições.

Desta forma, o acompanhamento serve para dar suporte a tomada de decisão, por parte da supervisora, quanto a reprogramação da obra, remanejamento de recursos, aplicação de multas contratuais etc.

## 2.2. Qualidade na Construção

### 2.2.1. O Conceito de Qualidade

O conceito de qualidade foi primeiramente associado à definição de conformidade às especificações, surgindo, primeiramente, no Japão através de aplicação de programas como 5S's, *Just in Time*, *Kaizen* e TPM (Manutenção Produtiva Total).

Posteriormente, este conceito evoluiu para a visão de satisfação do cliente. Obviamente a satisfação do cliente não é resultado apenas, e tão somente, do grau de conformidade com as especificações técnicas, mas também de fatores como prazo e pontualidade de entrega, condições de pagamento, atendimento pré e pós-venda, flexibilidade etc.

Paralelamente a esta evolução do conceito de qualidade, surgiu a visão de que o mesmo era fundamental no posicionamento estratégico da empresa perante o mercado. Pouco tempo depois percebeu-se que o planejamento estratégico da empresa enfatizando a qualidade não era suficiente para seu sucesso. O conceito de satisfação do cliente foi então estendido para outras entidades envolvidas com as atividades da empresa.

Nesta mesma época, Juran & Gryna (1991) introduziram o conceito de Garantia da Qualidade, o qual refere-se as atividades relacionadas à qualidade, tais como Planejamento da Qualidade, Aperfeiçoamento da Qualidade e Auditoria da Qualidade e Confiabilidade.

A garantia da qualidade se dá através de evidências objetivas, as mesmas variando com o tipo de serviço ou produto que a empresa oferece, sendo necessário dispor de diferentes métodos de análise.

Segundo Juran & Gryna (1991), para que a empresa garanta a qualidade é necessário que aperfeiçoe as suas atividades de *marketing*, para conhecer melhor o produto a ser lançado, que controle o desenvolvimento do produto desde seu projeto, estabeleça relações mais aprofundadas com os fornecedores, controle a produção desde sua execução até a validação, inspecione e teste o produto ou serviço e aperfeiçoe seus serviços de pós-entrega, incluindo a avaliação dos serviços de manutenção.

Segundo Campos (1995), o conhecimento é um dos fatores internos da empresa que proporcionam o crescimento da produtividade e, numa visão mais ampla, é necessário para captar as “necessidades do cliente”, pesquisar e desenvolver “novos produtos”, pesquisar e desenvolver “novos processos”, saber “gerenciar sistemas” e saber “comercializar” e proporcionar “assistência técnica” aos clientes.

Mesmo o termo Garantia da Qualidade sendo bem difundido e aceito entre os conhecedores, o termo mais recentemente utilizado quando refere-se a qualidade em organizações é Qualidade Total, o qual representa a busca da satisfação, não só do cliente, mas de todos os *stakeholders* (entidades significativas na existência da empresa) e também da excelência organizacional da empresa.

Souza et alii (1994) apresenta o seguinte resumo dos 10 Princípios da Qualidade Total, publicado pela Folha de São Paulo e Sebrae-SP (1994):

- total satisfação dos clientes;
- gerência participativa;
- desenvolvimento dos recursos humanos;
- constância de propósitos;
- aperfeiçoamento contínuo;
- gerência de processos;
- delegação;
- disseminação de informações;
- garantia da qualidade; e
- não aceitação de erros.

## **2.2.2. Qualidade no Setor da Construção**

### **2.2.2.1. Conjuntura Atual**

Nos últimos 10 anos os conceitos de qualidade vêm difundindo-se de maneira mais ampla para o setor da construção civil.

Segundo Souza et alii (1994), os fatores que induzem a migração dessas empresas à esse novo pensamento são:

- abertura do mercado interno, busca do mercado externo e Mercosul;
- redução dos preços de obras públicas e privadas;
- exercício do poder de compra do Estado;
- exigência de qualidade por parte dos clientes privados;

- código de defesa do consumidor;
- organização e participação dos trabalhadores;
- Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade; e
- conscientização empresarial e ação das entidades de classe.

Contudo, a cadeia produtiva da construção possui características singulares que dificultam a utilização na prática das teorias modernas da qualidade. Em outras palavras, a construção requer uma adaptação específica de tais teorias, devido à complexidade do processo, no qual interferem muitos fatores.

Meseguer (1991), citado por Souza et alii (1994), apontou algumas particularidades que dificultam a transposição de conceitos e ferramentas da qualidade aplicados na indústria:

- a construção é uma indústria de caráter nômade;
- cria produtos únicos e não seriados;
- não é possível aplicar a produção em cadeia (produtos passados por operários fixos), mas sim a produção centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo);
- é uma indústria muito tradicional, com grande inércia às alterações;
- utiliza mão-de-obra intensiva e pouco qualificada, sendo que o emprego dessas pessoas tem caráter eventual e suas possibilidades de promoção são escassas, o que gera baixa motivação no trabalho;
- a construção, de maneira geral, realiza seus trabalhos sob intempéries;
- o produto é único ou quase único na vida do usuário;
- são empregadas especificações complexas, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusas;
- as responsabilidades são dispersas e pouco definidas; e
- o grau de precisão com que se trabalha na construção é, em geral, muito menor do que em outras indústrias, qualquer que seja o parâmetro que se contemple: orçamento, prazo, resistência mecânica etc.

### 2.2.2.2. Estrutura do Setor

Observando o Ciclo da Qualidade na indústria da construção (figura 5), pode-se identificar os vários agentes intervenientes na geração do produto final. Souza et alii (1994) determina as características de cada interveniente da seguinte forma:

- os usuários, que variam de acordo com o poder aquisitivo, as regiões do país e a especificidade das obras;
- os agentes responsáveis pelo planejamento do empreendimento, que dependem do tipo de obra a ser construída;
- os agentes responsáveis pela etapa de projeto: empresas responsáveis por estudos preliminares, os projetistas das mais variadas disciplinas, além dos órgãos públicos ou privados responsáveis pela coordenação do projeto;
- os fabricantes de materiais de construção;
- os agentes envolvidos na etapa de execução das obras: empresas construtoras, subempreiteiros, profissionais autônomos, autoconstrutores, laboratórios, empresas gerenciadoras e órgãos públicos ou privados responsáveis pelo controle e fiscalização das obras; e
- os agentes responsáveis pela operação e manutenção das obras ao longo da sua fase de uso: proprietários, usuários e empresas especialistas em operação e manutenção.



**FIGURA 5 – Ciclo da Qualidade na Indústria da Construção (Fonte: Souza et alii, 1994).**

“No caso da construção civil, o controle da qualidade deve perpassar todos os processos de produção, exercendo-se o controle das atividades desenvolvidas em todas as etapas: planejamento, projeto, materiais e componentes, execução de obras e também o controle da qualidade do uso, operação e manutenção das obras na fase de uso. Na medida em que as etapas do processo de produção sejam devidamente normalizados e seus respectivos produtos e atividades estejam especificados e padronizados, é possível estabelecer itens de controle para cada deles” (Souza et alii, 1994).

Segundo Lucarevschi et alii (1993), a grande importância da normatização é a de estabelecer as disposições destinadas a um uso comum e repetitivo contribuindo na qualidade de processos, produtos ou serviços aos fins visados, prevenir contra barreiras de comércio e permitir e facilitar a cooperação tecnológica. Além disso, desde 1992 intensificou-se no Brasil a adoção de tecnologias e normas internacionais adequadas a nossa realidade, como uma forma de assimilar tecnologias. Além disso, está ocorrendo uma espécie de corrida no estabelecimento de normas para todos os serviços e produtos brasileiros, como forma a dar suporte às normas de Sistema de Gestão da Qualidade. Este esforço dos Órgãos Normativos Brasileiros tem função de fornecer maior competitividade as empresas brasileiras de bens e serviços.

### **2.2.3. A ISO**

ISO significa *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização). Ela foi fundada em 1947, é sediada na Suíça, e congrega organismos de normatização internacionais, cuja principal atividade é elaborar padrões para especificações e métodos de trabalho nas mais diversas áreas da sociedade exceto no setor eletro-eletrônico, onde a responsabilidade fica a cargo da *International Electrotechnical Commission*.

Esta organização é formada por representantes de mais de 100 países, cada um representado por um organismo de normatização, testes e certificação. O Brasil é representado na *International Organization for Standardization* através da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

O Comitê Brasileiro da Qualidade ABNT/CB-25 é o comitê da ABNT responsável pela elaboração de normas, guias e relatórios técnicos internacionais da qualidade, participando na ISO, e pela produção dos documentos correspondentes.

#### **2.2.4. A Série NBR ISO 9000**

A versão 2000 da série de normas ISO 9000 constitui em um par coerente de normas de Sistema de Gestão da Qualidade, sendo a NBR ISO 9001 a que estabelece os requisitos mínimos para um Sistema de Gestão da Qualidade, servindo para fins de certificação e contratuais, focada apenas na eficácia do sistema em atender aos requisitos dos clientes. Já a NBR ISO 9004 tem objetivos mais amplos que a outra norma, utilizada quando a Alta Direção deseja ir além dos requisitos mínimos de um Sistema de Gestão da Qualidade, buscando melhoria contínua de desempenho da empresa. Ambas enfatizam, também, mecanismos de interação entre os fornecedores, a organização e o cliente, todas partes interessadas.

Segundo a NBR ISO 9004:2000, são oito os princípios de gestão da qualidade que, quando utilizados, ajudam a Alta Direção à dirigir a empresa à melhoria de desempenho, os quais são listados a seguir:

- foco no cliente;
- liderança;
- envolvimento de pessoas;
- abordagem de processo;
- abordagem sistêmica para a gestão;
- melhoria contínua;
- abordagem factual para a tomada de decisões (analisar dados e informações isoladas para tomar decisões); e
- benefícios mútuos nas relações com os fornecedores (parceria).

##### **2.2.4.1. A Abordagem da Série NBR ISO 9000**

Entende-se que o sistema de gestão da qualidade seja uma iniciativa da direção da empresa, como uma forma de melhorar continuamente o desempenho quanto aos seus setores produtivos, operacionais, gerenciais, comerciais, e, principalmente, ao atendimento aos requisitos e superação das expectativas dos clientes e das partes interessadas.

Deve-se enfatizar, para tanto, a “abordagem de processos”, ou seja, focar uma visão sistêmica do Sistema da Qualidade, com identificação dos requisitos de entrada e saída de



“Os resultados de um item de controle são garantidos pelo acompanhamento dos itens de verificação. Os itens de verificação podem também ser chamados de itens de controle das causas e são estabelecidos sobre os pontos de verificação do processo” (Campos, 1995).

Na maioria dos casos, um item de verificação de um processo é um item de controle de um processo anterior. Desta forma uma empresa que implanta um programa da qualidade tem condições de proporcionar, com maior eficiência, a melhora de seus processos internos.

#### 2.2.4.2. Método de Controle de Processos

“Para todo processo implantado em uma empresa, independentemente se esta possui sistema de gestão da qualidade, é necessário que o mesmo seja planejado, realizado, checado e corrigido após seu funcionamento” (Albuquerque & Macedo, 2003).

Para tanto, pode-se utilizar o ciclo PDCA (figura 7), o qual permite a padronização do processo em estudo e permite a melhoria contínua do mesmo.

Campos (1995) estabelece o seguinte significado para o ciclo PDCA:

- planejar (*Plan*) → Consiste em:

Estabelecer metas sobre os itens de controle;

Estabelecer a maneira (o caminho, o método) para se atingir as metas propostas.

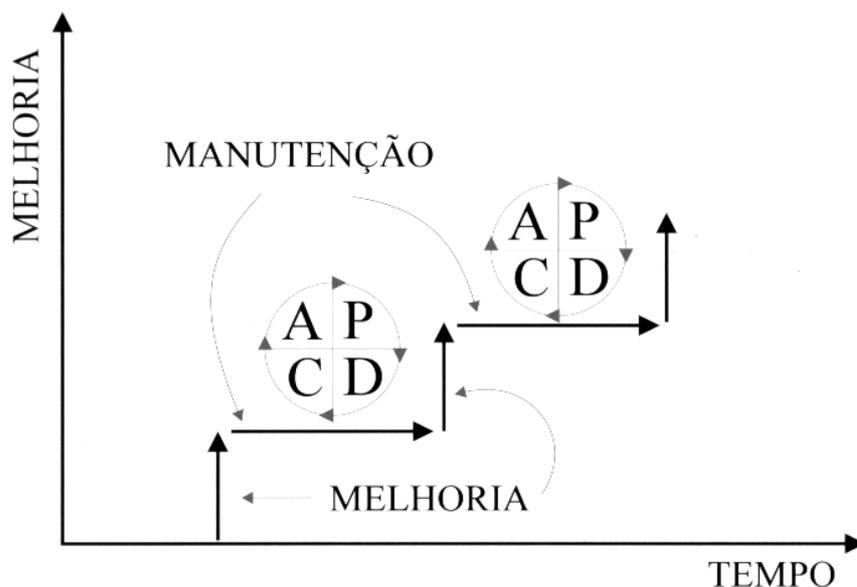


FIGURA 7 – Ciclo PDCA (Fonte: Souza & Abiko, 1997).

- execução (*Do*) → Execução das tarefas exatamente como prevista no plano, e coleta de dados para verificação do processo. Nesta etapa é essencial o treinamento no trabalho decorrente da fase de planejamento;
- verificação (*Check*) → A partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada; e
- atuação corretiva (*Action*) → Esta é a etapa onde o usuário detectou desvios e atuará no sentido de fazer correções definitivas, de tal modo que o problema nunca volte a ocorrer.

Com o ciclo PDCA ganha-se liberdade total no planejamento da execução do produto ou serviço, onde pode-se estabelecer metas na busca da melhoria contínua da qualidade e eficiência do sistema. Além disso, o planejamento é importante quando a empresa pretende fazer alguma mudança em qualquer de seus processos (mudança de máquina/equipamento, pessoal, procedimento, materiais etc.), para que se provenha os recursos necessários, os padrões a adotar e os efeitos desses na empresa, funcionários e clientes.

Então, quando os resultados de algum processo da empresa não satisfazem mais, pode-se, utilizando a ferramenta do ciclo PDCA, analisar o processo e determinar quais são as causas do mau desempenho. Daí, determinam-se novas metas, padrões e itens de controle para que o processo tenha um salto de melhoria. Com isso, a empresa obtêm resultados melhores que o anterior, eliminando as falhas e/ou atingindo melhoria concreta do processo (figura 8).



**FIGURA 8 – Melhoria Contínua (Fonte: Campos, 1995).**

Após a etapa de planejamento da manutenção ou melhoria de um processo, torna-se necessário realizar um treinamento a todos os envolvidos no mesmo com relação ao novo padrão a ser adotado. Com o pessoal treinado, executa-se as tarefas do processo, colhe-se os dados e verifica-se os seus novos itens de controle. Caso as metas tenham sido atingidas com êxito pode-se manter o padrão adotado ou procurar sempre melhorá-lo, mas caso algum problema ainda tenha sido observado deve-se agir corretivamente.

A grande importância do ciclo PDCA é que ele não deixa que as pessoas ou empresas se enganem, pensando que o procedimento adotado é adequado, quando, na verdade, os seus resultados não são os esperados. As etapas de levantamento e verificação dos dados não deixam omitir as falhas de qualquer processo.

A decisão de não utilizar a ferramenta de planejamento do ciclo PDCA por achar-se que o mesmo não é eficiente, pela recorrência das falhas no processo, é errônea, pois o problema não está no método de controle, mas em um planejamento mal executado ou subestimado e/ou treinamento ineficiente e falta de competência (formação e capacitação) necessária para quem vai executar o serviço.

Vale salientar que as pessoas mais bem sucedidas são aquelas que gastam o tempo necessário no planejamento de seus processos, que tem seus funcionários com competência adequada para a função que está executando e que realiza, também, treinamento adequado para repassar as informações planejadas.

Determinar as metas e diretrizes para o controle destas, treinar e executar conforme o planejado, coletar e verificar os resultados e agir corretivamente é imprescindível como já foi visto, e reforçando esta afirmativa Campos (1995) diz que as empresas brasileiras estão “jogando pelo dreno” de 20 a 40% do seu faturamento em perdas devidas ao descontrole dos processos.

### **2.3. Qualidade em Projetos e Supervisão de Obras Rodoviárias**

Nas subseções seguintes serão detalhadas as diretrizes básicas de como uma empresa que realiza projeto e supervisão de obras rodoviárias deva conduzir o sistema de gestão da qualidade que atenda aos requisitos dos clientes e outras partes interessadas, que promova a melhoria contínua de seus processos e para obter a certificação na ISO 9001:2000 e em outras normas de SGQ baseadas na ISO.

Estas subseções serão compostas por 14 temas, a saber:

- sistema de gestão da qualidade;
- diagnóstico, planejamento e implantação do sistema;
- padronização e documentação do sistema;
- política, objetivos, metas e indicadores da qualidade;
- responsabilidade, autoridade e competência;
- os recursos para a qualidade;
- requisitos do cliente;
- qualidade em aquisições e contratações;
- qualidade na realização do produto: projeto e supervisão;
- assistência pós-entrega;
- medição da satisfação dos clientes;
- auditoria interna;
- não-conformidades, ações corretivas e ações preventivas;
- análise de dados; e
- análise crítica pela direção.

#### **2.3.1. O Sistema de Gestão da Qualidade**

Os processos de realização de serviços, controle dos mesmos e seus monitoramentos e medições não podem ser analisados isoladamente em um sistema de gestão da qualidade, pois existem processos antecedentes e procedentes necessários às suas realizações.

Então deve-se entender que cada processo de uma empresa faz parte de um sistema de ações, e é importante determinar como cada requisito de um sistema de gestão da qualidade, baseado na NBR ISO 9001:2000, deve ser conduzido para estar em conformidade com a mesma.

Sistema da Qualidade, segundo a NBR ISO 8402 (1994), é o conjunto de estruturas organizacionais, procedimentos, métodos, processos que convergem para implementar as atividades requeridas pela política da qualidade, objetivos e responsabilidades, e dirija sua implementação usando meios como planejamento, controle, ação para garantia e melhoria da qualidade de acordo com as características de produtos e serviços prestados.

Portanto, o sistema de gestão da qualidade de uma empresa deve ser planejado para melhorar continuamente a eficácia e eficiência do seu desempenho para melhor atender as necessidades das partes interessadas.

Então, é necessário constituir o SGQ da empresa com foco no escopo do sistema (projeto e supervisão de obras rodoviárias) e elaborar um macro-fluxo de processos, contemplando todos os processos existentes e necessários à serem implantados no seu SGQ, de acordo com as particularidades da empresa e com os requisitos da ISO 9001:2000, definir critérios e métodos para operação e controle eficazes desses, disponibilizar recursos para o seu bom funcionamento, monitorar, medir e analisar esses processos e implementar ações necessárias para atingir os resultados planejados e a sua melhoria contínua.

Estas atividades só podem ser realizadas através da realização de um planejamento e da padronização do SGQ.

### **2.3.2. Diagnóstico, Planejamento e Implantação do Sistema**

“O diagnóstico da empresa em relação à qualidade objetiva estudar o processo da empresa como um todo e de seus setores, visando detectar os pontos fortes que podem ser melhorados e apontar os pontos fracos que necessitam ser corrigidos e depois aperfeiçoados” (Souza et alii, 1994).

Ele deve ser realizado de acordo com os requisitos necessários ao SGQ da empresa e com relação aos requisitos dos clientes e partes interessadas.

O mesmo, juntamente aos requisitos gerais estabelecidos para o sistema da qualidade da empresa obtidos a partir de sua abordagem sistêmica, servirá de subsídio para a realização do planejamento para implantação do SGQ da empresa. Pode consistir em uma planilha que determine as etapas de projeto e os serviços de supervisão críticos a qualidade dos mesmos, os

quais serão controlados pela empresa, como também as atividades necessárias durante a implantação do SGQ, os responsáveis e os prazos para tanto.

Nota-se então que, para o sucesso do Sistema de Gestão da Qualidade, a Alta Direção deve ter o conhecimento dos processos de realização do produto, daqueles de apoio, que afetam a eficácia e eficiência dos outros e de suas interações, para que possa conduzir eficientemente as medições, análises e determinações mencionadas.

Souza et alii (1994) sugere que, para a condução de todas essas atividades, a direção da empresa estabeleça um “Comitê da Qualidade” responsável por coordenar o processo de implantação do Sistema de Gestão da Qualidade. Ainda recomendando-se a participação neste de funções “chaves” da empresa nas áreas de produção, administração e da própria diretoria, tendo as funções básicas de realizar e analisar diagnóstico da empresa com relação aos requisitos do sistema de gestão da qualidade, planejar a implantação do sistema, definir os mecanismos de sensibilização de todos na empresa, criar os “Times da Qualidade” que serão responsáveis pela padronização de seus setores, coordenar o processo de implantação do Sistema de Gestão da Qualidade, acompanhar a implantação, criar equipes de auditoria interna do sistema e avaliar os resultados obtidos.

### **2.3.3. Padronização e Documentação do Sistema**

A padronização de processos é o meio que existe para que uma empresa possa garantir uma rotina de sua produção e prestação de serviços, ou seja, o meio de garantir a qualidade desejada, promover melhorias, diminuir custos, cumprir prazos, promover segurança, manter o domínio tecnológico do sistema etc.

“... Padronizar é reunir as pessoas e discutir o procedimento até encontrar aquele que for melhor, treinar as pessoas e assegurar que a execução está de acordo com o que foi consensado ...” (Campos, 1992).

Para gerar procedimentos documentos, a empresa deve respeitar requisitos contratuais das partes interessadas, adotar normas, respeitar requisitos estatutários e regulamentares existentes, decisões tomadas pela empresa, fontes externas para o desenvolvimento de competências da organização e das necessidades e expectativas das partes interessadas.

A padronização de uma empresa requer a participação de todos os seus níveis hierárquicos, dos diretores até os operários, não competindo esta responsabilidade a um único departamento.

Campos (1992) estabeleceu um método para padronização de processos, no qual contempla-se a definição da especialização do procedimento, realiza-se a sua simplificação, redação, comunicação e treinamento aos envolvidos e, após colocado em uso, conduz-se a verificação de sua conformidade.

Segundo Campos (1992), na fase de redação deve-se respeitar as seguintes etapas básicas:

- elaboração de fluxograma;
- descrição do procedimento; e
- registro em formato padrão.

A documentação necessária a empresa deve apresentar-se com o nível de detalhamento necessário para atender aos requisitos das partes interessadas, podendo, ainda, estar em qualquer meio que seja adequado aos mesmos.

### **2.3.3.1. Documentação do sistema**

De acordo com a NBR ISO 9001:2000, a empresa deve documentar a declaração da política da qualidade e dos objetivos da qualidade, elaborar um manual da qualidade e os padrões que forem necessários para dar suporte ao processos do sistema.

“O Manual da Qualidade é o documento que consolida o sistema de gestão da qualidade da empresa, uma vez que apresenta a Política da Qualidade e descreve a maneira pela qual a empresa procura atingir os objetivos da qualidade expressos em sua política” (Souza & Abiko, 1997). Além disso, o mesmo deve ser “organizado em capítulos que abordam os requisitos apresentados na série de normas NBR ISO 9000. Essa organização, porém, não é fixa. O manual pode ter qualquer estrutura desde que represente o sistema da qualidade da empresa” (Souza & Abiko, 1997).

Um Manual da Qualidade deve, ainda, determinar qual é o escopo do Sistema de Gestão da Qualidade, incluir ou fazer referência aos documentos necessários ao SGQ e apresentar uma descrição da interação entre os processos do sistema (macro-fluxo de processos).

A constituição dos procedimentos documentados (padrões) pode ser realizada na seguinte seqüência (Souza et alii, 1994):

- objetivo do processo;
- seus documentos de referência;

- as funções e responsabilidades relacionadas a esse processo em particular;
- o procedimento propriamente dito em forma de fluxograma prevendo todas as etapas do processo, contendo observações quando necessário;
- os formulários e os modelos utilizados que servirão para registrar as evidências do processo; e
- uma tabela esclarecendo como se dá o controle dos registros gerados por este processo.

