

BRUNO FERREIRA DE NOVAES ROCHA

ACOMPANHAMENTO DA REFORMA DA RODOVIA ESTADUAL SE-160

Relatório de estágio supervisionado apresentado à Universidade Tiradentes como um dos pré-requisitos para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Hilton Porto

ARACAJU/SE

11/2015

EXTRATO

O aluno Bruno Ferreira de Novaes Rocha, estudante da Universidade Tiradentes, com colação de grau em Janeiro de 2016, fez seu relatório com o título Acompanhamento da Reforma da Rodovia Estadual SE-160, Povoado de Laranjeiras, sob supervisão dos engenheiros Anderson das Neves Nascimento, gerente executivo de rodovias estaduais, e Hilton Porto, professor orientador da instituição de ensino.

Durante o processo de estágio foram realizadas etapas construtivas feitas na Recuperação da Malha Rodoviária da SE-160, como processos de corte, aterro, reforço do subleito, terraplanagem, imprimação (CM30), pavimentação asfáltica e confecção de relatórios relativos de serviços no decorrer das etapas executadas. O objetivo geral desse relatório é mostrar a prática aplicada com os conceitos teóricos, observando e verificando todo processo construtivo da obra de infraestrutura rodoviária estadual. E tem como objetivos específicos descrever sobre a entidade pública, mostrar todo o processo de reforma da SE-160, levando em conta todas as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado do departamento de gerência da instituição pública. Também elencar as atividades que se constituíram mais relevante durante o estágio supervisionado e descrever, de forma detalhada, as atividades realizadas no aludido estágio, bem como mostrar por imagens, o trabalho em campo. O relatório mostra os conceitos teóricos de concreto, asfalto e pavimentação asfáltica, para um melhor entendimento sobre o desenvolvimento do estágio supervisionado. A experiência do estágio obrigatório para o graduando em engenharia civil foi sem dúvida gratificante e proveitosa, pois o estudante teve a chance de colocar em prática os aprendizados de sala de aula, e melhor, a chance de confirmar que vai sair da graduação preparado para um mercado de trabalho cada vez mais exigente e competitivo, e que busca por profissionais diferenciados para ocupar as vagas ofertadas tanto pelas empresas quanto por concursos públicos.

SUMÁRIO

EXTRATO.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 Concreto.....	6
2.1.1 Resistência.....	6
2.1.2 Constituição.....	7
2.2 Asfalto.....	7
2.2.1 História.....	9
2.2.2 Aplicação.....	9
2.2.3Usina de asfalto.....	9
2.3 Pavimentação.....	10
2.3.1 Tipo De Pavimento.....	11
2.3.2 Camadas Constituintes De Um Pavimento.....	11
2.3.3Principais Tipos De Pavimentos.....	13
2.3.4 Misturas Asfálticas.....	15
2.3.5 Danos Aos Pavimentos.....	16
3 DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO.....	19
4 CONCLUSÕES.....	31
4.1 Aprendizados Práticos.....	31
4.2 Relacionamento Profissional.....	32
4.4 Considerações Finais Sobre o Estágio Supervisionado.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta atividades realizadas no estágio obrigatório supervisionado do curso de engenharia civil da Universidade Tiradentes (UNIT), realizado no Departamento Estadual De Infraestrutura Rodoviária de Sergipe (DER), no 5º Departamento de Gerencia Executiva de Distrito Rodoviário Estadual (5º GEDRE).

O estágio teve um período de 160 horas, distribuídos em quatro horas diárias de segunda a sexta, realizado nos meses de outubro e novembro de 2015, sob supervisão dos engenheiros Anderson das Neves Nascimento, gerente executivo de rodovias estaduais, e Hilton Porto, professor orientador da instituição de ensino.

Durante o processo de estágio foram realizadas etapas construtivas feitas na Recuperação da Malha Rodoviária da SE-160, no povoado de Laranjeiras, como processos de corte, aterro, reforço do subleito, terraplanagem, imprimação (CM30), pavimentação asfáltica e confecção de relatórios relativos de serviços no decorrer das etapas executadas.

O Engenheiro civil tem o papel de projetar, gerenciar e executar obras como casas, prédios, pontes, viadutos, estradas e barragens. Fazer acompanhamento das etapas construtivas ou das reformas, produzir análises do solo e estudo do local, a definição dos tipos de fundações e dos acabamentos. Especificar as redes de instalações elétricas, hidráulicas e de saneamento do edifício e define o material a ser usado. Chefiar as equipes de trabalho, supervisionando prazos, custos, padrões de qualidade e de segurança. Tem o dever de garantir a estabilidade e a segurança da edificação, através do cálculo deduzir a resistência dos materiais usados na construção. E também pode se dedicar à administração de recursos prediais, gerenciando a infraestrutura e a ocupação de um edifício.

E quem trabalha no ramo de estrada tem como finalidade projetar, construir e manter boas rodovias, trazendo segurança aos usuários das estradas e praticidade para a população, mostrando relação entre o ambiente,

o homem e a economia. Tendo como importância o gerenciamento da quantidade de material a ser usado na construção ou reforma de uma rodovia, sendo ele: brita, areia, massa asfáltica, expurgo e etc.

Como o estágio curricular é compreendido como processo de vivência prático-pedagógica, que aproxima o acadêmico da realidade de sua área de formação e o auxilia a compreender diferentes teorias que regem o exercício profissional, o objetivo geral desse relatório é mostrar a prática aplicada com os conceitos teóricos, observando e verificando todo processo construtivo da obra de infraestrutura rodoviária estadual.

Tem como objetivos específicos descrever sobre a entidade pública, mostrar todo o processo de reforma da SE-160, levando em conta todas as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado do departamento de gerência da instituição pública. Também elencar as atividades que se constituíram mais relevante durante o estágio supervisionado, descrever, e mostrar com imagens as atividades realizadas em campo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta parte do relatório será mostrado os conceitos teóricos de concreto, asfalto e pavimentação asfáltica, para um melhor entendimento sobre o desenvolvimento do estágio supervisionado.

