



INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

DEYVERSON DE SOUZA MENDES
JOSIMAR VIEIRA DE SOUZA

**A APLICAÇÃO DO GEOTÊXTIL NA PAVIMENTAÇÃO
ASFÁLTICA**

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DOCTUM – MINAS GERAIS

2015

DEYVERSON DE SOUZA MENDES
JOSIMAR VIEIRA DE SOUZA

A APLICAÇÃO DO GEOTÊXTIL NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Monografia apresentado à banca examinadora da faculdade de Engenharia Civil do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, como requisito parcial de obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil:

Prof. Orientado: Sidinei Silva Araújo

DOCTUM – CARATINGA

2015

AGRADECIMENTOS

Dedico especial agradecimento a Sidinei Silva Araújo, orientador dedicado que com sabedoria soube dirigir-me os passos e os pensamentos para o alcance de meus objetivos.

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível.

A Deus, por acreditar que nossa existência pressupõe outra infinitamente superior. A todos os professores do curso que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho. Enfim, aos amigos e colegas pelo incentivo e pelo apoio constantes.

Deyverson de Souza Mendes.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer aquele que sempre esteve ao meu lado que nunca deixou que eu desistisse, aquele que me deu força, sabedoria, paciência, aquele sempre me dizia: tenha fé, você consegue, enfim obrigado meu DEUS, obrigado por mais esta conquista.

Quero agradecer a Maria mãe de DEUS que sempre intercedeu por mim nas horas que mais precisei.

Quero agradecer aos meus pais por ter me trazido ao mundo para que eu pudesse chegar aonde cheguei, pelas vezes que rezaram por mim para que eu nunca fraqueja-se.

Quero agradecer aos meus irmãos que sempre me apoiaram, dando-me incentivo para seguir em frente.

Quero agradecer a minha esposa e sua família por sempre estar ao meu lado.

Quero agradecer aos meus mentores que me conduziram nesta caminhada de cinco anos, fazendo que eu me tornasse um profissional.

Quero agradecer aos meus colegas de faculdade que unidos coseguimos vencer esta batalha, de modo especial Marcus Vinicius e Izaque Júnior que foram meus fiéis parceiros.

Por fim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

Muito Obrigado.

Josimar Vieira de Souza.

RESUMO

A malha rodoviária é o caminho que une nossa sociedade. Porém, milhões de quilômetros de pavimentos estão constantemente sobre ataque de buracos, rachaduras e trincas que ameaçam a eficiência do transporte rodoviário. Desta forma, a água junto com o tráfego de veículos se torna uma das causas direta ou indireta da maioria dos defeitos das estradas, tendo como ajuda a oxidação que é responsável pela perda dos elementos que o fazem flexível, deixando-o mais propenso a rachaduras e trincas sob pressão, portanto, a escolha do método de drenagem, seja urbana ou rodoviária, é um dos meios de garantir o encaminhamento da água para locais corretos e ainda a utilização da manta geotêxtil não tecido como camada antipropagação de trincas em recapeamento é executado a fim de buscar uma maior e melhor qualidade do recapeamento e estar prolongando a vida útil do pavimento (recapeamento). Tendo em vista as dificuldades nas manutenções das rodovias e os elevados custos na execução, este trabalho visa contribuir para a utilização de uma tecnologia inovadora que possa ser eficaz tanto na execução como na manutenção de drenagem e recapeamento com um único objetivo de evitar a deterioração, proporcionando maior segurança na circulação de veículos e de seus ocupantes.

Palavras-chave: Segurança; Drenagem de rodovias; geotêxteis.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO | 8 |
| 1 HISTÓRIA DA PAVIMENTAÇÃO | 10 |
| 1.1 HISTÓRIA DA PAVIMENTAÇÃO NO BRASIL | 12 |
| 1.2 DEFINIÇÕES DE PAVIMENTOS | 14 |
| 1.3 CAMADAS DO PAVIMENTOS | 14 |
| 2 ESTUDO DE DRENAGEM | 16 |
| 2.1 HIDROLOGIA | 16 |
| 2.2 CICLO HIDROLÓGICO | 17 |
| 2.2.1 Escoamento Superficial | 18 |
| 3 ÁGUA E PAVIMENTO | 20 |
| 3.1 INFILTRAÇÃO | 20 |
| 3.1.1 Infiltração nas bordas dos pavimentos | 21 |
| 3.2 SISTEMAS DRENANTES | 22 |
| 3.2.1 Drenagem Subsuperficial | 24 |
| 3.2.2 Drenagem Profunda | 25 |
| 3.2.3 Drenagem do Pavimento | 25 |
| 3.2.4 Drenagem de Transposição de Talwegues | 26 |
| 4 APLICAÇÃO DO GEOTÊXTIL | 27 |
| 4.1 CRITÉRIOS DOS GEOTÊXTEIS | 30 |
| 4.1.1 Critério de permeabilidade | 30 |
| 4.1.2 Critério de retenção | 30 |
| 4.1.3 Critério de sobrevivência | 31 |
| 4.2 FUNÇÕES DO GEOTÊXTEIS | 31 |
| 4.3 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DO GEOTÊXTIL | 32 |
| 4.4 EXECUÇÕES E INSTALAÇÃO POR ETAPAS DO GEOTÊXTIL EM DRENO | 33 |
| 4.5 GEOTÊXTIL ANTIPROPAGAÇÃO DE TRINCAS | 35 |

| | |
|---|-----------|
| CONCLUSÃO | 40 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |

INTRODUÇÃO

Em pavimentação, deve ser alcançados uns dos objetivos principais de projetar e construir de forma econômica e eficiente, buscando suportar as cargas de tráfego e as ações climáticas, onde se justifica a busca de soluções que possa ajudar o nosso transporte rodoviário, além de proporcionar para a população, mais segurança e qualidades nas rodovias.

Mesmo tendo obras bem dimensionadas e construídas, maioria dos pavimentos apresenta problemas funcionais. Dessa forma esta monografia tem como objeto de estudo a aplicação do geotêxtil na pavimentação asfáltica.

Devido o grande poder das águas pluviais causarem sérios danos aos pavimentos, se tem delimitações que buscam a qualidade das estruturas, a durabilidade e o emprego do geotêxtil como solução eficaz para tais problemas, assim o maior problema de pesquisa é a falta de qualidade, devido a não se ter um sistema de drenagem competente que possa atender a necessidade do pavimento asfáltico.

Neste caso o objetivo geral é a busca de conhecimentos que possa permiti a utilização adequada dos dispositivos de drenagem, ao projetar, construir ou restaurar rodovias, contra a ação prejudicial das águas que o atingem, sob forma de chuva, infiltrações, ou armazenada sob a forma de lençóis freáticos, com objetivo específico de analisar os métodos de drenagens de pavimento, avaliar a solução do problema e verificando economicamente a viabilidade do uso do geotêxtil, baseando-se na hipótese de que a solução na drenagem de pavimentos seria a utilização do geotêxtil que é uma solução eficaz contra uns dos maiores problemas dos pavimentos à água, pois o geotêxtil, permiti que a água da chuva escoe de forma rápida e eficiente.