Para que se possa garantir que toda a documentação do SGQ seja eficientemente utilizada, desde sua elaboração até a aplicação, deve-se realizar o controle da documentação do SGQ e dos registros gerados pelo mesmo.

#### a) Controle de documentos

Um documento da qualidade é qualquer informação que sirva para dar suporte a realização dos processos do SGQ. Eles podem estar descritos das mais diversas formas e em qualquer meio de uso.

Para realizar o controle da documentação, deve-se elaborar um procedimento definindo-se como: aprovar um documento antes de sua emissão ao local de uso (podendo ser realizada por representantes da empresa que tenham funções gerenciais, preferencialmente); analisar criticamente, atualizar e reaprovar os documentos da qualidade; identificar as alterações ocorridas (através de marcação do texto alterado); disponibilizar as versões pertinentes em seus locais de uso; assegurar a legibilidade e identificação dos documentos, mesmo de documentos externos (utilização de codificação, numeração de versão etc.); e evitar que documentos obsoletos sejam utilizados (através do uso de lista-mestra de controle de documentos, identificando a situação da revisão atual de documentos e um sistema de controle de cópias enviadas).

Campos (1992) afirma que existem alguns aspectos básicos que devem ser observados antes de um documento ser posto em uso e para que o seu uso seja o mais adequado possível:

- quem será o usuário?
- documento está da forma mais simples possível?
- pode ser cumprido?
- está suficientemente claro?

- deve incorporar informações de vanguarda.
- deve ser passível de ser revisto devido a incorporação das inovações.
- deve ser baseado na prática.
- voltado ao atendimento das necessidade do trabalho.
- indicar claramente as datas de emissão e de revisão, o período de validade e as responsabilidade.
- o mesmo deve ser fruto de um consenso.
- devem ser autorizados para uso.
- deve fazer parte de um sistema, não sendo contraditório a outro processo subsequente.
- deve ser um documento mantido sobre controle.
- devem ter seus nomes e formas padronizadas para toda a empresa.
- deve direcionar-se para o futuro.

#### b) Controle de registros

Registros são documentos que fornecem evidências de conformidade e eficácia ao Sistema de Gestão da Qualidade, além de apresentarem resultados obtidos. Eles podem estar descritos das mais diversas formas e em qualquer meio de uso.

Para realizar o controle dos registros da qualidade, deve-se elaborar um procedimento que defina como identificá-los (código e/ou nome), armazená-los (local de arquivo), recuperá-los (tipo de arquivo e proteção) e os seus tempos de retenção e modo de descarte.

#### **2.3.4. Política, Objetivos, Metas e Indicadores da Qualidade**

O comprometimento da Alta Direção da empresa com o seu Sistema de Gestão da Qualidade é decisivo para fazer com que se traga benefícios as partes interessadas. Para tanto, política e objetivos da qualidade coerentes com a empresa, a prática do exemplo, melhorias, melhorar o ambiente de trabalho, provisão de recursos e comunicação à todos na empresa da importância em atender aos requisitos do cliente, regulamentares e estatutários, devem ser tarefas determinantes assumidas pela Direção.

Também, medir o desempenho da empresa quanto ao financeiro, comparação por *benchmarking*, da satisfação dos clientes, da percepção das partes interessadas quanto ao

desempenho do produto fornecido, são essenciais para observar se os objetivos traçados estão sendo atingidos.

#### **2.3.4.1. Política da qualidade**

Segundo Souza & Abiko (1997), a política da qualidade “trata-se de um documento de caráter sintético que deve refletir o compromisso da alta direção com a qualidade e servir como guia filosófico para as ações gerenciais, técnicas, operacionais e administrativas, assim como para explicitar aos clientes externos o comprometimento da empresa com a qualidade. Os seus objetivos devem ser claramente definidos e totalmente exequíveis”.

Segundo Souza et alii (1994), a política da qualidade da empresa deve ser específica aos seus princípios, porém é necessário que se faça referência aos clientes externos, fornecedores, clientes internos e colaboradores, ao conceito de competitividade, a garantia da qualidade de processos e produtos e à melhoria contínua da qualidade.

A política da qualidade da empresa será, então, o lema que todos nela irão adotar.

Ela deve estar associada ao ramo em que a empresa atua, portanto, incluindo-se a referência a projetos e supervisão de obras rodoviárias.

Além disso, deve-se proporcionar uma estrutura para estabelecimento e análise crítica dos objetivos da qualidade, ser comunicada e entendida em toda a empresa, por meio de uma estratégia de sensibilização, e analisada criticamente para manutenção de sua adequação.

#### **2.3.4.2. Objetivos da qualidade**

Na fase de planejamento do sistema, deve-se atender a duas necessidades bastante importantes. Essas necessidades estão relacionadas a realização do planejamento para a implantação do SGQ (seção 2.2.5.2) e ao estabelecimento de objetivos da qualidade.

Quanto aos objetivos da qualidade, eles são determinados com base no planejamento estratégico da empresa, no diagnóstico da empresa com relação aos requisitos do sistema da qualidade e na sua política da qualidade.

No estabelecimento dos objetivos da qualidade deve-se ter em mente a melhoria contínua dos processos da empresa, ou seja, é necessário ter conhecimento da situação atual da empresa, de seus desempenhos globais e em cada processo (financeiro, produtividade, não-conformidades etc.) e procurar atingir um melhor desempenho no futuro através de ações planejadas, conforme um PDCA, sempre levando-se em conta os recursos necessários para tanto.

Cada setor ou funcionário deve ter seus objetivos estabelecidos e colaborar na concretização dos objetivos macros da empresa, devendo estes serem mensuráveis e coerentes, desdobrados na seqüência decrescente de objetivos (interesse), metas (em quanto e quando deve-se atingir o interesse) e indicadores (resultados finais do interesse).

A seguir serão caracterizados a forma como pode-se estabelecer metas e indicadores para a qualidade.

#### **2.3.4.3. Metas do sistema da qualidade**

Segundo Campos (1995), o desdobramento dos objetivos em metas permite traduzi-los em atividades concretas a serem conduzidas em cada posto de trabalho. Isto aliado ao conhecimento do desempenho da empresa nos processos para os padrões adotados, pode oferecer uma ferramenta importante para promover a melhoria contínua da qualidade.

Isto pode ser observado, por exemplo, quando se tem o objetivo de se reduzir custos de operação. Por exemplo, pode-se estabelecer uma redução em 50% no número de alterações de projeto, havendo-se o conhecimento do número atual de alterações praticados. Esta meta pode conduzir a empresa a atingir uma diminuição das falhas de projetos, um maior detalhamento destes, conhecimento mais aprofundado das necessidades dos clientes, diminuição de honorários com projetistas, a facilitar os serviços de supervisão da obra, a maior disponibilidade de tempo para atender a novos clientes etc.

As metas podem ser as mais diversas dentro da empresa, podendo ser na área administrativa, comercial, técnica e financeira. O importante em uma meta é que ela seja *SMART* (inteligente), ou seja, adotando-se as letras da palavra inglesa para descrever qual a conotação que a meta deve ter para a empresa, temos que a mesma deve ser: S “significativa”; M “mensurável”; A “alcançável”; R “relevante”; e T ter “tempo final”.

Isto propõe que as metas estejam dentro das possibilidades da empresa, mas que, também, signifiquem desafios e que tenham importância para a mesma, como uma forma de propor o seu crescimento.

Segundo Campos (1995), as fontes que ajudarão no estabelecimento de metas são:

- necessidades dos clientes;
- planejamento estratégico geral da empresa; e
- visão estratégica dos próprios diretores e gerentes.

Para garantir que as metas serão cumpridas, torna-se necessário fazer o monitoramento dos itens de controle durante a sua execução, onde, quando as discrepâncias com relação ao planejado forem aumentando, seja possível tomar medidas para que se atinjam as metas. Isto é possível com a aplicação do ciclo PDCA em cada atividade.

Finalmente, deve-se entender que as metas, quando estabelecidas, são imutáveis, cabendo a empresa atingi-las ou não. O não atendimento às metas pode trazer sentimento desmotivante, devendo, então, haver empenho de todos na empresa para o cumprimento das mesmas. Já a forma de atingir a meta, estratégia desenvolvida no planejamento, pode ser alterada, devido a necessidade de adequar o sistema à mudanças de toda ordem, para que se atinja as metas estabelecidas anteriormente. Esta é a função do “planejamento estratégico”.

#### **2.3.4.4. Indicadores da qualidade e produtividade**

Segundo Souza et alii (1994), “os indicadores consistem em expressões quantitativas que representam uma informação gerada, a partir da medição e avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e/ou dos produtos resultantes” e são “instrumentos de apoio à tomada de decisão com relação a uma determinada estrutura, processo ou produto”. São dois os tipos de indicadores existentes: o de capacitação (mão-de-obra); e de desempenho (resultados de processos), dividindo-se em indicadores da qualidade e produtividade.

“Os indicadores da qualidade são os que medem o desempenho de um produto ou serviço, relativos as necessidades dos clientes – internos ou externos. Os indicadores de produtividade são os que medem o desempenho dos processos, através de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos” (Souza et alii, 1994).

“Os indicadores de desempenho também podem ser classificados quanto à abrangência e agregação dos dados utilizados para a sua elaboração, resultando em indicadores globais e específicos” (Souza et alii, 1994).

Os indicadores de desempenho global demonstram o grau de competitividade da empresa frente ao mercado, enquanto que os indicadores de desempenho específico fornecem informações sobre processos ou sobre estratégias e práticas gerenciais dos mesmos.

O estabelecimento de indicadores seguem os seguintes passos fundamentais (Souza et alii, 1994):

- estabelecimento do tipo de avaliação pretendida;
- identificação dos aspectos que propiciam a avaliação pretendida;

- definição dos indicadores primando pela seletividade (escolher aspectos que se mostrem como fatores críticos para a capacitação ou desempenho da empresa), simplicidade (que não representem dados difíceis de se obter), baixo custo (obtenção dos dados nunca com valor maior que o seu benefício), rastreabilidade (permitindo reconstituição das etapas e resultados parciais), estabilidade (estabelecimento de indicadores deve ser atividade contínua na empresa) e experimentação (os indicadores devem ser testados para verificar sua eficácia);
- definição do método de coleta dos dados;
- definição do método de processamento;
- definição de avaliação; e
- unidades de medida dos indicadores.

O quadro 20 apresenta uma listagem de exemplos de indicadores da qualidade.

**QUADRO 20 – Indicadores de capacitação e de desempenho.**

<b>TIPO DE INDICADOR</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDADE DE MEDIDA</b>
<b>1. Indicadores de Capacitação</b>	a) Número de funcionários diretos	Número absoluto
	b) Valor da produção	Moeda constante
	c) Capacidade instalada (física ou valor)	Metro quadrado/ano ou moeda
	d) Investimentos (discriminados por natureza)	Percentual da receita
	e) Número de funcionários treinados	Número absoluto
	f) Número de funcionários com formação de nível superior (em relação ao total de funcionários)	Percentual
	g) Número de funcionários com formação de nível técnico (em relação ao total de funcionários)	Percentual
	h) Número total de horas trabalhadas (mensal)	Número absoluto
<b>2. Indicadores de Desempenho</b>	a) Lucro líquido (anual)	Moeda constante
	<b>• Indicadores Globais de Produtividade</b> b) Endividamento geral (exigível a curto prazo + exigível a longo prazo + duplicatas descontadas dividido pelo ativo total)	Índice absoluto

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	UNIDADE DE MEDIDA
	<p>c) Ativo total (total de recursos à disposição da empresa)</p> <p>d) Produtividade da mão-de-obra (número de horas trabalhadas dividido pelo número de metros quadrados produzidos)</p> <p>e) Custos administrativos dividido pelos custos totais</p> <p>f) Índice geral de rotatividade (relação entre o número de operários admitidos ou demitidos e o número médio de operários do período)</p> <p>g) Índice geral de absenteísmo (relação entre o número de faltas de todos os operários e o número de homens-hora trabalhado no mês)</p> <p>h) Frequência de acidentes (relação entre o número de acidentes em um milhão de horas trabalhadas e o número de homens-hora efetivamente trabalhado)</p> <p>i) Relação entre o número de funcionários administrativos e o número de funcionários na produção</p>	<p>Moeda constante</p> <p>Horas/m<sup>2</sup></p> <p>Percentual</p> <p>Percentual</p> <p>Percentual</p> <p>Índice absoluto</p> <p>Proporção</p>
<p>• <b>Indicadores específicos de produtividade</b></p>	<p>a) Produtividade da mão-de-obra por meio de serviço (número de horas trabalhadas dividido pelo número de unidades produzidas)</p> <p>b) Perdas de materiais (consumo efetivo dividido pelo consumo projetado)</p> <p>c) Distribuição dos tempos trabalhados (tempos produtivos, improdutivos e auxiliares - por serviço, inclusive atividades administrativas)</p> <p>d) Consumo de materiais por unidade de serviço executado</p> <p>e) Custo direto dos serviços em relação aos custos totais</p> <p>f) Prazo de execução efetivo em relação aos prazos estimados (por serviço)</p> <p>g) Atrasos nas atividades administrativas (por atividade)</p> <p>h) Tempos de emissão de documentos</p> <p>i) Número de contatos necessários para a conclusão de um processo (por exemplo para a compra de um insumo, contatos internos e externos)</p>	<p>Horas/m<sup>2</sup>; horas/m<sup>3</sup>; etc.</p> <p>Percentual</p> <p>Percentual</p> <p>m/m<sup>2</sup>; m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>; etc.</p> <p>Percentual</p> <p>Horas, dias ,meses</p> <p>Horas, dias</p> <p>Horas, dias</p> <p>Número absoluto</p>

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	UNIDADE DE MEDIDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Indicadores Globais da qualidade</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Número de reclamações dos clientes finais</li> <li>b) Número de reparos executados nas unidades em períodos predefinidos</li> <li>c) Ocorrências patológicas em relação à idade do empreendimento</li> <li>d) Número de clientes insatisfeitos em relação ao número total de clientes (avaliação junto ao cliente)</li> <li>e) Número de modificações do projeto em relação às especificações originais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número absoluto</li> <li>Número/mês; número/dias</li> <li>Número x idade</li> <li>Percentual</li> <li>Percentual</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Indicadores Específicos da Qualidade</b></li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> <b>Projeto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Número de erros ou falta de detalhes de projeto</li> <li>b) Número de revisões de projeto</li> <li>c) Custo de projeto em relação ao custo total da obra</li> <li>d) Consumo de concreto em relação à área pavimentada</li> <li>e) Consumo de aço em relação à área pavimentada ou em relação ao volume de concreto</li> <li>f) Número de ocorrências de necessidades de ajustagem devido ao projeto (cortes e ajustes em materiais e componentes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número absoluto</li> <li>Número absoluto</li> <li>Percentual</li> <li>m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></li> <li>Kg/m<sup>2</sup>; Kg/m<sup>3</sup></li> <li>Número absoluto</li> </ul>
	<p><input type="checkbox"/> <b>Produção e gerenciamento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Número de operações de retrabalho (por serviço)</li> <li>b) Número de serviços defeituosos (para o cliente interno)</li> <li>c) Desvios de nivelamento e alinhamento</li> <li>d) Espessuras de revestimentos</li> <li>e) Número de ocorrências de defeitos de concretagem</li> <li>f) Desvios de resistência do concreto</li> <li>g) Variação do consumo de cimento (Kg/m<sup>3</sup>)</li> <li>h) Número de ocorrências de rejeição de materiais adquiridos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número absoluto</li> <li>Número absoluto</li> <li>Número e percentual em relação ao valor correto</li> <li>cm</li> <li>Número absoluto</li> <li>Percentual e frequência em relação aos valores admissíveis</li> <li>Percentual em relação a traços padronizados</li> <li>Número absoluto</li> </ul>

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	UNIDADE DE MEDIDA
	i) Número de defeitos em lotes de materiais, por natureza do material j) Número de defeitos em ferramentas/equipamentos, p/mês	Número absoluto Número/mês
	<b>☐ Suprimentos</b> a) Número de ocorrências de falta de materiais em obra b) Número de erros na compra de materiais (materiais comprados em desacordo com a especificação) c) Quantidade de sobras de materiais (em relação à compra efetuada) d) Número de fornecedores por obra ou por insumo e) Tempo de giro de estoque (por insumos principais)	Número absoluto Número absoluto Percentual Número absoluto Dias
	<b>☐ Assistência técnica</b> a) Número de solicitações de reparo após a entrega (por natureza de reparo) b) Número de reparos executados após a entrega (por natureza de reparo) c) Tempo de atendimento ao cliente (entre a solicitação e a solução do problema) d) Número de visitas ao cliente para solucionar o problema e) Custo dos reparos executados (por natureza de reparo)	Número absoluto Número Horas Número absoluto Moeda constante
	<b>☐ Administração geral</b> a) Número de erros por atividade (elaboração de estimativa de custos; emissão de folha de pagamento; contas a pagar; contas a receber, etc.) b) Número de reclamações trabalhistas em relação ao número de demissões c) Tempo médio de permanência dos funcionários na empresa d) Salários médios por função ou cargo em relação à média do mercado e) Área de trabalho por funcionário (escritórios) f) Benefícios diretos e indiretos por funcionário g) Relação entre funcionários administrativos e funcionário diretamente ligados ao processo principal	Número absoluto Número absoluto Meses Moeda constante m <sup>2</sup> /funcionário Valor em moeda constante/por funcionário Proporção

## **2.3.5. Responsabilidade, Autoridade e Competência**

### **2.3.5.1. Responsabilidade e Autoridade**

O gerenciamento ideal de uma empresa se dá quando cada pessoa que compõe a mesma tem definida sua função, ou seja, quando são estabelecidas as responsabilidades e autoridades de acordo com a necessidade de abrangência dos processos na qual atua.

Definir as interações das funções da empresa através de organogramas explicita como as mesmas devem se relacionar e como se reportarem, demonstrando, então, as autoridades do sistema. A forma que o organograma irá tomar informará qual a maneira adotada pela alta direção quanto ao gerenciamento dos processos e dos recursos humanos. O mesmo varia de empresa para empresa de acordo com suas realidades próprias.

Uma forma de se estabelecer as responsabilidades do sistema é através de um manual de descrição de funções, devendo as informações do mesmo serem repassadas para os funcionários de todas as esferas da empresa.

Além de determinar a estrutura organizacional e as responsabilidades das funções envolvidas, a Direção da empresa deve indicar um membro da organização, podendo ou não acumular outras funções e que tenha acesso a todos os seus setores, para ser o representante da direção no que se referir ao Sistema de Gestão da Qualidade, tendo responsabilidade e autoridade para (NBR ISO 9001:2000):

- assegurar que os processos necessários para o Sistema de Gestão da Qualidade sejam estabelecidos, implementados e mantidos;
- relatar à Alta Direção o desempenho do Sistema de Gestão da Qualidade e qualquer necessidade de melhoria; e
- assegurar a promoção da conscientização sobre os requisitos do cliente em toda a empresa.

### **2.3.5.2. Competência**

Sabe-se que o envolvimento e o apoio dos funcionários é imprescindível no Sistema de Gestão da Qualidade. Porém os mesmos devem ser competentes com base em educação, treinamento, habilidade e experiência apropriados.

As competências necessárias e, se possível, as desejáveis para o pessoal que executa trabalhos que afetem a qualidade do produto, devem ser determinadas. Essas podem estar contidas no

Manual de Descrição de Funções da empresa. Os registros de competência podem ser feitos em programa específico ou em formulários apropriados do setor de Recursos Humanos.

O treinamento é uma das etapas mais importantes para o SGQ. Ele deve ser fornecido sempre que for necessário satisfazer as necessidades de competências dos funcionários e sempre, para o pessoal envolvido, quando for implantado um novo processo. Além disso, deve-se avaliar a eficácia desses treinamento com relação ao planejado.

O treinamento não deve ser feito apenas em nível funcional, mas, sim, deve ser estendido a conceitos e necessidades do sistema da qualidade, de forma que todos entendam e se envolvam com este. Esta medida agrega valores, como ganho de qualidade nos produtos oferecidos e maior possibilidade de sustentabilidade da empresa no mercado.

O treinamento da qualidade estendido ao pessoal de produção lhes concede maior independência na realização de seus trabalhos, por entender melhor como ele foi planejado.

Cada empresa, de acordo com sua realidade, deve elaborar métodos de treinamento. Segundo Juran & Gryna (1991), essas particularidades são relativas aos desafios e problemas de qualidade enfrentados pela empresa, conhecimentos técnicos a empresa para cumprir os requisitos do sistema da qualidade, conhecimento e habilidades reais dos funcionários, processos e recursos de treinamento já existentes no mercado para cada área de atuação, a realidade presente na empresa com relação aos treinamentos já realizados e sugestões dos funcionários quanto a mudanças nos procedimentos adotados.

Na etapa de planejamento do treinamento, Juran & Gryna (1991) sugere a adoção das seguintes questões:

- quem deve ser treinado?
- treinamento em que?
- onde conseguiremos os materiais de treinamento?
- como assegurar que os líderes farão o treinamento?
- o treinamento deverá ser dentro ou fora da empresa?
- quanto vai custar?
- quanto tempo durará?
- qual deve ser a programação e as prioridades?

Os responsáveis pelo planejamento do treinamento devem ser equipes multidisciplinares da empresa e, de preferência, coordenada por responsáveis de Recursos Humanos, onde cada um diz suas necessidades e alternativas de treinamento para seu setor em reuniões de *brainstorming*.

Segundo Juran & Gryna (1991), os meios de oferecer os treinamentos variam em: “experiência profissional”, onde o funcionário aprende através de sua própria prática, mas sendo supervisionado por uma função competente que o oriente; “experiência profissional rotativa”, onde um funcionário é submetido a atuar em outras atividades da empresa que não a sua para entender os efeitos de sua atuação nestas; “treinamento em sala de aula”, onde deve-se contar com instrutores, material de apoio, programa e material didático, podendo ser conduzido por pessoal da empresa ou consultores e instituições especializadas nesse fim; “auto-aprendizado”, podendo ser por acompanhamento de séries de vídeo com livros didáticos, filmes de treinamento e instruções programadas, onde, nesses casos, o funcionário terá que extrair sua própria interpretação do conteúdo; manuais da qualidade e procedimentos documentados, os quais são a referência e o padrão da empresa; visitas a outras empresas, fazendo um *benchmarking* de suas boas práticas; participação em associações profissionais, onde têm-se a oportunidade de trocar experiência entre empresas; e publicações que contenham estudos de caso.

O treinamento deve ser realizado para todas as categorias de pessoal da empresa, para que o sistema da qualidade seja realmente eficiente dentro de planejado e entendível por todos, contemplando diretores, gerentes, representante da direção, corpo técnico (engenheiro, técnicos e supervisores), pessoal do administrativo, áreas de apoio, operários, para os líderes de cursos e auditores, sendo cada treinamento adequado às funções alvo.

Após a realização do treinamento, é necessário avaliar a sua eficácia, tanto no ponto de vista de quem está treinando e o método utilizado no treinamento, avaliando sua eficiência em repassar as informações necessárias, sendo necessário fazê-lo através de questionários de análise de satisfação ou através de *feedback*, e do ponto de vista de quem está recebendo o treinamento, para avaliar se o mesmo está aplicando os conceitos repassados ou se a sua competência foi a necessária para assimilá-los, sendo necessário avaliar os benefícios atingidos com a atuação do funcionário após o treinamento, ou aplicar exames para avaliar o conhecimento adquirido.

Deve-se assegurar também que os funcionários estejam conscientes à pertinência e importância de suas atividades e de como elas contribuem para atingir os objetivos da qualidade.

### **2.3.6. Os Recursos para a Qualidade**

Segundo a ISO 9001:2000, a empresa deve determinar e prover recursos necessários para implantar e manter o Sistema de Gestão da Qualidade, melhorar continuamente sua eficácia e aumentar a satisfação de clientes mediante o atendimento aos seus requisitos.