2.1 Concreto

O concreto, também conhecido como betão, é o material mais utilizado na construção civil, composto por uma mistura de cimento, areia, pedra e água, além de outros materiais eventuais, os aditivos e as adições.(SILVA, 2008)

Em sua história, os romanos foram os precursores a usar uma versão deste material conhecida por *pozzolana*. Porém, o material só veio a ser desenvolvido e pesquisado no século XIX. (KAEFER, 2006)

Quando armado com ferragens passivas, recebe o nome de concreto armado, e quando for armado com ferragens ativas recebe o nome de concreto protendido ou betão pré-esforçado.(SILVA, 2008)

Além disso, existem vários tipos de concretos especiais, como o concreto autoadensável, concreto leve, concreto posreativo, concreto translúcido, concreto colorido, concreto com fibras, que são utilizados de acordo com necessidades específicas de cada projeto.(SILVA, 2008)

2.1.1 Resistência

Sua resistência e durabilidade dependem da proporção entre os materiais que o constituem. A mistura entre os materiais constituintes é chamada de dosagem ou traço.(KAEFER, 2006)

Segundo silva (2008), a água utilizada contribui para a reação química que transforma o cimento Portland em uma pasta aglomerante. Se a quantidade de água for muito pequena, a reação não ocorrerá por completo e também a facilidade de se adaptar às formas ficará prejudicada, porém se a quantidade for superior a ideal, a resistência diminuirá em função dos poros que ocorrerão quando este excesso evaporar. De acordo com silva(2008), a porosidade, por sua vez, tem influência na impermeabilidade e, conseqüentemente, na durabilidade das estruturas confeccionadas em concreto. A proporção entre a água e o cimento utilizados na mistura é chamada de fator água/cimento. As proporções entre areia e brita na mistura tem influência na facilidade de se adaptar às formas e na resistência.

2.1.2 Constituição

Materiais constituintes do concreto:

- A. Aglomerante — cimento Portland;
- B. Agregado Miúdo — areia natural ou artificial (pó de pedra beneficiado), pó de pedra;
- C. Agregado Graúdo — pedra britada ou seixo natural;
- D. Água — pode ter parte ou totalidade substituída por gelo;
- E. Aditivo — plastificante retardador de pega;
- F. Adições — metacaulim, cinza volante, pozolanas, cal, pó de pedra.

2.2 Asfalto

Segundo Lorena(2006) pavimento é:

O asfalto é um produto obtido através da destilação do petróleo sendo uma de suas frações mais pesadas com um ponto de ebulição de 600°C. Isso significa que ele é obtido bem mais perto da base da torre de destilação. Ele também pode ser extraído direto da natureza. Era assim

que ele era obtido antigamente. Nessa época poderia ser chamado de betume e era utilizado para evitar vazamentos de água e até mesmo na preparação de múmias. A palavra egípcia que dava nome as múmias, poderia ser traduzida diretamente para betume.

Segundo Pinto (1980), diz que:

o asfalto é um betume espesso, de material aglutinante escuro e reluzente, de estrutura sólida, constituído de misturas complexas de hidrocarbonetos não voláteis de elevada massa molecular, além de substâncias minerais, resíduo da destilação a vácuo do petróleo bruto. Não é um material volátil, é solúvel em bissulfeto de carbono (CS₂), amolece a temperaturas entre 150°C e 200°C, com propriedades isolantes e adesivas. Também denomina a superfície revestida por este betume. É muito usado na pavimentação de ruas, estradas e aeroportos.

Existem vários tipos de asfalto:

- a) O CAP - Cimento Asfáltico de Petróleo (Ex. CAP-20, CAP-70);
- b) O ADP - Asfalto Diluído de Petróleo(Ex. CM-30, CR-250);
- c) A Emulsão Asfáltica (Ex. RR-2C, RM-1C); entre outros.

De acordo com Silva (2008), dentro da engenharia rodoviária, cada tipo de asfalto se destina a um fim. Por exemplo: o ADP é utilizado para a imprimação (impermeabilização) da base dos pavimentos. Por outro lado, o CAP e as emulsões asfálticas são constituintes das camadas de rolamento das rodovias, de maneira que o CAP entra como constituinte dos revestimentos asfálticos de alto padrão como o CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente - ao passo que as emulsões asfálticas são constituintes dos revestimentos de médio e baixo padrão, como os pré-misturados a frio e a quente (PMF e PMQ) e os tratamentos superficiais, as lamas asfálticas e microasfalto.

De acordo com Baldo (2007), cabe ressaltar que a adoção de um revestimento de alto, médio ou baixo padrão leva em conta aspectos como: número e tipo de veículos pesados que transitem/transitarão na rodovia; vida útil adotada para o pavimento; disponibilidade de material; composição das camadas inferiores do pavimento, entre outros.

2.2.1 História

Segundo Pinto (1980), os primeiros registros são de 3000 a.C., quando ele era usado para conter vazamentos de águas em reservatórios, já passando pouco depois a pavimentar estradas no Oriente Médio. Nesta época, ele não era extraído do petróleo, mas sim feito com piche retirado de lagos pastoso. A partir de 1909 iniciou-se o emprego de asfalto derivado do petróleo, devido a sua maior pureza e viabilidade econômica, sendo atualmente o principal meio de produção de asfalto.

2.2.2 Aplicação

Segundo Silva (2008), mesmo em larga utilização no Brasil, o asfalto como solução para as rodovias em regiões tropicais não é ideal, devido ao intenso intemperismo destas regiões. Rodovias com superfície de concreto são mais resistentes às intensas variações diurnas de temperatura e umidade características do clima tropical.

2.2.3 Usina de asfalto

De acordo com Baldo (2007), uma usina de asfalto é um conjunto de equipamentos mecânicos e eletrônicos interconectados de forma a produzir misturas asfálticas. Variam em capacidade de produção e princípios de proporcionamento dos componentes, podendo ser estacionárias ou móveis.

2.3 Pavimentação

Segundo Bernucciet al. (2006) pavimento é:

[...] uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

Já Balbo (2007) afirma que o pavimento é uma estrutura composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados, adequada para atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, de maneira durável e ao mínimo custo.