Algumas atividades serão feitas como revisar bibliografia, selecionar conceitos, fazendo parte de um grupo de objetivos caracterizados como cognitivos ou de embasamento teórica da pesquisa.

Estas atividades permitirão o acompanhamento da realidade operativo-cognitivo, que marcarão as alterações do objeto em tela, requerido pela hipótese desta investigação.

Para detalhar os procedimentos adotados para o desenvolvimento cognitivo e operacional da pesquisa, optou-se pela seguinte caracterização metodológica.

Durante todo o processo a revisão bibliográfica terá como marca fundamental a proximidade com o marco teórico para definição entre bibliografia básica e a complementar.

A análise dos projetos afins será feita no sentido de permitir, sintetizar novos fundamentos para a execução de drenagens de pavimentos e recapeamento, no qual constarão dados relativos aos problemas a serem apresentados no pavimento, tendo como padrão a aplicação do geotêxteis para tal problema.

A busca de conhecimentos (pesquisa) permitirá uma representação empírica/quantitativa do corpo teórico, porque foi estruturada sob a seguinte pauta de interesses, a busca por dados que comprove que a tal solução apresentada será eficaz para o problema apresentado, avaliar a solução se é economicamente satisfatória, e avaliar a qualidade final dos pavimentos.

Neste trabalho, serão abordados os estado dos pavimentos asfálticos tendo como consequência a água superficial, onde será discutido às necessidades de um bom sistema de drenagem, e verificar os tipos de estudo a ser feito, para à elaboração de um projeto e os tipos de camadas de um pavimento, visando à compreensão sobre os aspectos técnicos e práticos do recapeamento, o trabalho será concluído por meio de abordagem teórica sobre a aplicação do geotêxtil na pavimentação asfáltica.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

1 HISTÓRIA DA PAVIMENTAÇÃO

O Homem, a fim de obter melhor acesso às áreas cultiváveis e às fontes de madeira, rochas, minerais e águas, além do desejo de expandir sua área ou território de influencia, criou o que chamamos de estrada, cuja lembrança mais remota provém da china, país que as inventou. Bem mais tarde, os romanos aperfeiçoaram as estradas instalando pavimentos e drenagem, com o intuito de torná-las duradouras. Segundo autores alemães durante a fase áurea da Roma, mais de 80 mil Km de estradas foram construídos, permitindo aos dominadores o transporte de legiões militares, e o acesso a bens disponíveis nos longínquos territórios dominados. Os romanos também procuraram estabelecer rotas por terra mais racionais, para galgar montanhas e atingir os principais pontos no mediterrâneo, combinando meios de transportes da maneira mais eficiente que estrategistas poderiam conceber (BALBO, 2007, p. 13).

Tamanho foi a importância desses caminhos pavimentos para a sociedade romana que, na época áurea de Otavio Augusto (30 a. c. a. 14 d. c.), por solicitação do senado e da população do império, o senhor de Roma era responsável pelo direito pela manutenção das grandes vias de circulação, e serviço de extrema necessidade para estabilidade política, econômica, militar, e, sobretudo para a agricultura como atividade econômica (ROSTOVTZEFF, 1983).

A necessidade de construção e conservação de estradas somente voltaria a ter grande impacto durante o governo francês de Luís XIV, que fundou a École Nationale des Ponts et Chaussées em meados do séculos XVIII, decretando seu desejo de construção de seis mil léguas de estrada (BALBO, 2007, p. 13).

No final do século XVIII, por iniciativa do governador da capital de São Paulo, Bernardo Jose de Lorena, e sob a supervisão de engenheiros da Escola de fortificações de Lisboa, foi construída a primeira estrada pavimentada no País, tratada sob vários aspectos com base em preceitos de engenharia, que receberia a

alcunha de seu idealizador: a Calçada do Lorena, que ligava o Planalto Paulista ao porto de Santo (BALBO, 2007, p. 13).

Os egípcios estavam entre os primeiros povos a dar aos caminhos abertos uma verdadeira forma de via, construído drenos laterais e executando até mesmo, ainda que primeiramente, a pavimentação (CORINI, 1947).

Entre 1825 e 1895, ocorreram períodos de consolidação de diversas teorias, como a elasticidade, a resistência dos materiais, a geodésica e a geometria prática, que muito contribuíram direta ou indiretamente na criação de regras e normas para a construção de vias. A teoria Clássica das Placas Isótropas foi consolidada por Kirchoff e seria aplicada, um século mais tarde, na solução de pavimentos de concretos plenamente apoiados sobre fundação elástica (BALBO, 2007, p. 21).

Com a expansão da utilização do cimento portland nas construções, na segunda metade do século XIX, o concreto viria a ser utilizado na pavimentação de vias, como ocorreu pela primeira vez em Grenoble (França), em 1876 (Corini, 1947). Nos Estados Unidos, também nesse mesmo ano, na cidade de Bellafontaine, Ohio, era construído o primeiro pavimento urbano de concreto – fato bem documentado por alguns professores europeus na primeira metade do século XX (BALBO, 2007, p. 21).

Em 1870, foi construído o primeiro pavimento com revestimento betuminoso em Newark, New Jersey (EUA), por intermédio do químico belga E. J. DeSmedt; em 1876, em Washington (D.C.) se executava pela primeira vez o revestimento betuminoso do tipo sheet asphalt com material asfáltico importado de Lago (ASPAHALT INSTITUTE, 1973).

Em 1890, os pavimentos de concreto passaram a ser utilizados com frequência na Alemanha e, a partir de 1909, nos Estados Unidos, sendo que neste país já se contava, desde o início do século XIX, com uma significativa produção de asfalto derivado de petróleo por refinamento para aplicação em pavimentos (BALBO, 2007, p. 23).

Em 1966, a Portland Cement Association dos Estados Unidos oferecia à comunidade rodoviária seu método de dimensionamento de pavimentos de concretos simples (placas), sem barras de transferência de cargas em juntas,

fundamentado nos modelos analíticos de Westergaard e na experimentação à fadiga do concreto. Tal método seria reformulado posteriormente; em 1984, a PCA publicava novo critério para cálculo de tensões de tração na flexão em placa de concreto, desta vez, baseado no método dos elementos finitos e considerando a presença de barras de transferência de cargas em juntas; além disso, introduzia o modo de danificação por erosão de camadas granulares em base, com fundamentos empíricos, até mesmo sobre resultados de desempenho verificados na AASHO Road Test (BALBO, 2007, p. 27).

Observou-se, a partir dos anos 1960, uma preocupação mais intensa nos países da Europa ocidental com o emprego de misturas asfálticas (revestimentos) que oferecessem, além de maior durabilidade, maior capacidade de escoamento de águas pluviais, bem como maior aderência aos pneumáticos de veículo. Misturas asfálticas com ajuste da matriz de agregados graúdos, com elevada resistência ao cisalhamento, foram desenvolvidas a partir de finais dos anos 1960. Na década de 1990, verificou-se a expansão do emprego de concreto de elevada resistência na pavimentação em concreto de cimento portland, bem como dos concretos de rápida liberação ao tráfego (BALBO, 2007, p. 28).

