

VINICIUS SILVA GUERRA LIMA

Estudo dos Custos da Qualidade na Construção Civil

São Paulo

2014

VINICIUS SILVA GUERRA LIMA

Estudo dos Custos da Qualidade na Construção Civil

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do certificado de
Especialista em Gestão e Engenharia da
Qualidade – MBA / USP.

Orientador: Adherbal Caminada Neto

São Paulo

2014

Dedico este trabalho à minha esposa, à
minha família e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Adherbal Caminada Neto toda a dedicação e paciência durante todo o curso e, principalmente, durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus companheiros de curso Fabiano, Vívian, Larissa e Murilo por toda a ajuda prestada.

Agradeço à minha esposa Máira pelo incentivo durante as noites de estudo, pela paciência e dedicação.

Agradeço a minha irmã Tatiana, minha mãe Marta e meu pai Aderbal pelas palavras de apoio.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para este trabalho.

RESUMO

É de conhecimento geral que a construção civil brasileira possui altos índices de perdas, geradas por uma execução de serviços baseada nas boas práticas e experiências dos profissionais envolvidos (JANUZZI, p.16, apud MESEGUER, 2010). Poucas empresas possuem um sistema de gestão da qualidade bem desenvolvido e difundido.

O governo brasileiro desde 1996 mantém PBQP-h, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade, voltado à habitação. Neste programa as organizações são classificadas em níveis de qualidade, baseados em critérios da ISO 9001. Este programa ajudou a difundir uma cultura da qualidade no ramo, porém ainda é bem carente no que tange a excelência.

O objetivo deste trabalho é trazer uma análise dos custos da qualidade em uma construtora de obras de infraestrutura, considerando desde a mão de obra envolvida aos materiais e ensaios realizados. Com este estudo propõe-se a utilização dos dados pelas diretorias e gerências a fim de reduzir custos.

O objeto de estudo deste trabalho é uma obra da Azevedo & Travassos, empresa da construção que possui 90 anos no mercado, atuando nas áreas de construção civil pesada, montagem eletromecânica, dutos e perfuração direcional. A empresa possui um sistema da qualidade próprio, porém não é certificada. Esse sistema, apesar de bem estruturado, não possui procedimentos implantados para medição e avaliação dos custos da qualidade.

A análise envolvida neste trabalho se dará em uma obra de construção de um viaduto para o DER-SP. Serão analisadas as atividades de execução de terraplanagem e pavimentação do viaduto como base para estudar e definir um método de avaliação de Custos da Qualidade a ser proposto à empresa.

Palavras-chave: custos da qualidade. qualidade na construção civil. custos da conformidade.

ABSTRACT

It is common knowledge that Brazilian civil construction has high loss rates, generated by services based on experience of the professionals involved (JANUZZI, p.16, apud MESEGUER, 2010). Few companies have a quality management system well developed and widespread.

The Brazilian government since 1996 keeps PBQP - h , Brazilian Program of Quality and Productivity , focused on housing. Organizations in this program are classified into levels of quality, based on criteria of ISO 9001. This program helped to spread a culture of quality in the industry, but it is still very lacking when it comes to excellence.

The objective of this work is to bring an analysis of quality costs in a construction works of infrastructure, since considering the manpower involved to materials and tests. This study proposes the use of data by boards and managements to reduce costs.

The object of this work is a construction of Azevedo & Travassos, a construction company that has 90 years in the market, working in heavy civil construction, electromechanical assembly, directional drilling and pipelines. The company has its own quality management system, but is not certified. Despite its well-structured system it's not well implemented and widespread in organization.

The analysis involved in this work will be in a construction of a bridge for the DER - SP. Activities implementing earthmoving and paving the viaduct will be analyzed for initiating Quality costs related to the company studies.

Keywords: costs of quality. quality in construction. costs of compliance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Custos para gerir uma empresa (CAMINADA, 2013).	15
Figura 2: Esquema geral da implantação do Viaduto e Adequação viária	18
Figura 3: Desenho típico de uma estrutura de pavimento (Medidas em cm) ...	20
Figura 4: Fluxograma do processo de lançamento de rachão	22
Figura 5: Fluxograma do processo de lançamento de Macadame Seco	23
Figura 6: Fluxograma do processo de lançamento do BGS	24
Figura 7: Fluxograma do processo de lançamento de CBUQ	25
Figura 8: Deflexões máximas na estrutura do pavimento analisado (Projeto Executivo)	27
Figura 9: Organograma Geral da Azevedo e Travassos (Manual da Qualidade, Azevedo e Travassos, Rev. I, 2012)	33
Figura 10: Pedreira visitada durante a qualificação de fornecedores	35
Figura 11: Monte de material britado	37
Figura 12: Linha de Mistura de CBUQ	38
Figura 13: Rachão recebido na obra para aplicação no Ramo 500	40
Figura 14: Início das escavações no Ramo 500	41
Figura 15: Verificação da cota deixada pela topografia (Ramo 500)	41
Figura 16: Rachão travado no Ramo 500	42
Figura 17: Resultados da deflexão para a camada de rachão	43
Figura 18: Realização do ensaio de deflectometria no Ramo 500	43
Figura 19: Resultados da deflexão para o Macadame Seco	44
Figura 20: Lançamento do BGS com Motoniveladora	45
Figura 21: Resultados da deflexão na camada de BGS	45
Figura 22: Camada de BGS imprimada	46
Figura 23: Aplicação da camada de CBUQ do Binder	46
Figura 24: Capa do Ramo 500 realizada aguardando a pintura das faixas	47
Figura 25: Gráfico do Valor por metro quadrado de pavimentação de cada falha	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Especificações das camadas de terraplanagem e pavimentação	21
Tabela 2: Estimativa de Custos da Qualidade	27
Tabela 3: Custos da Qualidade considerados no estudo	28
Tabela 4: Resultados de Ensaio realizados em fornecedores de materiais britados	36
Tabela 5: Composição de Custos de Prevenção (Ramo 500).....	39
Tabela 6: Composição de Custos de Avaliação (Ramo 500)	42
Tabela 7: Composição de Custos de Falhas (Ramo 500)	49
Tabela 8: Valores dos custos da qualidade por metro quadrado.....	50

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1.	O conceito de Qualidade.....	13
2.2.	Os Custos da Qualidade	13
2.3.	Classificação dos Custos da Qualidade.....	15
3	METODOLOGIA	17
3.1.	Histórico da Organização Estudada.....	17
3.2.	Construção de Viaduto Sobre a Rodovia Anchieta – Cubatão – SP	17
3.3.	Atividade de Terraplanagem e Pavimentação	18
3.3.1.	Definições	18
3.3.2.	Qualificação de fornecedor e inspeção de materiais.....	26
3.3.3.	Controle e Liberação das Camadas	26
3.4.	Classificação dos Custos da Qualidade na Atividade de Terraplanagem e Pavimentação	27
3.5.	Atribuições	29
3.6.	Análise dos Custos	33
4	RESULTADOS.....	35
4.1.	Ramo 500.....	35
4.2.	Qualificação de Fornecedores	35
4.2.1.	Composição dos Custos de Prevenção	38
4.2.2.	Dificuldades encontradas – Custos de Prevenção.....	39
4.3.	Execução dos Serviços no Ramo 500	40
4.3.1.	Composição dos Custos de Avaliação	42
4.3.2.	Dificuldades encontradas – Custos de Avaliação	47
4.3.3.	Composição dos Custos de Falhas.....	47
4.3.4.	Dificuldades encontradas – Custos de Falhas	49

4.4. Análise dos Resultados.....	50
5 CONCLUSÕES	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Conforme Souza, 2001 descreve, a literatura atual é carente de análises de custos da qualidade na construção civil. Estes estudos vem sendo implantados em grandes indústrias, prestadoras de serviços e organizações no ramo digital, porém a indústria da construção civil no Brasil ainda é, em sua grande maioria, precária em sua controladoria em geral, seja na parte técnica como na administração do negócio.

Considera-se que qualquer processo, mesmo que bem controlado, gera produtos não-conformes acarretando-se assim custos de não-conformidades. Estes custos podem ser reduzidos investindo-se em prevenção de falhas e avaliação do processo. A todos estes custos dá-se o nome de Custos da Qualidade. Estes valores acabam diluídos nos custos do produto final, o que se contrapõe à nova ordem das organizações com grande competitividade, onde qualquer redução de valor final para o cliente é significativa (BARRETO, 2008).

Este trabalho tem como objetivo estabelecer um método de coleta de dados confiável a partir da análise da atividade de terraplanagem e pavimentação de uma das obras da Azevedo e Travassos. Sendo assim, foi possível identificar os problemas encontrados durante a aplicação do método para que sejam propostas melhorias nos processos da organização, adequando-se à utilização e benefícios que um controle dos custos da qualidade trará.

Com isto pretende-se que o método sirva de base para a definição de uma estratégia de investimento da organização para as próximas obras e projetos, bem como uma melhor apresentação destes custos para planejamento de novas participações em concorrências.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O conceito de Qualidade

O conceito de qualidade de um produto ou serviço é muito estudado desde que se começou a gerenciar de forma sistemática grandes organizações. Porém, a qualidade ainda é um conceito de difícil definição tendo diferentes entendimentos dependendo de sua aplicação e estudo.

Para Juran e Gryna (1991) a qualidade é a “adequação ao uso”, o que pode-se entender como a satisfação de quem o usa, ou seja, o cliente. Com isso podem ser definidas normas de padronização dos processos e criados critérios dos produtos para que seus fabricantes se adequem à fabricação de um produto que atenderá, teoricamente, às necessidades dos clientes.

Porém, esta definição é focada no usuário e seu uso e não leva em consideração a análise de custos envolvidos para precificação do produto em questão. Por conta disso, Feigenbaum (1994) define que a qualidade deve estar baseada na experiência do cliente com o produto e o serviço, medidos através das necessidades percebidas que representam uma meta num mercado competitivo. Isto significa que, além de suas características de usabilidade, o produto necessita estar dentro da possibilidade de compra do cliente gerando assim a experiência completa do produto.

2.2. Os Custos da Qualidade

Considerando como foco a competitividade das organizações, seus gestores passaram a não se preocupar apenas com a qualidade de seus produtos, mas também com os custos incorridos para obtenção deste atributo.