Por fim, Danieleski (2004) citando a atual Norma Brasileira de Pavimentação, NBR 72/1982, define pavimento como:

[...] uma estrutura construída após terraplanagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a: a) resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego; b) melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança; c) resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Segundo Carvalho (1997), diz que:

Também se constitui como pavimento uma ou mais materiais que se coloca sobre o terreno natural ou terraplenado, para aumentar sua resistência e servir para a circulação de pessoas ou veículos. Entre os materiais utilizados na pavimentação urbana, industrial ou rodoviária estão os solos com maior capacidade de suporte, os materiais rochosos, como pedras britadas ou calçamento, o concreto de cimento Portland e o concreto asfáltico.

A estrutura do pavimento tem como característica o número de variáveis (materiais, carga, fundação, clima, NA), a circunstância variáveis e sensibilidade à intemperização e degradação da superfície. (CARVALHO,1997)

2.3.1 Tipo De Pavimento

De acordo com Balbo (2007), pode-se classificar em três tipos de pavimento. Sendo ele rígidos, contendo placas de concreto de cimento Portland, semi-rígido que é revestido de camada asfáltica e com base estabilizada quimicamente, contendo cal e cimento, e flexível que é revestido de camada asfáltica e com base de brita ou solo.

2.3.2 Camadas Constituintes De Um Pavimento

Segundo Bernucci et al (2006), a estrutura do pavimento é compreendida, em seu sentido estrutural, para receber e transmitir os esforços de maneira a aliviar pressões sobre as camadas inferiores. De acordo com Balbo (2007), cada camada do pavimento possui uma ou mais funções específicas, que devem proporcionar aos veículos, em qualquer ação climática, condições adequadas de rolamento e suporte.

Nos pavimentos asfálticos, estão em geral presentes camadas de base, de sub-base e de reforço do subleito (BALBO, 2007).

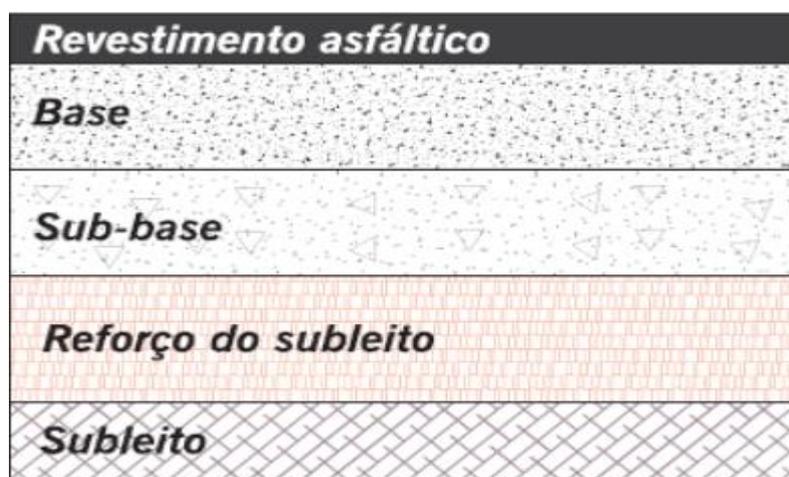
A NBR 7207/82 assegura que o pavimento é constituído por quatro camadas: subleito, sub-base, base e revestimento, cujas definições são:

- a) Subleito é o terreno de fundação do pavimento ou do revestimento. Quando necessário, faz-se um reforço do subleito;
- b) Sub-Base é a camada corretiva do subleito, ou complementar à base, quando por qualquer circunstância não seja aconselhável construir o pavimento diretamente sobre o leito obtido na terraplenagem. Os materiais que podem ser empregados como sub-base é o Cascalho, Solo-Cal, Solo-Cimento (SILVA, 2008);
- c) Base é a camada que tem por função aliviar a tensão nas camadas inferiores, permitir a drenagem das águas que se infiltram no pavimento (por meio de drenos) e resistir às tensões

e deformações atuantes. A tensão máxima de cisalhamento ocorre na base, logo ela deverá ser constituída de material de excelente qualidade e ser muito bem construída. Conforme Silva(2008), os materiais que podem ser empregados como base são Brita Graduada Simples (BGS), Concreto Compactado a Rolo (CCR), Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC), Macadames Hidráulico e Seco, Solo-Cal, Solo-Cimento e Solo-Brita

- d) Revestimento é a camada que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos, destinada econômica e simultaneamente a melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança; e resistir aos esforços que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento. Bernucci et al.(2006) acrescentam que “[...] essa camada deve ser tanto quanto impermeável e resistente aos esforços de contato pneu-pavimento em movimento, que são variados conforme a carga e a velocidade dos veículos.”

Figura 1-Camada do revestimento asfáltico



Fonte: Departamento de transporte de UFPR (2009)

De acordo com Departamento de transporte de UFPR (2009), para a camada de revestimento podem ser usados o Concreto de Cimento Portland (CCP) ou Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) ou Stone Mastique Asphalt (SMA), para tráfego pesado, e o PMQ (Pré-Misturado a Quente), para

tráfego leve. Além destes revestimentos “a quente”, pode-se usar o PMF (Pré-Misturado a Frio) e ainda se utiliza em certos casos, o TSD (Tratamento Superficial Duplo) por penetração invertida.

Os revestimentos asfálticos são, normalmente, subdivididos em duas ou até mais camadas por razões técnicas, construtivas e de custo (BALBO, 2007). As distinções entre possíveis camadas de revestimento asfáltico, de acordo com as terminologias empregada no meio rodoviário, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Termos aplicáveis a camadas de revestimento asfáltico

Designação do revestimento	Definição	Associações
Camada de rolamento	É a camada superficial do pavimento, diretamente em contato com as cargas e com as ações ambientais	Camada de desgaste, capa de rolamento, revestimento
Camada de ligação	É a camada intermediária, também em mistura asfáltica, entre a camada de rolamento e a base do pavimento	Camada de binder ou simplesmente binder
Camada de nivelamento	Em geral, é a primeira camada de mistura asfáltica empregada na execução de reforços (recapeamento), cuja função é corrigir os desníveis em pista, afundamentos localizados, enfim, nivelar o perfil do greide para posterior execução da nova camada de rolamento	Camada de reperfilagem ou simplesmente reperfilagem
Camada de reforço	Nova camada de rolamento, após anos de uso do pavimento existente, executada por razões funcionais, estruturais ou ambas	“Recape” e recapeamento são termos populares (usa-se também a expressão “pano asfáltico”, que muitas vezes parece comprometer menos)

Fonte: Adaptada pela autora com base em Balbo (2007).