1.1 HISTÓRIA DA PAVIMENTAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, no governo de Mem de Sá, uma das primeiras estradas pavimentadas teve seu início em 1560 e ficou conhecida como Estrada do Mar, ligando São Vicente ao planalto de Piratininga (BERNUCCI, 2008, p. 9).

No início do século XX, no Brasil, era comum o emprego da expressão macadame hidráulico ou betuminoso sobre os subleitos, pavimentando, mesmo que primeiramente para os padrões atuais, as estradas de terras. A primeira experiência de expressivo porte no País durante o século XX, consideradas as extensões pavimentadas e as condições geométricas gerais da rodovia, bem como a existência de registros precisos sobre a obra, ocorreu na construção do Caminho do Mar, de São Paulo a Cubatão conduzida pela então Diretoria de Estradas de Rodagem da

Secretaria de Viação e Obras Públicas do Estado de São Paulo (BALBO, 2007, p. 28).

Em 1926, o governo do Estado de São Paulo concluía a construção de 334 km de novas estradas, com emprego de vários tipos de pavimentos asfálticos, concreto e paralelepípedos (REIS, 1995 p. 23).

Em 1938, na região Nordeste, inicia-se a construção da atual BR 232 ligando Recife a Caruaru, em seguida, nos anos 50, tem início a construção da BR 324 no trecho do estado da Bahia, em 1967 começa a rodovia Presidente Castelo Branco e a Rodovia Imigrantes em 1973 (BALBO, 2007, p. 29).

Na década de 1940, com inspiração nas autobahem alemãs e nas autostrade italianas, construídas na década de 1930, deu início à construção da Via Anhanguera e da Via Anchieta no Estado de São Paulo, as primeiras autoestradas do Brasil, sendo utilizadas novamente técnicas de pavimentação em concreto de cimento portland, como era comum na Alemanha daqueles anos. Os estudos para tais rodovias (de fato, as primeiras autoestradas nacionais) datam de 1934, logo após a criação do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. Em 1939, iniciou-se a construção da Via Anchieta; em 1940, da Via Anhanguera, cujo primeiro trecho pavimentado, em concreto, foi inaugurado em abril de 1948 (São Paulo-Jundiaí). O trecho Jundiaí-campinas, com revestimento asfáltico, foi inaugurado em 1950 (BALBO, 2007, p. 30).

No final da década de 1950, um fato fundamental no País foi a criação de uma comissão técnica especial no âmbito do departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), com a participação do Departamento Nacional de Estrada de Rodagem do Estado de São Paulo, para o projeto e a construção da rodovia presidente Dutra. Essa obra contribuiu para a formação de uma escola rodoviária no âmbito do extinto DNER (BALBO, 2007, p. 30).

1.2 DEFINIÇÕES DE PAVIMENTOS

O asfalto utilizado em pavimentação é um ligante betuminoso que provém da destilação do petróleo e que tem a propriedade de ser um adesivo termoviscoplastico, impermeável à água e pouco reativo. A baixa reatividade química a muitos agentes não evita que esse material possa sofrer, no entanto, um processo de envelhecimento por oxidação lenta pelo contato com o ar e a água (BERNUCCI, 2008, p. 26).

O Pavimento é como uma superestrutura construída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentadas sobre um semiespaço considerado teoricamente infinito, infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito (DNIT, 2006, p. 95).

A pavimentação é um revestimento sobre uma superfície; formada por camadas de diferentes características; destinado a distribuir cargas sobre um plano subjacente; apresentando uma superfície adequadamente resistente à abrasão, com textura e declividade capazes de oferecer segurança e conforto à circulação de seres vivos ou maquinas (veículos), (Diogo, 2008),

1.3 CAMADAS DO PAVIMENTOS

O pavimento é uma estrutura não perene, composta por camada sobreposta de diferentes materiais compactado a partir do subleito do corpo estradal, adequada para atender estrutura e operacionalmente ao tráfego de maneira durável e ao mínimo custo possível, considerados diferentes horizontes para serviços de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação, obrigatórios (BALBO, 2007, p. 35).

Segundo a DNIT (2006, p.106) as camadas típicas são identificadas como:

Revestimento - Camada destinada a resistir diretamente às ações do tráfego, a impermeabilizar o pavimento, a melhorar as condições do rolamento, no que se refere ao conforto e à segurança, e a transmitir, de forma atenuada, as ações do tráfego às camadas inferiores.

Base – Camada destinada a resistir diretamente às ações dos veículos e a transmiti-las, de forma conveniente, ao subleito.

Sub-base – Camada complementar à base, com as mesmas funções desta e executada quando, por razões de ordem econômica, for conveniente reduzir as espessuras da base.

Reforço do subleito - Camada existente, no caso de pavimentos muito espessos, executada com objetivo de reduzir a espessura da própria sub-base.

Regularização do subleito – Camada de espessura variável, executada quando se torna necessário preparar o leito da estrada para receber o pavimento, pois tem espessura variável, podendo ser nula em um ou mais pontos da seção transversal.

Cada camada do pavimento possui uma ou mais funções específicas, que devem proporcionar aos veículos as condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer condição climática.

2 ESTUDO DE DRENAGEM

2.1 HIDROLOGIA

Hidrologia é uma ciência aplicada que estuda a água da natureza, abrangido as suas propriedades e processos que interferem na sua ocorrência e distribuição na atmosfera, na superfície terrestre e no subsolo.

Essencial à vida, a água é um elemento necessário a diversas atividades humanas, além de constituir componente fundamental na paisagem e meio ambiente. Recurso de valor inestimável apresenta utilidades múltiplas, como geração de energia elétrica, abastecimento domésticos industrial, irrigação, navegação, recreação, turismo, aquicultura, piscicultura, pesca e ainda assimilação de esgoto.

A quantidade de água presente na natureza é finita e sua disponibilidade diminui gradativamente devido ao crescimento populacional, à expansão das fronteiras agrícolas, ao desperdício e à degradação do meio ambiente devido à poluição e contaminação. Sendo a água um recurso indispensável à vida, é de fundamental importância a discussão das relações entre o homem e a água, uma vez que a sobrevivência das gerações futuras depende diretamente das decisões que hoje estão sendo tomadas.

Enquanto hidrologia é a ciência da água, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e suas relações com o meio ambiente nos ciclos naturais da terra, chama-se ciclo hidrológico ao conjunto de mudanças de posição da água na terra e na atmosfera. Relata o processo de trocas de água no entorno da superfície terrestre, ou seja, o transporte de água sobre a forma de vapor pelas massas de ar e condensação forma as nuvens que podem fazer a água cair sobre a terra (RIBEIRO, 2006, p. 35).

Para se ter uma utilização adequada dos dispositivos de drenagem, ao projetar, construir ou restaurar rodovias deve se fazer um estudo de drenagem da rodovia, portanto primeiramente é essencial entender o ciclo hidrológico, entendido

como o movimento contínuo das águas presentes na atmosfera e nos continentes, por isso o seu estudo é aprofundado e considerado uma das bases que sustentam o trabalho de drenagem.

Pode-se concluir que a hidrologia é uma ciência que tem uma grande importância para a sociedade, pois através de seu estudo pode-se controlar e utilizar os recursos hídricos de forma adequada.