A gestão estratégica dos custos conduz a uma visão empresarial de longo prazo. A dupla abordagem de produzir/fornecer itens e serviços que atendam o cliente e, ao mesmo tempo, conseguir coloca-los de forma competitiva, a um preço que garanta a sobrevivência por meio do lucro contínuo pelo domínio da qualidade impõe às organizações reanalisarem não só seus processos, mas também o sistema de custeio adotado. (BARRETO, 2008, p. 38)

Com esse pensamento estratégico a lógica do pensamento de custeio do produto foi substituída de:



Para:



(NAKAGAWA, 1993, p. 48, apud. BARRETO, 2008).

Nesta nova abordagem, é necessário o planejamento do processo incluindo não só sua execução prática, mas também a análise de gastos com todas as etapas. Com isso em mente, pode-se considerar que todo processo é passível de falhas e os gastos com estas não-conformidades terão que ser previstos no custo total do processo produtivo. Estes custos podem ser reduzidos investindo-se em prevenção de falhas e avaliação do processo. Portanto, dá-se o nome de Custos da Qualidade aos custos de Prevenção, Avaliação e Falhas, sejam elas internas ou externas.

Portanto, para este estudo adotou-se o conceito de Feigenbaum (1994) que diz que Custos da Qualidade são:

- Custos associados à definição, criação e controle da qualidade, assim como avaliação e realimentação de conformidade com exigência em qualidade, confiabilidade e segurança.
- Custos associados às consequências provenientes de falha em atendimento a essas exigências, tanto no interior da fábrica (ou ainda no

estágio da obra, no caso da construção civil) como nas mãos dos clientes.

Existem custos associados à imagem da organização e futuras negociações que dificilmente podem ser mensurados de forma exata, porém algumas empresas de consultoria estimam tais valores para que se possa fazer uma avaliação ou análise de risco em tomadas de decisão.

2.3. Classificação dos Custos da Qualidade

Segundo CAMINADA (2013), o custo total para gerir uma empresa, incluindo os custos da qualidade, pode ser dividido da seguinte forma:



Figura 1: Custos para gerir uma empresa (CAMINADA, 2013).

— Custos da Conformidade

- Prevenção: Custos de atividades destinadas à prevenção de falhas do processo, sejam elas nos fornecedores, em treinamentos de pessoal, compras, desenvolvimento de produto, entre outras.

- Avaliação: Custos em atividades destinadas a avaliação do produto durante o processo de fabricação, podendo ser exemplificadas em inspeções, testes, ensaios, etc.

— Custos da não-conformidade

- Falhas internas: São custos gerados a partir de produtos obtidos fora de suas especificações e tratados internamente na organização, não havendo influência para o cliente. Estes custos podem ser de retrabalho, refugo, reinspeção, entre outros.
- Falhas externas: São custos gerados a partir de produtos obtidos fora de suas especificações e que, de alguma forma, causaram prejuízos ao cliente, sendo os gastos com garantia, recall, alteração de prazo, etc. Podem ser incluídos nesta categoria custos impossíveis de serem mensurados, causados pelo impacto das falhas na imagem da organização e também em futuras negociações.

3 METODOLOGIA

3.1. Histórico da Organização Estudada

A Azevedo & Travassos teve sua fundação no ano de 1922 a partir da união de dois grandes Engenheiros da época, ambos formados pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A A&T teve grande importância no cenário da Engenharia Civil e de Construção Pesada, participando da fundação do “Sindicato da Indústria da Construção Civil de Grandes Estruturas de São Paulo”. (A&T WEBSITE, 2013)

No começo da década de 80 focou suas atividades na construção e montagem de oleodutos, ramo em que atua fortemente até hoje. Porém, é com a diversificação que a empresa consegue sua grande vantagem no mercado, possuindo 4 grandes diretorias técnicas (Construção Pesada e Civil, Montagem Eletromecânica, Perfuração e Completação de Poços e Desenvolvimento Imobiliário).

A empresa conseguiu criar um Sistema de Gestão da Qualidade bem fechado e focado em suas atividades e é certificada no PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Habitação) no nível A no seu segmento de obras de edificações (PBQP-h WEBSITE, 2014).

3.2. Construção de Viaduto Sobre a Rodovia Anchieta – Cubatão – SP

O Contrato em questão trata da construção de um viaduto sobre a Rodovia Anchieta, ligando o Jardim Casqueiro ao Centro do município de Cubatão.

A fundação do viaduto será realizada em estacas metálicas, sua estrutura em vigas pré-fabricadas e caixão perdido de concreto.

Faz parte do contrato a terraplanagem e pavimentação para adequação viária em aproximadamente 35000m² de área. Para estas atividades serão realizados os estudos objetos deste trabalho.

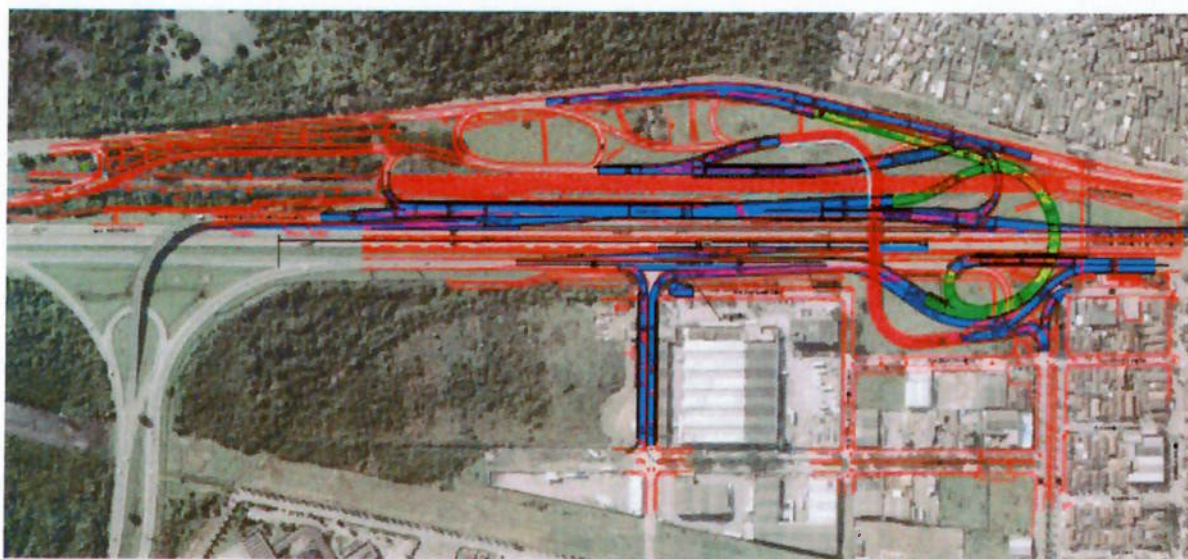


Figura 2: Esquema geral da implantação do Viaduto e Adequação viária

3.3. Atividade de Terraplanagem e Pavimentação

3.3.1. Definições

a) Rachão Não Classificado

Camada de material pétreo na dimensão de pedras (acima de 60 mm) travada com material de granulometria inferior.

b) Macadame Seco

A sub-base ou base de macadame seco é constituída por agregados graúdos, naturais ou britados. Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação. Camada de bloqueio ou isolamento é a parte inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,04 m após a compactação, constituídos por finos da britagem, aplicada nos casos que a camada subjacente ao macadame seco é constituída por solos com mais de 35% passando na peneira 200.

c) BGS (Brita Graduada Simples)

Brita graduada é a camada de base ou sub-base composta por mistura em usina de produtos de britagem de rocha sã e que, ao serem

enquadradas em uma faixa granulométrica contínua, assegura a esta camada estabilidade.

d) CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente)

Concreto betuminoso usinado a quente é uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de concreto betuminoso deverá atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade, que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas;
- Camada de ligação ou "binder": camada posicionada imediatamente abaixo da "capa". Apresenta em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior percentagem de vazios, menor consumo de "filler" (quando previsto) e de ligante;
- Camada de nivelamento ou "reperfilagem": serviço executado com massa asfáltica de graduação fina, com a função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

e) Imprimação Betuminosa Impermeabilizante

Imprimação asfáltica impermeabilizante consiste na aplicação de película de material asfáltico sobre a superfície concluída de uma camada de base ou sub-base. Visa aumentar a coesão da superfície imprimada por meio da penetração do material asfáltico empregado,

impermeabilizar a camada subjacente e, quando necessário, promover condições de aderência com a camada sobrejacente.

f) Imprimação Betuminosa Ligante

Imprimação asfáltica ligante consiste na aplicação de película de material asfáltico sobre uma camada do pavimento, base coesiva ou camada asfáltica, visando promover a aderência desta superfície com outra camada de revestimento asfáltico subsequente.

Uma vez que a análise de Custos da Qualidade na Organização apresentada não é implementada atualmente, escolheu-se por fazê-la apenas em uma atividade da obra em questão.

Por se tratar de uma atividade de sequências bem definidas, com grande dependência de máquinas e equipamentos, a Terraplanagem e Pavimentação foi escolhida como atividade de estudo.

Esta atividade consiste basicamente em abertura de caixa no solo existente, colocando-se material especificado em projeto em camadas bem definidas. Para cada material existem especificações do Cliente (DER-SP) para suas características químicas, mecânicas e de comportamento conjunto com outros materiais.