2.3.3 Principais Tipos De Pavimentos

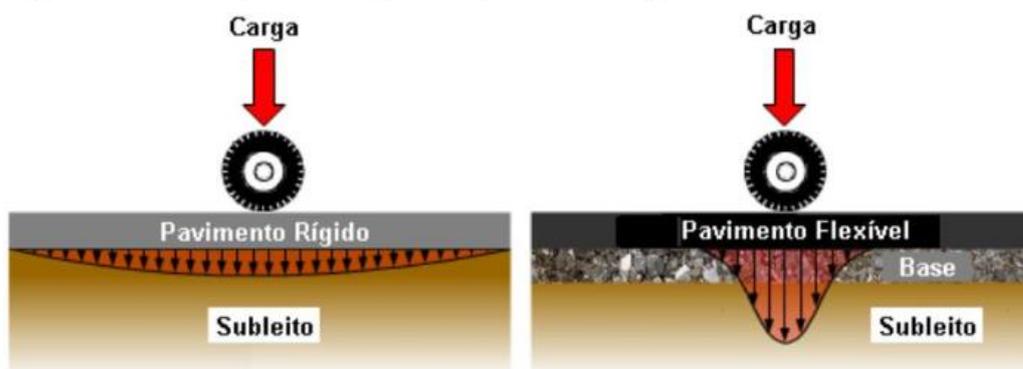
Quanto à classificação do pavimento rodoviário, Bernucci et al. (2006) divide-o em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Atualmente há uma tendência de usarem-se as nomenclaturas pavimentos de Concreto de Cimento Portland e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar a classe de revestimento do pavimento.

Nestes tipos de pavimento, a distribuição da carga para o subleito ocorre distintamente. Segundo o Departamento de Transportes da Universidade Federal do Paraná (DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DA UFPR, 2009), o pavimento rígido distribui a carga em uma área maior do subleito, em virtude do alto Módulo de Elasticidade do CCP (FIGURA 2). A

própria placa de concreto disponibiliza grande parte da capacidade estrutural do pavimento rígido. É usual designar a subcamada desse pavimento como sub-base, uma vez que a qualidade do material dessa camada equivale à sub-base de pavimentos asfálticos (BERNUCCI et al.,2006).

Já o pavimento flexível utiliza um maior número de camadas e distribui as cargas para uma seção mais concentrada do subleito, conforme Figura 2 (DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DA UFPR, 2009). Bernucci et al.(2006) ressaltam que os pavimentos asfálticos são aqueles em que o revestimento é composto por uma mistura constituída de agregados e ligantes asfálticos, basicamente.

Figura 2 - Distribuição de cargas nos pavimentos rígido e flexível



Fonte: Departamento de Transportes da UFPR (2009).

Segundo Pereira (2010), engenheiros encarregados da pavimentação de ruas, avenidas ou rodovias escolherão o tipo de pavimento mais adequado para determinada situação por aspectos técnicos e econômicos. No Brasil, os pavimentos flexíveis necessitam de alguma medida de manutenção a cada 3 a 5 anos. Em contra partida, os pavimentos rígidos alcançam uma durabilidade de 20 a 40 anos.

A utilização de cada um dos tipos de pavimento varia de acordo com uma série de fatores. Os pavimentos rígidos são mais apropriados para áreas de tráfego urbano e de maior intensidade, mas os pavimentos flexíveis possuem menor custo de construção e os prazos de execução são bem mais rápidos (DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DA UFPR, 2009).

2.3.4 Misturas Asfálticas

Bernucciet al.(2006) comentam que:

Na maioria dos pavimentos brasileiros usa-se como revestimento uma mistura de agregados minerais, de vários tamanhos, podendo também variar quanto à fonte, com ligantes asfálticos que, de forma adequadamente proporcionada e processada, garante ao serviço executado os requisitos de impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, durabilidade, resistência à derrapagem, resistência à fadiga e ao trincamento de acordo com o clima e o tráfego previsto no local.

Ceratti e Núñez (2011), afirmam que as misturas asfálticas são materiais viscoelásticos e sob carregamento repetido podem romper por trincamento, fadiga ou deformação permanente ou por uma combinação desses mecanismos de degradação.

A mistura mais utilizada no Brasil é o Concreto Asfáltico (CA), também conhecido como Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). Esta mistura é composta por agregados de diversos tamanhos e cimento asfáltico dosados e aquecidos em função da viscosidade desejada (BERNUCCI et al., 2006).

De acordo com Senço (1997), a granulometria do agregado pode ser classificada em três frações: agregado graúdo, agregado fino e filler. O agregado graúdo, normalmente, é constituído de pedra britada ou seixo rolado, com uma superfície rugosa e forma angular. Já o agregado miúdo pode ser composto de areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Quanto ao filler pode ser constituído de cimento, pó de pedra, pó de calcário e similares.

Para Senço (1997), o CBUQ é preferido para vias expressas pois:

É o mais nobre dos revestimentos flexíveis. Consiste na mistura íntima de agregado, satisfazendo rigorosas especificações, e betume devidamente dosado. A mistura é feita em usina, com rigoroso controle de granulometria, teor de betume, temperaturas do agregado e do betume, transporte, aplicação e compressão [...]

2.3.5 Danos Aos Pavimentos

No decorrer da vida útil dos pavimentos, estas estruturas podem apresentar defeitos causados por diversos motivos. Segundo Link (2009), as patologias estão ligadas aos materiais empregados e ao comportamento mecânico que é particular de cada estrutura. Desta forma, o conhecimento destas causas constitui: “[...]informações muito úteis ao engenheiro na tentativa de entender os problemas que se manifestam em pavimentos e terão bastante influência nas técnicas que serão empregadas para serviços de manutenção.” (BALBO, 1997).