Como justifica o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem editadas pelo DNIT (2005, p. 7):

No dimensionamento das estruturas de drenagem das rodovias é de grande importância a consideração dos fatores de riscos de superação e do grau de degradação que possam ocorrer devido a longas exposições da estrada aos efeitos da precipitação, o que leva a tratar-se o ciclo hidrológico de uma forma particular.

Desta forma os conhecimentos de hidrologia são imprescindíveis para que realizem obras seguras que subsistam o tempo necessário à locomoção.

2.2 CICLO HIDROLÓGICO

A água estar num movimento entre a superfície e a atmosfera terrestre, no que se constitui o denominado ciclo hidrológico, o vapor da água das nuvens se condensa, sob o efeito de mudança de temperatura e precipita sob a forma de chuva, neve, etc. Parte desta precipitação não atinge, propriamente, a superfície terrestre, evaporando-se durante a queda sobre a vegetação ou superfícies impermeáveis; a maior parte, no entanto, atinge o solo e segue os seguintes caminhos: evapora-se sobre o solo ou escoam sob a forma de água de escoamento (DNIT, 2006, p. 158).

O conceito de ciclo hidrológico é um bom ponto de partida útil, inclusive acadêmico, para se iniciar o estudo da hidrologia. O mesmo se faz visível começando com a água existente na atmosfera, consequência de evaporação destas nas superfícies livres e no solo. O vapor resultante da evaporação é transportado pelas massas de ar em movimento.

Esta descrição do ciclo hidrológico é bastante simplificada. Por exemplo, parte da água que constitui as correntes superficiais pode infiltrar-se até a água subterrânea; em outros casos, ao contrário, a água subterrânea dá origem às correntes superficiais. Parte da precipitação pode ficar sobre o terreno como neve durante muitos meses até sofrer fusão com o fim do inverno e provocar escoamento.

O ciclo hidrológico é um meio apropriado para delimitar aproximadamente o campo da Hidrologia de Superfície, como a parte compreendida entre a precipitação sobre o terreno e o retorno de tal água para atmosfera ou oceano. Serve também para ressaltar as fases básicas de interesse para o hidrólogo: precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial e água subterrânea.

O ciclo hidrológico tem início com a evaporação da água disponível na superfície líquida como rios, lagos e mares. A evaporação se dá principalmente através do sol e vento onde o vapor da água ascende à atmosfera sob forma de vapor, resultando a formação das nuvens através da condensação. Esse ciclo hidrológico ao atingir a superfície da terra é dispersa, ficando suspeito aí três possibilidades diferentes, que normalmente ocorrem em conjunto e que são: a evaporação, o escoamento superficial e a infiltração (escoamento subterrâneo). Tanto o escoamento superficial como o subterrâneo é realizado em direção a cotas mais baixas e podem, eventualmente, ser descarregados nos oceanos. Entretanto, quantidades substanciais da água superficial e subterrânea retornam à atmosfera por evaporação e transpiração antes de atingir o oceano (DELGADO, 2008, p. 17).

2.2.1 Escoamento Superficial

O escoamento superficial é a fase do ciclo hidrológico que trata do conjunto das águas que, por efeito da gravidade, se desloca na superfície da terra. O estudo do escoamento superficial engloba, portanto, desde a simples gota de chuva que tomba sobre o solo, saturado ou impermeável, e escorre superficialmente, até o grande curso de água que desemboca no mar. Dentro do ciclo hidrológico e com relação à engenharia, o escoamento superficial é uma das fases mais importantes (GARCEZ, 1988, p. 211).

As ações antrópicas na ocupação e uso do solo, tanto em áreas rurais como urbanas, interferem diretamente na quantidade e qualidade do escoamento superficial, alterando vazões máximas e mínimas dos mananciais. A degradação da estrutura é a impermeabilização dos solos em áreas urbanas tem causado altos picos de vazão e conseqüentemente, uma frequência cada vez maior de inundações. A diminuição na recarga do lençol freático, responsável pela manutenção das vazões mínimas dos mananciais também é uma conseqüência da redução das áreas de infiltração no solo.

Na aplicação dos modelos hidrológicos relacionados à drenagem urbana necessita-se conhecer a área impermeável e as modificações das condições do escoamento superficial provocadas pela ocupação do solo urbano.

3 ÁGUA E PAVIMENTO

A água no pavimento pode ser decorrente de infiltrações superficiais devido às juntas, trincas, bordos dos acostamentos e outros tipos de defeitos na superfície que podem facilitar o ingresso da água no interior de sua estrutura (SUZUKI, 2013, p. 15).

Essa água, com movimentação irrestrita na estrutura, é uma das principais causas da deterioração precoce dos pavimentos, e sua análise de percolação pode ser simplificada regida pelas leis da hidráulica, aplicadas a escoamento em meios porosos. A maioria dos técnicos acredita que a umidade excessiva é decorrente apenas do lençol freático elevado e, em função disso, tem sugerido a instalação de drenos profundos longitudinais a uma altura da ordem de 1,5 m abaixo do greide para manter o nível d'água rebaixado. Apesar dessa medida, verifica-se que o subleito continua sendo afetado por umidade excessiva e que a água superficial proveniente das chuvas é a principal responsável (SUZUKI, 2013, p. 16).

O dreno de pavimento é o dispositivo que deve fazer parte de todo pavimento rodoviário, o qual cumpre a função de recolher as águas pluviais que infiltram nas camadas do pavimento, e conseqüente deterioração prematura do pavimento.

3.1 INFILTRAÇÃO

As precipitações pluviométricas são a maior fonte de águas que penetram a estrutura dos pavimentos, podendo ocasionar infiltrações tanto pela superfície como pelas bordas na junção pista-acostamento. As principais evidências da presença de água no pavimento poderão ser resíduos secos, apresentando-se como manchas nas imediações de trincas, juntas de construção e nos bordos da pista, além do desnivelamento das juntas e trincas no caso de pavimentos rígidos. Em algumas situações, pode-se verificar até a presença de vegetação (SUZUKI, 2013, p. 16).

O trincamento que surge na superfície, tanto dos pavimentos de concreto quanto dos asfálticos, é um processo contínuo, que depende das características dos materiais empregados na estrutura e da intensidade do tráfego que solicita o pavimento. Na presença de água, esse fenômeno de trincamento é potencializado, tornando difícil sua previsão e a consequente estimativa de volume de água que se infiltra pela abertura das trincas (SUZUKI, 2013, p. 17).

Uma das técnicas de manutenção preventiva largamente utilizada em países Europeus e nos Estados Unidos é a selagem de trincas, empregada para evitar a infiltração de água ou material particulado, o que contribui para preservar a integridade estrutural do pavimento – a água que eventualmente infiltra atinge as camadas inferiores, afeta as bases e/ou sub-bases, gerando um processo de perda de capacidade portante e elástica dos materiais (BALBO, 2007, p. 116).

Outro parâmetro diretamente relacionado à infiltração é a permeabilidade dos materiais integrantes da estrutura de pavimento, dado que, caso o sistema não seja capaz de remover toda a água que se infiltra pela superfície, a estrutura atinge grau de saturação elevado (SUZUKI, 2013, p. 17).