Deve-se lembrar, ainda, que provisão de recursos é um dos requisitos gerais de um Sistema de Gestão da Qualidade.

Segundo a NBR ISO 9004:2000, os recursos para a qualidade dizem respeito a pessoas, infraestrutura, ambiente de trabalho informação, fornecedores e parceiros, recursos naturais e recursos financeiros.

Quanto aos recursos humanos, este assunto já foi abordado na seção 2.2.5.5.2 deste capítulo, onde observaram-se as particularidades e dificuldades de manter o envolvimento e o manejo deste tipo de recurso.

Os demais recursos dependem exclusivamente da vontade e possibilidade da direção da organização em provê-los.

Quando se fala em prover uma infra-estrutura deve-se entender que a direção da empresa deve fornecer as condições mínimas e aquelas requeridas pelos clientes para que os serviços que a empresa se dispõe seja executado eficientemente.

Essa infra-estrutura está relacionada as instalações, espaço de trabalho, ferramentas e equipamentos, serviços de apoio, tecnologia de informação e de comunicação e de meios de transporte.

As condições de ambiente de trabalho estão diretamente ligadas a segurança na execução de serviços em campo, e em segundo plano as condições ergonômicas de escritório, devendo ser apropriadas para alcançar a conformidade com os requisitos do produto.

Ainda, deve-se definir uma estrutura que forneça a saúde necessária (social, física e ambiental) a execução dos serviços, visando não oferecer prejuízos derivados desta.

Enfim, os recursos devem ser identificados, mas, também, providos para que o sistema funcione, cumpra os requisitos requeridos e demonstre as evidências necessárias.

No processo de identificação dos recursos deve-se disponibilizar de um processo eficaz e eficiente de definição dos requisitos dos clientes e do produto, bem como planejamento do mesmo, assunto abordado nas seções subseqüentes.

### **2.3.7. Requisitos do Cliente**

Para que a empresa realmente supere as expectativas dos clientes com seus serviços e produtos é necessário que os mesmos estejam conformes sobre todos os aspectos, tenham seu funcionamento garantido para o fim a que se dispõe, sejam entregues nas condições e prazos requeridos, que tenham assistência técnica eficiente e garantida, preços e custos do ciclo de vida compatíveis com o porte do serviço ou produto, que se ofereça o mínimo de riscos na sua utilização, que se tenha responsabilidade civil pelo projeto e/ou serviços realizados e que os impactos ambientais gerados pelas atividades, mesmo as subseqüentes, sejam mínimos.

Deve-se reconhecer, também, o empenho ao atendimento as necessidades e expectativas de seus funcionários para aumentar a satisfação no trabalho e o desempenho individual.

Além disso, a definição de resultados financeiros dos donos e proprietários, os benefícios no estabelecimento de parcerias e relações com a sociedade, como responsabilidade com a saúde e segurança, considerações de impactos ambientais, identificação de requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis e identificação de impactos atuais e potenciais na sociedade em geral com os projetos e/ou serviços, são da mesma importância que as considerações anteriores.

A empresa deve, então, atender aos requisitos dos clientes e de outras partes interessadas. Para tanto, deve-se determinar e identificar (NBR ISO 9001:2000): os requisitos especificados nos contratos de licitação ou de emendas à contratos; os requisitos não declarados pelo cliente, mas necessários para o uso específico ou intencional; requisitos estatutários e regulamentares; e qualquer outro requisito que a própria empresa determinar.

Nesta etapa a empresa deve realizar a análise crítica de suas propostas de serviço ou pedidos das licitantes e das propostas de alteração de contratos ou pedidos, antes de assumir o compromisso com a realização da obra ou prestação de serviços. Esta análise crítica deve assegurar que (QUALIOBRA/SE, 2003; NBR ISO, 9001:2000):

- os requisitos do empreendimento estão definidos conforme especificado anteriormente;
- os requisitos de contrato ou de pedido que difiram daqueles previamente manifestados estão resolvidos; e

- a empresa tem a capacidade atender aos requisitos definidos.

Os registros da análise crítica dos requisitos relacionados ao produto devem ser mantidos e qualquer alteração nos requisitos do produto deve constar nos documentos relacionados. Necessários, também, é que as partes interessadas (qualquer participante da realização do projeto e/ou prestação do serviço) sejam comunicadas sobre tais alterações.

Cabe a empresa, também, determinar mecanismos eficazes para se comunicar com os seus clientes, de modo que (NBR ISO 9001:2000): os forneça informações sobre o empreendimento; providencie o tratamento das consultas (contratos, pedidos e/ou emendas); e realimentação das sugestões, necessidades e reclamações feitas pelas partes interessadas.

### **2.3.8. Qualidade em Aquisições e Contratações**

Para garantir a qualidade do produto adquirido e/ou serviço, a empresa deve estabelecer suas especificações e informá-las aos fornecedores. Essas especificações devem seguir tanto as necessidades do projeto e/ou serviço a ser realizado quanto as normas técnicas. Caso o fornecedor não possa atendê-las, ambos devem se empenhar no desenvolvimento da tecnologia necessária, o que refletirá no ganho para o fornecedor, por atender a padrões normatizados, a empresa, por melhor compatibilizar e racionalizar a sua produção ou fornecimento de serviço, e para o cliente, por ter acesso a um produto ou serviço de qualidade reconhecida.

“Tais especificações, embora de caráter essencialmente prático, devem ser desenvolvidas com base nas normas técnicas brasileiras, na bibliografia pertinente ao assunto (livros, revistas técnicas, publicações setoriais e outros) e na experiência acumulada dos técnicos de diversas áreas da empresa como orçamento, projeto, planejamento, compras, obras e manutenção” (Souza & Abiko, 1997).

A relação entre a empresa e seus fornecedores deve passar a ser de parceria, ou seja, não há espaço para a compra meramente econômica, onde o comprador procura o menor preço do mercado. O menor preço é necessário, porém ele deve ser uma consequência do fornecimento. Primordial, também, é a relação de confiança mútua, onde o fornecedor entregará o serviço ou material conforme o especificado, no prazo determinado, com durabilidade esperada etc. e o comprador honrará com o pagamento combinado anteriormente, além de procurar uma forma de ajudá-lo a desenvolver, cada vez mais, os produtos fornecidos para melhorar a sua qualidade.

Teoricamente o fornecedor, que se especializa no fornecimento de um serviço ou produto com especificações determinadas, pode fornecer com maior qualidade e produtividade. Ainda, quando mudanças são planejadas com a empresa compradora, elas são melhor concretizadas e com maiores chances de sucesso.

Para o estabelecimento de parceria, antes é necessário selecionar e qualificar o fornecedor, avaliando a sua capacidade em fornecer o produto desejado e da forma, também, desejada (prazo, preço, qualidade etc.). Após o fornecimento é necessário que se avalie o desempenho do fornecedor no atendimento ao requisitado.

Após isto, Campos (1995) afirma que, "... caso o fornecedor confirme a sua qualidade, entre-se num giro contínuo de desenvolvimento do fornecedor, através de aconselhamento, cursos, assistência técnica, análise de dados e premiassão por bom resultado conseguido ...". Essas medidas devem se adequar ao tipo de fornecedor, e os recursos para esse apoio devem ser patrocinados pelo próprio fornecedor, garantido assim sua independência. Ainda segundo o mesmo autor, caso a qualidade, método e prazo de entrega, custos e gerenciamento geral do fornecedor não mais satisfaçam ao comprador, pode-se suspender o fornecimento.

"A existência de especificações claras com requisitos definidos e documentados permitem a livre comunicação entre compradores e fornecedores, reduzindo os eventuais desentendimentos. Além disso, as especificações permitem uma comparação objetiva entre fornecedores diferentes de fins similares, o que conduz a um cadastro de fornecedores qualificados, fundamentado não só no preço ou no prazo de entrega mas também na conformidade dos produtos às normas" (Souza & Abiko, 1997).

De acordo com o exposto, convém que se estabeleça um banco de dados contendo apenas os fornecedores qualificados e avaliados satisfatoriamente. O fornecedor deve sair do cadastro de acordo com um número de recorrências de não-conformidades preestabelecido, excluindo aqueles que sejam únicos ou que sua exclusão dificultará a execução dos serviços da empresa devido a contratos já firmados.

Os materiais, equipamentos e serviços adquiridos devem ser verificados/inspecionados para assegurar que o especificado foi atendido, devendo-se utilizar os requisitos contidos em normas técnicas ou procedimentos específicos da empresa.

Quando necessária a verificação nas instalações do fornecedor, isto deve ser declarado nas informações de aquisição, bem como os controles a serem executados (NBR ISO 9001:2000).

Quando no recebimento do adquirido, Souza et alii (1994) diz que existe três formas básicas de realizar o controle, sendo com “inspeção 100%”, “inspeção ao acaso” e “inspeção por amostragem estatística”. No último caso pode-se, ainda, realizá-la por atributos, onde os produtos são classificados como defeituosos, ou por variáveis, onde realiza-se a medição da característica considerada e sua expressão em termos numéricos.

Os planos de amostragem, também, podem ser simples ou duplo (ver APÊNDICE R).

Segundo Souza & Abiko (1997), qualquer material, equipamento, derivados de informática ou serviço adquirido e entregue deve passar pelo controle de recebimento, do qual resultam os registros da qualidade. Esses registros e a avaliação do fornecedor, em relação ao prazo de entrega e ao desempenho do adquirido durante a sua aplicação, devem retroalimentar o sistema. Dessa forma as especificações podem ser aperfeiçoadas e o cadastro de fornecedores pode ser constantemente atualizado.

“O cadastro de fornecedores qualificados deve ser elaborado gradualmente para aqueles produtos priorizados, com base no preço, pontualidade na entrega, conformidade do produto às especificações (qualidade de conformidade) e outros itens de análise que a empresa julgar pertinentes para cada produto em questão” (Souza & Abiko, 1997).

Importante, também, é manter um controle de estoques na empresa, como uma forma de minimizá-los. Para que o fornecedor contribua com esse controle minimizado de estoques, é necessário que o mesmo tenha conhecimento da programação de compra da empresa, e cabe a empresa conhecer a capacidade de fornecimento do fornecedor para avaliar se é possível manter essa prática.

### **2.3.9. Qualidade na Realização do Produto: Projeto e Supervisão**

A qualidade na realização do produto de empresas consultoras atuantes na área de projetos e supervisão de obras rodoviárias depende do planejamento para a realização do produto, dos recursos disponibilizados, e da execução do mesmo.

Na seqüência pode-se observar quais são as diretrizes necessárias a realização do planejamento do produto e a realização de projetos e dos serviços de supervisão de obras.

#### **2.3.9.1. Planejamento do produto**

Com já visto anteriormente, cada processo de uma empresa representa uma atividade ou seqüência de atividades correlacionadas que têm entrada e saída.

Para a realização de um projeto ou prestação de serviço de supervisão, torna-se necessário identificar as entradas e saídas de cada processo e determinar a inter-relação do conjunto de atividades que o compõe. Deve-se entender que a saída de um processo pode ser a entrada para outro, e de acordo com as necessidades identificadas para cada processo, a empresa tem a condição de dispor os recursos para a sua realização.

Para a execução cada produto de uma empresa consultora atuante na área estudada, ela deve estabelecer um “Plano da Qualidade” do projeto e/ou supervisão da obra, documentado, capaz de identificar as necessidades e orientar os funcionários, contendo:

- planejamento das ações, especificações técnicas para os serviços e materiais controlados, e objetivos específicos para cada empreendimento;
- os recursos necessários a realização do empreendimento, como: o pessoal que dará apoio a realização e suas inter-relações; necessidades de treinamento e responsáveis por sua execução; os equipamentos necessários com suas respectivas manutenções e calibrações; os procedimentos e registros que darão apoio à realização do empreendimento; e métodos utilizados para a segurança e saúde no trabalho;
- a disposição dos resíduos gerados pela empresa e controle dos gerados pela construtora; e
- verificação, validação, monitoramento, inspeção e atividades de ensaio requeridos, específicos para o empreendimento, bem como os critérios para aceitação do mesmo.

“O Plano da Qualidade restringe-se a um empreendimento em particular, seguindo as diretrizes estabelecidas no Manual. Ele demonstra ao cliente de um empreendimento específico a maneira como a empresa trabalha, com vistas a garantir a qualidade do mesmo. Nesta concepção, o empreendimento é visto fora da organização, e a mesmo é monitorado pela estrutura central da organização que é quem determina o que deve ser feito e quais as metas a serem atingidas” (Santos & Melhado, 2001).

Os Planos da Qualidade devem ser elaborados de acordo com as recomendações da NBR ISO 10005 – Gestão da Qualidade – Diretrizes para Planos da Qualidade.

Segundo Santos & Melhado (2001), em algumas obras consideradas pesadas e de grande porte há a particularidade do plano ser uma documentação vinculada ao próprio edital de concorrência, obrigando-se as empresas contratadas a elaborarem seus planos da qualidade já no processo de licitação. Os mesmos autores ainda citam que existe uma proposta para a setor de construção de “Modelo de Plano de Qualidade” elaborado pelo Movimento Francês para a

Qualidade – MFQ (1997), o qual é estruturalmente a mesma apresentada por Cornick (1991), determinando que cada agente participante deva possuir um Sistema da Qualidade Operacional e a partir deste formular um PQE específico de sua competência que, por sua vez, é avaliado pelo coordenador do empreendimento (figura necessária nesta proposta), o qual reprova ou aceita-o como parte constituinte do Plano da Qualidade do Empreendimento”.

Santos & Melhado (2001) citam, também, um estudo de caso de estabelecimento de um PQE, envolvendo uma construtora e uma supervisora na construção de um hotel da cidade de Guarulhos – SP, onde o sucesso deste enfoque para a garantia do cumprimento de prazos, custos e especificações do produto está gerando um novo conceito de gerenciamento de empreendimentos, onde a própria equipe da empresa utiliza um sistema formal de garantia da qualidade e sua aplicação é supervisionada por uma empresa externa.

Como o tipo de empresa analisada nesta pesquisa realiza dois produtos diferentes, projeto e supervisão de obra, o mesmo plano deve ser realizado separadamente para cada um desses produtos, devido aos mesmos serem realizados em momentos diferentes, ou, caso o contrato firmado permita, pode-se realizar um mesmo plano para a realização desses dois produtos simultaneamente.

Esta decisão depende apenas da negociação entre o cliente e a empresa e as características da realização dos serviços do empreendimento.

### **2.3.9.2. Realização do projeto**

“É na etapa de projeto que acontece a concepção e o desenvolvimento do produto, que devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes em termos de desempenho e custos e das condições de exposição a que está submetido o empreendimento na sua fase de uso. A qualidade da solução do projeto determinará a qualidade do produto e, conseqüentemente, condicionará o grau de satisfação dos usuários finais” (Souza & Abiko, 1997).

“Os tipos e números de operações do processo de execução, o grau de dependência entre as mesmas, condições de transporte e circulação nos canteiros de obras, a quantidade e qualidade requerida da mão-de-obra resultam das decisões do projeto quanto as formas e dimensões, configuração das plantas, posicionamento dos elementos, componentes e materiais e determinam o grau de complexidade, a continuidade de execução e o grau de repetição das operações” (Souza et alii, 1994).

“O projeto e a organização de seu processo de elaboração detêm assim um grande potencial de racionalização do processo de execução e, portanto, da elevação da produtividade global, a partir da simplificação de métodos e técnicas requeridas” (Souza et alii, 1994). Ainda, segundo o mesmo autor, após a finalização da execução do empreendimento o projeto ainda influi nos custos de manutenção através das seguintes fontes:

- durabilidade de materiais e componentes;
- ocorrência de manifestações patológicas; e
- alterações nas necessidades dos usuários.

Deve-se entender que os custos de projeto são baixos comparando ao de execução da obra, porém as decisões tomadas nessa etapa determinam o custo total do empreendimento, restando apenas, ao planejamento e gerenciamento da obra, manter os custos nos limites que o projeto permite.

Segundo Baía & Melhado (1998), “a estrutura de trabalho mais encontrada nas empresas de projeto, permite que o projeto seja elaborado por profissionais diferentes ao longo de suas etapas, ou seja, o projeto é desenvolvido por mais de uma equipe, sendo cada equipe responsável por uma etapa”, (...) “o que permite a redução de custos de produção do projeto, pois, segundo as empresas, esse arranjo proporciona uma maior produtividade. Contudo, nesse tipo de estrutura organizacional, os profissionais tendem a ter dificuldades de manter uma visão sistêmica de todo o processo, já que trabalham em departamentos isolados e em etapas específicas do projeto” e, ainda, “essa divisão de trabalho também pode ocasionar perda de informações na passagem do projeto de uma equipe para outra, caso não haja um controle rigoroso de registro dos dados de projeto”. Segundo o mesmo autor, destacam-se alguns problemas relacionados com a obtenção da qualidade em projetos, tais como:

- trabalho não sistematizado e descoordenado das diversas equipes de projeto participantes de um empreendimento;
- dificuldades de alterar a forma de projetar, muito voltada ao produto, ou seja, ausência de um projeto voltado à produção;
- falta de padrões e procedimentos para a contratação de projetistas;
- realização, apenas, de uma compatibilização final de projetos e não sua real coordenação ao longo do seu desenvolvimento; e

- falhas no fluxo de informações internas à empresa construtora, prejudicando o processo de retroalimentação de projetos futuros.

Ao analisar empresas de projeto com relação à estrutura organizacional, etapas de desenvolvimento, controle e coordenação de projeto, Baía & Melhado (1998) constatou algumas dificuldades com relação à obtenção de uma melhoria da qualidade, tais como:

- baixo grau de comprometimento dos profissionais e empresas de projeto com a estratégia e metas dos contratantes (custos, prazos, atendimento ao usuário final); situação agravada devido a falta de estratégia de produto por parte dos contratantes;
- ausência de metodologias adequadas para levantamento das necessidades dos clientes, como o investidor, construtor e o usuário final;
- excesso de retrabalho no processo de desenvolvimento do projeto, em função de alterações por parte do contratante e da falta de integração entre os diversos agentes participantes;
- controle de qualidade incipiente durante o processo de projeto, sendo ainda necessário o desenvolvimento de procedimentos de controle eficazes, de fácil utilização, que sirvam de base para tomadas de decisões nos projetos futuros e em andamento;
- inexistência de uma troca sistemática de informações entre a empresa de projeto e a obra, não promovendo assim a aplicação dos princípios de racionalização e construtibilidade desde a etapa inicial do processo de projeto; e
- ausência de coordenação do processo de projeto, ou seja, não há um trabalho conjunto entre a construtora, os demais projetistas e a empresa de projeto durante o processo de realização do projeto.

“O aumento da qualidade nos projetos depende da criação de uma estrutura que forneça especificações a serem repassadas aos diversos projetistas participantes, além de definir e transmitir as informações entre os diversos elementos envolvidos no empreendimento (proprietários, projetistas, gerentes, construtores), coordenar os projetos elaborados pelos diferentes profissionais e controlar a qualidade dos projetos elaborados” (Baía & Melhado, 1998).

Segundo Souza et alii (1994), a qualidade no projeto dependerá dos seguintes aspectos:

- qualidade da solução do projeto, refletindo – na qualidade do projeto final, facilidade de construir e no custo;
- qualidade da descrição do projeto, através – do projeto executivo, dos memoriais e especificações técnicas; e
- qualidade no processo de elaboração do projeto, através – das descrições e parâmetros de projeto, integração entre os projetos, análise crítica do projeto e controle de recebimento.

Este mesmo autor ainda afirma que a realização de um projeto compreende as seguintes etapas sucessivas:

- levantamento de dados;
- programa de necessidades;
- estudo de viabilidade;
- estudo preliminar;
- anteprojeto;
- projeto legal;
- projeto pré-executivo;
- projeto básico (aplicável em alguns tipos de obras, por exemplo, obras públicas);
- projeto executivo;
- detalhes de execução / detalhes construtivos;
- caderno de especificações;
- coordenação/gerenciamento de projetos; e
- assistência a execução.

Baía & Melhado (1998) afirma que são poucos os procedimentos de controle da qualidade que as empresas de projeto aplicam no desenvolvimento do projeto e os que existem não são aplicados de maneira sistematizada.

Segundo Souza et alii (1994), os padrões e as definições para o controle da qualidade do projeto seguem as seguintes diretrizes básicas:

- parâmetros de projetos – definições prévias relativas a cada projeto e respectivas interfaces;
- *check-list* de definições de projeto – listagem de itens que não podem ser padronizados, mas que devem ser definidos pelos projetistas em cada empreendimento, a fim de alimentar o trabalho dos demais projetistas;
- cronograma de projeto – define todas as etapas de um projeto e seus respectivos prazos de elaboração;
- mapa de acompanhamento do projeto – um mapa de situação dos projetos de vários empreendimentos em andamento;
- procedimentos de apresentação de projetos – são padrões de apresentação de um projeto em relação a todos os documentos que o compõem (memoriais, plantas, cortes, detalhes, perspectivas etc.);
- *check-list* de recebimento de projeto – relação de todos os itens que constam dos parâmetros de projeto e que podem ser verificados nos documentos apresentados, assim como de todas as condições estabelecidas nos procedimentos de apresentação de projeto;
- controle de arquivo – procedimento para a organização dos arquivos de projeto;
- controle da atualização de projeto – procedimentos de controle de revisões de várias partes do projeto, com identificação da versão; e
- controle de remessa de cópias – procedimentos de remessa de cópias dos documentos que fazem parte do projeto ao seu destino, eliminando-se a possibilidade de uso de cópias desatualizadas.

Ainda, a empresa deve realizar a validação do projeto, que serve para assegurar que o empreendimento resultante é capaz de atender aos requisitos especificados.

No caso da construção rodoviária a validação de projetos deve ser realizada pelo órgão rodoviário competente (DER's, DAER's, DNIT etc.) e antes da realização da obra ou dos trechos específicos, sendo esses responsáveis por fornecer o registro necessário que comprovem a validação.

Baía & Melhado (1998) aponta que, no processo de realização de projetos, há a necessidade de se estabelecer a figura de um coordenador que atue globalmente no processo de projeto, onde esse profissional deve ter muita experiência, tanto no desenvolvimento de projeto, como

em canteiro de obras. Na coordenação de projetos, dois tipos de reunião são importantes durante o processo de elaboração de projetos:

- reunião de consolidação – que tem como objetivo definir e validar, de forma conjunta, as diretrizes que irão nortear as etapas posteriores de desenvolvimento do projeto; e
- reunião de compatibilização – que procura solucionar todos os problemas existentes nas interfaces entre os projetos das diversas especialidades.

### **2.3.9.3. Realização da supervisão de obra**

Segundo Souza & Abiko (1997), o primeiro aspecto da qualidade das obras refere-se à qualidade no controle técnico e administrativo que deve ser homogêneo para todas as obras que a empresa participe e aderente a uma diretriz definida pela alta administração.

Ainda, não basta garantir a qualidade no controle da obra, mas também a qualidade dos materiais, equipamentos e na execução de cada serviço específico que faz parte do processo de produção.

Sabendo-se disso, o uso de dispositivos de inspeção e medição adequados e confiáveis, como também a implementação de medição e monitoramento em etapas críticas de cada processo executivo são fundamentais para que se garanta a execução e o controle da obra conforme acordado.

Na seqüência serão apresentadas as formas de se realizar o controle dos dispositivos de medição e ensaios, bem como as diretrizes para a realização dos controles técnico e administrativo da obra.

#### **a) Dispositivos de medição e ensaios**

Conforme os tipos de medições e controle que serão exercidos na supervisão de serviços e na medição de quantitativos, deve-se fazer uma seleção dos equipamentos de medição e monitoramento mais adequados para evidenciar a conformidade dos mesmos com as especificações determinadas.

Estes equipamentos devem ser calibrados em períodos estabelecidos ou antes do uso, contra padrões rastreáveis até os do INMETRO, em laboratórios de calibração ligados a RBC (Rede Brasileira de Calibração). Quando não existir um padrão, o método utilizado e a calibração ou verificação devem ser coerentes com o uso pretendido, bem como registrados.