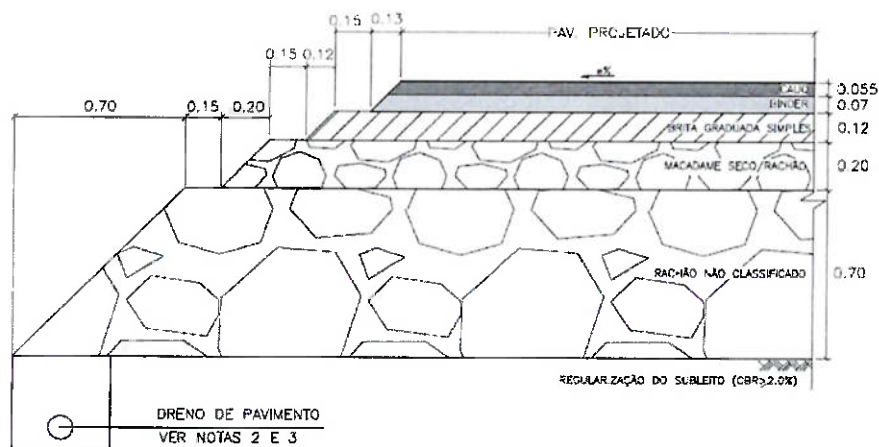


Figura 3: Desenho típico de uma estrutura de pavimento (Medidas em cm)

Tabela 1: Especificações das camadas de terraplanagem e pavimentação

MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO
CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) – Faixa III	ET-DE-P00/027
CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) – Faixa II (Binder)	ET-DE-P00/027
Brita Graduada Simples (BGS)	ET-DE-P00/008
Pedra Rachão (Macadame Seco)	ET-DE-P00/011
Rachão de Fundo Não Classificado ($\phi < 6''$)	--
Melhoria e Preparo do Subleito	ET-DE-P00/001