3.1.1 Infiltração nas bordas dos pavimentos

A infiltração de água pela borda do pavimento ocorre em função de dois mecanismos distintos: a variação de carga hidráulica, que provoca o deslocamento da água; e a capilaridade.

A falta de revestimento nos acostamento permite que uma parcela significativa da água se infiltre na estrutura do pavimento, reduzindo sua capacidade estrutural. A vegetação da região contígua ao pavimento sem acostamento revestido pode formar uma barreira ao escoamento superficial da água devido ao acúmulo de detritos. A água tende a escoar pela superfície do pavimento, facilitando a infiltração e promovendo a saturação do solo contíguo ao pavimento (SUZUKI, 2013, p. 20).

A água também pode ser infiltrar lateralmente por meio de dispositivos de drenagem superficial, como canaletas sem revestimento impermeável, principalmente em área de corte.

3.2 SISTEMAS DRENANTES

Os drenos são dispositivos essenciais para uma eficiente drenagem subsuperficial da plataforma viária. O objetivo desses drenos é coletar e remover a água que infiltra na estrutura do pavimento conduzindo-a até os pontos apropriados de deságue (SUZUKI, 2013, p. 147).

Em grandes obras de infraestrutura como construção de rodovias, a não realização de um bom sistema de drenagem pode levar ao desgaste e a deterioração precoce do asfalto, através da infiltração da água da chuva que penetra no solo e ocasionando uma redução em sua capacidade de suporte causando rachaduras que são agravadas por passagem de veículos.

A camada drenante tem como objetivo proporcionar a remoção rápida de água livre que possa existir no interior da estrutura. Sua espessura deve variar de acordo com as condições pluviométricas locais e ser fixada em função da necessidade hidráulica de drenagem da rodovia.

Dentre os vários efeitos nocivos à rodovia, decorrentes da ação das águas, sejam elas superficiais ou subterrâneas tem-se a redução da resistência ao cisalhamento pela saturação dos solos; variação de volume de alguns solos pelo umedecimento; destruição do atrito intergranular nos materiais granulares pelo bombeamento de lama do subleito; produção de força ascensional no pavimento, devida às pressões hidrostáticas e produção de força de arrastamento dos solos pelo fluxo a alta velocidade (DNIT, 2010, p. 28).

A importância da drenagem superficial está no fato da água ser o maior inimigo dos pavimentos, pois ao penetrar nas camadas inferiores de um pavimento, a água acelera a sua degradação. A água interfere na resistência de solos, provoca erosão, carrega materiais e influi na segurança do tráfego. A construção e a

manutenção de componentes para drenar a seção transversal são importantes para a proteção dos pavimentos contra as ações da água, pois o escoamento não controlado da água pode causar danos à superfície de rolamento de vias, aos acostamentos, aos taludes e principalmente risco a segurança do usuário (LUZ, 2009, p. 18).

Dentre outros acidentes ou problemas provocados pela ação da água tem-se o escorregamento e erosão de taludes; o rompimento de aterros; o entupimento de bueiros; a queda de pontes; a diminuição da estrutura do pavimento; a variação de volume de solos mais expansivos; a destruição do pavimento pela pressão hidráulica; a oxidação e envelhecimento prematuro dos asfaltos. (ALBANO, 2007, p. 02)

Estes mecanismos de danos podem ser feitas através de dispositivos como a drenagem superficial, drenagem profunda, drenagem do pavimento, drenagem de transposição de talvegues.

Numa estrada, a água superficial, que é a fração que resta de uma chuva após serem deduzidas as perdas por evaporação e por infiltração, pode surgir descendo as encostas ou taludes, ou escoando sobre a pista de rolamento (DNIT, 2010).

As águas superficiais que descem as encostas num corte de estrada irão rolar sobre o talude, erodindo-o e, além de poder vir a comprometer a estabilidade do maciço, carregam o material de erosão para a pista, o que, em conjunto com a água, pode dificultar ou impedir o tráfego normal dos veículos.

Assim é que o acúmulo de água que se escoia sobre a pista de rolamento, dependendo da espessura da lâmina d'água que se forma, pode vir a comprometer seriamente as condições de aderência da pista, acarretando graves acidentes, com a derrapagem e a aquaplanagem.

De outra parte, se a água da chuva penetra na base e nela se acumula os efeitos destrutivos, pelas pressões hidráulicas que as cargas pesadas dos caminhões transmitem, podem ocasionar a ruína completa de um pavimento, ainda que corretamente projetado (DNIT, 2010).

O sistema de drenagem tem por objetivo a captação, a condução e o deságue, de forma rápida e eficiente, das águas que, precipitando-se sobre a pista e/ou as áreas adjacentes, por infiltração ou escoamento superficial, podem comprometer o conforto e a segurança dos usuários e a durabilidade da rodovia (DNIT, 2010, p. 53).

3.2.1 Drenagem Subsuperficial

A drenagem superficial de uma rodovia tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao deságue seguro, as águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o corpo estradal, resguardando sua segurança e estabilidade (DNIT, 2006, p. 139).

Os principais componentes dos sistemas de drenagem são:

- Camada drenante: constituída de material com granulometria, espessura e declividades apropriadas, colocada logo abaixo do revestimento e cuja finalidade é drenar rapidamente as águas infiltradas para fora da pista de rolamento.
- Dreno raso longitudinal: dreno cego ou tubular que recebe as águas drenadas pela camada drenante e tem por objetivo efetuar o lançamento final em local apropriado, por meio de saídas de águas laterais devidamente espaçadas.
- Camada separadora: constituída de agregado com graduação densa e adequada, devidamente colocada na estrutura para evitar a colmatação de finos da camada drenante, de graduação mais aberta e permeável, para as demais camadas.
- Dreno lateral de base: dreno cuja função é recolher as águas que se infiltram na camada de base, encaminhando-as para fora da plataforma. É utilizado nas situações em que o material da base dos acostamentos apresenta baixa permeabilidade.

- Dreno transversal: posicionado transversalmente à pista de rolamento, em toda a largura da plataforma. Sua localização é indicada nos pontos baixos das curvas côncavas ou em locais com declividade quase nula onde se necessite drenar as bases permeáveis.

3.2.2 Drenagem Profunda

A água proveniente das chuvas toma caminhos diferentes: uma parte se infiltra no solo, podendo formar lençóis subterrâneos, outra permanece sobre a superfície do solo (da qual uma fração evapora). Estes destinos não são dicotômicos, havendo variações de condições que tornam os solos mais – ou menos – permeáveis, e sendo tais condições função de clima, topografia, natureza do solo. A água subterrânea pode prejudicar a estrutura das estradas, devendo ser eliminada ou reduzida por rebaixamento dos lençóis freáticos, que devem ser mantidos pelo menos a uma profundidade de 1,5 a 2 metros do subleito das rodovias, dependendo do tipo de solo da área considerada (DNIT, 2006, p. 234).

A drenagem profunda tem como objetivo descer o lençol freático até o nível que favorece os cultivos e garantir a estabilidade das estradas e a segurança das construções. A drenagem em si, utilizando valas, é aplicada nos casos em que não é preciso descer o lençol freático mais que 1,5m, isto porque o volume de terra a ser removido será proporcional ao quadrado da profundidade da vala.