No caso de descalibração, o equipamento deve ser reajustado, deve ser identificado para que a situação de calibração seja determinada, protegido contra os ajustes que possam invalidar o resultado da medição e contra danos e deterioração durante o manuseio, manutenção e armazenamento.

Quando utiliza-se software em medição e monitoramento (Ex.: em usinas dosadoras) os mesmos devem ser avaliados quanto a sua capacidade antes do uso inicial e reconfirmado caso necessário.

Os controles necessários relativos a calibração de equipamentos devem ser devidamente registrados em planilhas para este fim, como uma forma de garantir que o controle foi realmente executado e dentro dos prazos estabelecidos, e os equipamentos devem estar devidamente identificados quanto a sua situação de calibração.

#### b) Controle técnico da obra

“A checagem do serviço executado ou em execução evita o desvio de rumos e garante o andamento normal da obra sem a ocorrência de problemas que podem repercutir nas etapas posteriores. A forma de checagem ou inspeção também deve ser formalizada de maneira que todos os responsáveis utilizem os mesmos critérios para verificação da qualidade dos serviços” (Souza & Abiko, 1997).

Para prestar o serviço de controle técnico de uma obra rodoviária é necessário que se tenha domínio das especificações do empreendimento.

Além disso, os tipos de verificação e os critérios de aceitação de serviços devem ser determinados pela empresa consultora e estabelecidos procedimentos com base nas normas da ABNT e de Especificações de Serviços do DNIT, na experiência, boa prática, além de outros requisitos quando solicitado pelo cliente, levando-se em consideração os pontos considerados críticos de cada processo executivo e a seqüência do mesmo desde as condições para o seu início, durante a sua execução e ao seu final.

Uma opção para a verificação destas especificações é a empresa documentar todos os seus procedimentos de supervisão em forma de formulários, o que garante que todas as informações necessárias a obra serão registradas, bem como fornece um domínio tecnológico a empresa, com os procedimentos adequados a sua realidade e a do cliente. Além disso, como todos os serviços de controle técnico serão realizados de forma padronizada, fica mais fácil analisar a eficiência dos mesmos.

Para aqueles materiais que forem utilizados antes de encerrarem-se os ensaios e verificações necessários para a sua aprovação (Ex.: concreto asfáltico, concreto de cimento Portland, mistura solo-cimento, mistura solo-cal, mistura solo-betume etc.) devem ter a sua aplicação rastreada através de mapas de aplicação, pois qualquer problema quanto a sua aprovação fica fácil a localização exata de sua aplicação.

Os serviços de execução não devem ser liberados enquanto todos os seus itens de inspeção não estejam atendendo as especificações.

Os serviços ou parte da obra acabados devem ser identificados e isolados para evitar danos ou uso indevido, e, no tempo adequado, devem ser liberados para a execução de etapas subsequentes ou ao tráfego.

As rodovias que serão restauradas ou reparadas, materiais e/ou equipamento fornecidos pela contratante, redes elétrica, hidráulica, de esgoto e pluviais já existentes, devem ser identificados, verificados protegidos e salvaguardados pela executante, porém com o monitoramento da supervisora. Caso alguma propriedade do cliente tenha sido perdida, danificada ou considerada inadequada para uso, deve-se informar ao cliente o qual tomará as providências cabíveis.

Deve-se entender que qualquer processo de produção e fornecimento de serviço, onde possíveis deficiências só apareçam após a rodovia em uso, devem ser validados para demonstrar a capacidade do processo em cumprir as especificações de projeto.

Para tanto, deve-se definir critérios para a sua análise crítica e aprovação, aprovação também dos equipamentos utilizados e qualificação de pessoal, uso de métodos e procedimentos específicos e a maneira como revalidá-los (NBR ISO 9001:2000).

No caso de construção no setor rodoviário, as práticas mais consagradas de execução devem ser consideradas automaticamente validadas. Quando deseja-se implantar um método construtivo novo, utilizar qualquer tipo de traço para pavimentação e quando utiliza-se usinas dosadoras, todos esses processos têm que ser validados por verificações, ensaios, simulações, calibração de equipamentos etc.

Além de controlar os serviços de execução da obra, os quais são realizados pela empresa construtora, a empresa, quando realizando a fiscalização técnica da obra, também deve realizar a vistoria final da obra.

A inspeção final da obra serve para confirmar que as atividades de verificação e de validação tenham sido concluídas com êxito. Os critérios para essa verificação devem envolver condições técnico-funcionais, como também aqueles de percepção dos clientes, como conforto e condições ambientais.

Segundo Souza et alii (1994), a inspeção final da obra deve ser realizada por um profissional da área técnica que não tenha participado da execução da obra, devendo, também ser aplicado um *check-list* contendo as informações relevantes da obra que devem ser vistoriadas.

Segundo Souza et alii (1994), no ato da entrega da obra, e quando mais nenhuma não-conformidade seja apresentada, a supervisora deve entregar ao órgão contratante um manual de uso, operação e manutenção do empreendimento contendo:

- informações gerais;
- descrição geral da obra;
- informações sobre colocação em uso da obra;
- instruções para operação e uso da obra;
- instruções para situações de emergência;
- instruções para inspeção da obra;
- instruções para manutenção da obra;
- responsabilidades e garantias; e
- anexos técnicos.

A empresa também deve realizar o monitoramento da prestação de seus próprios serviços, como uma forma de garantir que os mesmos estão sendo executados como planejado.

Este monitoramento pode ser feito pelo acompanhamento, por parte da equipe de engenharia, dos profissionais responsáveis por cada setor (fiscais de campo, usina e laboratório e da equipe de topografia) enquanto os mesmos executam as suas tarefas, observando, assim, se o procedimento está sendo seguido de acordo como os parâmetros preestabelecidos. Outra maneira de verificação é através da comparação entre o preenchido nos formulários utilizados pelos fiscais e a situação real dos serviços executados.

### c) Controle administrativo da obra

Deve-se também definir e implementar eficazmente as condições para medição de serviços, para o monitoramento do andamento da obra e para a verificação do desempenho da empresa executante.

Para a medição dos serviços, normalmente executada pela equipe de topografia, deve-se utilizar cadernetas de campo que são processadas pela equipe de engenharia. Estas cadernetas podem ser monitoradas neste mesmo processamento, quando dispersões podem ocorrer com relação aos projetos da obra.

O monitoramento do andamento da obra pode ser feito através de comparação do executado com o planejado, de acordo com o cronograma físico e financeiro preestabelecido durante a fase de projeto. Este monitoramento, junto aos registros de não-conformidade na execução de serviços, dará suporte a realização da verificação do desempenho da empresa executante.

Nesta verificação do desempenho deve-se ter em vista os parâmetros preestabelecidos que determinam se a executante está realizando seus serviços de maneira satisfatória ou não.

Estes parâmetros dizem respeito a número de não-conformidades, atrasos, oneração do orçamento etc., onde a avaliação deve ser repassada para a contratante, a qual tomara as medidas cabíveis.

#### **2.3.10. Assistência Pós-Entrega**

A empresa deve prestar assistência a contratante no que se refere aos esclarecimentos relativos aos projetos fornecidos e as soluções tomadas durante a supervisão.

Mesmo realizando todos os controles necessários aos projetos fornecidos, algumas não-conformidades podem ainda ter passado despercebidas, sendo, então, responsabilidade da empresa resolver as mesmas.

O mesmo pode ocorrer nos serviços de supervisão, onde uma medição mau executada, inspeção deficiente, análise laboratorial realizada inadequadamente, quando percebidas pelo cliente ou mesmo pela empresa, devem ser resolvidas, onde os responsáveis devem ser acionados.

Os custos relativos a essas atividades, as quais são realizadas após a execução dos serviços pela empresa, devem ser apropriados. Além disso, pode-se fazer uma estatística das falhas

mais freqüentes e todas essas informações devem ser encaminhadas para a realização de análises futuras.

Segundo Souza & Abiko (1997), alguns dias após o término dos serviços, pode-se entrar novamente em contato com o solicitante a fim de levantar qual o seu grau de satisfação com o que foi realizado, envolvendo a solução do problema apontado e possíveis reclamações com relação ao pessoal envolvido nesse processo.

“Além de atender aos clientes insatisfeitos, o processo de assistência técnica tem outra função de fundamental importância nas empresas que é a de retroalimentar o sistema da qualidade com informações valiosas para o seu aperfeiçoamento contínuo, particularmente nas etapas de projeto e de obras” (Souza & Abiko, 1997).

### **2.3.11. Medição da Satisfação dos Clientes**

Segundo Souza et alii (1994), a avaliação pós-entrega tem por objetivos:

- conhecer o grau de satisfação dos clientes com os serviços prestados pela empresa;
- subsidiar novos projetos através de retroalimentação, por meio de informações e dados obtidos a partir de obras já concluídas e entregues;
- conhecer o comportamento em uso do empreendimento, de seus ambientes, instalações, elementos, componentes e materiais e retroalimentar as especificações adotadas em projeto;
- conhecer padrões de uso e atividades relacionadas a operação ou manutenção do empreendimento, que podem gerar custos ao longo da vida útil; e
- gerar um banco de dados e informações para a previsão da vida útil do empreendimento e suas partes e estimar os custos ao longo da mesma.

No caso de uma empresa consultora atuante no setor rodoviário, tanto quando na realização de projetos quanto na prestação dos serviços de supervisão, a medição da satisfação dos clientes deve ser feita em dois estágios. O primeiro é realizado a cada mês junto ao órgão contratante. O segundo é realizado diretamente com os usuários da via pavimentada em sua fase de uso.

A metodologia a ser utilizada no primeiro estágio é de levantar informações referentes as soluções adotadas na fase de projeto, quando o produto é a realização de projetos, ou com relação a fiscalização técnica e administrativa da obra, quando o produto é a prestação de serviço de supervisão.

A metodologia do segundo estágio consiste em levantar informações referentes a percepção dos usuários com o pavimento executado, transtornos gerados durante a execução, condições ambientais e paisagísticas da rodovia e condições de manutenção e operação da rodovia.

Essas informações podem ser levantadas através de formulários contendo perguntas divididas por assuntos de interesse da empresa. Ainda, para cada tipo conceito que os entrevistados optaram pode-se atribuir notas que reflitam o seu grau de satisfação.

Todas essas informações podem ser agrupadas em forma de relatório e retroalimentadas a diretoria da empresa, servindo de suporte para a promoção de melhorias.

### **2.3.12. Auditoria Interna**

A realização de auditorias internas da qualidade serve para avaliar se o Sistema de Gestão da Qualidade está conforme com os requisitos determinados pelos clientes, pela NBR ISO 9001:2000, pelas disposições planejadas e se o mesmo está mantido e implementado eficazmente.

Elas devem ser realizadas em intervalos planejados e adequados com as necessidades do sistema, por pessoal qualificado para o mesmo e que tenha conhecimento da área auditada, não devendo o auditor auditar sua própria área de trabalho. A equipe auditora também pode ser contratada para esse fim.

A BRS-ISO-ASQ QE19011-2000 aponta os seguintes princípios que devem estar relacionados aos auditores:

- conduta ética;
- boa apresentação;
- cautela profissional adequada;
- independência; e
- abordagem baseada em evidências.

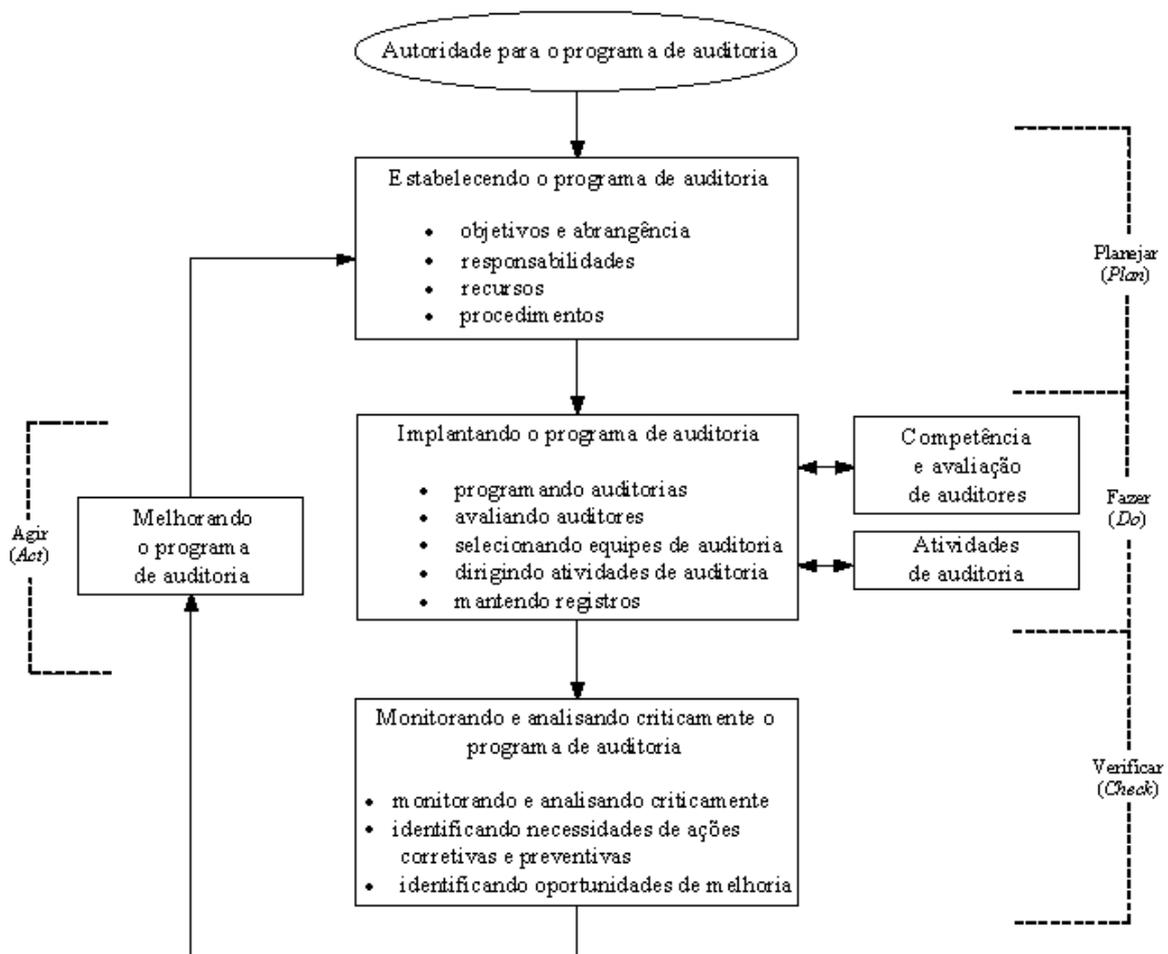
Segundo Souza et alii (1994) e NBR ISO 9001:2000, a direção da empresa deve, ainda, estabelecer um plano de auditoria que contemple:

- resultados das auditorias anteriores;
- escopo das auditoria;
- áreas a serem auditadas;

- periodicidade das auditorias;
- qualificação do pessoal executor das auditorias;
- requisitos a serem avaliados;
- documentos de referência para a realização da auditoria; e
- procedimentos para apresentação de relatórios de auditorias, incluindo resultados, conclusões e recomendações.

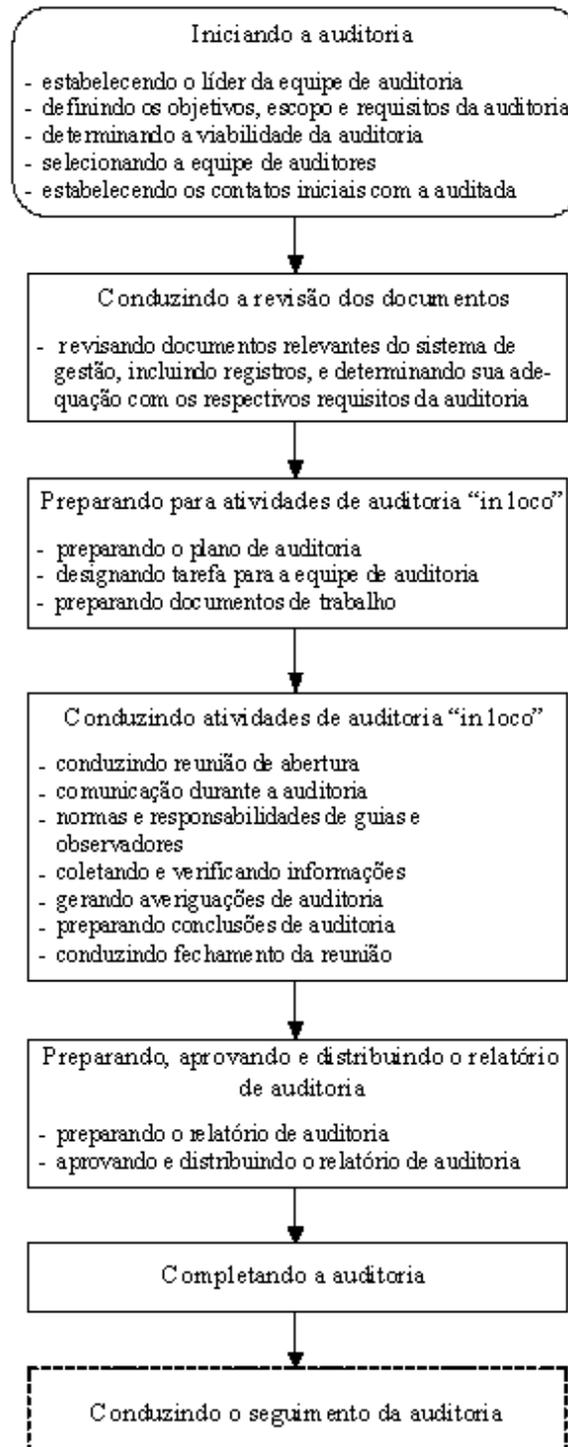
A figura 9 apresenta um fluxograma das atividades relacionadas a gerência de um plano de auditoria.

Todas as responsabilidades e os requisitos para planejamento e para a execução de auditorias internas devem ser estabelecidos em um procedimento documentado. Neste mesmo, ainda devem estar contidos os métodos para relatar os resultados e a manutenção dos registros utilizados.



**FIGURA 9 – Ilustração do fluxo do processo de gestão de um programa de auditoria (Fonte: Traduzido da BSR/ISO/ASQ QE19011:2002).**

A condução de auditorias deve seguir a seqüência básica do fluxograma da figura 10, onde a equipe auditora deve incluir verificação tanto às ações executadas, como também os relatos dos resultados de verificação.



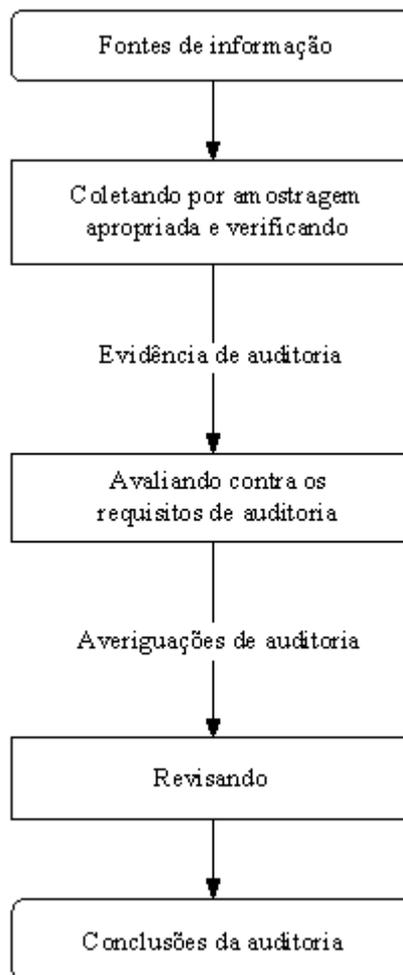
NOTA As linhas pontilhadas indicam que algumas ações de seguimento de auditoria normalmente não são consideradas como fazendo parte da auditoria.

**FIGURA 10 – Visão geral das atividades típicas de auditoria (Fonte: Traduzido da BSR/ISO/ASQ QE19011:2002).**

Segundo Juran & Gryna (1991), deve-se ressaltar que, de acordo com a abrangência das informações e processos a serem auditados, conduzem-se as atividades de auditoria por planos de amostragem. Quando na fase de implantação da auditoria, deve-se coletar, analisar e avaliar as informações factuais e os rascunhos das conclusões desses fatos. Isto resume-se em avaliar *in loco* se o que foi planejado para o sistema da qualidade está sendo realizado.

Convém que os responsáveis pelas áreas auditadas agilizem a demonstração das evidências requisitas.

Todas as conformidades e não-conformidades devem ser observadas no *check-list* de auditoria e os resultados da mesma no relatório de auditoria, o qual deve ser analisado na reunião de pós auditoria, onde os responsáveis pelo setor auditado e os auditores devem estar presentes (figura 11).



**FIGURA 11 – Visão geral do processo vindo da coleta de informações até atingir a conclusão da auditoria (Fonte: Traduzido da BSR/ISO/ASQ QE19011:2002).**

Além de ressaltar os pontos positivos e de apontar não-conformidades e observações, o relatório de auditoria deve apresentar uma análise dos efeitos das deficiências no sistema e demonstrar o seu caráter amostral, em que alguns pontos falhos podem não ter sido analisados.

Importante é que o relatório de auditoria, junto com seus resultados, seja de consenso entre os auditores e os auditados, para que qualquer fato mal esclarecido esteja resolvido.

A conclusão da auditoria é atingida com a divulgação do relatório a todos os responsáveis pelo setor auditado, ou na necessidade de ações corretivas subsequentes, com a comprovação das medidas tomadas para a eliminação da não-conformidade e suas causas.

Segundo Thresh (1984), citado por Juran & Gryna (1991), com o fim de garantir a qualidade das auditorias realizadas, deve-se analisar, amostralmente, as mesmas quanto à sua imparcialidade, objetividade, os métodos de auditoria e a utilidade dos resultados – tudo sob o ponto de vista do auditado.

### **2.3.13. Não-Conformidades, Ações Corretivas e Ações Preventivas**

Não-conformidade consiste no não atendimento a uma necessidade ou expectativa que é expressa, geralmente, de forma implícita ou obrigatória (NBR ISO 9000:2000).

A não-conformidade pode ocorrer durante o processo de realização do projeto ou prestação dos serviços de supervisão da obra ou ao final destes, e os mesmos devem ser dispostos e resolvidos.

Para tanto, a empresa consultora deve estabelecer um procedimento documentado para descrever o processo de controle do produto não-conforme, bem como as responsabilidades e autoridades dos envolvidos. No mesmo deve-se assegurar que aqueles produtos (projetos ou serviços) ou qualquer outro processo no Sistema de Gestão da Qualidade da empresa que esteja não-conforme com os requisitos estabelecidos, sejam identificados e controlados para evitar seu uso ou entrega não intencional, de uma ou mais das seguintes formas (NBR ISO 9001:2000 e QUALIOBRA/SE, 2003):

- execução de ações que eliminem a não-conformidade detectada;
- autorização de uso para um fim determinado que não altere as especificações planejadas ou a liberação total com a concessão do cliente; e
- execução de ação para impedir o seu uso pretendido ou aplicação original.

Devem ser mantidos os registros de todo controle da não-conformidade, inclusive das verificações e inspeções dos produtos corrigidos.

Caso a não-conformidade seja detectada após o projeto ou serviço finalizados, deve-se avaliar seus efeitos e tomar as providências necessárias para a sua correção.

Ao final do tratamento de não-conformidades, deve-se, também, avaliar e eliminar as causas que geraram as mesmas, procurando desta forma evitar que elas voltem a ocorrer. Este procedimento é conhecido como ação corretiva.

Para a realização de ações corretivas, a empresa deve estabelecer um procedimento documentado para definir os requisitos para (NBR ISO 9001:2000 e QUALIOBRA/SE, 2003):

- análise crítica de não-conformidades (incluindo reclamações dos clientes);
- estabelecer o método utilizado para a determinação das suas causas;
- avaliar as necessidades de ações para assegurar que as não-conformidades não ocorrerão novamente;
- determinar e implantar ações necessárias;
- registros dos resultados de ações executadas; e
- análise crítica de ações corretivas executadas.