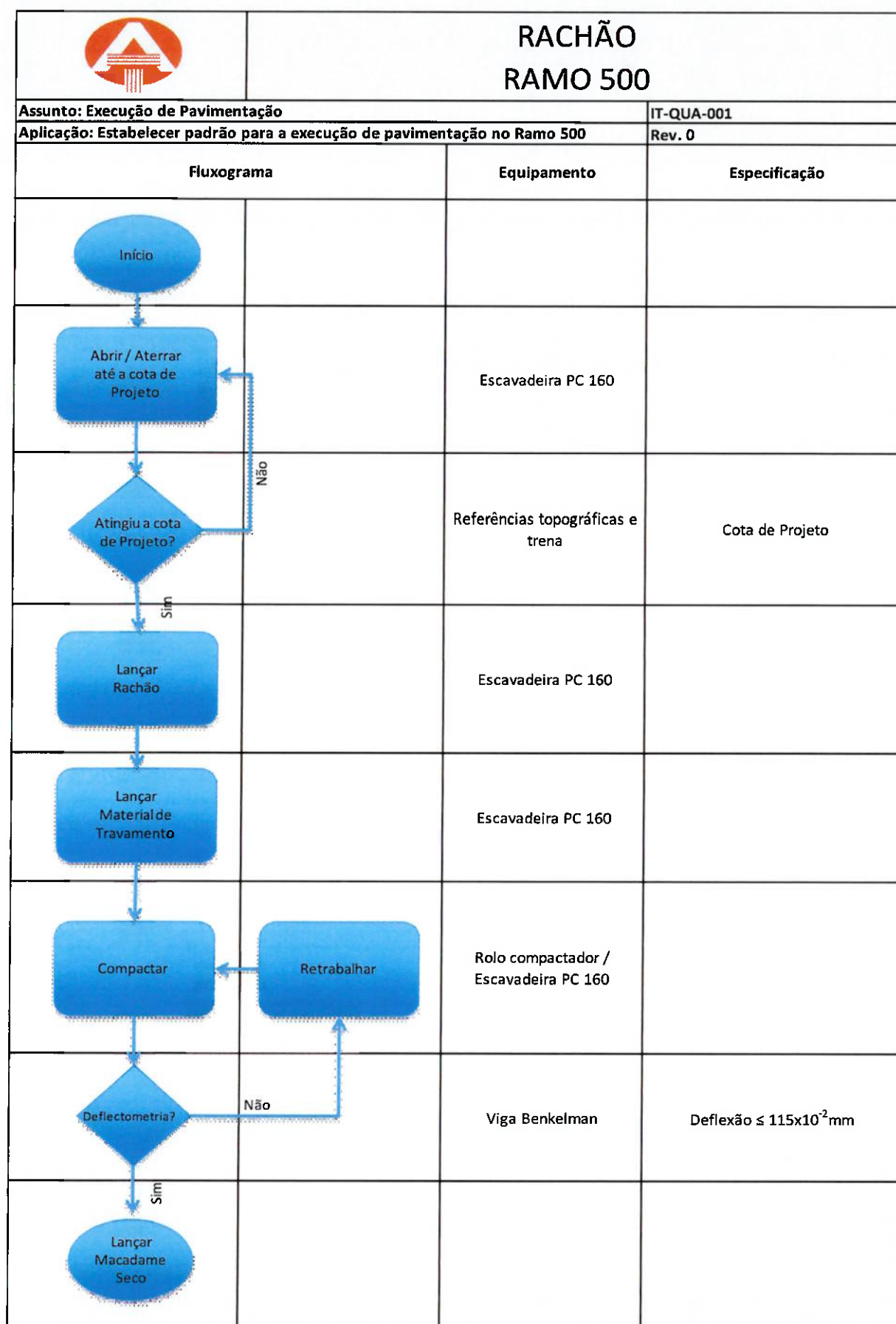


Figura 4: Fluxograma do processo de lançamento de rachão

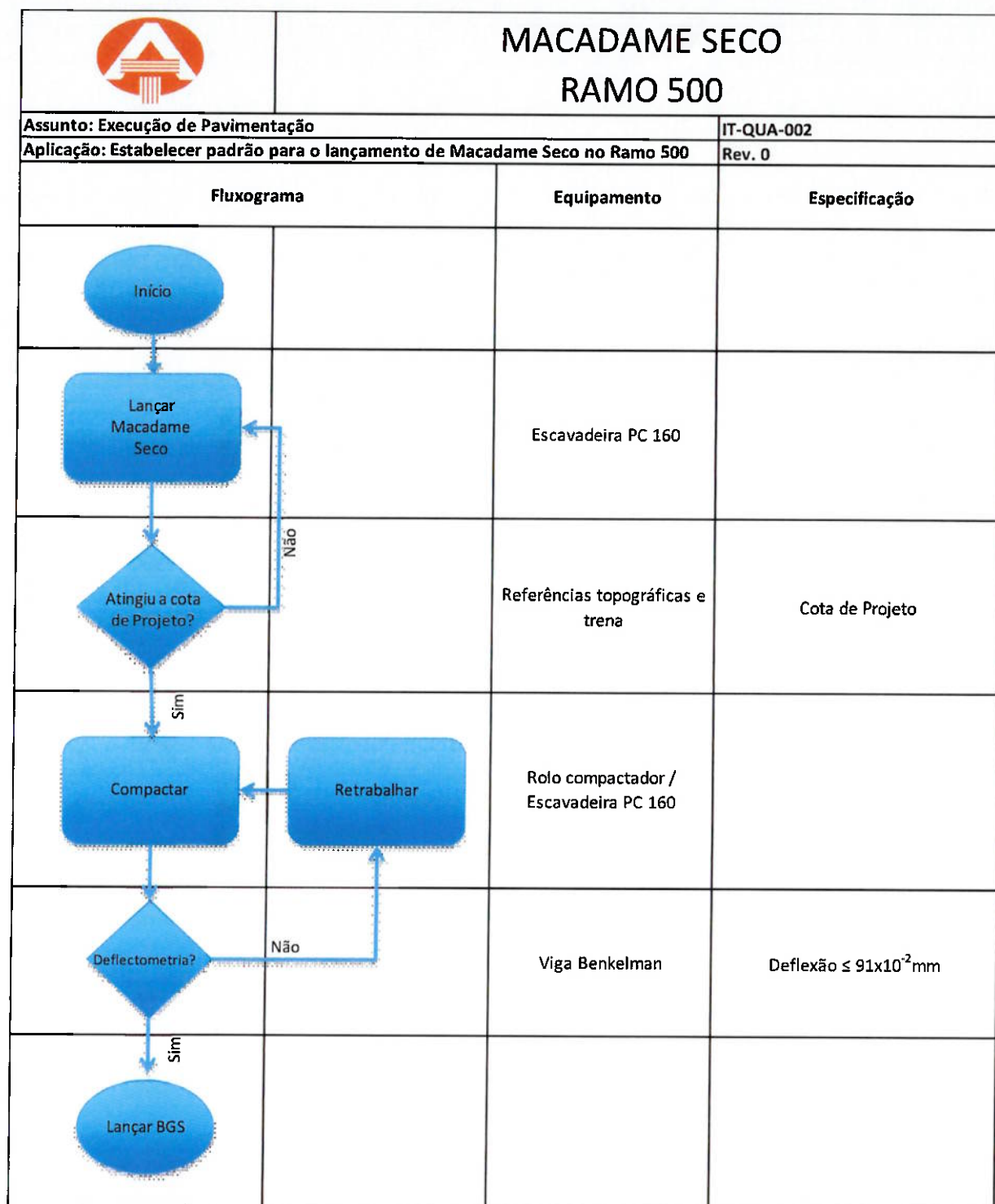


Figura 5: Fluxograma do processo de lançamento de Macadame Seco

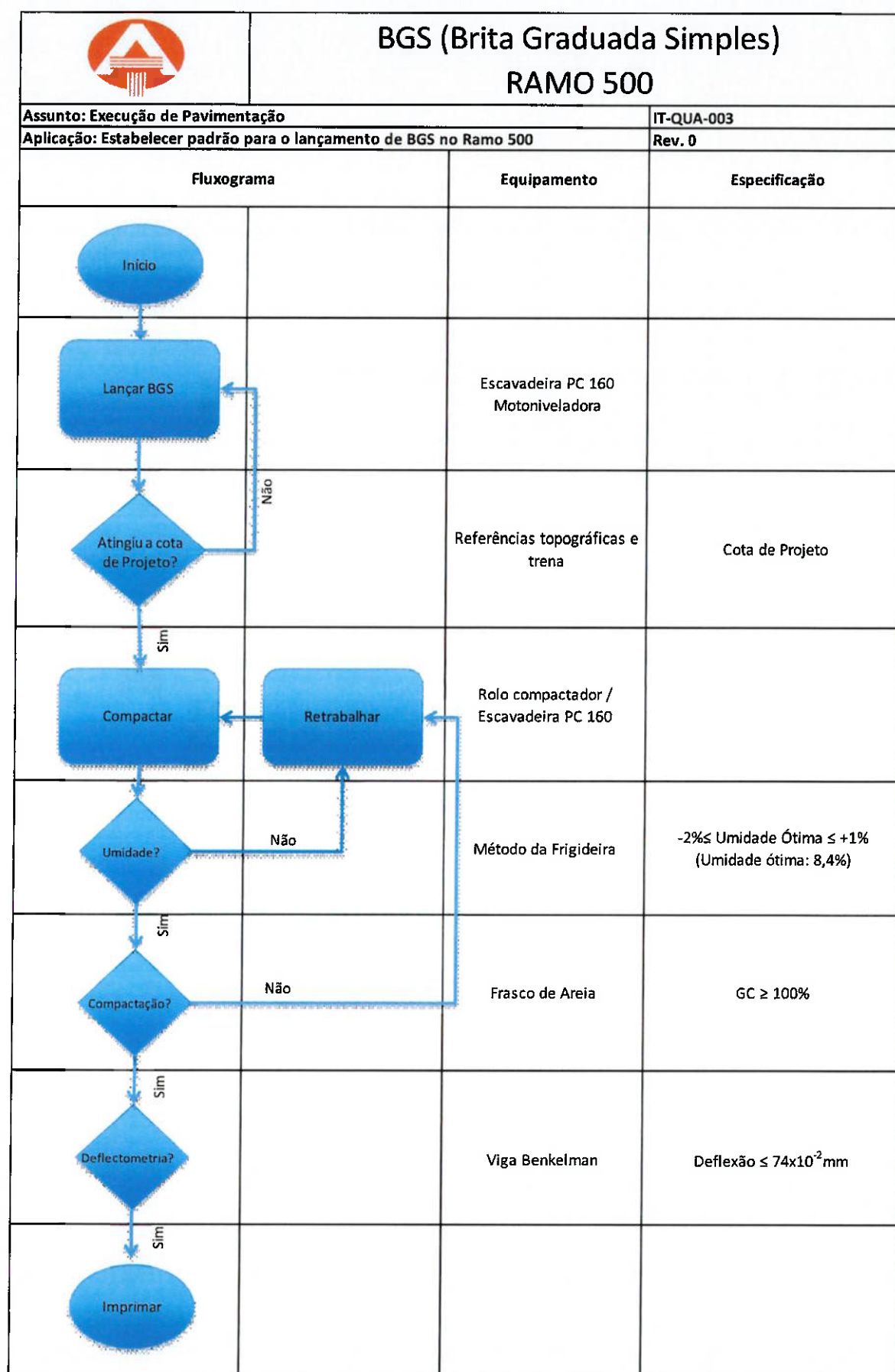


Figura 6: Fluxograma do processo de lançamento do BGS

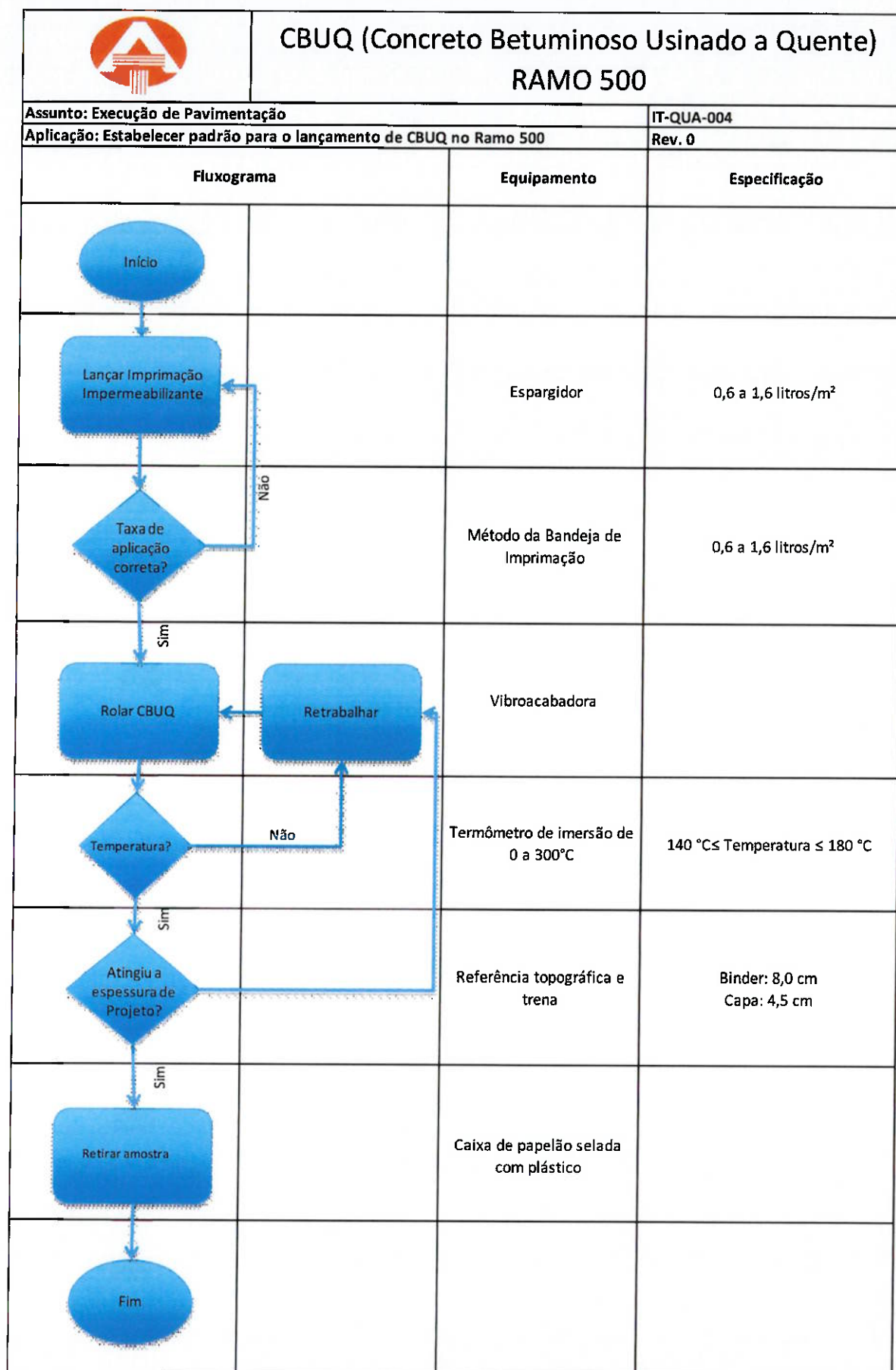


Figura 7: Fluxograma do processo de lançamento de CBUQ

3.3.2.Qualificação de fornecedor e inspeção de materiais

No recebimento de cada material são coletadas amostras para ensaios em laboratório. As frequências de ensaios e seus parâmetros de controle estão definidos nas especificações técnicas de cada material.

Como os resultados destes ensaios são recebidos muito após a sua aplicação e qualquer reprovação impactará em grande retrabalho, a qualificação do fornecedor é de grande importância. Nesta etapa são verificados os materiais de cada fornecedor, verificação esta feita *in-loco*, através de análise visual e da documentação dos ensaios realizados pelo próprio fornecedor. Em adição a esta verificação são coletadas amostras para análise do laboratório contratado pela construtora, a fim de comprovar a idoneidade dos resultados já analisados.

Os ensaios de recebimento do material são analisados diariamente para que se possa interferir caso haja alguma mudança no fornecimento, porém, conforme explicitado nas respectivas especificações técnicas, não se reprova uma amostra em separado, fazendo-se sempre uma análise estatística em cada grupo de amostras.

3.3.3.Controle e Liberação das Camadas

Após o espalhamento e compactação de cada camada de material é realizado um ensaio de grau de umidade do material e determinado o seu grau de compactação. Cada especificação técnica define o grau de compactação necessário para o material especificado. No caso de reprovação, o material é revolvido e recompactado, se necessário, é adicionada água por meio de caminhão pipa com espargidor.

A liberação final de cada camada é realizada através da determinação da deflexão pela Viga Benkelman, ensaio este realizado conforme o Método de Ensaio DNER-ME-024.

O ensaio é realizado através da medição da deformação da superfície causada pelo peso de um caminhão com 8,2tf no eixo traseiro, medida em milímetros.

Segundo o projeto executivo as deflexões máximas para cada camada são:

CAMADA	Espessura (cm)	DEFLEXÃO ($\times 10^{-2}$ mm)
CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE	5,0	56
CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE - BINDER	5,0	66
BRITA GRADUADA SIMPLES	20,0	74
PEDRA RACHÃO (MACADAME SECO)	25,0	91
RACHÃO DE FUNDO $\varnothing < 6"$	85,0	116
MELHORIA E PREPARO DO SUBLEITO - CBR $\geq 2\%$ e E ≥ 300 kgf/cm ²	-	263

Figura 8: Deflexões máximas na estrutura do pavimento analisado (Projeto Executivo)

Após este ensaio, a próxima camada de material pode ser lançada e trabalhada seguindo a sequência executiva apresentada.

3.4. Classificação dos Custos da Qualidade na Atividade de Terraplanagem e Pavimentação

Baseado nos tipos de custos da qualidade apresentados no item 2.3 foi elaborada uma planilha para levantamento destes valores.