O objetivo da drenagem profunda é retirar o excesso de água que existe no interior do solo. Por outras palavras, pretende-se baixar o nível freático.

3.2.3 Drenagem do Pavimento

Destina-se a remover as águas que se infiltraram nas camadas do pavimento ou nas suas interfaces, podendo ocasionar prejuízo à estrutura. De um modo geral,

essa drenagem se faz necessária, no Brasil, nas regiões onde anualmente se verifica uma altura pluviométrica maior do que 1.500 milímetros e nas estradas com um TMD (tráfego médio diário) de 500 veículos comerciais (DNIT, 2006, p. 211).

Tais águas atravessam o pavimento numa taxa de 33 a 50 % nos pavimentos de revestimento asfáltico e 50 a 67 % nos pavimentos de concreto e podem causar sérios danos a estrutura de todo o pavimento, inclusive base e sub-base, se não tiverem dispositivo especial para drená-las (DNIT, 2006, p. 211).

As infiltrações podem ocorrer quando de chuvas com duração a partir de uma (1) hora e tempo de recorrência um (1) ano, obtendo-se coeficientes de infiltração inferiores à medida que se consiga melhorar as condições de vedação na superfície dos pavimentos (DNIT, 2006, p. 211).

Os principais dispositivos de drenagem do pavimento são os drenos rasos longitudinais, os drenos transversais e os drenos laterais de base (DNIT, 2006, p. 211).

3.2.4 Drenagem de Transposição de Talvegues

Destina-se a permitir a passagem, de um lado para o outro da rodovia, das águas que escoam por talvegues definidos no terreno natural.

No caso da transposição de talvegues, essas águas originam-se de uma bacia e que, por imperativos hidrológicos, têm que ser desviadas de maneira a não comprometer a estrutura da estrada, levando ao seu comprometimento. Esse objetivo é alcançado com a introdução de uma ou mais linhas de bueiros sob os aterros ou construção de pontilhões ou pontes transpondo os cursos d'água, obstáculos a serem vencidos pela rodovia (DNIT, 2006, p. 13).

As obras para transposição dos talvegues podem ser bueiros, pontes e pontilhões (DNIT, 2006, p. 13).

4 APLICAÇÃO DO GEOTÊXTIL

Um dos métodos mais usados nos diversos tipos de drenos são os geotêxtil, sua função e praticamente de reter o solo e permitir a passagem da água entre as camadas.

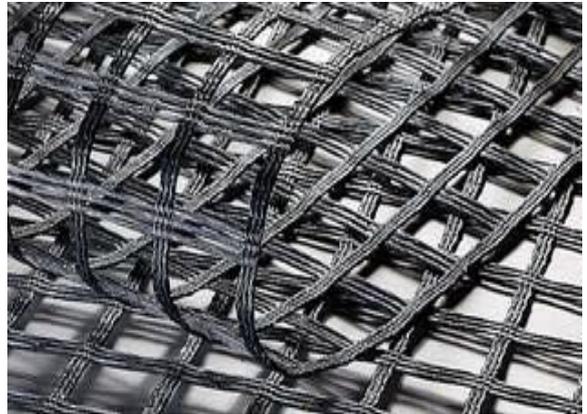
Segundo a NBR 12553 (ABNT, 2003), geossintético é a denominação genérica de produtos poliméricos sintéticos ou naturais, industrializados, desenvolvidos para utilização em obras geotécnicas, que desempenham uma ou mais funções. Os tipos de geossintéticos são vários, mas para aplicação em obras de pavimentação são utilizados: geotêxtil, geogrelhas, geocompostos, películas plásticas empregadas em pavimentos rígidos, geocélulas e geotubos. Nas Figuras 2.1 e 2.2 são mostradas ilustrações dos tipos de geossintéticos e de suas aplicações em pavimentação, respectivamente.

Figura 2.1 (a) geotêxtil



(www.bidim.com.br, 2015)

Figura 2.1 (b) geogrelha



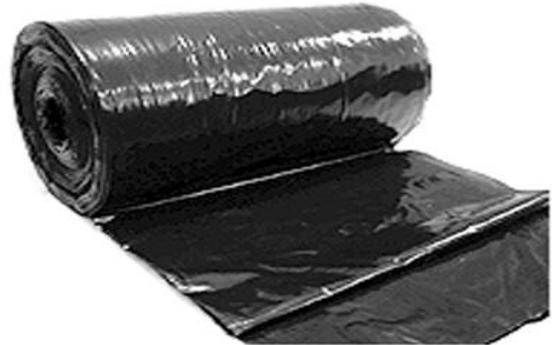
(www.huesker.com.br, 2015)

Figura 2.1 (c) geocomposto



(www.huesker.com.br, 2015)

Figura 2.1 (d) película plástica



(www.plaston.com.br, 2015)

Figura 2.1 (e) geocélula



(www.geofoco.com.br, 2015)

Figura 2.1 (f) geotubos



(www.kanaflex.com.br, 2015)

Figura 2.1: Tipos de geossintéticos.

Figura 2.2 (a) geotêxtil



(www.bidim.com.br, 2015)

Figura 2.2 (b) geogrelha



(www.huesker.com.br, 2015)

Figura 2.2 (c) geocomposto



(www.huesker.com.br, 2015)

Figura 2.2 (d) película plástica



(www.plaston.com.br, 2015)

Figura 2.2 (e) geocélula



(www.geofoco.com.br, 2015)

Figura 2.2 (f) geotubos



(www.kanaflex.com.br, 2015)

Figura 2.2: Aplicações de geossintéticos em obras de pavimentação e rodoviárias

A definição da norma NBR 12553 para geotêxtil, é de um produto têxtil, permeável, que pode desempenhar diversas funções em obras geotécnicas em virtude de suas propriedades mecânicas e hidráulicas (ABNT, 2003).

Em função do processo de fabricação e da sua composição os geotêxteis são subdivididos em tecidos e nãotecidos. Os tecidos são produtos obtidos do entrelaçamento de fios, filamentos, laminetes ou outros componentes, segundo direções preferenciais. Os nãos tecidos são produtos compostos por fibras cortadas ou filamentos contínuos, que são distribuídos aleatoriamente na estrutura e, que podem ser interligados por processos mecânicos térmicos ou químicos (ABNT, 2003).

Os geotêxteis são recomendados em locais específicos de dificuldade construtiva e de não disponibilidade de materiais granulares. A aplicação de

geossintéticos em separação de materiais tem por objetivo evitar que o solo mais fino da fundação ou adjacente penetre o material granular sobrejacente, comprometendo seu desempenho hidráulico ao longo do tempo (SUZUKI, 2013, p. 139).

O geotêxtil deve possuir as seguintes propriedades:

- a) resistência a tração $> 7 \text{ kN/m}$, no sentido de menor resistência.
- b) capacidade de retenção de ligante betuminoso $> 0,9 \text{ l/m}^2$.
- c) ponto de amolecimento $> 180 \text{ }^\circ\text{C}$.

Para que um geossintético exerça a função principal de elemento separador, deverá ser capaz de permitir a passagem livre da água (critério de permeabilidade), reter os finos provenientes do solo de fundação (capacidade de retenção) e resistir aos esforços a que será submetido ao longo da vida útil da obra (capacidade de sobrevivência), (SUZUKI, 2013, p. 140).