Em alguns casos, a não-conformidade é uma realidade potencial, ou seja, ela ainda não aconteceu, porém já foi prevista. Neste caso deve-se avaliar e eliminar as causas que possam gerá-las, procurando desta forma evitar que elas venham a ocorrer. Este procedimento é conhecido como ação preventiva.

Para a realização de ações preventiva, a empresa deve estabelecer um procedimento documentado para definir os requisitos para (NBR ISO 9001:2000 e QUALIOBRA/SE, 2003):

- estabelecer o método utilizado para definição das não-conformidades potenciais e suas causas;
- avaliar a necessidade de ações para evitar a ocorrência de não-conformidades;
- definição e implementação de ações necessárias;
- registros dos resultados de ações executadas; e

- análise crítica de ações preventivas executadas.

Os pedidos de ações corretivas e preventivas podem ser realizados por responsáveis de qualquer setor da empresa e devem ser emitidos em um formulário padrão.

#### **2.3.14. Análise de Dados**

A etapa de análise de dados tem a função de determinar, coletar e analisar dados apropriados para identificar a eficácia do sistema da qualidade. Ainda permite a tomada de decisões por parte da direção em cima de evidências.

Segundo Werkema (1995), os principais objetivos da coleta de dados são desenvolvimento de novos produtos, inspeção, controle e acompanhamento de processos produtivos e melhoria dos mesmos.

Na análise de dados, a empresa consultora deve determinar os métodos necessários, adequados e normatizados para coletar os dados os quais demonstrarão a adequação e eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade e avaliarão onde melhorias contínuas da eficácia podem ser realizadas.

Os dados mínimos necessários para que se possa avaliar e melhorar continuamente o Sistema de Gestão da Qualidade são relativos a (NBR ISO 9001:2000 e QUALIOBRA/SE, 2003):

- satisfação dos clientes;
- conformidade com os requisitos do projeto e serviços de supervisão;
- características e tendências dos processos e produtos, incluindo oportunidades para ações preventivas; e
- fornecedores.

Os dados podem ser obtidos diretamente dos controles realizados para os processos do sistema, sejam eles processos produtivos, relacionados aos clientes ou administrativos e financeiros.

Após a realização da coleta dos dados, deve-se definir os métodos e ferramentas estatísticas mais adequados para interpretá-los, que, depois de reunidos e compilados em relatórios sintéticos, podem servir para a tomada de decisões necessárias.

Os métodos mais utilizados para se realizar análises de dados no SGQ podem ser observados a seguir.

### **2.3.14.1. Ferramentas para Análise de Processos**

#### 2.3.14.1.1. Conceitos

As ferramentas que servem para análise de processos do SGQ são bem difundidas e conhecidas na indústria convencional brasileira, porém pouco utilizadas em empresas que atuam na cadeia produtiva da construção. Algumas delas podem ser observadas a seguir:

- Gráfico de Pareto;
- Diagrama de Causa e Efeito;
- Diagrama de Dispersão; e
- Gráfico de Controle.

Esses métodos e ferramentas estatísticas podem ser utilizados para compilar os dados coletados no sistema da qualidade para que sejam analisados em reuniões de análise crítica pela direção.

Nas subseções seguintes pode-se observar breves comentários com relação às ferramentas de análise de processos listadas anteriormente.

#### 2.3.14.1.2. Gráfico de Pareto

“O Gráfico de Pareto dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos” (Werkema, 1995).

Este gráfico mostra, em outras palavras, que apenas algumas causas dos problemas ou defeitos são os responsáveis pela maioria das não-conformidades nos processos.

Quando se tem um ponto a ser melhorado ou uma meta a ser atingida, podemos classificar os principais problemas que impedem de completar esta realização. Após a classificação dos problemas, plota-se em um gráfico de barras as quantidades de ocorrência de cada um desses e sua representação percentual, de forma a observar a repetibilidade de cada um e de como um conjunto pequeno de problemas representam a maior parte do número de eventos destes. A figura 12 representa um Gráfico de Pareto genérico para um conjunto de problemas, onde os mesmos são representados em forma de barra, e uma linha, representando a porcentagem acumulada de problemas, devendo tender até 100% destes.

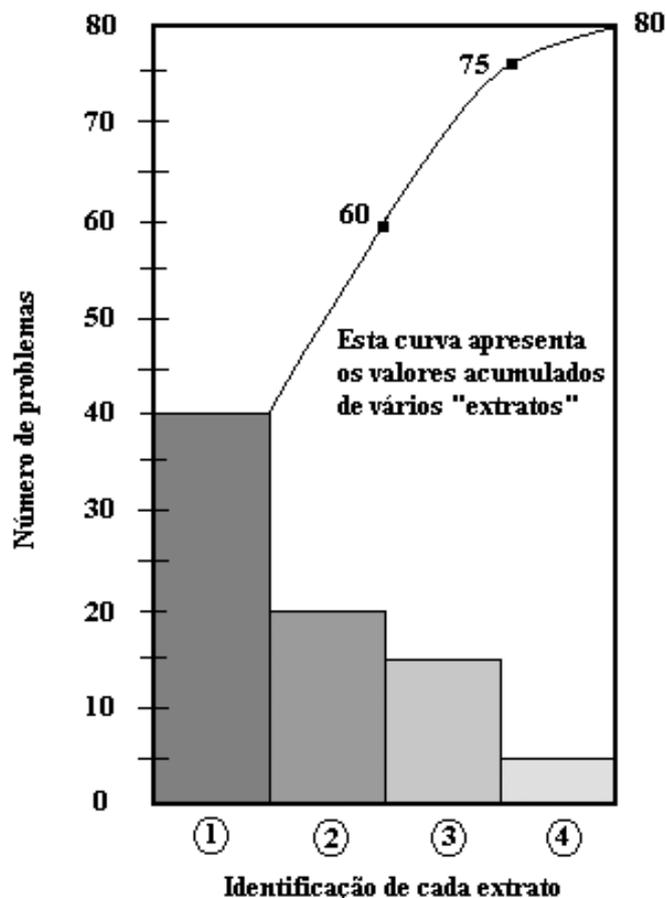


FIGURA 12 – Gráfico de Pareto (Fonte adaptada: Campos, 1995).

#### 2.3.14.1.3. Diagrama de Causa e Efeito

“O Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado” (Werkema, 1995).

Esse diagrama, também conhecido como Diagrama de Espinha e Diagrama de Ishikawa, deve apresentar-se com a forma disposta na figura 13.

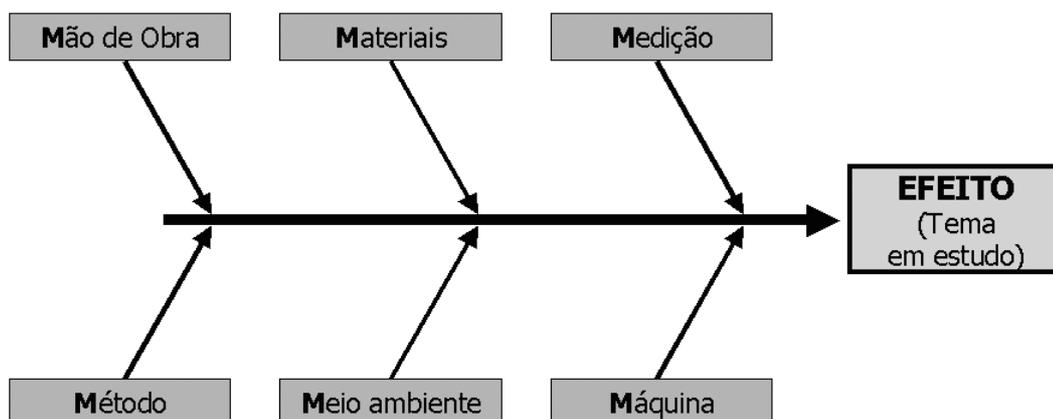
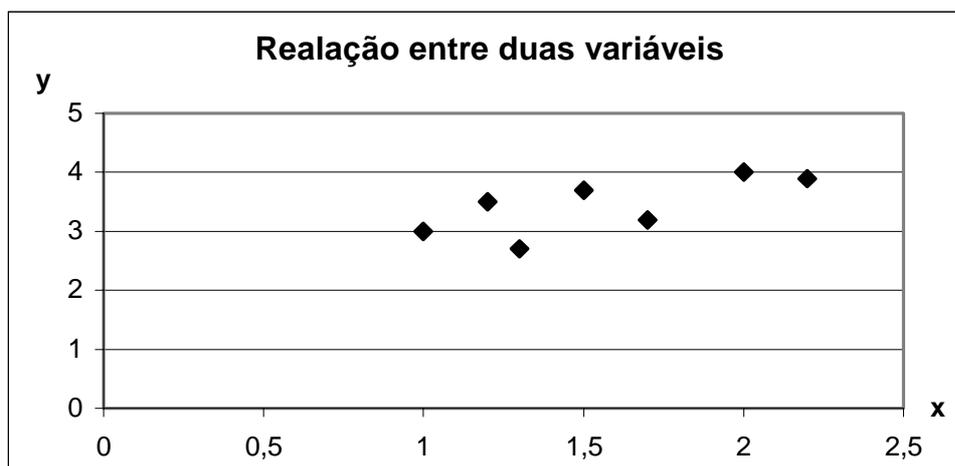


FIGURA 13 – Diagrama de Causa e Efeito.

#### 2.3.14.1.4. Diagrama de Dispersão

“O Diagrama de Dispersão é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis” (Werkema, 1995).

A figura 14 apresenta um aspecto possível do diagrama de dispersão.



**FIGURA 14 – Diagrama de Dispersão.**

A partir deste tipo de gráfico pode-se avaliar a correlação existente entre variáveis e estabelecer equações que determinem seu relacionamento.

Quando as variáveis correlacionadas são de causa e efeito, pode-se visualizar se o mesmo, origem, é realmente a causa do problema, efeito.

##### 2.3.14.1.4.1. Gráfico de Controle

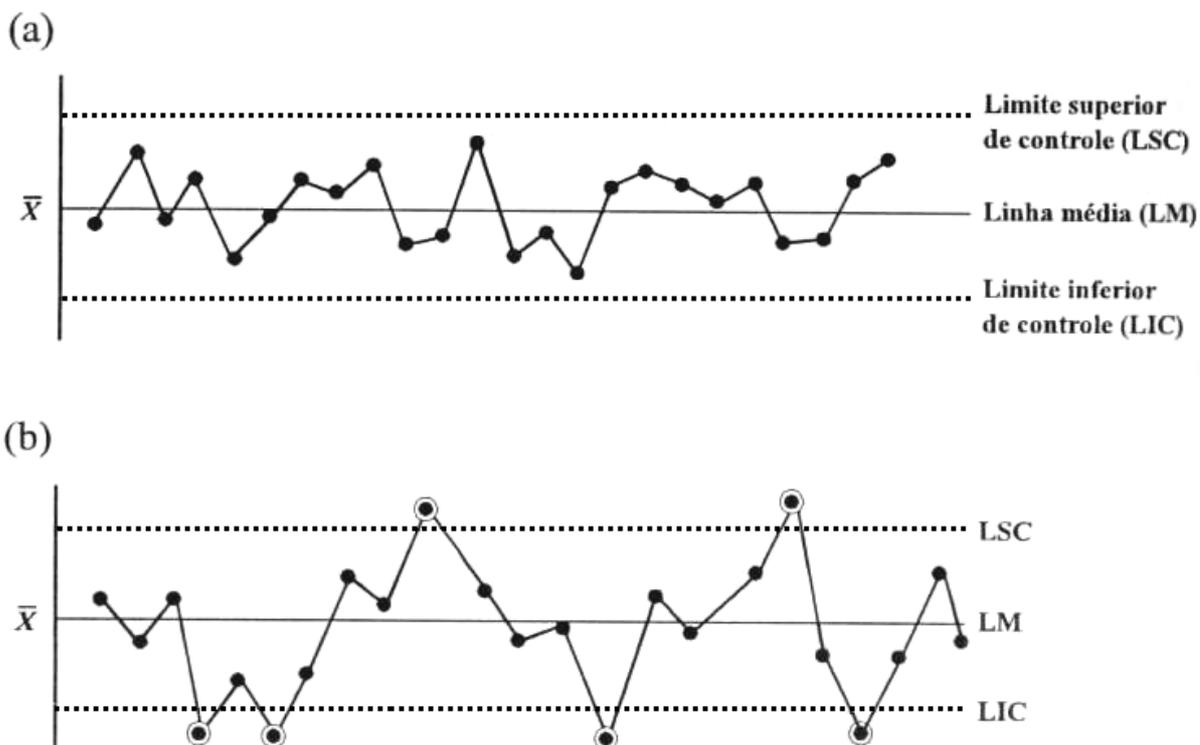
“Os gráficos (cartas) de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo” (Werkema, 1995).

O gráfico de controle fornece subsídio para afirmar se um processo está ou não sob controle estatístico.

Segundo Werkema (1995), o gráfico de controle é constituído de:

- uma linha média (LM);
- um par de limites de controle, representados um abaixo (limite inferior de controle – LIC) e outro acima (limite superior de controle – LSC) da linha média; e
- valores da característica da qualidade traçados no gráfico.

A figura 15 apresenta dois casos de gráficos de controle, onde no caso (a) o processo encontra-se sob controle estatístico, pois os seus pontos observados estão entre os limites de controle. No caso (b) o processo encontra-se fora de controle estatístico, pois alguns de seus pontos observados ultrapassam os limites de controle.



**FIGURA 15 – Gráficos de Controle: (a) processo sob controle; e (b) processo fora de controle (Fonte adaptada: Werkema, 1995).**

Segundo Werkema (1995), os critérios indicativos de falta de controle de um processo apresentados em gráficos de controle são:

- pontos fora do limite de controle;
- periodicidade;
- seqüência;
- tendência;
- aproximação dos limites de controle; e
- aproximação da linha média.

### 2.3.15. Análise Crítica pela Direção

Esses dados discutidos na seção anterior compilados deverão ser levados ao conhecimento da direção da empresa para dar suporte a realização da Análise Crítica do Sistema de Gestão da Qualidade.

É responsabilidade, portanto, da Direção da empresa analisar criticamente o sistema da qualidade, a intervalos planejados, para assegurar sua contínua pertinência, adequação e eficácia.

Em uma análise crítica do SGQ pela direção deve-se promover uma análise minuciosa do sistema da qualidade através dos seguintes requisitos (NBR ISO 9004:2000):

- situação e resultados dos objetivos (indicadores) da qualidade e das atividades de melhoria;
- novas oportunidades para melhoria;
- acompanhamento das ações oriundas de análises críticas anteriores pela direção;
- resultados de auditorias e auto-avaliações da organização;
- realimentação sobre a satisfação das partes interessadas, podendo-se até mesmo reportar a satisfação da própria direção;
- desempenho do processo e conformidade de produto;
- os fatores relacionados ao mercado, tais como tecnologia, pesquisa e desenvolvimento, e desempenho da concorrência;
- resultados das atividades de comparação com as melhores práticas (*benchmarking*);
- desempenho dos fornecedores;
- controle de não-conformidades de processo e de produto;
- situação das ações preventivas e corretivas;
- mudanças que possam afetar o Sistema de Gestão da Qualidade;
- situação das atividades relacionadas as parcerias estratégicas;
- efeitos financeiros das atividades relacionadas com a qualidade; e
- outros fatores que possam influenciar a empresa.

É importante frisar que o responsável por levantar todas essas informações é o Representante da Direção para que a Direção da empresa possa analisá-las criticamente. Esta análise deve ser feita em reunião, de preferência gerencial.

As saídas da análise crítica pela direção podem incluir (NBR ISO 9001:2000):

- objetivos de desempenho para produtos e processos e de melhoria de desempenho para a empresa;
- necessidades de recursos;
- estratégias e iniciativas para *marketing*, produtos e satisfação dos clientes e de outras partes interessadas;
- prevenção contra perdas e planos de redução de riscos identificados; e
- informações para planejamento estratégico com relação à necessidades futuras da organização.

Os registros gerados pela saída da análise crítica podem conter ações corretivas ou preventivas, ampliação do documento que contém os objetivos da qualidade e o próprio registro da reunião realizada.

# Capítulo 3

---

### **3. MÉTODOLOGIA DE PESQUISA**

#### **3.1. Considerações Iniciais**

O alvo da pesquisa realizada foi a elaboração de modelos de documentação da qualidade contendo: manual da qualidade, planos da qualidade, procedimentos, formulários etc., para todo o SGQ de uma empresa com o escopo de projeto e supervisão de obras rodoviárias, envolvendo os processos das três áreas principais da empresa: a técnica, a comercial e a administrativa.

Além disso, procurou-se realizar uma avaliação do SGQ de uma empresa do mesmo setor estudado para as situações de antes e após a certificação na NBR ISO 9001:2000.

Neste capítulo serão apresentados os métodos e os objetos de pesquisa utilizados para a realização deste trabalho.

#### **3.2. Métodos Científicos**

Os métodos científicos utilizados na pesquisa realizada foram os seguintes:

- Método dedutivo – Este método foi utilizado em uma “pesquisa bibliográfica”, onde, através de uma combinação de idéias de vários autores, pôde-se elaborar modelos de documentos da qualidade preliminares para uma empresa com escopo da qualidade na área estudada; e
- Método da observação – Este método foi empregado em uma “pesquisa de campo”, onde procurou-se observar, detalhadamente, o funcionamento do SGQ de uma empresa para realizar a validação dos modelos de documentação formulados na “pesquisa bibliográfica”. Esta observação foi considerada sistemática, pois foi realizada através de condições controladas, de acordo com objetivos e propósitos previamente estabelecidos. Realizou-se, também, uma avaliação do SGQ da empresa estudada. Nesta avaliação não houve participação do pesquisador, pois aplicou-se um questionário de diagnóstico que foi respondido pelos próprios integrantes da empresa. Isto significa que as etapas desta pesquisa não fizeram parte do processo de mudança da empresa, tendo o intuito apenas de avaliar as mudanças ocorridas nesta com a implantação do SGQ e de validar os modelos de documentação elaborados pelo pesquisador.

### 3.3. Pesquisa Bibliográfica

A finalidade desta pesquisa foi desenvolver os requisitos da documentação da qualidade necessários a uma empresa que atue com o escopo do SGQ em projetos e supervisão de obras rodoviárias. A sua realização foi fundamentada nos conceitos discutidos no capítulo 2 – Revisão Bibliográfica, nas normas e publicações do DNIT e na série de normas NBR ISO 9000:2000.

Os processos básicos de uma empresa consultora com escopo da qualidade em projetos e supervisão de obras rodoviárias, para os quais foram desenvolvidas as documentações da qualidade, estão identificados no macro-fluxo de processos da figura 16. Nele descreve-se o processo de licitação pelo qual a empresa firma contratos com seus clientes, os processos de realização dos produtos, os quais são subdivididos em projetos e supervisão, e independem um do outro, os processos de assistência técnica e as avaliações da satisfação dos clientes.

A reunião de conceitos de Sistema de Gestão da Qualidade com conceitos normativos, regulamentares, estatutários e o próprio conhecimento do autor sobre o setor estudado fornecem os subsídios necessários à elaboração dos modelos de documentação pretendido.

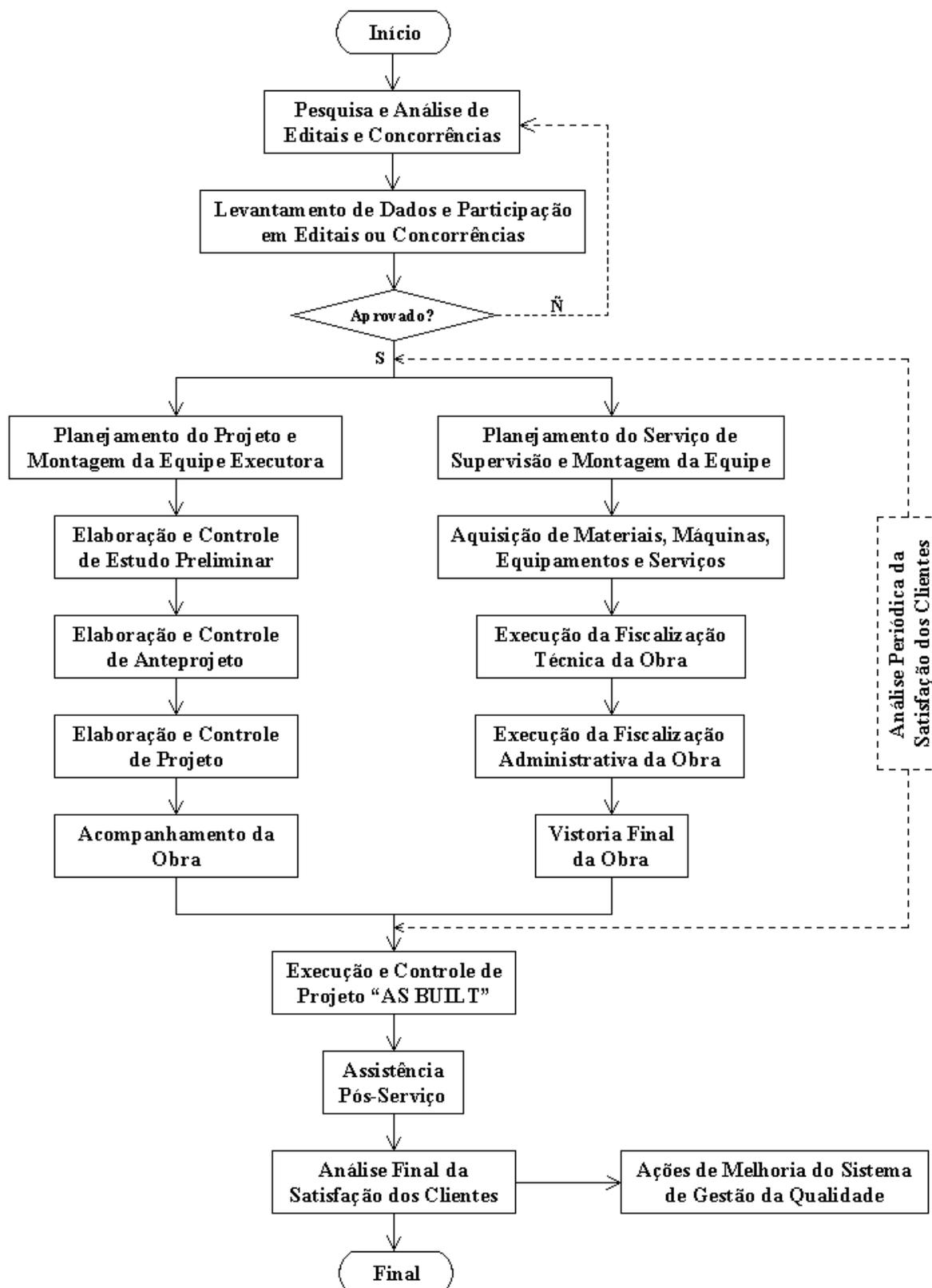
A documentação da qualidade a ser desenvolvida nesta pesquisa segue a pirâmide hierárquica representada na figura 17.

Para a elaboração do manual da qualidade foram seguidas as diretrizes da norma ISO/TR10013 (2002) que estabelece a forma para o seu desenvolvimento. Os requisitos do SGQ abordados para a sua elaboração consistiram os mesmos da NBR ISO 9001:2000.

O plano da qualidade e os procedimentos operacionais foram elaborados conforme as diretrizes estabelecidas para a padronização de empresas descritas por Campos (1992) e por Souza et alii (1994).

Os formulários e planilhas foram editados seguindo alguns formatos estabelecidos por Souza (1994) e seus conteúdos, quando envolvem técnicas de projeto e construção rodoviária, foram extraídos de normas e publicações do DNIT.