Tabela 2: Estimativa de Custos da Qualidade

Obra: Viaduto DER		ESTIMATIVA DE CUSTOS DA QUALIDADE		
Mês:		ATIVIDADE: TERRAPLANAGEM E PAVIMENTAÇÃO		
Resp.		Área	Custo (R\$)	Descrição do gasto e estimativa
Prevenção	Controle Tecnológico			
	Qualificação de Fornecedores			
	Gestão de Instrumentos de Medição			
	Inspecção de Equipamentos			
	Treinamentos			
Avaliação	Inspecção de materiais			
	Controle Tecnológico			
	Avaliação de fornecedor			
Falhas	Retrabalho			
	Logística			
	Clima			
	Diagnóstico			
	Erros de fornecedor			
	Erros de projeto			
	Re-inspecção			
	Estoque			

Os custos foram classificados da seguinte forma:

Tabela 3: Custos da Qualidade considerados no estudo

Custo	Descrição
Controle Tecnológico (Prevenção)	Custo com ensaios na qualificação dos materiais presentes na obra (solo a ser utilizado) e determinação de processos.
Qualificação de Fornecedores	Custo da logística para visita ao fornecedor, ensaios realizados para qualificação, confecção de relatórios e possíveis reuniões.
Gestão de Instrumentos de Medição	Custo envolvido para manter os instrumentos de medição calibrados e sua rastreabilidade bem definida.
Inspeção de Equipamentos	Custo das inspeções de rotina nos equipamentos e máquinas da obra, incluindo manutenção preventiva.
Treinamentos	Custos de palestrantes, hora/homem e estrutura para treinamento dos funcionários no sistema da qualidade.
Inspeção de Materiais	Custos para a inspeção do material recebido do fornecedor, incluindo ensaios.
Controle tecnológico (Avaliação)	Custos de ensaios nos materiais recebidos dos fornecedores e inspeção após aplicação.
Avaliação de fornecedor	Custos envolvidos na avaliação dos fornecedores durante o fornecimento.
Retrabalho	Custos de atividades realizadas para consertar ou refazer uma atividade reprovada em inspeção. Serão consideradas horas de homens, equipamentos e adicionais de materiais.
Logística	Custos advindos de paralisação das atividades devido à logística de máquinas, equipamentos e pessoal não previstos.

Custo	Descrição
Clima	Custos advindos de paralisação das atividades devido ao clima não previstos.
Diagnóstico	Custos para a análise de problemas encontrados, incluindo com terceiros (caso de contratação de consultores).
Erros de Fornecedor	Custos advindos de algum erro de fornecedor que causou impacto diretamente na obra.
Erros de Projeto	Custos advindos de algum erro do projeto (no caso, o projeto não é de responsabilidade da construtora e já havia sido realizado antes de sua contratação).
Reinspeção	Custos gerados da necessidade de reinspecionar um material que havia sido reprovado anteriormente.
Estoque	Custos gerados a partir de falhas no gerenciamento e logística de estoque de materiais e/ou equipamentos na obra.

3.5. Atribuições

Para estabelecer o método de coleta dos dados de custos da qualidade deve ser definido o processo completo, desde as informações de campo até a realimentação dos dados analisados pela diretoria, levando ações propostas às obras e verificando a eficácia do processo.

Segundo Barreto (2008), a controladoria dos custos da qualidade deve disponibilizar a informação certa, para a pessoa certa, no tempo certo, sempre procurando proporcionar um banco de dados e informações que subsidiem os executivos.

A seguir está apresentado um fluxograma do processo completo com as atribuições de cada integrante.



CUSTOS DA QUALIDADE AQUISIÇÃO DE DADOS E ANÁLISE

Assunto: Controle Tecnológico Civil		IT-ORG-001			
Objetivo: Estabelecer padrão para o método de aquisição e análise de custos da qualidade		Rev. 0			
Obra	Engenheiro de Campo	Depto. Qualidade	Sector de Planejamento e Controle de Obras	Diretoria	Como
Engenheiro Administrativo		Engenheiro CQ	Técnico de Planejamento	Diretores Técnicos / Financeiro / Presidente	
Obra					Preencher formulário "Relatório Diário da Qualidade" com todas as informações pertinentes.
Obra					Até o último dia de cada semana Compilar os dados advindos do campo classificando-os para os custos da qualidade.
Obra					Em conjunto com a compilação de dados Preencher as planilhas de controle dos custos da qualidade.
COP					Imediatamente após a compilação dos dados As planilhas são enviadas via e-mail.



CUSTOS DA QUALIDADE AQUISIÇÃO DE DADOS E ANÁLISE

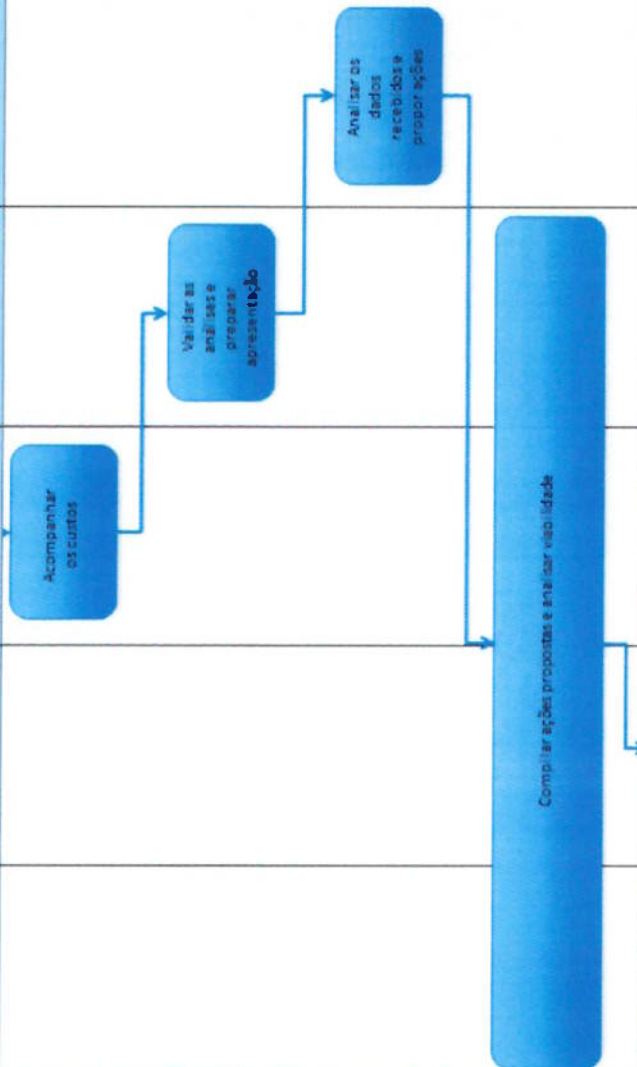
Assunto: Controle Tecnológico Civil

Aplicação: Estabelecer padrão para o método de aquisição e análise de custos da qualidade

IT-ORG-001

Rev. 0

Obra		Depto. Qualidade	Setor de Planejamento e Controle de Obras			Diretoria	Onde	Quando	Como
Encarregado Administrativo	Engenheiro de Campo	Engenheiro CQ	Técnico de Planejamento	Engenheiro de Planejamento	Diretores Técnicos / Financeiro / Presidente				
			acompanhar os custos	Validar as análises e preparar apresentação			SEPLAN	Até o último dia da semana seguinte	Os custos da qualidade devem ser acompanhados e gerenciados juntamente com os demais custos da obra. Enviar para o Eng. Planejamento validar.
							SEPLAN	Até a primeira segunda-feira de cada trimestre	Validar todas as informações recebidas do técnico da qualidade e incluir na reunião da diretoria a cada trimestre.
							COP	Primeira reunião de planejamento de cada trimestre	Analisar os dados.
							COP	Até a primeira sexta-feira de cada trimestre	Dados da Ata de Reunião da Diretoria e Apresentação para as Obras.



Este processo baseia-se na divisão atual da Azevedo e Travassos, conforme organograma a seguir.

Presidência	DIR
Divisão de Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde.	QSMS
Divisão de Gestão da Administração de Contratos	GAC
Divisão de Desenvolvimento Imobiliário	DI
Diretoria Administrativa / Financeira	DIR
Divisão Administrativa / Financeira	DAF
Divisão Assessoria Jurídica	DAJ
Diretoria Comercial	DIR
Divisão Concorrência	CON
Divisão Comercial	COM
Diretoria Técnica de Montagem Eletro-Mecânica	DIR
Gerências de Contratos/Obras	G.Obr.
Diretoria Técnica de Construção Pesada/Civil	DIR
Gerências de Contratos/Obras	G.Obr.
Diretoria Técnica de Perfuração e Completação de Poços	DIR
Gerências de Contratos/Obras	G.Obr.
Diretoria Técnica de Suprimentos e Equipamentos	D.SUP

Figura 9: Organograma Geral da Azevedo e Travassos (Manual da Qualidade, Azevedo e Travassos, Rev. I, 2012)

3.6. Análise dos Custos

O sistema de controle de custos da qualidade proporciona à organização os seguintes benefícios (Barreto, 2008):

- Identificação de oportunidade de melhoria na qualidade;
- Aumento da produtividade e da eficiência dos recursos disponíveis;
- Possibilidade de medição do ROQ – *Return on Quality*;
- Contribuição para a melhoria da rentabilidade operacional da empresa.

Inicialmente para este método, a Diretoria deverá estar focada nos dois primeiros itens, buscando aprimorar o processo para que se possa alcançar uma metodologia capaz de fazer a medição do ROQ e assim garantir a contribuição da melhoria da rentabilidade operacional da organização.

A análise de custos de cada atividade deve, sempre que possível, ser unitária e independente do porte da obra ou projeto. Para este exemplo utilizaremos o custo por metro quadrado de pavimentação (R\$/m²), para que no futuro possa ser comparado com os custos de outras obras. Outros exemplos podem ser:

Atividade	Tipo de Análise	Unidade
Concretagem	Custo por metro cúbico de concreto lançado.	R\$/m ³
Montagem de Tubulação	Custo por metro ou quilômetro de tubulação montada.	R\$/m ou R\$/km
Perfuração Direcional	Custo por metro perfurado.	R\$/m
Alvenaria	Custo por metro quadrado assentado.	R\$/m ²
Montagem de armação	Custo por quilo de aço montado.	R\$/kg
Montagem de forma	Custo por metro quadrado de forma montado.	R\$/m ²
Execução de estacas	Custo por metro de estaca executada.	R\$/m
Soldagem de tubulação	Custo por centímetro de solda executado.	R\$/cm

4 RESULTADOS

4.1. Ramo 500

Os trechos do viário da obra são divididos em Ramos, cada Ramo denominado com uma centena. O primeiro a ser executado foi o Ramo 500, trecho este de aproximadamente 120 metros de extensão, entre as estacas 0+19,95m e 9+0,00m do viário.

4.2. Qualificação de Fornecedores

Anteriormente à definição dos fornecedores de materiais foram realizadas visitas às Pedreiras e Usinas de Asfalto da região para análise do material fornecido e capacidade de fornecimento à obra.

Em adicional a estes serviços foram realizadas as calibrações necessárias nos equipamentos de medição a serem utilizados durante as atividades.