A norma DNIT 005/2003–TER também fornece definições para estas patologias encontradas em revestimentos asfálticos, que seguem abaixo (BRASIL, 2003):

a) fenda: qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas. Subdivide-se em fissura e trinca:

a.a) fissura: fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível à vista desarmada de uma distância inferior a 1,50m;

a.b) trinca: fenda existente no revestimento, facilmente visível à vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada. As trincas ditas interligadas são divididas em duas categorias: trinca couro de jacaré, com contornos erráticos, e trinca de bloco, com lados bem definidos aparentando blocos.

a.c) Enquanto que as trincas “couro de jacaré” estão associadas à repetição das cargas de tráfego (concentram-se nas trilhas de roda), as de bloco não estão relacionadas com tráfego; logo, elas aparecem em qualquer lugar, até em locais de pouco tráfego.

a.c) As trincas no revestimento podem ser devido à fadiga ou não. A fadiga está relacionada com a repetição da passagem de carga de veículo comercial;

b) afundamento: deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação,

b.a) afundamento plástico: afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito;

b.b)afundamento de consolidação: é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito;

c) corrugação ou ondulação:deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento;

d)escorregamento:deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua. Ocorre principalmente em áreas de frenagem e de interseções, quando o veículo causa o deslizamento da massa asfáltica (baixa aderência) ou sua deformação (baixa resistência);

e)exsudação:excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento;

f)desgaste: efeito de arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego;

g)panela ou buraco: cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas),podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas;

h)remendo:panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”.

Outros defeitos, que não constam na Norma DNIT 005/2003–TER, são importantes ET também devem ser considerados para uma análise da solução

de restauração: segregação, bombeamento de finos, falha de bico em tratamentos superficiais, entre outros (BERNUCCI et al.,2006).

De acordo com Albano (2005), os defeitos de superfície de pavimentos flexíveis citados, além de exemplos de defeitos não considerados pela especificação brasileira, mas que a observação de sua ocorrência auxiliará na solução ou minimização de problemas futuros. A cada tipo de defeito são associadas algumas causas prováveis para seu aparecimento na superfície.

Segundo BERNUCCI et al.(2006):

O importante a ser ressaltado é que o diagnóstico da situação geral, envolvendo a compreensão das causas dos defeitos é a etapa mais importante do levantamento da condição funcional para fins de projeto de restauração ou de gerência de manutenção.

A deterioração de um pavimento por fadiga caracteriza-se pelo rompimento da camada de Concreto Asfáltico quando esta é solicitada continuamente por cargas que provocam tensões menores do que a resistência à tração do revestimento. As trincas surgem, inicialmente, na fibra inferior da camada de CA e propagam-se progressivamente para a superfície, dando a impressão, em um estágio final de evolução, semelhantes ao couro de crocodilo (ALBANO, 2005).

A publicação Truck Weight Limits, da National Research Council (1990), traz uma análise do efeito de veículos pesados sobre a durabilidade dos pavimentos. Esse trabalho destaca que as condições e o desempenho dos pavimentos não dependem unicamente do número de veículos pesados e da carga por eixo que os pavimentos estão sujeitos. Outros fatores também devem ser considerados:

- a) Adequação das espessuras das camadas que compõem o pavimento;
- b) Qualidade dos materiais empregados na construção;
- c) Procedimentos construtivos adotados;
- d) Condições de manutenção da rodovia;
- e) Propriedades do subleito existente e, condições ambientais (precipitação, umidade do ar e valor e variação da temperatura).

3 DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO

O estágio foi dividido em escritório, na gerencia executiva, e na prática em campo, na reforma da malha rodoviária da SE-160 no Povoado Cafuz.

Na gerencia executiva o aluno ajudou na elaboração de tabelas no programa de planilha do Excel, para controle de brita graduada granítica, brita de ½, expurgo, cimento Potland, Cm30, Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), Concreto Betuminoso Usinado Quente(CBUQ), óleo diesel, areia fina e média.

O aprendiz entendeu também, na parte administrativa com o Engenheiro Anderson o que é cada material da construção da reforma de uma estrada. quais são:

- a) o asfalto, tecnicamente falando, CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado à Quente. Onde a produção é feita em uma Usina de Asfalto. A temperatura que o CBUQ sai da usina é em torno de 165 a 168 graus Celcius, já a sua aplicação é entre 150 e 160 graus;
- b) CM 30 que é o material utilizado na imprimação da base. Sua função é de impermeabilização para evitar que infiltração de água da base para o CBUQ. Após a aplicação do CM é necessário um tempo de, pelo menos, 48h de cura para que ele “rompa”, ou seja, evapore todo o querosene presente na sua composição;
o cimento Portland é um pó fino, com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água. Com a adição de água, se torna uma pasta homogênea, capaz de endurecer e conservar sua estrutura, mesmo em contato novamente com a água. Na forma de concreto, torna-se uma pedra artificial, que pode ganhar formas e volumes, de acordo com as necessidades de cada obra. graças a essas características, o concreto é o segundo material mais consumido pela humanidade, superado apenas pela água;

- c) areia é um conjunto de partículas de rochas desagregadas, um material de origem mineral finamente dividido em grânulos ou granito, composta basicamente de dióxido de silício, com 0,063 a 2 mm;
- d) segundo a NBR 7211/83, divide-se, granulometricamente, em areia fina (entre 0,06 mm e 0,2 mm), areia média (entre 0,2 mm e 0,6 mm) e areia grossa (entre 0,6 mm e 2,0 mm).
- e) brita é o material classificado como agregado de origem artificial, de tamanho graúdo. É muito utilizada na fabricação de concretos, no lastro de rodovias e outras obras da construção civil, antes desse processo é também chamada de basalto, uma pedra de origem ígnea ou magmática. Este tipo de rocha é facilmente encontrado em todo Brasil. Este material, também chamado de agregado quando relacionado a concretos, possui massa unitária entre 1 e 2 kg/dm³ e grãos angulosos que possuem utilizações específicas. A classificação do tipo da brita é de acordo com seu diâmetro. É classificada de 0 (zero) a 5 em ordem crescente;

A estrutura da planilha de cada material contém os seguintes dados:

- a) placa de veículo;
- b) material usado;
- c) horário no qual a caçamba pegou o material na jazida ou na usina de asfalto;
- d) quantidade de material pego pela caçamba sendo a maioria de 16 toneladas de material;

No campo o aluno viu a quantidade de 25 funcionários para a recuperação da malha rodoviária. Os maquinários e veículos utilizados foram:

- a) caminhão basculante 6m³;
- b) caminhão basculante 10m³;
- c) caminhão tanque (pipa);
- d) trator de esteiras;
- e) carregadeira frontal de pneus;
- f) motoniveladora;
- g) retroescavadeira;
- h) rolo compactador vibratório liso tapa buraco;

- i) rolo compactador vibratorio liso;
- j) rolo compactador vibratorio pé de carneiro;
- k) rolo compactador liso versão asfáltica;
- l) rolo compactador de pneus;
- m) trator de pneus com roçadeira hidráulica artic.;
- n) vassoura mecânica;
- o) trator de pneus com grade;
- p) serra para corte de asfalto;
- q) compactador manual c placa vibratória c motor;
- r) caminhão carroceria p transp. de maq 9T;
- s) caminhão carroceria p transp. de maq 15T;
- t) caminhão tipo cavalo mec. c/ semi-reboque;

A reforma da estrada foi devido ao pavimento asfáltico que havia existência de buracos em certos lugares prejudicando a segurança dos motoristas que passavam pela estrada do cafuz. De acordo com o Engenheiro Anderson, os buracos são formados pelo estado borrachudo do solo, local em que a compactação da sub-base e base do pavimento, normalmente em cascalho laterítico, ou brita graduada, ficou muito abaixo de 100% do proctor normal, outro fator que contribui é o mau escoamento das águas pluviais, falta inclinação das pistas para as laterais, e a captação por bocas de lobo, (drenagem inadequada), que acaba permitindo o acúmulo de água sobre o pavimento, o que ocasiona o desgaste prematuro e acelerado do mesmo, e até mesmo sua decomposição como é visto na Figura 3.

Figura 3- Buraco devido ao borrachudo.



Fonte: Arquivos do DER-SE.

O primeiro passo foi delimitar a área a ser recortada, formando uma figura geométrica de lados definidos (uma poligonal qualquer, como, por exemplo, um quadrado, um retângulo, etc.).

Segundo o engenheiro Anderson (2015), o objetivo é criar uma “ancoragem” para dificultar a saída da massa asfáltica do “buraco” e retirar o material oxidado das bordas do mesmo.

Para a tiragem do material ruim do solo, chamado de “solo podre” ou “borrachudo”, com a escavadeira hidráulica, como é visto na Figura 4 e Figura 5, até ser encontrada uma parte rígida do solo. Esse processo é feito para ser colocado um novo material de terra que leva brita, areia média e fina.

Figura 4 - Escavadeira hidráulica retirando o material ruim.



Fonte: Arquivos do DER-SE

Figura 5 - Tiragem inicial do asfalto para a recuperação da estrada.



Fonte: Arquivos do DER-SE

A escavadeira hidráulica tirou a parte do revestimento ou capa selante, base, sube-base, reforço do subleito, regularização do subleito e até o subleito. A escavação chegou até 9 metros de profundidade em certos lugares como são vistos nas Figuras 6 , 7 e 8.

Figura 6 - tiragem de 2 metros de solo podre para ser colocado um novo solo.



Fonte: Arquivos do DER-SE

Figura 7 - Tiragem de 4 metros de solo podre para ser colocado um novo solo.



Fonte: Arquivos do DER-SE

Figura 8 - Tiragem de 9 metros de solo podre para ser colocado um novo solo.



Fonte: Arquivos do DER-SE

Depois teve a limpeza da área, utilizando vassouras ou compressor. Umedeceu e compactou o fundo da área recortada com compactador tipo placa vibratória, promovendo no mínimo 04 (quatro) passadas.

Quarta parte do processo de “tapa buraco” é o preenchimento do espaço vazio, onde foi tirado o solo em estado borrachudo, para colocar areia fina e média mostrados nas Figuras 9, 10 e 11.

Figura 9 – Preenchimento do espaço vazio com areia.



Fonte: Arquivos do DER-SE

Figura 10 – Caçamba colocando areia no buraco.



Fonte: Arquivos do DER-SE.

Figura 11 – Caçamba colocando areia no buraco.



Fonte: Arquivos do DER-SE.

Efetou o espalhamento do material que será utilizando no subleito, sub-base, base e promoveu a compactação em 02 (duas) ou mais camadas de 10 cm, no mínimo 06 (seis) passadas em cada, utilizando a placa vibratória ou rolo, ou equivalente.

Depois de efetuar a compactação do material de subleito, sub-base e base, jogou um pouco de água no local, para promover um melhor adensamento deste material. Verificou-se o material ficou bem compactado e, se necessário, rolar mais vezes.

A última camada completou a base e deve atingir um nível tal que a camada de CBUQ ou PMF se limite a 5 cm.

A limpeza da área teve a utilização de compressor e a vassoura, como mostra a Figura 12. Na limpeza com o compressor retirar todo o pó que estiver solto. Com um regador, espalhar, pouca água, suficiente para assentar a poeira e garantir a inexistência de pó solto. A varrição ou limpeza com o compressor foi estendido sobre o pavimento existente, numa área maior que a prevista para a pintura de ligação.

Figura 12 – Limpeza da área com vassoura.



Fonte: Arquivos do DER-SE.

Segundo o engenheiro Anderson da Neves (2015) na execução da pintura de ligação no fundo e nas paredes verticais da área recortada, utilizando emulsão asfáltica, pura, ou diluída no máximo com 20% (vinte por

cento) de água, que teve ao critério da fiscalização. A emulsão cobriu toda a área que vai receber a massa asfáltica, nas Figuras 13 e 14, sem se acumular em poças visto.

Figura 13 – Pintura do local com emulsão



Fonte: Arquivos do DER-SE.

Figura 14 – Pintura do local com emulsão



Fonte: Arquivos do DER-SE.

Estendeu a pintura de ligação por 10 a 20 cm sobre o pavimento existente, isto é, para cada lado do buraco. A emulsão asfáltica deve ser

transportada e utilizada com o máximo de zelo, a fim de evitar sujar passeios, meios – fios, canteiros, jardins, rampas de garagem, etc.

Preencheu o local com CBUQ Faixa C, como na Figura 15, na temperatura entre 110°C e 177°C, ou PMF de graduação densa na temperatura ambiente. O preenchimento deve ser cuidadoso e ser iniciado 5 (cinco) minutos após a execução da pintura de ligação devido à necessidade da ruptura da emulsão asfáltica. Com a utilização de rastelo a massa bem espalhada preenchendo todo o espaço formado pelo recorte, nivelando a massa com o pavimento existente.