4.1 CRITÉRIOS DOS GEOTÊXTEIS

4.1.1 Critério de permeabilidade

A função de permeabilidade garante que o geotêxtil seja suficientemente aberto para permitir a livre passagem da água sem causar subpressões elevadas (SUZUKI, 2013, p. 140).

4.1.2 Critério de retenção

O critério de retenção tem por garantir que o geotêxtil seja suficientemente fechado para reter as partículas maiores do solo, sem que haja erosão interna, e, conseqüentemente, perda de estabilidade de sua estrutura (SUZUKI, 2013, p. 141).

4.1.3 Critério de sobrevivência

Para garantir que o geotêxtil não se danifique durante o processo construtivo, é necessário que o material apresente resistências adequadas a estouros, à tração localizada, à perfuração dinâmica e ao impacto. Outros aspectos a ser considerados na escolha são: flexibilidade do material e resistência à agressividade do meio ambiente (SUZUKI, 2013, p. 143).

4.2 FUNÇÕES DO GEOTÊXTEIS

Segundo SUZUKI (2013, p.167) o geotêxteis são filtros fabricados comercialmente que podem ser utilizado para proteger os materiais drenantes contra a colmatação. Além das funções de reter o solo fino e permitir a passagem da água, os geotêxteis devem apresentar áreas suficientemente abertas para evitar o próprio entupimento.

Devem ser livres de qualquer tipo de tratamento ou pintura que possam alterar significativamente suas propriedades. Devem ser ainda, dimensionalmente estáveis, mantendo-se as fibras em suas posições relativas dentro da malha, e prover desempenho satisfatório ao longo de sua vida útil (SUZUKI, 2013, p. 167).

O uso do geotêxtil em conjunto com o tubo corrugado e britas formam um sistema drena-te, permitindo que a água da chuva escoe de forma rápida e eficiente protegendo a base de sustentação do pavimento e prolongando de forma exponencial sua durabilidade e vida útil (BIDIM, 2015).

Os geossintéticos podem desempenhar diversas funções numa estrutura ou mesmo uma combinação de duas ou mais funções. Conforme a norma NBR 12553, as funções exercidas pelo material são assim classificadas (ABNT, 2003):

- Controle de erosão superficial;
- Drenagem;
- Filtração;

- Impermeabilização;
- Proteção;
- Reforço;
- Separação.

Especificamente nas obras de pavimentação, quando utilizados como elemento estrutural, as funções desempenhadas são as de reforço, separação, impermeabilização e proteção. Quando empregados com objetivo de reforço, os geossintéticos são solicitados principalmente por esforços de tração, sendo esta a aplicação utilizada nas camadas de revestimento e base. Como elemento de separação e proteção, os geossintéticos são utilizados na interface entre camadas constituídas por materiais de características geotécnicas distintas. Na impermeabilização, eles são empregados, por exemplo, para minimizar a possibilidade de infiltração de água pelas camadas superiores reduzindo a possibilidade de carregamento de finos através do processo de bombeamento (Fonseca, 2015, p.14).

4.3 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DO GEOTÊXTIL

O geotêxteis exerce diversas vantagens mas as principais são:

- Redução no tempo de execução do dreno, devido à facilidade de execução.
- Evita o carregamento de partículas para o interior do dreno.
- Permite um rápido escoamento da água.
- Proporciona maior vida útil do sistema drenante.
- Proporciona maior durabilidade nos pavimentos recapeados.

4.4 EXECUÇÕES E INSTALAÇÃO POR ETAPAS DO GEOTÊXTIL EM DRENO

- Primeira escavação com uma retroescavadeira das trincheiras drenantes com dimensões de 0,35 m x 0,45 m e uma inclinação longitudinal de 1% para o escoamento rápido das águas. Em drenos profundos estas trincheiras devem ser executadas nas dimensões de 0,35 m x 1,50 m, utilizando-se ainda um tubo cerâmico perfurado de 150 mm (6”).

- Instalação do geotêxtil nas valas, com a fixação provisória das bordas.

- Preenchimento da vala com 0,40 m de brita 1 (no caso dos drenos profundos, 1,30 m de brita 1).

- Recobrimento da brita com sobreposição das bordas do geotêxtil para posterior selamento do dreno.

Nas Figuras 2.3 foto de execução do sistema de drenagem na rodovia BR116 trecho além Paraíba-teresópolis – RJ:

Figura 2.3 (a) Corte e Instalação do geotêxtil nas valas.



Fonte: (BIDIM, 2015)

Figura 2.3 (b) Lançamento da brita e do tubo dreno no interior da trincheira drenante.



Fonte: (BIDIM, 2015)

Figura 2.3 (c) Envolvimento da trincheira drenante com o geotêxtil.



Fonte: (BIDIM, 2015)

Segundo BIDIM (2015) a necessidade de drenagem no pavimento motivou a construção de drenos profundos ao longo do pavimento para reduzir a incidência de água na estrutura do pavimento. Foram realizados drenos em 32 km da rodovia, desde o trecho que sai da entrada para Magé até a subida da serra próximo ao distrito de Guapimirim. Ao longo de toda a rodovia foram aplicados drenos

longitudinais, conduzindo as águas através de tubos drenos, ligados aos drenos transversais instalados a cada 50 m de extensão conduzindo as águas até o bueiro do talude.

4.5 GEOTÊXTIL ANTI-PROPAGAÇÃO DE TRINCAS

A utilização geotêxteis, como elemento anti-propagação de trincas na restauração de pavimentos rígidos e flexíveis consiste na aplicação de uma camada intermediária entre o pavimento antigo e o novo, melhorando o comportamento no que diz respeito à propagação das trincas.

O sistema de aplicação da manta geotêxtil não tecido como camada anti-propagação de trincas em recapeamento é executado a fim de buscar uma maior e melhor qualidade do recapeamento e estar prolongando a vida útil do pavimento (recapeamento). Essas trincas, segundo estudos obtidos ao longo dos anos e em obras executadas, podem vir a surgir, na maioria das vezes, devido a ações de cargas no tráfego, uma movimentação desigual do subleito fazendo com que surjam fissuras (trincas) ou até mesmo proveniente de fatores climáticos.

Em poucas palavras para melhor compreensão, é importante citar aqui fatores que possam levar a essas trincas, sendo eles: fadiga, retração, movimento do subleito, camadas estruturais ou defeitos de execução, podendo trazer consequências desfavoráveis ao pavimento como a perda de estanqueidade, concentração de tensões sobre o subleito, aumento das tensões e deformações sobre o pavimento ou a degradação de camadas de rolamento na vizinhança das trincas.

Ainda Segundo (Wickert, 2003), a metodologia básica de aplicação do geotêxtil não tecido pode ser descrever de duas formas: correção de defeitos estruturais e correção de depressões e irregularidades, sendo que o sistema composto pelo geotêxtil devidamente impregnado com asfalto tem comportamento rígido sob tensões rápidas produzidas pelo tráfego, e comportamento dúctil sob tensões lentas de origem térmica. O geotêxtil não tecido atua como “camada anti-propagação de trincas”, pois absorve as tensões localizadas que poderiam danificar

a nova capa de rolamento pelo efeito de propagação das trincas, prolongando a vida útil do pavimento.