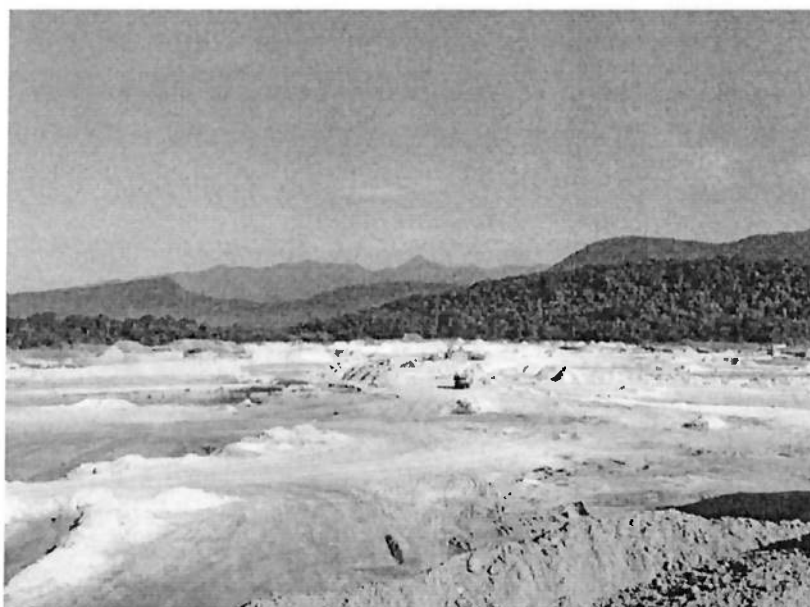


Figura 10: Pedreira visitada durante a qualificação de fornecedores

Constatou-se que na região da Baixada Santista as pedreiras não fornecem alguns dos materiais especificados em projeto, como o BGS (Brita Graduada

Simples) e o Macadame Seco. Com isto, foi necessário expandir a busca por fornecedores na região metropolitana de São Paulo.

Para garantia de que os materiais fornecidos por cada pedreira teriam as características descritas nas suas respectivas Especificações Técnicas do DER/SP, foram verificados os ensaios do próprio fornecedor durante a visita e coletadas amostras para ensaios no laboratório contratado pela Azevedo & Travassos.

Tabela 4: Resultados de Ensaios realizados em fornecedores de materiais britados

Ensaio	Fornecedor			
	A	B	C	Especificação
Durabilidade	1,70%	0,15%	0,10%	< 20%
Abrasão Los Angeles	24%	42%	43%	< 50%
Índice de Forma	< 3,00	0,9	1,0	> 0,5
Classificação	Aprovado	Aprovado	Aprovado	

Sendo assim, os três fornecedores (dois da baixada e um da grande São Paulo) foram aprovados nos ensaios de caracterização da rocha.

Além dos ensaios de caracterização, foram feitos ensaios de granulometria para verificar se os materiais britados e misturados atendiam às especificações do DER/SP. Nesta etapa, todos os fornecedores atenderam aos requisitos, porém, o fornecedor da Grande São Paulo estava com a granulometria de materiais finos muito próxima do limite inferior da faixa, o que pode prejudicar o desempenho do material na compactação. Para este último, foi solicitado uma adequação na coleta do material da pilha que sai do britador, fazendo esta coleta mais para o miolo, onde se concentram mais materiais finos.

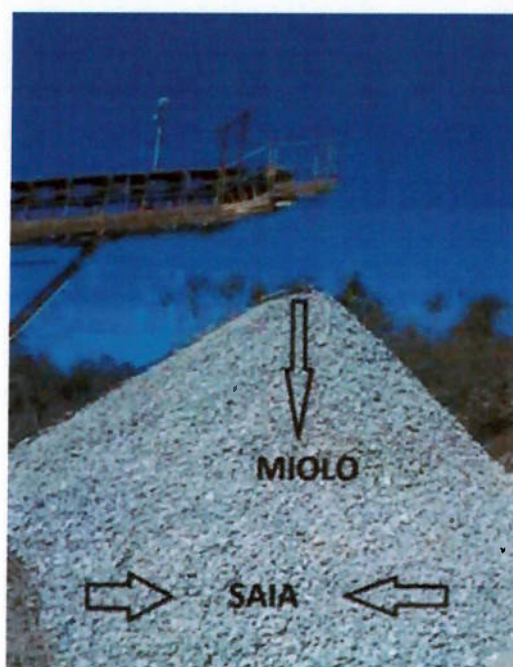


Figura 11: Monte de material britado

Após nova análise, os três fornecedores foram aprovados para fornecimento de todos os materiais da estrutura do pavimento.

Para os materiais asfálticos (Binder e Capa) foi necessária a criação de um traço específico atendendo aos requisitos do DER/SP e alguns ensaios para verificação do comportamento do traço.

Para a camada de pavimentação asfáltica foram visitados três fornecedores da Baixada Santista. Porém, logo na visita constatou-se que dois deles não tinham capacidade de fornecimento das características do traço especificadas pelo DER/SP, pois não possuíam o material necessário, tampouco o controle tecnológico do produto para este trabalho.



Figura 12: Linha de Mistura de CBUQ

4.2.1.Composição dos Custos de Prevenção

Para todos os custos foram consideradas 8 horas de trabalho por dia e uma média de 22 dias trabalhados no mês.

Pessoal:

Todos os custos de pessoal incluem os encargos trabalhistas. Para funções nas quais estes encargos não foram definidos é considerada uma taxa de 1,8 vezes em cima do salário bruto.

Custo do Engenheiro da Qualidade: R\$20000,00 ou R\$83,33/h

Veículo utilizado:

- Aluguel: R\$ 1400,00/mês
- Gasolina: R\$ 900/mês em média.
- Pedágios: R\$ 200/mês em média.

Custo total do veículo R\$ 2500,00 ou R\$ 14,20/h (Considerando 8 horas de trabalho diário).

Controle tecnológico:

Os valores dos ensaios foram retirados do contrato estabelecido com o laboratório que fornece o serviço de controle tecnológico dos materiais.

- Abrasão Los Angeles: R\$ 162,00/amostra – Realizado um ensaio em cada fornecedor totalizando 03 ensaios e R\$ 486,00.
- Granulometria: R\$ 115,50/amostra, considerando 04 amostras de cada fornecedor R\$1386,00.
- Durabilidade: R\$220,00/amostra totalizando R\$ 660,00.
- Índice de Forma: R\$ 199,5/amostra totalizando R\$ 598,50.

O valor total para o controle tecnológico nesta etapa de Prevenção foi de R\$ 3130,50.

Tabela 5: Composição de Custos de Prevenção (Ramo 500)

PREVENÇÃO					
Composição de Custos					
	Unidade	Quantidade	Custo Unit.	Total	Observações
Pessoal	h/h	8	R\$ 83,33	R\$ 666,67	Qualificação de Fornecedor
Carro	hora	8	R\$ 14,20	R\$ 113,64	Qualificação de Fornecedor
Controle Tecnológico	Mês	--	--	R\$ 3.130,50	Ensaio para Qualificação
Laboratório	un.	1	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00	Traço para CBUQ - Incluindo Ensaio
Instrumentos	un.	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00	Viga Benkelman
	un.	3	R\$ 30,00	R\$ 90,00	Trenas
Total				R\$ 8.000,80	R\$ 8,42 / m²

Com todos os fornecedores aprovados previamente, os serviços começaram a ser executados na última semana de junho de 2014.

4.2.2.Dificuldades encontradas – Custos de Prevenção

Para o levantamento de custos de prevenção foram encontradas dificuldades no levantamento de informações a respeito dos valores totais pagos para a calibração de instrumentos, uma vez que os custos de logística de transporte do instrumento não são considerados em seu registro do custo de calibração.

Adicionalmente, na atividade de qualificação de fornecedores não existe registro do tempo gasto para a visita aos mesmos, elaboração de relatório e análise de dados dos ensaios, dificultando assim o levantamento do custo para esta atividade.

4.3. Execução dos Serviços no Ramo 500

Conforme apresentado no projeto executivo, toda a área foi cortada até a cota de projeto e o subleito preparado com areia para receber a primeira camada de rachão.

O material foi recebido pela equipe da qualidade e uma amostra enviada para o laboratório para análise da granulometria do material de travamento, o que foi aprovado para utilização.



Figura 13: Rachão recebido na obra para aplicação no Ramo 500



Figura 14: Início das escavações no Ramo 500



Figura 15: Verificação da cota deixada pela topografia (Ramo 500)

Com o rachão lançado, travado e compactado foram executados os primeiros ensaios de Deflectometria com a Viga Benkelman para liberação da camada e continuidade dos trabalhos.



Figura 16: Rachão travado no Ramo 500

4.3.1. Composição dos Custos de Avaliação

Controle tecnológico:

Os valores dos ensaios foram retirados do contrato estabelecido com o laboratório que fornece o serviço de controle tecnológico dos materiais.

- Granulometria: R\$ 115,50/amostra, considerando 03 amostras retiradas, uma para cada material da base totalizando R\$ 346,50.
- Laboratorista locado em obra: R\$ 5040,00/mês. Para esta etapa foram considerados 15 dias de trabalho totalizando R\$ 2520,00.
- Equipamentos mobilizados: R\$ 6919,5/mês. Para esta etapa foram considerados 15 dias de trabalho totalizando R\$ 3459,75.

O valor total para o controle tecnológico nesta etapa de Prevenção foi de R\$ 6326,25.