Ainda, toda a documentação elaborada sofreu influência dos conhecimentos sobre SGQ (método de redação de documentos, preservação da abordagem sistêmica dos documentos etc.) adquiridos pelo autor do presente trabalho durante a realização de consultoria num período de 16 meses em empresas construtoras no estado da Paraíba e sob a coordenação do Centro de Tecnologia de Edificações (CTE/SP), Sebrae/PB e SENAI/PB.



**FIGURA 16 – Macro-fluxo de processos típico de empresas consultoras.**



**FIGURA 17 – Pirâmide hierárquica da documentação do sistema (Fonte adaptada: ISO/TR10013, 2002).**

### **3.4. Pesquisa de Campo**

A pesquisa de campo foi realizada em uma empresa que atua no setor rodoviário na elaboração de projetos e supervisão de obras e já certificada na NBR ISO 9001.

Esta pesquisa objetivou realizar uma validação e aprimoramento dos modelos de documentação elaborados e de aplicar um diagnóstico de comparação entre a situação de atuação da empresa antes e depois da implantação do Sistema de Gestão da Qualidade.

#### **3.4.1. Caracterização da Empresa Estudada**

A empresa selecionada para a validação dos modelos de documentos é uma empresa que atua com o escopo da qualidade em projetos e supervisão de obras rodoviárias. Esta adquiriu a certificação na NBR ISO 9001:2000 no início do ano de 2003 por um Organismo de Certificação Credenciado (OCC) pelo INMETRO.

Ela é sediada na cidade de Recife/PE, onde possui escritório para realização de seus processos administrativos e para a realização de projetos.

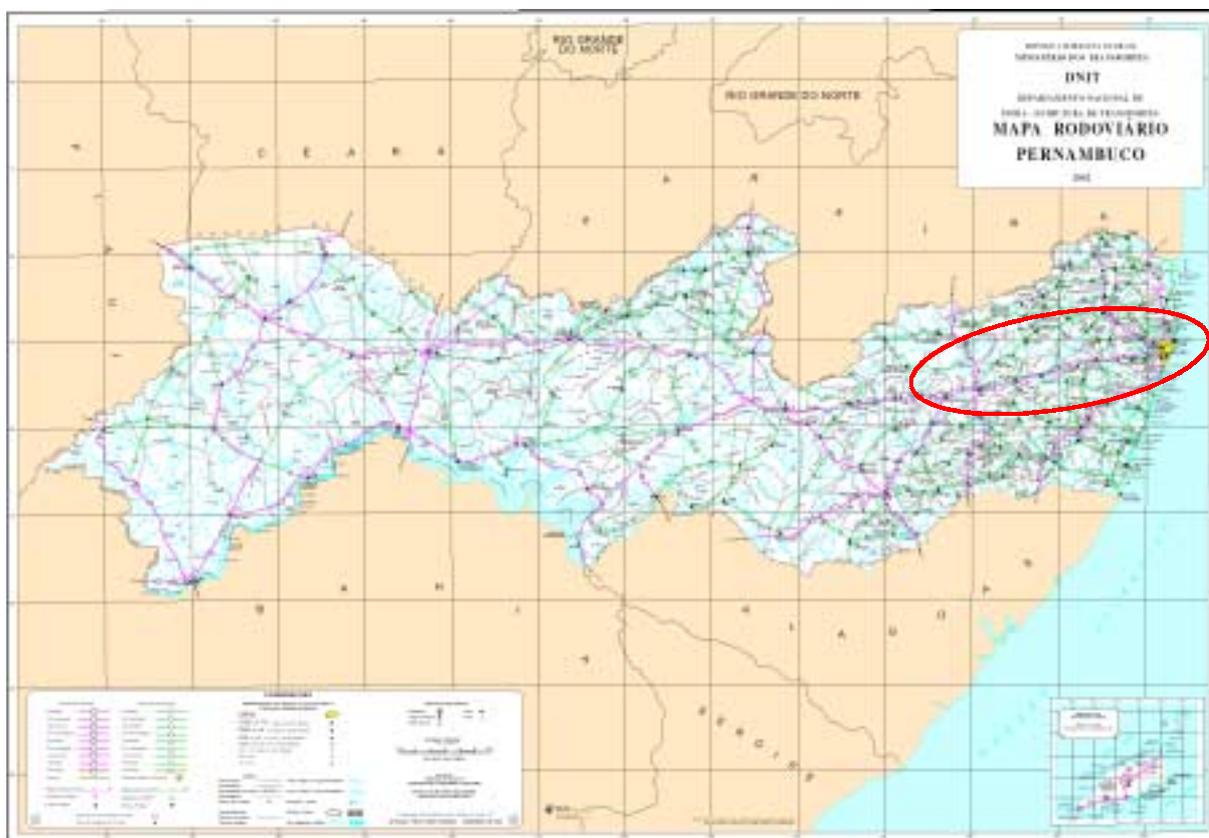
Ainda, quando a empresa não possui pessoal especializado na disciplina de projeto ela realiza a contratação de profissionais terceirizados para tanto.

Na supervisão de obras a empresa seleciona um quadro de pessoal que complemente suas necessidades na prestação desses serviços, onde, geralmente, os mesmos permanecem até a finalização da obra, compreendendo, então, uma gama de profissionais sazonais.

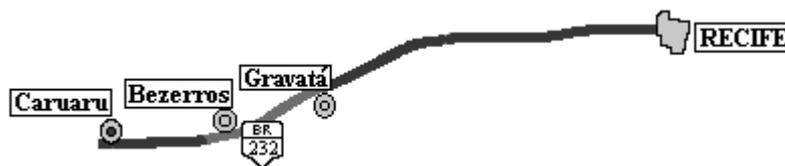
Os funcionários envolvidos nos processos técnicos da empresa, quase sempre, são técnicos especializados no seu ramo de atuação e engenheiros civis. Ainda é comum a utilização de auxiliares não especializados na execução de trabalhos rotineiros.

Esta pesquisa foi realizada quando a empresa estava na fase de prestação de serviço de projeto e supervisão da obra de restauração e duplicação da BR-232, entre Recife e Caruaru (Pernambuco), e após o seu processo de certificação, sendo finalizada em Maio de 2003.

O subtrecho pelo qual a empresa ficou responsável por executar seus serviços foi entre as cidades de Gravatá e Bezerros, totalizando aproximadamente 30 km de rodovia (figuras 18 e 19). O contrato da empresa foi firmado junto ao DER de Pernambuco, responsável pela administração da obra por delegação do DNIT.



**FIGURA 18 – Malha viária do estado de Pernambuco.**



**FIGURA 19 – Detalhe do trecho da BR-232 que sofreu melhoramentos e duplicação (Recife – Caruaru) e do subtrecho que a empresa ficou responsável pelo projeto e supervisão (Gravatá – Bezerros).**

### 3.4.2. Validação do Modelo

A validação do modelo se deu após a concessão, oferecida pela empresa estudada, de livre acesso às suas instalações de escritório e obra, bem como de verificação dos processos relacionados ao sistema da qualidade, portanto, não sendo de interesse desta pesquisa aqueles processos de exclusividade da empresa, tais como financeiros, negociação etc.

A forma adotada para a validação do modelo foi o de aplicação de seus manuais, procedimentos e formulários paralelamente aos já existentes na empresa estudada, porém sem interferir no perfeito andamento dos seus processos.

Isto não oferece prejuízos ao processo de validação do modelo, pois o que estava sendo avaliado era apenas se os requisitos da NBR ISO 9001:2000 poderiam ser atendidos com a utilização da documentação elaborada.

Já os procedimentos para a realização de cada processo, estes podem variar de acordo com cada empresa, pois isto refletirá a forma que ela compreende ser melhor de realizá-lo. Portanto, não foi o foco da pesquisa impor padrões de realização dos processos.

A comparação entre as documentações foi toda ela realizada pelo pesquisador autor desta dissertação, o que garantiu uma linearidade na interpretação dos estudos.

No processo de comparação adotou-se o entendimento de que, caso as documentações elaboradas na pesquisa bibliográfica fossem suficientes para a realização de um determinado processo e para a geração dos registros necessários ao mesmo, as mesmas documentações não sofreriam modificações. Caso contrário, as documentações relacionadas ao processo em análise sofreriam as modificações necessárias, de acordo com a forma realizada pela empresa estudada, sendo este um processo de melhoria realizado nas documentações previamente elaboradas.

Após a realização dos processos de comparação e melhoria das documentações elaboradas na pesquisa bibliográfica, pôde-se obter modelos de documentação do SGQ bem mais eficazes e

aplicáveis às empresas que atuam no ramo de elaboração de projetos e supervisão de obras rodoviárias. Porém é necessário frisar a necessidade de realizar as adaptações necessárias a realidade de cada empresa.

### **3.4.3. Avaliação do SGQ da Empresa Estudada**

Esta etapa da pesquisa de campo foi feita após a estada do pesquisador na empresa.

Esta compreendeu na aplicação de uma auto-avaliação do sistema de gestão da qualidade sugerida pela norma NBR ISO 9004:2000 em seu Anexo A – Diretrizes para Auto-avaliação, onde os próprios integrantes da empresa, incluindo a direção, realizaram tal avaliação de posse de dados que caracterizam o desempenho da empresa mesmo quando comparada a outras do seu ramo de atuação.

Esta avaliação é uma boa forma de se observar como a empresa caracteriza o seu desempenho antes da implantação do SGQ e os resultados atingidos por ela após todo um processo de implantação e certificação na ISO 9001:2000.

A mesma avaliação foi aplicada através de um planilha eletrônica onde a empresa classificou o seu desempenho em um determinado quesito de avaliação antes e após a implantação do SGQ. Os quesitos de avaliação podem ser observados no Anexo I deste trabalho e as notas que a empresa conferiria para os mesmos respeitaram os critérios apresentados no quadro 21.

Após o preenchimento do diagnóstico a empresa poderia observar uma outra planilha contendo os resultados da auto-avaliação. Nesta planilha são apresentados:

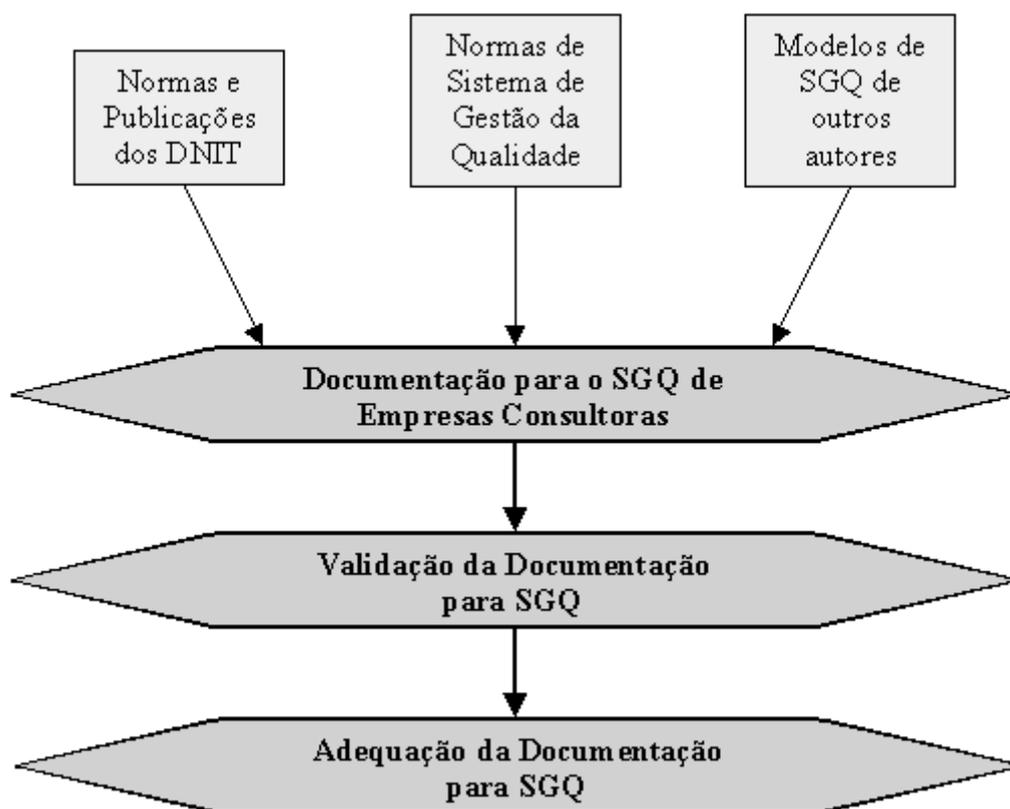
- resultados de cada quesito avaliado para as duas situações, de antes e depois da implantação do SGQ;
- resultado global, ou seja, média global das notas conferidas à cada quesito também para ambos os casos; e
- um gráfico apresentando o grau de atendimento comparativo para antes e depois da implantação do SGQ.

**QUADRO 21 – Notas e critérios utilizados na planilha de auto-avaliação do SGQ da empresa.**

Nível de maturidade	A empresa tem	Orientações
1	Nenhuma abordagem formal	Nenhuma abordagem sistêmica evidenciada.
2	Abordagem reativa	Abordagem sistemática baseada em correção de problemas; poucos dados disponíveis sobre resultados de melhorias.
3	Abordagem estável e formal do sistema	Abordagem sistemática baseada no processo, estágio inicial de melhorias sistemáticas; dados disponíveis sobre conformidade com os objetivos e existência de tendências de melhoria.
4	Ênfase em melhoria contínua	Processos de melhoria em uso, bons resultados e tendências de melhorias sustentadas.
5	Melhor desempenho da classe	Processo de melhoria fortemente integrado; resultados de melhor da classe quando comparado com referenciais de excelência.

### 3.5. Resumos das Atividades

Os resumos das atividades listadas na metodologia adotada podem ser observados nas figuras 20 e 21, respectivamente, para o desenvolvimento da documentação para SGQ em Empresas Consultoras e para a avaliação do SGQ da empresa estudada.



**FIGURA 20 – Desenvolvimento da documentação para SGQ em Empresas Consultoras.**



**FIGURA 21 – Avaliação da situação da empresa estudada após a implantação do SGQ.**

# Capítulo 4

---

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo serão apresentados os resultados adquiridos durante a pesquisa científica realizada. A medida que se apresentam os resultados vai-se realizando também uma discussão dos mesmos.

Estes resultados são relativos ao modelo de documentação de SGQ elaborado durante a pesquisa bibliográfica, validada na pesquisa de campo e adequados de acordo com a técnica efetivamente empregada.

Os resultados relativos à avaliação do SGQ da empresa estudada também serão apresentados e discutidos neste capítulo.

### **4.1. Modelos de Documentação do SGQ de Empresas Consultoras**

De acordo as diretrizes seguidas na metodologia de pesquisa, foi definido que os documentos que dão apoio ao sistema seriam, portanto, o Manual da Qualidade, os Planos da Qualidade e os Procedimentos Operacionais.

Já aqueles documentos que fornecem os registros e evidências do sistema seriam formulários, planilhas e Certificados de Inspeção de Serviço, os quais podem ser vinculados ou não à outros documentos.

Os modelos de documentos foram elaborados para atender as necessidades levantadas em um macro-fluxo de processos típico a empresas com o escopo estudado (ver capítulo 3 – fig. 16), os quais foram identificados na pesquisa de bibliográfica e reconfirmados na pesquisa de campo.

Ainda neste capítulo, serão apresentadas as definições relativas à todos os modelos de documentação elaborados, não se detendo, portanto, aos detalhes e conteúdo dos mesmos, os quais já encontram-se explicados nos anexos à este trabalho.

Na seqüência serão apresentados o Manual da Qualidade, Plano da Qualidade, descrição dos Procedimentos Operacionais para os processos identificados na empresa e a documentação complementar que não está vinculada à outros documentos.

#### **4.1.1. Manual da Qualidade**

O manual da qualidade que foi desenvolvido apresentou sua estrutura de organização subdividida em seis capítulos principais, conforme a figura 22. Desta forma, houve uma

hierarquização na apresentação das informações no manual, objetivando possibilitar a visão sistêmica dos processos do tipo de empresa estudada e facilitar o refinamento do modelo.

Esta divisão do manual da qualidade seguiu, excluindo-se a apresentação, a base de apresentação da NBR ISO 9001:2000. Isto também pode facilitar a correlação entre os processos da empresa e a norma pela qual o SGQ da empresa é regido.

Os capítulos que formam o manual da qualidade são compostos pelas seguintes informações:

- **Capítulo 01 (Apresentação)** – Onde faz-se um breve histórico da empresa e compõe, também, a folha de assinatura de aprovação do Manual da Qualidade;
- **Capítulo 02 (Sistema de Gestão da Qualidade)** – Explica qual é a estrutura do sistema, apresentam-se o escopo e o macro-fluxo dos processos que compõem a realização dos produtos da empresa. Qualquer exclusão de requisitos do sistema também é realizada neste capítulo. Os requisitos de documentação também são tratados, apresentando-se como se faz a sistemática de controle de documentos e de registros da qualidade. Vale afirmar que a documentação do SGQ é composta por Manuais (M), Planos da Qualidade (PQ), Procedimentos Operacionais (PO), Formulários (FORM), Planilhas (PLAN) e Certificados de Inspeção de Serviços (CIS);
- **Capítulo 03 (Responsabilidade da Direção)** – Neste capítulo reafirma-se o comprometimento da direção da empresa com o SGQ, apresentam-se a política e os objetivos da qualidade, determina-se a estrutura organizacional da empresa para a qualidade, utilizando-se aí um organograma, nomeia e determina as responsabilidades do Representante da Direção e estabelece-se o procedimento para a realização de análise crítica do SGQ pela Direção da empresa;
- **Capítulo 04 (Administração de Recursos)** – Neste capítulo identificam-se os possíveis recursos para o SGQ da empresa e determina-se como se faz a sua provisão. Também faz-se menção ao processo de treinamento na empresa;
- **Capítulo 05 (Realização do Produto)** – Este capítulo faz menção à como se realizar o planejamento para a realização do produto (projeto ou supervisão), como realizar a análise e tratamento dos requisitos dos clientes, aos procedimentos adotados na empresa para a realização de controle de projetos e supervisão de obras, como realizar o processo de aquisição, identificação e rastreabilidade, o controle dos dispositivos de medição e monitoramento e o processo relativo a assistência técnica. Ainda são apresentadas as

formas de se tratar a propriedade do cliente quando sob os cuidados da empresa e como realizar a preservação do produto; e

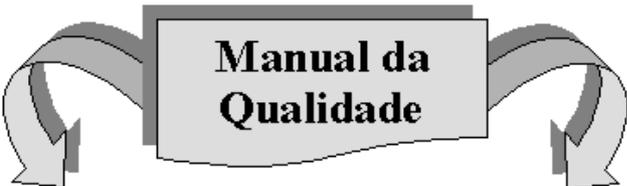
- **Capítulo 06 (Medição, Análise e Melhoria)** – São mencionados os procedimentos para a realização da análise da satisfação dos clientes com os serviços prestados pela empresa, para a realização de auditorias internas da qualidade e para a verificação dos serviços prestados. Ainda define-se as diretrizes para a realização de análise de dados na empresa e de como realizar-se o controle de produto não-conforme, as ações corretivas e preventivas.

Algumas adaptações foram realizadas no Manual da Qualidade após o processo de validação que foi realizado. Nele foi acrescentado a menção aos procedimentos que regem o item 5.10 do manual, Assistência Técnica, e ao item 6.3 também do manual, Verificação dos Serviços Prestados.

As planilhas e formulários correlatos ao Manual da Qualidade são compostos por:

- **Planilha de Controle de Documentos** – Planilha que realiza o controle de identificação, alterações e cópias dos documentos da qualidade;
- **Plano de Sensibilização para Implantação do Sistema** – Planilha que determina o planejamento das atividades que ajudarão na implantação do sistema da qualidade na empresa;
- **Planilha de Objetivos, Metas e Indicadores da Qualidade** – Planilha com a listagem de todos os objetivos, metas e indicadores da qualidade, com campos para registro;
- **Ata de Reunião** – Formulário que serve para registrar as reuniões para o SGQ;
- **Plano de Ação** – Formulário que serve para a realização de tratamento de não-conformidade e para realização de ações corretivas e preventivas; e
- **Planilha de Controle de PA** – Planilha que realiza o controle de todos planos de ação, desde sua abertura até o encerramento.

Maiores detalhes e um padrão de Manual da Qualidade podem ser observados no Anexo II deste trabalho.



<b>1.0 APRESENTAÇÃO</b>
<b>2.0 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE</b>
2.1 Controle de Documentos e Dados
2.1.1 Documentos Internos
2.1.2 Documentos Externos
2.2 Controle de Registros
2.2.1 Controle de Registros Mencionados neste Manual
<b>3.0 RESPONSABILIDADE DA DIREÇÃO</b>
3.1 Política e Objetivos da Qualidade
3.2 Organização da Empresa para a Qualidade
3.3 Representante da Direção
3.4 Análise Crítica pela Direção
<b>4.0 ADMINISTRAÇÃO DE RECURSOS</b>
4.1 Treinamento
<b>5.0 REALIZAÇÃO DO PRODUTO</b>
5.1 Planejamento para a Realização do Produto
5.2 Processos Relacionados aos Clientes
5.2.1 Estabelecimento e Análise Crítica dos Requisitos Relacionados ao Produto
5.2.2 Comunicação com o Cliente
5.3 Realização e Controle de Projetos
5.4 Realização e Controle da Supervisão
5.5 Aquisição
5.6 Identificação e Rastreabilidade
5.7 Propriedade do Cliente
5.8 Preservação do Produto
5.9 Controle dos Dispositivos de Medição e Monitoramento
5.10 Assistência Técnica
<b>6.0 MEDIÇÃO, ANÁLISE E MELHORIA</b>
6.1 Satisfação dos Clientes
6.2 Auditoria Interna
6.3 Verificação dos Serviços Prestados
6.4 Análise de Dados
6.5 Controle de Não-Conformidade, Ação Corretiva e Ação Preventiva

**FIGURA 22 – Capítulos do Manual da Qualidade.**

#### 4.1.2. Plano da Qualidade

O planos da qualidade devem ser editados para todos empreendimentos da empresa, sejam eles projetos ou supervisão de obras rodoviárias. A sua estrutura foi subdividida em seis tópicos e cinco anexos (fig. 23). Conforme foi elaborado na pesquisa, o mesmo fornece um estrutura de apoio e complementação a outros documentos da qualidade, não sendo, então, por si só suficiente a condução do empreendimento.

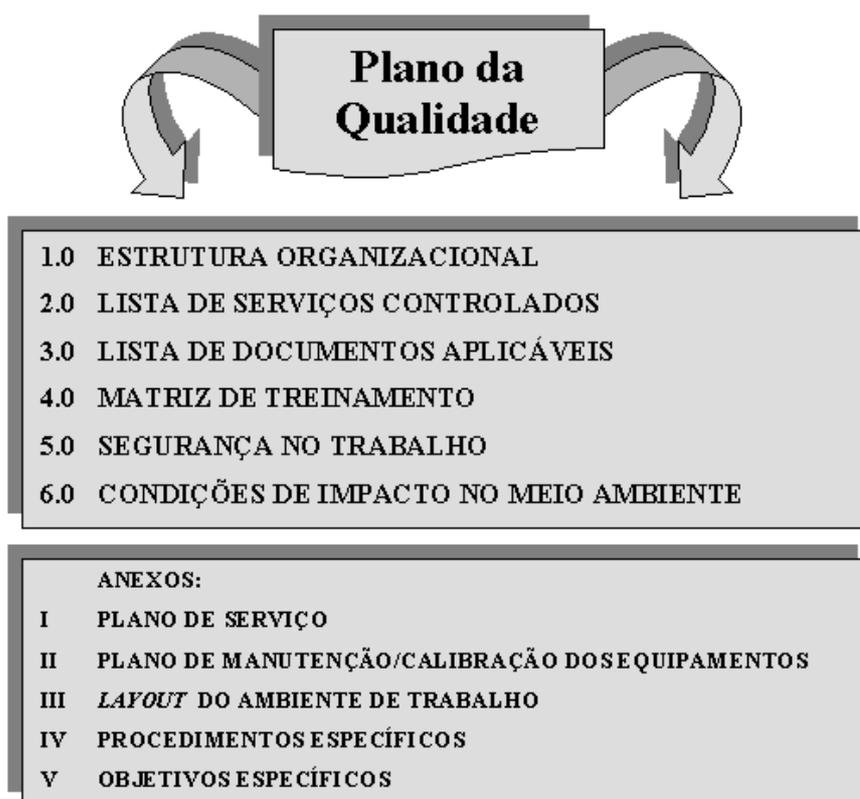
Os tópicos que formam o plano da qualidade são compostos pelas seguintes informações:

- **Tópico 01 (Estrutura Organizacional)** – Apresentam-se como são compostas as equipes de trabalho, quais as suas responsabilidades, autoridades e inter-relações;
- **Tópico 02 (Lista de Serviços Controlados)** – Apresenta quais serão os serviços controlados pela empresa no empreendimento;
- **Tópico 03 (Lista de Documentos Aplicáveis)** – Esta lista apresenta a documentação do sistema que é aplicável a realização do empreendimento (projeto ou supervisão);
- **Tópico 04 (Matriz de Treinamento)** – Onde são determinados quais são os treinamento específicos ao empreendimento da empresa;
- **Tópico 05 (Segurança no Trabalho)** – Determinam-se ou faz-se referência aos procedimentos que devem ser adotados para preservar as condições de segurança mínimas a realização dos serviços; e
- **Tópico 06 (Condições de Impacto no Meio Ambiente)** – Determinando como a empresa realiza ou fiscaliza o manejo ambiental de acordo com as normas do DNIT ou estabelecidas pela contratante.