Figura 15 – Preenchimento do local com CBUQ faixa c.



Fonte: Arquivos do DER-SE.

Em seguida, executou-se uma primeira compactação aplicando em seguida uma nova camada de massa. A aplicação desta nova camada deverá atingir toda a área pintada (10 a 20 cm externos ao recorte).

Ao efetuar o rastelamento da massa asfáltica, segundo o engenheiro Anderson das Neves, deve-se tomar o cuidado para a massa acompanhar o mesmo nivelamento do pavimento antigo, para não haver empocamento de água.

Espalhou pouca água sobre toda a camada final da massa, utilizando-se de um regador. Não pode ocorrer formação de poças. O objetivo é facilitar o deslizamento do compactador sobre a massa e proporcionar um acabamento liso quando da operação de compactação final.

Compactou o CBUQ, promovendo no mínimo 4 (quatro) passadas na camada final, buscando também obter um acabamento liso. A compactação ficou finalizada na 4ª passada quando o compactador não deixar marcas no asfalto.

O acabamento ainda apresenta locais com britas ou granulados não agregados, aparentemente soltos, espalhar sobre o local mais 1 cm de massa e com a utilização do rastelo retirar o material granulado. Outra vez, espalhar pequena quantidade de água e compactar novamente. Atenção especial deve ser dada na compactação da camada na junção da massa nova com o pavimento velho, evitando deixar aberturas que permitam a penetração de água, quer de chuva, quer lançada na rua por moradores. No caso de trechos de comprimento superior a 20 metros e 3 metros de largura é recomendável a utilização de compactador de maior potência, tipo CC800, ou equivalente.

A compactação efetuada das bordas para a parte interna da área tratada e deverá persistir até a ausência das marcas no revestimento. Foi executada em faixas da largura da placa do compactador, e se processar de tal maneira que uma passada recubra a metade da passada anterior.

Quanto à compactação do PMF, promover somente 02 (duas) passadas na camada final para evitar a desagregação da massa.

4 CONCLUSÕES

A vivência no dia-a-dia de um departamento estadual, na área de engenharia, trabalhando em projetos de reforma da malha rodoviária e controle de quantidade de material na planilha garante ao aluno outra visão do mercado de trabalho, e das dificuldades que serão enfrentadas pelo profissional depois de formado.

Ao mesmo tempo o estágio permitiu ao aluno conhecer suas limitações, podendo talvez já escolher em que área de atuação irá trabalhar, porque a engenharia abre um leque muito grande de oportunidades ao engenheiro formado, logo conhecendo um pouco das suas fraquezas e habilidades ficando mais fácil escolher no que trabalhar depois de formado.

No estágio foi possível perceber, por exemplo, como a presença constante do engenheiro na obra faria diferença. O aluno participou de decisões, teve obrigações a cumprir e liberdade para atuar e tirou dúvidas tanto no escritório com o engenheiro na elaboração de projetos, quanto na obra com o mestre de obras e pedreiros, dúvidas inerentes a execução, fez com que o aluno desenvolvesse um senso de responsabilidade, essencial ao trabalho. Desta experiência do estágio obrigatório o graduando pode tirar conclusões importantes para toda a sua vida profissional.

4.1 Aprendizados Práticos

Acompanhar o funcionamento da gerencia executiva propiciou ao graduando a experiência única de estar colocando em pratica todo o conhecimento teórico adquirido em sala de aula, tanto na elaboração de projetos de estradas que é fundamental para o estudante ver como tudo se encaixa quase que perfeitamente (projeto e execução), dando assim uma visão real de como é o dia-a-dia do trabalho da engenharia numa estrada. Muitos são

os aprendizados no período de estágio, como por exemplo, ter uma visão ampla do trabalho que será realizado, aprendendo a contornar problemas durante a execução da obra, como diferenças climáticas que podem atrapalhar o cronograma da obra, com esse tipo de situação só se aprende a lidar vivendo ela, dormir pensando como irá resolver cada situação, fazem com que o aluno tenha uma melhor noção prática de como irá lidar com as mais diversas situações desagradáveis que um engenheiro vivencia na execução de uma obra, desde a fase de projeto, até a sua execução.

4.2 Relacionamento Profissional

O estágio possibilita ao graduando entrar em contato com mercado de trabalho, visando o aprendizado de competências próprias da atividade profissional. É vivenciando o dia a dia do escritório, aprendendo que ninguém trabalha sozinho, e que, em um mesmo projeto atuam várias pessoas, mas todas com o mesmo propósito, elaborar e executar o projeto da melhor maneira possível.

4.3 Sugestões Para a Universidade

A universidade deveria trabalhar mais proativamente nessa questão do estágio, melhorando a comunicação universidade x empresa, com as empresas de Aracaju, muitas das empresas ainda são “desconfiadas” com os alunos que saem à procura de estágio na cidade, e quando se encontra na maioria são estágios sem remuneração. Acredito que se houvesse esse contato da universidade com as empresas antes do aluno procurá-las seria tudo muito diferente.

4.4 Considerações Finais Sobre o Estágio Supervisionado

O DER-SE dá à oportunidade de colocar em prática todo conhecimento aprendido no curso de Engenharia Civil, e uma percepção das atividades exercidas por um engenheiro civil.

O período de estágio agregou muito conhecimento, já que vivenciei diariamente com engenheiros civil, e presenciei todas as dificuldades em se relacionar com vários setores e com pessoas de culturas diferentes, a fim de atingir o mesmo objetivo, a execução do contrato de manutenção civil.

No setor de engenharia pude observar a existência de várias funções que o engenheiro civil pode exercer tornando ainda mais satisfatório a conclusão do curso.

A experiência do estágio obrigatório para o graduando em engenharia civil foi sem dúvida gratificante e proveitosa, pois teve-se a chance de colocar em prática os aprendizados de sala de aula, e melhor, a chance de confirmar que vai sair da graduação preparado para um mercado de trabalho cada vez mais exigente e competitivo, e que busca por profissionais diferenciados para ocupar as vagas ofertadas tanto pelas empresas quanto por concursos públicos.

BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, Carlos A.B. Estudo da Contribuição das Deformações Permanentes das Camadas de Solo na Formação das Trilhas de Roda num Pavimento Flexível. São Carlos/SP, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1997. 48p. (Tese de D.Sc.).

MARANGON, M. E COURI, M. S. Características de Alguns Solos Lateríticos de Ocorrência na Zona da Mata Mineira. Relatório final de pesquisa FAPEMIGPROC. TEC 0850/99, 2003.

MARANGON, M., Proposição de Estruturas Típicas de Pavimentos para Região de Minas Gerais Utilizando Solos Lateríticos Locais a Partir da edologia, Classificação MCT e Resiliência.., COPPE/UF RJ, Rio de Janeiro,RJ, 2004. (Tese de D.Sc).

MARQUES, G. L. O.; GERMANO, A. M. E PEREIRA, F. N. P. Estudo de Pré-Misturado a Frio Utilizando Agregados da Região de Juiz de Fora - MG. Relatório final de pesquisa CNPQ / Programa PIBIC-UFJF, Juiz de Fora – MG, 1998.

MARQUES, G. L. O. E MOREIRA, V. M.T. Utilização dos Agregados da Região de Juiz de Fora no Estudo de Dosagem de Pré-Misturado a Frio. Relatório final de pesquisa FAPEMIG PROC. TEC 1078/96, Juiz de Fora - MG, 1998.

MARQUES, G. L. O. E MORAIS, W. M. Estudos de Deformações Permanentes em Pré-Misturados a Frio Através de Ensaios Estáticos. Relatório final de pesquisa FAPEMIG PROC. TEC 1415/97 , 1999.

MARQUES, G. L. O., Utilização do Módulo de Resiliência como Critério de Dosagem de Mistura Asfáltica; Efeito da Compactação por Impacto e Giratória.., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro- RJ, 2004. (Tese de D.Sc)

MEDINA, J. Mecânica dos Pavimentos. Rio de Janeiro-RJ, Editora UFRJ, 1997.

MEDINA, J. e MOTTA, L. M. G. Mecânica dos Pavimentos. 2ª Ed. Rio de Janeiro-RJ, Editora UFRJ, 2005.

MOTTA, L. M. G., Contribuição para a Estimativa do Módulo Resiliente de Misturas Asfálticas. In: *14º Encontro de Asfalto*, Instituto Brasileiro do Petróleo, Rio de Janeiro-RJ, 1998.

MOTTA, L. M. G., MEDINA, J., SOUSA, A. M., 2002, Características de Fadiga e Resiliência de Concretos Asfálticos Brasileiros. 16º Encontro de Asfalto, IBP2402, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Rio de Janeiro, 03-05 dezembro.

PINTO, S., PREUSSLER, E. S., Módulos Resilientes de Concretos Asfálticos. Departamento Nacional de Estradas de Rodagens – Instituto Pesquisas Rodoviárias DNER - IPR, Rio de Janeiro. 1980.

VIANNA, A. A. D. Contribuição para o Estabelecimento de um Material Padrão e de Metodologia para Calibração de Equipamentos de Ensaio Dinâmicos. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2002. (Tese de M.Sc.)

DNIT 031/2006-ES –pavimento flexível – concreto asfáltico- especificação de serviço.

Resolução CPN - Companhia Nacional Do Petróleo, 01/92, De 14/02/92, Classifica A Viscosidade;

DNIT 145/2010 - ES– pavimentação – base de estabilidade granulométrica- especificação de serviço.

DNIT 153/2010-ES –Pavimentação Asfáltica – Pré- misturado a frio com emulsão catiônica convencional- Especificação De Serviço.

AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials, Rough Roads Ahead, Fix Them Now or Pay for It Later.USA. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Terminologia e Classificação de Pavimentação–NBR7207. Rio de Janeiro, 1982.

BALBO, José Tadeu. Pavimentos asfálticos In: patologias e manutenção. São Paulo, plêiade, 1997.

BALBO, José Tadeu.Pavimentação Asfáltica In: materiais, projeto e restauração. São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. al. Pavimentação asfáltica In: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/ ABEDA, 2006

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. DNIT 005/2003 –TER In: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos –Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. DNIT 006/2003 –PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

Ministério dos Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. DNIT 095/2006 In: cimento asfáltico de petróleo – especificação de material. Rio de Janeiro, 2006.

CERATTI, J. A. P. e NÚÑEZ, W. P. Projeto de Pesquisa CONCEPA – LAPAV in: Estudo de Desempenho de Pavimento Experimental com objetivo de validar método racional de dimensionamento de Pavimentos flexíveis. Porto Alegre, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Pesquisa CNT de Rodovias 2006: relatório gerencial. –Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2011 Color.;mapas, gráficos.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Pesquisa CNT de Rodovias 2011: relatório gerencial. –Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2011 Color. mapas, gráficos.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Pesquisa CNT de Rodovias 2012:relatório gerencial. –Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Pesquisa CNT de Rodovias 2013: relatório gerencial. –Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2013.

COLARES, L. G. Concessão Administrativa In: gerenciando a manutenção de rodovias por parâmetros de desempenho. Projeto de pesquisa de artigo científico apresentado à Comissão de Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Controle Externo (PGCE) do Instituto Serzedello Corrêa do Tribunal de Contas da União, Brasília, 2011.

DANIELESKI, M. L. Proposta de metodologia de avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. 187 p. (Tese M. S.).

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DA UFPR. Transportes B -Tipos de pavimentos. 2009.

SENÇO, Wlastemilerde. Manual de técnicas de pavimentação. São Paulo, Pini, 1997. v. 1.

SILVA, Paulo Fernando. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. 2ª ed. v(1). São Paulo, Pini, 2008. v. 1

KAEFER, A Evolução do concreto armado Disponível em: <http://www.cimento.org> Acesso em maio/junho/julho de 2006

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. O Concreto no Brasil. São Paulo: Pini, 1992. 1. ed. V. 2. 277p.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. O Concreto no Brasil. São Paulo, Pini, 1992.2.ed.V.2. 213p.

DANIELESKI, M. L. Proposta de metodologia de avaliação superficial de pavimentos urbanos In: aplicação à rede viária de Porto Alegre. Porto Alegre, 2004, 187 f.