Tabela 6: Composição de Custos de Avaliação (Ramo 500)

AVALIAÇÃO					
Composição de Custos					
	Unidade	Quantidade	Custo Unit.	Total	Observações
Controle Tecnológico	Mês	--	--	R\$ 346,50	Ensaio
Controle Tecnológico	Mês	--	--	R\$ 2.520,00	Pessoal Mobilizado
Controle Tecnológico	Mês	--	--	R\$ 3.459,75	Equipamentos mobilizados
Total				R\$ 6.326,25	R\$ 6,66 / m ²

DETERMINAÇÕES DAS DEFLEXÕES ATRAVÉS DA							Cert Nº : 37030/14			
VIGA BENKELMAN							Data: 14/07/14			
(DER - ME 024/94)							fl. : 1/1			
INTERESSADO: Azevedo e Travassos Engenharia										
OBRA: Rodovia Anchieta Km 59-Cubatão										
LOCALIZAÇÃO Ramo 500				LEITURA If (x10⁻² mm) após deslocamento			DEFLEXÕES (x10⁻² mm) K*(If)			Faixa
Nº DO ENSAIO	DATA DA EXECUÇÃO	ESTACA	CAMADA	B. Esq.	Eixo	B. Dir.	B. Esq.	Eixo	B. Dir.	
1	07/07/14	13	Reforço Rachão	460		450	81,8		102,3	116
2	07/07/14	14	Reforço Rachão	453	456	460	96,1	90,0	81,8	116
3	07/07/14	14+10	Reforço Rachão	455	458	457	92,0	85,9	87,9	116
4	07/07/14	15	Reforço Rachão	458	462	452	85,9	77,7	98,2	116
5	07/07/14	16	Reforço Rachão	450	459	451	102,3	83,8	100,2	116
6	07/07/14	19	Reforço Rachão	460		454	81,8		94,1	116
7	07/07/14	19+10	Reforço Rachão	452		455	98,2		92,0	116

Figura 17: Resultados da deflexão para a camada de rachão

Com os resultados apresentados, inicialmente a equipe foi orientada a revirar uma área já compactada e melhorar a compactação de outra, gerando assim custos de falhas com o retrabalho e nova inspeção realizada após os serviços finalizados.



Figura 18: Realização do ensaio de deflectometria no Ramo 500

Após o lançamento, travamento e compactação do macadame seco novamente foi realizado o ensaio de deflectometria para liberação da camada. Desta vez, todos

os pontos foram aprovados e liberada a continuidade dos serviços e lançamento da camada de BGS (Brita Graduada Simples).

DETERMINAÇÕES DAS DEFLEXÕES ATRAVÉS DA VIGA BENKELMAN (DER - ME 024/94)										Cert Nº 37031/14
										Data: 15/07/14
										fl. : 1/1
INTERESSADO: AZEVEDO&TRAVASSOS ENGENHARIA										
OBRA: 791-RPBC-SP 148 - Rodovia Caminho do Mar										
LOCALIZAÇÃO Ramo 500				LEITURA $l_f \times 10^{-2} \text{ mm}$ após deslocamento			DEFLEXÕES $\times 10^{-2} \text{ mm}$ K*(lf)			Faixa
Nº DO ENSAIO	DATA DA EXECUÇÃO	ESTACA	CAMADA	B. Esq.	Eixo	B. Dir.	B. Esq.	Eixo	B. Dir.	
1	09/07/14	13	Base de Macadame Seco	464	460	468	73,6	81,8	65,4	91
2	09/07/14	14	Base de Macadame Seco	468	470	462	65,4	61,4	77,7	91
3	09/07/14	14+10	Base de Macadame Seco	466	469	465	69,5	63,4	71,6	91
4	09/07/14	15	Base de Macadame Seco	460	464	466	81,8	73,6	69,5	91
5	09/07/14	16	Base de Macadame Seco	466	460	467	69,5	81,8	67,5	91
6	09/07/14	16+10	Base de Macadame Seco	460	465	468	81,8	71,6	65,4	91
7	09/07/14	17	Base de Macadame Seco	465	470	463	71,6	61,4	75,7	91
8	09/07/14	17+10	Base de Macadame Seco	478	474	470	45,0	53,2	61,4	91
9	09/07/14	18	Base de Macadame Seco	480	476	475	40,9	49,1	51,1	91
10	09/07/14	18+10	Base de Macadame Seco	475	472	468	51,1	57,3	65,4	91
11	09/07/14	19	Base de Macadame Seco	465		460	71,6		81,8	91
12	09/07/14	19+10	Base de Macadame Seco	463		461	75,7		79,8	91

Figura 19: Resultados da deflexão para o Macadame Seco

Para a liberação da camada de BGS é necessária a verificação da umidade do material, ensaio de compactação e deflectometria.

Com todo o lançamento e preparo realizados, foram executados os ensaios solicitados e o trecho foi aprovado em toda a sua extensão.



Figura 20: Lançamento do BGS com Motoniveladora

DETERMINAÇÕES DAS DEFLEXÕES ATRAVÉS DA							Cert Nº : 37052/14			
VIGA BENKELMAN							Data: 22/07/14			
(DER - ME 024/94)							fl. : 1/1			
INTERESSADO: AZEVEDO&TRAVASSOS ENGENHARIA										
OBRA: SP 150 Sul Km 59+850										
LOCALIZAÇÃO Ramo 500				LEITURA If (x10⁻²mm) após deslocamento			DEFLEXÕES (x10⁻²mm) K*(If)			Faixa
Nº DO ENSAIO	DATA DA EXECUÇÃO	ESTACA	CAMADA	B. Esq.	Eixo	B. Dir.	B. Esq.	Eixo	B. Dir.	
1	15/07/14	13+10	Base-BGS	470	472	474	61,4	57,3	53,2	74
2	15/07/14	14+00	Base-BGS	476	473	472	49,1	55,2	57,3	74
3	15/07/14	14+10	Base-BGS	475	470	470	51,1	61,4	61,4	74
4	15/07/14	15+00	Base-BGS	473	469	469	55,2	63,4	63,4	74
5	15/07/14	15+10	Base-BGS	480	477	476	40,9	47,0	49,1	74
6	15/07/14	16+00	Base-BGS	471	467	468	59,3	67,5	65,4	74
7	15/07/14	16+10	Base-BGS	473	469	470	55,2	63,4	61,4	74
8	15/07/14	17+00	Base-BGS	470	472	473	61,4	57,3	55,2	74
9	15/07/14	17+10	Base-BGS	475	470	472	51,1	61,4	57,3	74
10	15/07/14	18+00	Base-BGS	473	470	469	55,2	61,4	63,4	74
11	15/07/14	18+10	Base-BGS	471	468	474	59,3	65,4	53,2	74
12	15/07/14	19+00	Base-BGS	466	468	471	69,5	65,4	59,3	74
13	15/07/14	19+10	Base-BGS	468		465	65,4		71,6	74
14	15/07/14	20+00	Base-BGS	465		467	71,6		67,5	74

Figura 21: Resultados da deflexão na camada de BGS

Após a liberação da camada de BGS toda a área recebeu uma camada de imprimação impermeabilizante para evitar a penetração de água e variação da compactação. Esta atividade é controlada através da verificação da taxa de aplicação em litros/m².



Figura 22: Camada de BGS imprimada



Figura 23: Aplicação da camada de CBUQ do Binder

O CBUQ para aplicação no Binder foi solicitado à Usina de acordo com o traço aprovado previamente, sua verificação realizada através de retirada de amostra nos

caminhões e análise laboratorial. Após aplicação da camada de Binder prosseguiu-se para a execução da camada de CBUQ da capa.



Figura 24: Capa do Ramo 500 realizada aguardando a pintura das faixas

4.3.2.Dificuldades encontradas – Custos de Avaliação

Uma vez que o autor tem pleno acesso às informações de custos e valores pagos nos serviços relacionados à avaliação do processo em questão, esta análise foi facilitada. É de suma importância que os contratos de prestação e/ou propostas de serviço sejam de fácil acesso, bem como os registros das atividades de campo como RDO's (relatórios diários de obras), tanto da própria organização como das empresas terceirizadas.

4.3.3.Composição dos Custos de Falhas

Pessoal:

Todos os custos de pessoal incluem os encargos trabalhistas. Para funções nas quais estes encargos não foram definidos é considerada uma taxa de 1,8 vezes em cima do salário bruto.

Encarregado: R\$ 25000,00 ou R\$104,17/h.

Operador: R\$ 4000,00 ou R\$ 16,67/h.

Ajudante: R\$ 2500,00 ou R\$ 10,42/h.

Equipamentos utilizados:

Os custos dos equipamentos englobam os operadores.

- Rolo Chapa:
 - o Aluguel: R\$ 16000,00/mês.
 - o Diesel: 30 litros/dia -> R\$9,83/hora
- Rolo Pneu:
 - o Aluguel: R\$ 15000,00/mês.
 - o Diesel: 30 litros/dia -> R\$9,83/hora
- Vibro acabadora:
 - o Aluguel: R\$ 20000,00/mês.
 - o Diesel: 30 litros/dia -> R\$9,83/hora
- Motoniveladora:
 - o Aluguel: R\$ 20000,00/mês.
 - o Diesel: 50 litros/dia -> R\$16,38/hora

Considerado valor do Diesel de R\$ 2,62 entregue na obra.

Custo total dos equipamentos de R\$13.639,93.

Controle tecnológico:

Os valores dos ensaios foram retirados do contrato estabelecido com o laboratório que fornece o serviço de controle tecnológico dos materiais.

- Laboratorista locado em obra: R\$ 5040,00/mês. Para esta etapa foram considerados 3 dias de retrabalho totalizando R\$ 504,00.
- Equipamentos mobilizados: R\$ 6919,5/mês. Para esta etapa foram considerados 3 dias de retrabalho totalizando R\$ 691,95.

O valor total para o controle tecnológico nesta etapa de Prevenção foi de R\$ 1995,95.