Ainda, existem alguns anexos ao Plano da Qualidade, os quais são formulários, planilhas ou informações adicionais, que não alteram a estrutura do documento, podendo então serem modificados sem acarretar nova versão e que servem para complementar as informações necessárias ao mesmo. Tais anexos são:

- **Plano de Serviço** – Realizado conforme o Procedimento Operacional de Planejamento da Qualidade;
- **Plano de Manutenção/Calibração dos Equipamentos** – Realizado conforme o Procedimento Operacional de Controle de Equipamentos;

- **Layout do Ambiente de Trabalho** – Planta ou esquema delimitando as instalações da equipe de projeto ou da equipe supervisora;
- **Procedimentos Específicos** – São procedimentos que são únicos ao empreendimento e merecem detalhamento; e
- **Objetivos Específicos** – Objetivos e metas que os coordenadores do empreendimento devem atender durante a sua realização.



**FIGURA 23 – Tópicos e Anexos de Planos da Qualidade.**

Maiores detalhes e um padrão de Plano da Qualidade para Supervisão de Obras pode ser observado no Anexo III deste trabalho.

#### **4.1.3. Procedimentos Operacionais**

Os procedimentos operacionais foram editados tanto para aqueles processos que a NBR ISO 9001:2000 colocam como obrigatórios e não tinham sido inseridos no manual da qualidade, quanto para os processos que requeriam um detalhamento adequado para a sua execução.

Isto explica-se pelo fato de que empresas que trabalham na cadeia da indústria da construção necessitam que as informações sobre a condução de processos e o domínio tecnológico da

empresa sejam padronizados para que o mesmo possa ser repetitivo. A justificativa disto é a grande rotatividade dos funcionários nessas empresas e a baixa especialização dos mesmos.

A estrutura dos procedimentos operacionais foi subdividida em seis tópicos conforme indicado na figura 24.

Os tópicos que formam os procedimentos operacionais são compostos pelas seguintes informações:

- **Tópico 1 (Objetivo)** – Determina para quais atividades e processos o procedimento se aplica;
- **Tópico 2 (Documentos de Referência)** – Menciona todos os documentos internos ou externos a empresa que dão apoio a realização das atividades indicadas no procedimento;
- **Tópico 3 (Responsabilidades)** – Define as responsabilidades específicas ao procedimento para cada função envolvida no mesmo;
- **Tópico 4 (Procedimento)** – Descreve o procedimento propriamente dito para a execução das atividades dos processos afins;
- **Tópico 5 (Formulários e Modelos Correlatos)** – Determina todos os formulários, planilhas e modelos utilizados pela empresa para a realização dos registros e evidências necessários; e
- **Tópico 6 (Controle de Registros)** – Define o controle de registros mencionados no procedimento.



**FIGURA 24 – Tópicos do Procedimento Operacional.**

Ao final de todo o processo de elaboração dos procedimentos operacionais para um SGQ em empresas com o escopo estudado pôde-se chegar a documentação apontada no quadro 22, juntamente com os seus formulários e modelos correlatos.

**QUADRO 22 – A documentação do sistema da qualidade.**

<b>Processo</b>	<b>Procedimento Operacional (PO)</b>	<b>Registros e Modelos Correlatos</b>
Requisitos dos Clientes	<b>(Anexo IV)</b> PO de Análise da Oportunidade de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilha de Análise de Concorrências</li> <li>• Proposta de Modificações</li> </ul>
Planejamento para a Prestação dos Serviços	<b>(Anexo V)</b> PO de Planejamento da Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de Serviço</li> <li>• Modelo de Plano da Qualidade</li> </ul>
Aquisição, Recebimento e Manuseio de Materiais/ Equipamentos e Contratação de Serviços	<b>(Anexo VI)</b> PO de Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitação de Compra/Contratação</li> <li>• Questionário de Qualificação de Fornecedores</li> <li>• Pedido de Compra</li> <li>• Contrato de Serviço</li> <li>• Relatório de Avaliação de Fornecedores</li> <li>• Ficha de Avaliação de Fornecimento</li> </ul>
Seleção e Treinamento	<b>(Anexo VII)</b> PO de Admissão e Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de Manual de Funções</li> <li>• Requisição de Treinamento</li> <li>• Lista de presença em Treinamento</li> <li>• Histórico Individual</li> </ul>
Controle de Equipamentos de Produção, Medição e Ensaios	<b>(Anexo VIII)</b> PO de Controle de Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilha de Controle de Equipamentos</li> <li>• Plano de Calibração/Manutenção de Equipamento</li> <li>• Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamento</li> </ul>
Realização de Projetos	<b>(Anexo IX)</b> PO de Desenvolvimento de Projetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ata de Reunião de Projeto</li> <li>• Planilha de Acompanhamento de Projetos</li> <li>• Ficha de Locação de Obra</li> <li>• Planilha de Verificação de Projetos</li> <li>• Protocolo de Envio e Recebimento de Projetos</li> <li>• Projetos Emitidos</li> </ul>
Medição de serviços executados, análise do andamento da obra e do desempenho da executora	<b>(Anexo X)</b> PO de Execução de Serviços Administrativos em Obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha de Medição Topográfica</li> <li>• Ficha de Medição de Volumes</li> <li>• Ficha de Contabilização de Serviços</li> <li>• Resumo de Serviços Executados</li> <li>• Desempenho da Executora</li> </ul>

<b>Processo</b>	<b>Procedimento Operacional (PO)</b>	<b>Registros e Modelos Correlatos</b>
Vistoria Final da Obra	<b>(Anexo XI)</b> PO de Vistoria Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Check-list</i> de Vistoria Final</li> </ul>
Verificação dos Serviços Prestados	<b>(Anexo XII)</b> PO de Verificação de Serviços Prestados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilha de Análise de Serviços Prestados</li> </ul>
Assistência Técnica	<b>(Anexo XIII)</b> PO de Assistência Pós-Serviço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitação de Serviços de Assistência Técnica</li> <li>• Ordem de Serviço de Assistência Técnica</li> <li>• Relatórios de Assistência Técnica</li> </ul>
Auditorias Internas da Qualidade	<b>(Anexo XIV)</b> PO de Auditorias Internas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de Auditoria</li> <li>• Programação de Auditoria</li> <li>• <i>Check-list</i> de Auditoria</li> <li>• Relatório de Auditoria</li> </ul>
Análise da Satisfação dos Clientes	<b>(Anexo XV)</b> PO de Avaliação da Satisfação dos Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação dos Clientes (Durante a Prestação de Serviços)</li> <li>• Avaliação dos Clientes (Após a Prestação de Serviços)</li> <li>• Modelo de Relatório de Avaliação dos Clientes</li> </ul>

Durante a validação dos modelos de documentos foi constatada a necessidade de se editar mais dois entre os procedimentos operacionais mencionados anteriormente no quadro 22.

Os mesmos procedimentos operacionais foram o de PO de Assistência Pós-Serviço, pois a interpretação inicial seria que os processos após encerrados não mais afetariam as necessidades dos clientes, o que não é verdade para o caso dos projetos e medições entregues que podem apresentar falhas, e o PO de Verificação dos Serviços Prestados, pois definiu-se inicialmente que todos os processos de prestação de serviços da empresa eram controlados durante a sua execução, o que não acontecia para os serviços de supervisão, os quais necessitavam ser verificados para analisar a sua coerência com os procedimentos adotados.

Nas subseções seguintes serão discutidos cada procedimento operacional desenvolvido juntamente com os seus registros.

#### **4.1.3.1. PO de Análise da Oportunidade de Negócio**

Este procedimento operacional trata dos processos de análise dos requisitos estabelecidos pelos clientes antes de se firmar a contratação para prestação de um serviço. Também, determina como a empresa deve proceder no tratamento das modificações relativas aos contratos firmados.

Os formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Planilha de Análise de Concorrências** – Formulário utilizado para realizar a análise do empreendimento e dos requisitos impostos ao mesmos, sejam eles definidos pelos cliente, os regulamentares e os estatutários; e
- **Proposta de Modificações** – Formulário utilizado no processo de análise de alterações ao produto ou serviço contratado a empresa.

#### **4.1.3.2. PO de Planejamento da Qualidade**

Procedimento operacional onde se realiza o processo de planejamento para a realização dos produtos da empresa (projetos ou supervisão). Também, determina como se editar os Planos da Qualidade de cada empreendimento.

Os modelos e planilhas necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Plano de Serviço** – É uma planilha derivada do processo de planejamento e que serve para conter todas as informações necessárias a realização do empreendimento; e
- **Modelo de Plano da Qualidade** – É um modelo do documento de Plano da Qualidade, discutido na seção 4.1.2, para servir apenas como diretriz para a realização dos PQ's de cada empreendimento.

#### **4.1.3.3. PO de Suprimento de Materiais, Equipamentos e Serviços**

Este procedimento operacional trata dos processos de aquisição, recebimento e manuseio de materiais e equipamentos. Trata também dos processos de contratação de serviços terceirizados (projetistas, laboratórios etc.) e da qualificação e avaliação de fornecedores da empresa.

Os modelos e formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Solicitação de Compra/Contratação** – Formulário utilizado por qualquer líder de processo para solicitar materiais, equipamentos ou serviços que interfiram na qualidade dos serviços da empresa;
- **Questionário de Qualificação de Fornecedores** – Formulário utilizado no processo de qualificação dos fornecedores da empresa contendo informações para cadastro e para verificações;

- **Pedido de Compra** – Formulário utilizado para realizar um pedido de fornecimento a qualquer fornecedor qualificado pela empresa. O mesmo tem campos para que se façam as especificações detalhadas do pedido;
- **Contrato de Serviço** – Contrato próprio a cada empresa que deve conter especificações e prazos para o fornecimento dos serviços contratados à fornecedores qualificados;
- **Relatório de Avaliação de Fornecedores** – Formulário que serve para avaliar o desempenho dos fornecedores de materiais, equipamentos e serviços durante o fornecimento; e
- **Ficha de Avaliação de Fornecimento** – Formulário utilizado para realizar a verificação de materiais, equipamentos e servidos fornecidos.

#### 4.1.3.4. PO de Admissão e Treinamento

Procedimento operacional que dá suporte ao processo de admissão de novos funcionários na empresa e ao processo de identificação da necessidade, de planejamento, realização e avaliação de treinamento para os processos relativos ao SGQ da empresa.

Os modelos e formulários necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Manual de Funções** – Documento que serve para determinar as atribuições e as competências requeridas a cada função da empresa;
- **Requisição de Treinamento** – Formulário utilizado para realizar solicitação, planejamento e avaliação de treinamentos na empresa;
- **Lista de presença em Treinamento** – Formulário que fornece o registro dos treinamentos realizados dentro da empresa; e
- **Histórico Individual** – Formulário utilizado para registrar as informações de cadastro e currículo dos funcionários da empresa.

#### 4.1.3.5. PO de Controle de Equipamentos

Este procedimento operacional trata dos processos de controle interno e calibração ou manutenção de máquinas e equipamentos da empresa, para mantê-los aptos à fornecer os resultados adequados as necessidades de seu uso, bem como protegê-los contra danos e extravios.

As planilhas e formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Planilha de Controle de Equipamentos** – Planilha que serve para determinar onde o equipamento está locado na empresa e para controlar os prazos de calibração e manutenção;
- **Plano de Calibração/Manutenção de Equipamento** – Formulário a ser incorporado ao plano da qualidade do empreendimento e que serve para fazer o planejamento e registro das calibrações e manutenções dos equipamentos alocados ao mesmo; e
- **Ficha de Calibração/Manutenção de Equipamento** – Formulário que contém os requisitos e os registros das calibrações e manutenções realizadas a um equipamento específico.

#### 4.1.3.6. PO de Desenvolvimento de Projetos

Procedimento operacional que dá suporte ao desenvolvimento de projetos na empresa. O mesmo, tendo as informações do planejamento contidas no plano da qualidade, determina como deve-se realizar a identificação dos requisitos do projeto, a sua realização, análise crítica, verificação e validação.

Os formulários, planilhas e modelos necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Ata de Reunião de Projeto** – Formulário utilizado para registrar as informações discutidas tanto em reuniões com clientes quanto com os especialistas de cada projeto;
- **Planilha de Acompanhamento de Projetos** – Planilha que serve para cadastrar projetos realizados, determinar sua versão e controlar a remessa de cópias dos mesmos;
- **Ficha de Locação de Obra** – Formulário utilizado pela equipe topográfica para realizar levantamento planimétrico, altimétrico e locação de obra durante a fase de projeto;
- **Planilha de Verificação de Projetos** – Formulário utilizado para realizar a análise crítica e verificação de projetos contendo informações padrões em forma de *check-list*, mas que são flexíveis a adição de outras. Seu conteúdo é o seguinte:
  1. verificação de projetos geométricos de acordo com as recomendações das normas do DNER e campos para a verificação das características da diretriz de acordo com as necessidades de tráfego selecionadas;
  2. verificação de características de projetos de pavimentação asfáltica pelo método do DNER, relativa às recomendações desse órgão, e contém, também, um *check-list* para

a verificação de projetos de pavimentação pelo método mecanístico através da validação em trechos experimentais com as verificações de deflexão, deformação específica de tração e tensão vertical de compressão;

3. verificação de estudos de engenharia definido através de perguntas dispostas em forma de *check-list*.

- **Protocolo de Envio e Recebimento de Projetos** – Formulário que registra o tipo de projeto enviado ou recebido, bem como o número de cópias; e
- **Projetos Emitidos** – Projetos e/ou memoriais, em formato eletrônico ou físico, recebidos de clientes ou desenvolvidos pela empresa e que devem ser salvaguardados durante pelo menos 20 anos.

#### 4.1.3.7. PO de Execução de Serviços Administrativos em Obra

Este procedimento operacional trata dos processos relativos a fiscalização administrativa de obras durante a prestação de serviços de supervisão. Determina como se realizar medição de serviços executados pela executante, análise do andamento da obra e do desempenho da executante durante os serviços prestados por ela.

Os formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Ficha de Medição Topográfica** – Formulário utilizado pela equipe topográfica para realizar levantamento planimétrico e altimétrico dos serviços executados em obra;
- **Ficha de Medição de Volumes** – Formulário utilizado por fiscais de campo e usina para registrar os volumes de materiais utilizados em obra;
- **Ficha de Contabilização de Serviços** – Formulário utilizado pelos engenheiros da empresa para realizar a contabilização dos serviços que foram medidos em campo;
- **Resumo de Serviços Executados** – Formulário que fornece um resumo dos serviços executados pela empresa executora e que deve ser enviado a empresa contratante; e
- **Desempenho da Executora** – Formulário que relata a contratante os resultados do desempenho da executante de acordo com critérios preestabelecidos.

#### 4.1.3.8. PO de Vistoria Final

Procedimento operacional que dá suporte à realização da vistoria final da obra ou parte dela. Este processo é de responsabilidade da empresa durante a supervisão da obra.

O formulário necessário a este procedimento é definido da seguinte forma:

- **Check-list de Vistoria Final** – Formulário utilizado para realizar a conferência de requisitos preestabelecidos da obra. Ele possui alguns requisitos padrões, mas que podem ser modificados ou adicionados a outros de interesse.

#### 4.1.3.9. PO de Verificação de Serviços Prestados

Este procedimento operacional trata do processo relativo ao monitoramento dos serviços prestados durante a supervisão da obra. O mesmo monitoramento é realizado através de requisitos preestabelecidos para os diversos serviços prestados.

O formulário necessário a este procedimento é assim definido:

- **Planilha de Análise de Serviços Prestados** – Formulário utilizado pelo engenheiro residente da obra para realizar o monitoramento dos serviços prestados pelos funcionários que estão sob sua responsabilidade. Este formulário é preenchido de acordo com requisitos preestabelecido e funciona como um *check-list*.

#### 4.1.3.10. PO de Assistência Pós-Serviço

Procedimento operacional que dá suporte à realização da assistência técnica dos serviços prestados pela empresa. Esses serviços de assistência técnica são os relativos à falhas detectadas pelos clientes ou usuários nos projetos e medições de serviços fornecidos.

Os modelos e formulários necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Solicitação de Serviços de Assistência Técnica** – Formulário que serve para que o responsável pelo empreendimento registre a solicitação feita pelo cliente, juntamente a falha detectada;
- **Ordem de Serviço de Assistência Técnica** – Formulário que serve para realizar o planejamento dos serviços de assistência, levantamento dos recursos utilizados e análise da satisfação do cliente com os serviços prestados; e
- **Relatórios de Assistência Técnica** – Relatório não padronizado que fornece uma análise dos dados relativos a assistência técnica, como número de falhas por tipo, a frequência, os custos etc.

#### 4.1.3.11. PO de Auditorias Internas

Este procedimento operacional trata do processo de realização de auditorias internas do SGQ da empresa. O mesmo estabelece a forma de como se proceder o planejamento da auditoria, sua realização e as ações de melhoria necessárias.

Os formulários necessários a este procedimento são assim definidos:

- **Plano de Auditoria** – Este formulário serve para realizar o planejamento anual de auditorias, onde determinam-se os setores que serão auditados com seus respectivos requisitos a avaliar e cronograma de realização;
- **Programação de Auditoria** – Formulário utilizado para realizar o planejamento de uma auditoria específica;
- **Check-list de Auditoria** – Formulário contendo todos os requisitos de avaliação que serão necessários no transcorrer da realização da auditoria. O mesmo contém, também, campos para registro das conformidades, observações e não-conformidades detectadas; e
- **Relatório de Auditoria** – Formulário que serve para registrar observações e não-conformidades detectadas e as conclusões da auditoria realizada.

#### 4.1.3.12. PO de Avaliação da Satisfação dos Clientes

Procedimento operacional que dá suporte à realização da análise da satisfação de clientes da empresa. A mesma análise foi dividida em duas etapas, sendo a primeira durante a execução da obra e a segunda ao seu final.

Os modelos e formulários necessários a este procedimento são definidos da seguinte forma:

- **Avaliação dos Clientes (Durante a Prestação de Serviços)** – Formulário utilizado para a realização da análise da satisfação dos clientes a cada mês durante a realização do empreendimento, direcionando-se à contratante ou seu representante;
- **Avaliação dos Clientes (Após a Prestação de Serviços)** – Formulário utilizado para a realização da análise da satisfação dos clientes 6 meses após a obra finalizada, direcionando-se aos usuários finais da rodovia; e
- **Modelo de Relatório de Avaliação dos Clientes** – Relatório não padronizado que fornece uma análise dos dados relativos ao monitoramento da satisfação dos clientes contendo seus resultados sintetizados.

#### 4.1.4. Documentação Complementar

As documentações complementares que fazem parte do SGQ da empresa, mas que não estão atreladas a outros documentos são as apresentadas no quadro 23.

Uma parte desta documentação é relativa a fase inicial do SGQ, ou seja, a fase de realização do diagnóstico e planejamento do sistema.

Os demais documentos são formulários utilizados na supervisão de obras, mais especificamente na verificação dos serviços de execução, mas que só são mencionados na lista de documentos aplicáveis do Plano da Qualidade da supervisão. O controle de seus registros é realizado no seu próprio cabeçalho.

#### QUADRO 23 – A documentação complementar do sistema da qualidade.

Processo	Documentação Complementar	Registros e Modelos Correlatos
Planejamento e Implantação do Sistema	(Anexo I)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planilha de Diagnóstico do Sistema</li> <li>• Plano para Implantação do Sistema</li> </ul>
Verificação de Serviços em Obra	(Anexo XVI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIS – Certificado de Inspeção de Serviços</li> <li>• Fichas de Ensaio</li> <li>• Laudos de Análise e Ensaio</li> </ul>

As definições destes documentos podem ser observadas abaixo:

- **Planilha de Diagnóstico do Sistema** – Planilha pela qual se realiza o diagnóstico da empresa com relação aos requisitos da qualidade. Esta planilha foi elaborada de acordo com os requisitos de auto-avaliação contidos na NBR ISO 9004:2000;
- **Plano para Implantação do Sistema** – Planilha contendo as atividades que devem ser realizadas para a implantação do SGQ, seus responsáveis, prazos de elaboração e implantação e um campo para acompanhamento do mesmo;
- **CIS – Certificados de Inspeção de Serviços** – Formulários utilizados durante a verificação de serviços de obra, contendo os requisitos de verificação correlacionados às normas de especificação de serviços do DNIT adicionados de requisitos de verificação de deflexão em pavimentos, como uma forma de atender às necessidades de projetos mecânicos. Estes formulários foram desenvolvidos para os serviços de locação, corte, empréstimo, aterro, regularização de subleito, reforço de subleito, sub-base e base estabilizada granulometricamente, imprimação, pintura de ligação e concreto betuminoso;

- **Fichas de Ensaio** – Formulários utilizados durante a supervisão para alguns dos ensaios mencionados nas CIS's, contendo os requisitos de verificação correlacionados aos dispostos nas normas de métodos de ensaio do DNIT; e
- **Laudos de Análise e Ensaio** – Relatório não padronizado que indica os ensaios realizados e os seus resultados para avaliação por parte dos responsáveis.

#### 4.2. Avaliação do SGQ da Empresa Estudada

A avaliação do SGQ da empresa estudada resumiu-se na aplicação do questionário de auto-avaliação.

O mesmo foi respondido pelos três Diretores e o Representante da Direção da empresa estudada. As respostas finais para cada quesito foram obtidas em uma reunião através de um consenso formado pelos participantes.

Neste diagnóstico foram avaliados 27 questões listadas a seguir:

- gestão de sistemas e processos;
- documentação;
- responsabilidade da direção – recomendações gerais;
- necessidades e expectativas das partes interessadas;
- política da qualidade;
- planejamento;
- responsabilidade, autoridade e comunicação;
- análise crítica pela direção;
- gestão de recursos – recomendações gerais;
- pessoas;
- infra-estrutura;
- ambiente de trabalho;
- informação;
- fornecedores e parceiros;
- recursos naturais;

- recursos financeiros;
- realização do produto – recomendações gerais;
- processos relacionados à partes interessadas;
- projeto e desenvolvimento;
- aquisição;
- operações de produção e serviço;
- controle de dispositivos de medição e monitoramento;
- medição, análise e melhoria – recomendações gerais;
- medição e monitoramento;
- controle de não-conformidade;
- análise de dados; e
- melhorias.

Nas respostas às questões a empresa deveria apontar o seu nível de maturidade (variando de 1 a 5) de acordo com o atendimento aos requisitos de um SGQ baseado na NBR ISO 9001:2000 quando comparada a outras empresas do mesmo setor pelo qual ela atua.