As etapas de um recapeamento com a utilização do geotêxtil são:

- (a) Frisagem das trincas, onde as trincas com mais de 3 mm devem ser seladas, sendo essa etapa de grande importância pois é ela que irá garantir o apoio total do geotêxtil na superfície do contato evitando juntamente deficiências na impermeabilização.
- (b) Limpeza da pista, devendo remover as sujeiras e os eventuais agregados. Essa limpeza pode ser de modo manual (vassourões) ou de modo mecânico (vassouras mecânicas, ar comprimido, etc.).
- (c) Primeira aplicação do ligante asfáltico.
- (d) Instalação do geotêxtil onde ele pode estar sendo desenrolado e instalado manualmente ou com o auxílio de equipamentos, que vão desde simples “pendurais” permitindo assim uma maior produtividade e melhor qualidade na aplicação. O geotêxtil deve ser esticado no máximo possível evitando-se rugas. E as uniões longitudinais devem ainda ser feitas com sobreposições de 5 a 10 cm, evitando por sua vez a sobreposição nas regiões de solicitação de tensões.
- (e) Compactação do geotêxtil com rolos de pneus de baixa pressão (40-50 lbf/in²). Geralmente uma ou duas passadas de rolo são suficiente para estar induzindo a penetração invertida do ligante asfáltico no geotêxtil.
- (f) Segunda aplicação do ligante asfáltico, onde a taxa de asfalto residual indicada nesta segunda aplicação deve ser a que falta para se atingir a taxa total de asfalto residual prevista (aproximadamente 20% da taxa total).
- (g) Salgamento da superfície é feito com a própria mistura betuminosa em pequena quantidade apenas nos locais onde passarão rodas/esteiras para estar evitando assim a aderência do asfalto/geotêxtil nas rodas dos caminhões ou rodas/esteiras daibro-acabadora.
- (h) Aplicação e compactação da mistura betuminosa dentro dos padrões e critérios tradicionais.

Nas figuras 2.4 etapas de execução do recapeamento utilizando manta de geotêxtil não-tecido.

Figura 2.4 (a) Frisagem das trincas já executadas.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01.pdf)

Figura 2.4 (b) Limpeza do trecho.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01.pdf)

Figura 2.4 (c) Medição de deflexão do trecho.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01.pdf)

Figura 2.4 (d) Primeira aplicação de emulsão asfáltica.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01.pdf)

Figura 2.4 (e) Instalação manual da manta de geotêxtil não-tecido.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01.pdf)

Figura 2.4 (f) Compactação do geotêxtil.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01.pdf)

Figura 2.4 (g) Segunda aplicação de emulsão asfáltica.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01.pdf)

Figura 2.4 (h) Salgamento da superfície



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01.pdf)

Figura 2.4 (i) Aplicação da mistura betuminosa.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01 pdf)

Figura 2.4 (j) Compactação final do trecho.



Fonte: (WWW.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01 pdf)

CONCLUSÃO

A busca por maior vida útil para os pavimento e essencial para economia do país, pois qualquer tipo de manutenção que seja feita no pavimento acarretará paralisações parciais e totais das atividades de trabalho e transporte no local.

Portanto pode-se dizer que à utilização do geotêxteis é muito abrangente na pavimentação asfáltica como drenantes ou anti-propagação de trinca, em relação aos métodos convencionais existentes, pois os geotêxteis dar uma possibilidade de ter projetos mais econômicos, simples, de fácil execução, com alta qualidade final e durabilidade, fazendo que a água esorra de forma rápida e eficiente na parte de drenagem, e quando relacionado com recapeamento o geotêxteis consegue-se prolongar a vida útil do recapeamento, evitando a formação de trincas em um curto período de tempo.

Desta forma os geotêxteis tornar-se um produto viável para qualquer tipo de projeto relacionado com a pavimentação asfáltica, porém muitos engenheiros não estão utilizando este material, devido a pouca informação e divulgação deste produto, conclui-se que a apresentação dessas informações auxilia no aumento de seu uso na engenharia civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12553: Geossintéticos – Terminologia, Rio de Janeiro, 2003.

ALBANO, João Fortini. Noções de drenagem de rodovias. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

ASPHALT INSTITUTE. Manual Del asfalto. Trad. Do inglês: Manuel Velaquez, Bilbao: Urmo 1973.

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

Bernucci, Liedi Bariani. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro 2008.

BIDIM, www.bidim.com.br, acessado em 05 de novembro de 2015.

CORINI, F. Scienza e técnica delle costruzioni stradali e ferroviarie. Milano: Editore Ulrico Hoepli, 1947.

DELGADO, Neila carvalho ferreira. Hidrologia na drenagem das rodovias. Belo horizonte: CEFET/MG, 2008.

DIOGO, Francisco José d'Almeida. Manual de Pavimentação Urbana – Drenagem: Manual de Projetos. Rio de Janeiro, 2008.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de implantação básica de rodovias. 3 ed. Publicação IPR 742. Rio de janeiro, 2010.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de drenagem de rodovias. Publicação IPR 724. 2 ed. Rio de janeiro, 2006a.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de drenagem de rodovias. Publicação IPR-719.3. ed. Rio de janeiro, 2006b.

DNIT. Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem. Rio de Janeiro, 2005.

Fonseca, Leonardo Lacerda. Avaliação em laboratório do comportamento de camadas asfálticas reforçadas com geossintéticos. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2015.

GARCEZ, Lucas Nogueira. Hidrologia / Guillermo Acosta Alvarez. – 2. ed. rev. E atual. – São Paulo: Blucher, 1988.

GEOFOCO, www.geofoco.com.br, acessado em 05 de novembro de 2015.

[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01 pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/.../0376_0578_01_pdf), acessado em 09 de novembro de 2015.

HUESKER, www.huesker.com.br, acessado em 05 de novembro de 2015.

KANAFLEX, www.kanaflex.com.br, acessado em 05 de novembro de 2015.

LUZ, Valter Vicente Cordeiro da. Avaliação sobre o projeto de drenagem da duplicação da rodovia jornalista Francisco Aguiar Proença. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2009.

PLASTON, www.plaston.com.br, acessado em 05 de novembro de 2015.

REIS, Nestor Goulart dos. Memória do transporte rodoviário: desenvolvimento das atividades rodoviárias de São Paulo. São Paulo:CPA, 1995.

RIBEIRO, Rogério lemos. Qualidade de viagens e manutenção de equipamentos de drenagem de rodovias na região de Araraquara, estado de São Paulo, Brasil. São Carlos: USP, 2006. Dissertação de mestrado.

ROSTOVTZEFF, M. História de Roma. 5 ed. Tradução de: Waltenir Dutra. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1983.

SUZUKI, Carlos Yukio. Drenagem subsuperficial de pavimentos: conceitos e dimensionamentos / Carlos Yukio Suzuki, Ângela Martins Azevedo, Felipe Issa Kabbach Júnior. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

WICKERT, F. Fatores de Influência no Comportamento de Camadas Anti-Reflexão de Trincas com Geossintéticos. 2003.