Tabela 7: Composição de Custos de Falhas (Ramo 500)

FALHAS					
	Unidade	Quantidade	Custo Unit.	Total	Observações
Pessoal					
Encarregado	h/h	24	R\$ 104,17	R\$ 2.500,00	Pessoal Parado
Operador 1	h/h	24	R\$ 16,67	R\$ 400,00	Pessoal Parado
Operador 2	h/h	24	R\$ 16,67	R\$ 400,00	Pessoal Parado
Operador 3	h/h	24	R\$ 16,67	R\$ 400,00	Pessoal Parado
Ajudante	h/h	24	R\$ 10,42	R\$ 250,00	Pessoal Parado
Encarregado	h/h	4	R\$ 104,17	R\$ 416,67	Retrabalho
Operador 1	h/h	4	R\$ 16,67	R\$ 66,67	Retrabalho
Operador 2	h/h	4	R\$ 16,67	R\$ 66,67	Retrabalho
Operador 3	h/h	4	R\$ 16,67	R\$ 66,67	Retrabalho
Ajudante	h/h	4	R\$ 6,67	R\$ 26,67	Retrabalho
Controle Tecnológico	Mês	0,10	R\$ 11.959,50	R\$ 1.195,95	Retrabalho
Equipamentos					
Rolo Chapa	dia	3	R\$ 533,33	R\$ 1.600,00	Equipamento Parado
Rolo Pneu	dia	3	R\$ 500,00	R\$ 1.500,00	Equipamento Parado
Vibro Acabadora	dia	3	R\$ 666,67	R\$ 2.000,00	Equipamento Parado
Motoniveladora	dia	3	R\$ 666,67	R\$ 2.000,00	Equipamento Parado
Rolo Chapa	dia	0,5	R\$ 533,33	R\$ 266,67	Retrabalho
Motoniveladora	dia	0,5	R\$ 666,67	R\$ 333,33	Retrabalho
Diesel Rolo Chapa	hora	3,5	R\$ 9,83	R\$ 34,39	--
Diesel Rolo Pneu	hora	3	R\$ 9,83	R\$ 29,48	--
Diesel Vibro Acabadora	hora	3	R\$ 9,83	R\$ 29,48	--
Diesel Motoniveladora	hora	3,5	R\$ 16,38	R\$ 57,31	--
Total				R\$ 13.639,93	R\$14,36 / m²

4.3.4. Dificuldades encontradas – Custos de Falhas

Nesta etapa foram encontradas dificuldades devido à falta de registros dos acontecimentos em obra. Uma vez que os problemas são resolvidos internamente pela equipe executante, existe uma lacuna no fluxo de informações para que os problemas possam ser registrados adequadamente, contendo todas as informações necessárias para sua análise.

Sendo assim, neste caso em específico, o assistente técnico de campo foi orientado a registrar em um Diário de Obra exclusivo todas as ocorrências pertinentes a esta atividade, inclusive com os horários completos.

4.4. Análise dos Resultados

Tabela 8: Valores dos custos da qualidade por metro quadrado

	Valor/m ²	%	% Acumulada
Falhas	R\$ 14,36	48,8%	48,8%
Prevenção	R\$ 8,42	28,6%	77,4%
Avaliação	R\$ 6,66	22,6%	100,0%
Total	29,44	100,0%	

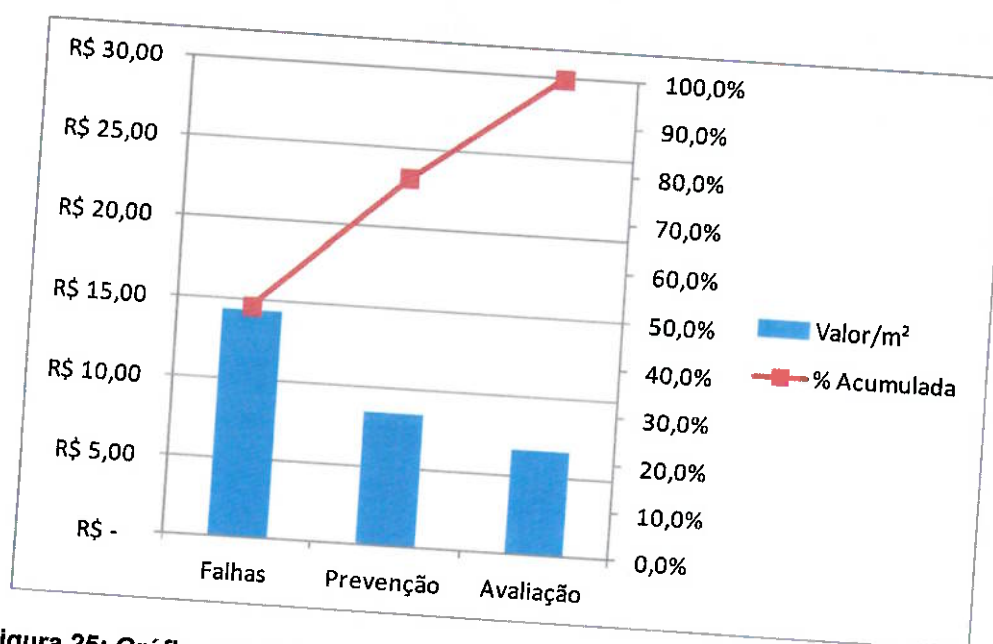


Figura 25: Gráfico do Valor por metro quadrado de pavimentação de cada falha

Pode-se verificar dos dados apresentados anteriormente que o custo de falha é significativamente maior do que os outros dois custos analisados em relação ao custo total da qualidade. Sendo assim, existe a necessidade de identificar oportunidades de melhoria neste processo para que o custo de falhas seja reduzido.

Como descrito por Barreto, 2008, pequenos aumentos de investimento em prevenção e avaliação podem gerar diminuição drástica nos custos de falhas. Porém deve ser encontrada uma medida ótima entre os investimentos em prevenção e avaliação para que os custos de falha sejam minimizados sem que haja danos financeiros ao processo. Neste caso, a prevenção deve ser estendida para além dos materiais, abrangendo também os fornecedores de equipamentos, a mão de obra utilizada e o planejamento geral da atividade.

5 CONCLUSÕES

Com o objetivo de apresentar um método de coleta de dados confiável dos custos da qualidade, foi analisada a atividade de terraplanagem e pavimentação no Ramo 500 da Obra de Construção de Viaduto Sobre a Rodovia Anchieta – Cubatão – SP, executada pela Azevedo & Travassos.

A partir desta análise, concluiu-se que este método poderá ser ampliado e aplicado nos processos da organização, tendo como objetivo um minucioso diagnóstico destas técnicas e da forma como estas são conduzidas atualmente, gerando subsídio para um exame de melhoria e reformulação das atividades na organização.

O método utilizado se baseou em todos os valores gastos levantados pelo autor na atividade analisada. Foram considerados custos de pessoal, equipamentos e serviços realizados. Com isto, foi possível entender quais são as dificuldades de apropriação destes custos às áreas de direito dentro da organização, bem como as dificuldades relacionadas à falta de informação ou até mesmo de registro de informações de suma importância para o bom andamento do método.

Para o presente caso sugere-se maior atenção à identificação das oportunidades de melhoria do processo e da eficiência dos recursos utilizados, de forma a reduzir o custo de falhas verificado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 9001 "Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos". Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009.

ABNT NBR ISO 9004 "Gestão para o sucesso sustentado de uma organização – uma abordagem da gestão da qualidade". Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2010.

ARAÚJO JÚNIOR, Eusimar Ferreira. Custos da qualidade. MBA Escola Politécnica, 2009.

AZEVEDO E TRAVASSOS ENGENHARIA. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.azevedotravassos.com.br>>. Acesso em 17 jul. 2013.

BARRETO, Maria da Graça Pitiá, "Controladoria na Gestão – A relevância dos custos da qualidade". Editora Saraiva, 2008.

CAMINADA, Adherbal. Notas de Aula GEQ-019 – PECE – Programa de Educação Continuada – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. et al. Gestão da Qualidade Teoria e Casos. Rio de Janeiro, 2012.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 5 de julho de 2013 – Seção I – Departamento de Estradas de Rodagem.

DNER-ME024, Método de Ensaio – Pavimento – Determinação das deflexões pela Viga Benkelman. DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1994.

ET-DE-P00/001 Rev. A, Especificação Técnica – Melhoria e Preparo do Subleito. DER – Departamento de Estradas de Rodagem, 2005.

ET-DE-P00/008 Rev. A, Especificação Técnica – Sub-base ou base de Brita Graduada. DER – Departamento de Estradas de Rodagem, 2005.

ET-DE-P00/011 Rev. A, Especificação Técnica – Sub-base ou base de Macadame Seco. DER – Departamento de Estradas de Rodagem, 2005.

ET-DE-P00/019 Rev. A, Especificação Técnica – Imprimação Betuminosa Impermeabilizante. DER – Departamento de Estradas de Rodagem, 2005.

ET-DE-P00/020 Rev. A, Especificação Técnica – Imprimação Betuminosa Ligante. DER – Departamento de Estradas de Rodagem, 2005.

ET-DE-P00/027 Rev. A, Especificação Técnica – Concreto Asfáltico. DER – Departamento de Estradas de Rodagem, 2005.

ET-DE-P00/042 Rev. A, Especificação Técnica de Pavimentação – Sub-base de Pedra Rachão. DERSA – Desenvolvimento Rodoviário S.A., 1997.

FEIGENBAUM, A. V. "Controle da qualidade total: gestão e sistemas". Makron Books, 1994.

JANUZZI, Ulysses Amarildo. "Sistema de gestão da qualidade na construção civil : um estudo a partir da experiência do PBQP-H junto às empresas construtoras da cidade de Londrina". Dissertação apresentada à UEL – Londrina, 2010.

JURAN, J. M. e GRZYNA, Frank M. "Controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade". Makron Books, 1991.

MACEDO, Fernanda Carolina Carbone de. Aplicação dos custos da qualidade na melhoria de processos. MBA Escola Politécnica, 2006.

MANUAL DA QUALIDADE, Azevedo e Travassos, Revisão I, 2012.

MESEGUER, A.G. Controle e Garantia da qualidade na construção. São Paulo: Sinduscon-SP, 1991.

NAKAGAWA, Masayuki. "ABC: custeio baseado em atividades". Atlas, 1993.

PAULON, Eduardo Prado. Redução dos custos da qualidade, através da implantação de um sistema de garantia da qualidade. Trabalho Final – Graduação em Engenharia de Produção – Escola Politécnica, 1997.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT. **Projeto SiAC - Empresas.** Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_siac_empresas.php>. Acesso em 15 jul. 2013.

SANCHEZ, Antônio Carlos Gil. Custos da qualidade. MBA Escola Politécnica, 2002.

SIQUEIRA, Fabio Ramos de. Desenvolvimento e implantação de um sistema de custos da qualidade. Trabalho Final – Graduação em Engenharia de Produção – Escola Politécnica, 2002.

SOUZA, Wander José Theóphilo de. "Estudo sobre custos da não qualidade na construção". Dissertação apresentada à UFSC – Florianópolis, 2001.