Ainda existia um comparativo, onde a empresa pôde fornecer a sua pontuação para a situação de antes e depois da implantação do SGQ.

As respostas fornecidas para os questionamentos na situação de antes da implantação do SGQ coincidiram todas com o nível de maturidade **1**, que indica que a empresa não apresentava abordagem sistêmica evidenciada.

Já quanto as respostas fornecidas para os questionamentos na situação de depois da implantação do SGQ, estas coincidiram todas com o nível de maturidade **5**, que indica que a empresa apresentava, naquele momento, um processo de melhoria fortemente integrado, com resultados de melhor da classe quando comparado com referenciais de excelência.

Os questionamentos realizados e todas as respostas fornecidas podem ser observadas, com maiores detalhes, na Planilha de Diagnóstico do Sistema contida no Anexo I deste trabalho.

# Capítulo 5

---

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1. Resultados Alcançados**

Este trabalho foi realizado com visão na realização de duas atividades para atingir o objetivo principal.

A primeira atividade esteve relacionada ao desenvolvimento de modelos de documentação que atendem aos requisitos de um sistema de gestão da qualidade baseado na NBR ISO 9001:2000 e as particulares dos processos de uma empresa que atua com o escopo de Projetos e Supervisão de Obras Rodoviárias.

Os objetos de pesquisa utilizados para a realização desta atividade foram o desenvolvimento dos modelos de documentação a partir de uma pesquisa bibliográfica, seguida da validação dos modelos em uma pesquisa de campo, efetuada numa empresa consultora atuante no setor estudado, com posteriores adequações que fossem necessárias.

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de modelos e normas sobre SGQ e normas e publicações voltadas ao setor rodoviário, juntamente aos conceitos e diretrizes definidos no capítulo 2 deste trabalho, o que possibilitou a formatação de modelos de documentos da qualidade necessários a uma empresa que atue com o escopo estudado.

O processo de validação desses modelos de documentos da qualidade foi essencial tanto na confirmação de sua possibilidade de utilização por uma empresa consultora atuante no setor estudado, quanto nas adequações que só puderam ser feitas quando no exame em campo de seus processos.

Essas adequações realizadas resultaram no desenvolvimento de dois procedimentos adicionais aos que tinham sido desenvolvidos na pesquisa bibliográfica. Eles consistiram no PO de Assistência Pós-Serviço, necessário ao tratamento e resolução de solicitações feitas pelos clientes quanto à problemas apresentados nos projetos e relatórios de medição fornecidos pela empresa, e no PO de Verificação dos Serviços Prestados, como uma forma de verificar a eficácia dos serviços realizados por fiscais na supervisão e obras.

É necessário que se afirme que todos esses modelos de documentação do sistema não devem ser vistos como padrões a serem utilizados no setor, mas sim como sugestões que devem ser adequadas a cada empresa consultora conforme a sua realidade, seja quanto ao seu porte, tecnologia utilizada ou quanto à sua gestão interna.

Sobretudo, os formulários, planilhas e certificados de inspeção de serviços desenvolvidos, os quais requerem requisitos referenciados em normas técnicas, são os mais inflexíveis à modificações, pois são exigências da contratante em seus empreendimentos, bem como do próprio projeto. Na verdade, alguns dos ensaios mencionados nas normas de especificação de serviço (DNER-ES), quase sempre, não são realizados, como é o caso do Quociente de Irregularidade (QI) e Verificação do Acabamento da Superfície na camada de revestimento. Ainda, é comum a realização de ensaios de ISC na verificação de serviços de pavimentação quando esses são projetados pelo método mecanístico, o que é uma incoerência, pois o ensaio adequado para os parâmetros a analisar é o de deflexão. Portanto, os formulários de inspeção de serviços foram elaborados de forma a atender aos requisitos de projetos pelo método do DNER e Mecanístico.

Ainda, a apresentação dos procedimentos em forma de fluxograma possibilita que o processo não se torne rígido, pois não apresentar-se-á com muitos detalhes, mas sim demonstrará apenas a rotina de realização do mesmo.

Desta forma pode-se reafirmar que os modelos de documentos desenvolvidos atendem as necessidades de um SGQ para empresas consultoras atuando em projetos e supervisão de obras rodoviárias quando baseado na abordagem sistêmica dos processos, podendo, então, servir como referência a trabalhos realizados por outros autores, bem como as empresas atuantes no setor estudado que desejem implantar um SGQ.

A segunda atividade desta pesquisa foi a realização de uma avaliação do SGQ da mesma empresa consultora onde foi realizada a validação dos modelos de documentação. Como a mesma já era certificada na NBR ISO 9001:2000, pretendia-se avaliar os benefícios adquiridos nesta empresa após a implantação de um SGQ.

O método utilizado para analisar o SGQ da empresa foi a aplicação de um diagnóstico de auto-avaliação nos mesmos moldes como o sugerido na NBR ISO 9004:2000. Como o mesmo consistia em um processo de auto-avaliação, os próprios Diretores da empresa, juntamente ao seu Representante da Direção para o SGQ, responderam aos questionamentos contidos neste diagnóstico.

Ainda, quando na decisão de aplicar um diagnóstico do sistema de gestão da qualidade da empresa consultora estudada, baseado nas diretrizes de auto-avaliação da NBR ISO 9004:2000, não havia sido encontrada qualquer referência na bibliografia consultada quanto a estudos realizados com a mesma, de forma que se pudesse avaliar a sua aplicabilidade. Porém,

a colocação do conteúdo do processo de auto-avaliação em uma norma técnica, indica que o mesmo foi avaliado antes de sua publicação.

Os resultados apresentados no diagnóstico após a sua aplicação superaram as expectativas formadas para o estudo.

Segundo as respostas fornecidas, a empresa antes da implantação do seu SGQ, trabalhava sem abordagem sistêmica com relação aos seus processos.

Já a avaliação feita para a situação após a implantação do SGQ indicava que a mesma, no momento da aplicação do diagnóstico, se colocava como uma empresa que atingia resultados de melhor da classe quando comparada com referenciais de excelência e tinham um processo de melhoria fortemente integrado.

Vale ainda salientar que mesmo este processo de auto-avaliação sendo sugerido em uma norma técnica, na NBR ISO 9004:2000, ele requer cuidados com relação aos resultados atingidos, pois o julgamento é inteiramente realizado por pessoas da própria empresa, e, caso não haja imparcialidade, pode fornecer resultados tendenciosos.

Como isto é de difícil avaliação, prefere-se nesta pesquisa entender que os resultados fornecidos refletem um processo de pleno comprometimento de todos na empresa, sobretudo dos seus diretores, com o desenvolvimento e melhoria de seus processos e com a preocupação em garantir a plena satisfação de todas as partes interessadas (clientes, fornecedores, funcionários e diretores).

## **5.2. Sugestões**

Como já era previsível, esta pesquisa não foi suficiente para esgotar por completo o tema estudado.

Alguns outros trabalhos necessitam ser desenvolvidos para criar, no setor rodoviário brasileiro, uma conjuntura que proporcione a melhoria contínua dos serviços prestados e conseqüente atendimento às necessidades dos clientes diretos e dos usuários finais das rodovias.

A seguir podem-se observar sugestões de temas ainda pouco explorados no setor de qualidade em engenharia rodoviária:

- realizar um estudo de caso em uma empresa consultora atuante em projetos e supervisão de obras rodoviárias objetivando a utilização dos modelos de documentação desenvolvidos nesta pesquisa para implantar o SGQ da empresa;
- realizar um estudo de caso para desenvolver um modelo de SGQ em empresas concessionárias de rodovias;
- realizar um estudo sobre gestão de projetos de rodovias das mais diversas disciplinas que os compõem para determinar requisitos para análise crítica, verificação e validação dos mesmos, conforme requisitos normatizados e novas tendências e procedimentos utilizados em projetos rodoviários;
- desenvolver um sistema integrado de monitoramento de rodovias envolvendo requisitos de avaliação funcional e estrutural de pavimentos com os requisitos de projeto, de forma que se defina o momento de intervenções, o procedimento a ser utilizado e os custos das mesmas; e
- realizar uma revisão das normas de especificação de serviço do DNER, as DNER-ES, principalmente no que tange o controle dos serviços executados, como uma forma de determinar os parâmetros e ensaios necessários a serem avaliados, tanto para pavimentos projetados pelo método do DNER quanto pelo método mecanístico.

# **Bibliografia**

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F. S. & MACEDO, J. A. G. de (2003). **NBR ISO 9001 versão 2000 para Empresas Construtoras do Setor Rodoviário**. 34ª Reunião Anual de Pavimentação. Seção Técnica: Construção e Controle de Obras. Campinas – SP, 24 a 29 de Agosto de 2003.
- BAÍA, J. L. & MELHADO, S. B. (1998). **Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas de Arquitetura**. Orientação do Prof. Silvio Burrattino Melhado. Dissertação de Mestrado. EPUSP, São Paulo – SP.
- BERTRAM, M. G. E. (1969). **Ensaio Fundamentais dos Solos para Construção**. Traduzido por Benjamin B. Fraenkel. Livro Ibero-Americano LTDA. Rio de Janeiro – RJ. 128p.
- BSR/ISO/ASQ QE19011 (2002). ASQ – American Society for Quality. **Proposed US Adoption of International Standard ISO 19011:2002 – Guidelines for quality and/or environmental management systems auditing**. Disponível em: URL: <http://standardsgroup.asq.org>. Item número T1901.
- CAMPOS, V. Falconi (1992). **Qualidade Total. Padronização de Empresas**. Fundação Christiano Ottoni. Belo Horizonte – MG. 4ª Ed. 124p.
- CAMPOS, V. Falconi (1995). **TQC – Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. Belo Horizonte – MG. Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG. 1992. Rio de Janeiro – RJ. Bloch Editora. 6ª Ed.
- CASTRO, A. A. (2001). **Projeto de pesquisa**. In: Castro AA, editor. Planejamento da pesquisa. São Paulo: AAC;. Disponível em: URL: <http://www.evidencias.com/planejamento>.
- CORNICK, T. (1991). **Quality management of building design**. Butterworth – Heinemann, Guildford.
- DNER-ES 280/97. **Terraplenagem – cortes**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 281/97. **Terraplenagem – empréstimos**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.

- DNER-ES 282/97. **Terraplenagem – aterros**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 299/97. **Pavimentação – regularização do subleito**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 300/97. **Pavimentação – reforço do subleito**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 301/97. **Pavimentação – sub-base estabilizada granulometricamente**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 303/97. **Pavimentação – base estabilizada granulometricamente**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 306/97. **Pavimentação – imprimação**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 307/97. **Pavimentação – pintura de ligação**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 313/97. **Pavimentação – concreto betuminoso**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- DNER-ES 316/97. **Pavimentação – base de macadame hidráulico**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- FOLHA DE SÃO PAULO, SEBRAE-SP (1994). **Projeto de Qualidade Total**. São Paulo – SP, Jornal Folha de São Paulo, 13 de Março, 1994.
- GUIMARÃES, A. C. T. (2001). **Diagnóstico Preliminar da Base de Dados de Tráfego da Malha Rodoviária do Estado da Paraíba**. Orientação de José Afonso G. de Macedo e Nilton Pereira de Andrade. Campina Grande, PB. UFPB. 2001. 151p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Geotecnia, Universidade Federal da Paraíba, Campus II.
- IBP (1999). Instituto Brasileiro do Petróleo. Comissão de Asfalto do IBP. **Informações Básicas Sobre Materiais Asfálticos**. Revista: 1999. Rio de Janeiro – RJ, 6ª ed., 75p.
- IPR 377/50 (1976). Murillo Lopes de Souza. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Controle tecnológico de serviços de pavimentação**. 2ª Ed. Rio de Janeiro – RJ. 97p.

- IPR 696/100 (1996). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Implantação Básica**. 2ª Ed. Rio de Janeiro – RJ. 169p.
- IPR 697/100 (1996). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Pavimentação**. 2ª Ed.. Rio de Janeiro – RJ.
- IPR 700/100 (1997). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Glossário de Termos Técnicos Rodoviários**. Rio de Janeiro – RJ. 296p.
- IPR 701/100 (1997). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Glossário de Termos da Qualidade**. Rio de Janeiro – RJ. 209p.
- IPR 707/20 (1999). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários (escopos básicos/instruções de serviço)**. Rio de Janeiro – RJ. 375p.
- ISO/TR10013 (2002). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade, CE-25:002.18 – Comissão de Estudo de Sistema Da Qualidade. **Diretrizes para a documentação de sistema de gestão da qualidade**. Rio de Janeiro – RJ.
- JURAN, J. M. & GRAYNA, F. M. (1991). **Controle da Qualidade: Componentes Básicos da Função Qualidade**. McGraw-Hill/Makron Books. Volume II. 4ª Ed. São Paulo – SP.
- LUCAREVSCHI, C. I. et alii (1993). **Normalização Rodoviária - A Cooperação DNER-ABNT**. 27ª Reunião Anual de Pavimentação. III Seção Técnica. Teresina – Piauí. 07 a 12 de Novembro de 1993.
- MEDINA, J. de (1988). **Fundamentos da Mecânica dos Pavimentos**. (COPPE/UFRJ, Concurso para Professor Titular, Área de Mecânica dos Solos, Programa de Engenharia Civil, 1988). Rio de Janeiro – RJ. VI, 132p. 29,7cm.

- MESEGUER, Á. G. (1991). **Controle e Garantia da Qualidade na Construção**. São Paulo – SP. Sinduscon – SP/Projeto.
- MS-4 (1989). **Manual de Asfalto**. Instituto de Asfalto. Centros de Pesquisa. Lexington, EUA. 599p.
- NBR ISO 8402 (1994). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade – Terminologia**. Rio de Janeiro – RJ.
- NBR ISO 9000 (2000). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade, CE-25:002.18 – Comissão de Estudo de Sistema Da Qualidade. **Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário**. Rio de Janeiro – RJ.
- NBR ISO 9001 (2000). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade, CE-25:002.18 – Comissão de Estudo de Sistema Da Qualidade. **Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro – RJ.
- NBR ISO 9004 (2000). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade, CE-25:002.18 – Comissão de Estudo de Sistema Da Qualidade. **Sistemas de Gestão da Qualidade – Diretrizes para Melhorias de Desempenho**. Rio de Janeiro – RJ.
- NETO, A. F. (1999). **Dicionário do engenheiro: termos técnicos e correlatos**. Edições BAGAÇO. Recife – PE. 358p.
- PBQP-H (2003). Comissão Técnica do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ) do PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat. **Empresas Qualificadas**. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana. Brasília – DF. Disponível em: URL: <http://www.pbqp-h.gov.br>.
- PINTO, S. & PREUSSLER, E. (2002). **Pavimentação Rodoviária: Conceitos Fundamentais Sobre Pavimentos Flexíveis**. COPIARTE, Rio de Janeiro – RJ. 269 p.
- PREGO, A. S. da S. (2001). **A memória da pavimentação no Brasil**. Rio de Janeiro – RJ. Associação Brasileira de Pavimentação. 640p.
- QUALIOBRA/SE (2003). Comissão Técnica do Fórum Permanente de Acompanhamento do QUALIOBRA/SE – Programa Estadual da Qualidade e Produtividade no Habitat

de Sergipe. **QUALIOBRA / SE – Itens e Requisitos do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras – Empresas de Projeto – SIQ-Empresas de Projeto**. CEHOP – Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas do Estado de Sergipe. Aracaju – SE.

SANTOS, L. A. dos; MELHADO, S. B. (2001). **Questionamentos e Proposições Acerca do Plano da Qualidade do Empreendimento – PQE**. Fortaleza, CE. 2001. 14p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza, CE. Artigo técnico.

SENÇO, W. de (2001). **Manual de Técnicas de Pavimentação**. Vol. II. 1ª ed. São Paulo – SP. PINI.

SOARES, J. B. et alii (2000). **Análise de Bacias Deflectométricas para o Controle de Construção de Pavimentos Asfálticos**. Transporte em Transformação V. Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT de Produção Acadêmica. Confederação Nacional do Transporte. Co-edição MAKRON Books, São Paulo – SP.

SOUZA, L. N. de (1999). **Contribuição ao estudo dos pavimentos rodoviários**. Orientação de Protasio Ferreira e Castro. Niterói, RJ. UFPE. 1999. 222p. il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense.

SOUZA, R. de & ABIKO, A. (1997). **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. EPUSP. São Paulo, SP. 52p.

SOUZA, R. de et alii (1994). **Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras**. CTE – Centro de Tecnologia de edificações. São Paulo – SP.

WERKEMA, Mª C. C. (1995). **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte – MG. 404 p. Vol. 2.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

AASHTO (1984). **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. USA. Washington, D. C.

- ALBUQUERQUE, F. S. & MACEDO, J. A. G. de (2003). **Sistema de Gestão da Qualidade em Empresas de Projeto e Fiscalização de Obras de Pavimentação**. 12ª Reunião de Pavimentação Urbana. Seção Técnica: Manutenção, Restauração e Gerência de Vias Urbanas. Aracaju, SE, Novembro de 2003.
- ALBUQUERQUE, F. S. (2002). **Disciplina de Pavimentação – Apresentação**. Departamento de Engenharia Civil. Estágio docência de Mestrado. UFCG, Campina Grande – PB.
- ANDRADE, M. H. F. & DOMINGUES, F. A. A. (1995). **Diretrizes para um Programa de Garantia da Qualidade na Conservação Rodoviária**. 29ª Reunião Anual de Pavimentação. V Seção Técnica. Cuiabá – MT. 23 a 27 de Outubro de 1995.
- ANSI/ASQC (1986). **Generic Guidelines for Auditing of Quality Systems**. American Society for Quality Control. Milwaukee.
- BALBO, J. T. (2002). **Composição do Tráfego e Cálculo do Número N**. Laboratório de Mecânica dos Pavimentos. EPUSP.
- BRANDALIZE, M<sup>a</sup> C. B. (2003). **Apostila de Topografia**. PUC/PR. Curitiba – PR.
- BUZATTI, D. J. (1997). **Critérios Estatísticos para o Controle de Execução de Obras Rodoviárias**. XIII RAPv. Curitiba – PR.
- BUZATTI, D. J. **Aplicações da Estatística ao Controle de Qualidade de Obras Rodoviárias**. Ano desconhecido.
- CORRÊA, H. & GIANESI, I. (1993). **Just in Time, MRP e OPT**. 2ª ed. São Paulo: Atlas.
- DA COSTA, P. S. & FIGUEIREDO, W. C. de (2001). **Estradas: Estudos e Projetos**. EDUFBA, Salvador – BA. 408p.il.
- DER – MG R-25 (1975). **Critério Estatístico para o Controle de Obras Rodoviárias**.
- DER/SC DCE-C (1999). Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC. **Diretrizes para a concepção de estradas: condução do traçado – DCE-C**. Florianópolis – SC.
- DER/SC DCE-T (1993). Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC. **Diretrizes para a construção de estradas: traçado das linhas – DCE-T**. Florianópolis - SC.

- DNER-PRO 277/97. **Metodologia de Controle Estatístico de Obras e Serviços**. DNER/ IPR / Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro – RJ. 1997.
- FABRICIO, J. M. et alii (1993). **Contribuição ao Controle Estatístico da Qualidade de Obras Rodoviárias**. 27ª Reunião Anual de Pavimentação. III Seção Técnica. Teresina – Piauí. 07 a 12 de Novembro de 1993.
- FELEX, J. B. & MARQUES, C. S. A. (2000). **Qualidade de Pavimentos e Normas NBR ISO 9000**. 32ª Reunião Anual de Pavimentação. Brasília – DF. 16 a 20 de Outubro de 2000.
- FUNASA (2003). **Manual de Saneamento**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF.
- HUTCHINS, David (1993). **Just in Time**. São Paulo: Atlas.
- IPR 643/50 (1975). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Controle da Qualidade na Construção Rodoviária**. Tradução do “*Buletin Mars – LCPC*”. *Controle do Qualité en Construction Routière*.
- IPR 704/100 (1998). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos**. Rio de Janeiro – RJ.
- IPR 706/20 (1999). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro – RJ. 218p.
- IPR S/N (1974). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto de engenharia rodoviária**. Rio de Janeiro – RJ. (não disponível na BU).
- IPR S/N (1981). BIRMAN, S. Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Instruções para Controle Tecnológico de Serviços de Pavimentação**. Rio de Janeiro – RJ.
- IPR S/N (1990). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de**

**Pavimentos Rígidos: Materiais para Concreto de Cimento Portland, Execução e Controle Tecnológico.** Vol. 1. Rio de Janeiro – RJ.

IPR S/N (1995). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Roteiro para Monitoramento de Obras Rodoviárias.** Rio de Janeiro – RJ.

IPR S/N (1997). Brasil. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Diretrizes de Controle da Qualidade.** Rio de Janeiro – RJ.

LEE, Shu Han (2000). **Projeto Geométrico de Estradas.** Engenharia Civil – UFSC. Programa Especial de Treinamento. Apostila da Disciplina ECV 5115: Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias Parte 1. Florianópolis – SC.

MACHADO, S. L. (1998). **Apostila de Mecânica dos Solos.** Disciplina ENG - 106, UFBA/Salvador/Bahia. Disponível em: URL: <http://www.geotec.eng.ufba.br>.

MFQ-GT4 (1997). Mouvement Français pour la Qualité, Groupe de Travail 4. **Qualité et management: lignes directrices pour le management et l'assurance de la qualité d'une opération de construction.** Mimeo, Paris.

MIYAUCHI, I (1992). **“Management by Policy”, JUSE TQC Seminar for Brazilian Top Management.** Japão.

MOTTA, L. M. G. (1991). **Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis; critérios de confiabilidade e ensaios de cargas repetidas.** Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ.

NBR 5426 (JAN de 1985). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Comitê Brasileiro de Eletricidade. **Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos.** Rio de Janeiro – RJ.

NBR 5427 (JAN de 1985). ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Comitê Brasileiro de Eletricidade. **Guia para Utilização da Norma NBR 5426 - Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos.** Rio de Janeiro – RJ.

NEPOMUCENO, N. F. (1999). **Processo de planejamento rodoviário no Brasil.** Orientação de Orlando Celso Longo. Niterói, RJ. UFF. 1999. 96p. Dissertação ( Pós-

graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense.

NETO, A. Z. et alii (1993). **Controle da Qualidade em Obras de Pavimentação Urbana – Algumas Sugestões**. 27ª Reunião Anual de Pavimentação. III Seção Técnica. Teresina – Piauí. 07 a 12 de Novembro de 1993.

NÓBREGA, E. S. (2003). **Comparação entre métodos de retroanálise em pavimentos asfálticos**. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro – RJ. 365f.

PBQP-H (2002). Comissão Técnica do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ) do PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat. **PBQP-H – ANEXO III – Itens e Requisitos do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras – SIQ, Segundo a NBR ISO 9001:2000**. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana. Brasília – DF.

PEREIRA, D. R. AL-CHUEYR M. (1992). **Contribuição ao Estudo dos Fatores de Equivalência de Cargas**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da USP, São Paulo – SP.

PONTES FILHO, G. (1998). **Estradas de Rodagem: projeto geométrico**. São Carlos – SP. 432p.il.

SOARES, D. R.; SPOSTO, R. M<sup>a</sup> (2001). **Proposta de metodologia para sistema de gestão da qualidade (SGQ) em órgão de execução de obras militares, com enfoque na fiscalização de obras**. Fortaleza, CE. 14p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza, CE, 2001. Artigo técnico.

SOUSA, M. L. de (1980). **Pavimentação Rodoviária**. Vol. 1. 2ª Ed. Livros Técnicos e Científicos: DNER – Instituto de Pesquisas Rodoviárias. IPR – Publicação nº 609. Rio de Janeiro – RJ.

THRESH, J. L. (1984). **How to Conduct, Manage, and Benefit from Effective Quality Audits**. MGI Management Institute. Harrison. New York - USA. pp. 5-7.

WONNACOTT, T. H. & WONNACOTT, R. J. **Introductory Statistics for Business and Economics**. Ano desconhecido.