



VII Encontro de Iniciação Científica e
Tecnológica
VII ENICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
20 e 21 de outubro de 2022



ETAPAS DA PAVIMENTAÇÃO NO NUCLEO HABITACIONAL DE JAU-SP

Jéssica Matielo de Oliveira¹, Sandra Fabiana Rodgher², Fabiana Florian², Giordano Pessoa da Silva³

¹ Aluna de Graduação em Engenharia Civil, Universidade de Araraquara- UNIARA, jessicamatielo.eng@hotmail.com

² Prof. Dra., UNIARA, fflorian@uniara.edu.br; srodgher@hotmail.com

³ Aluno de Graduação em Engenharia civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR- Campus Pato Branco, giordanos@alunos.utfpr.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Engenharia Civil – 3.01.00.00-3

RESUMO: O processo de pavimentação asfáltica na construção ou manutenção de vias urbanas e rodoviárias, é importante para garantir ótimas condições de locomoção e segurança ao tráfegar. O objetivo do trabalho, foi avaliar a espessura da pavimentação, baseada nas análises laboratoriais, desde o preparo do subleito até a aplicação do cimento betuminoso usinado a quente (CBUQ), para que as etapas da pavimentação atendam os valores designados de projeto, observando a qualidade das execuções a campo. O trabalho foi desenvolvido no conjunto habitacional localizado na cidade de Jaú- SP, na região central do estado, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: análise de solo segundo a norma DNIT 172/2016 e etapas da pavimentação. Observou-se em campo que a empresa responsável pela pavimentação seguiu as etapas necessárias para a realização da pavimentação conforme o tipo de solo avaliado, considerando a compactação necessária e a espessura da pavimentação. Conclui-se que no ensaio de laboratório após todas as etapas, a brita graduada simples (BGS) atingiu uma densidade máxima de 2422/6,0 Hot, já em campo após o ensaio realizado no laboratório, obteve uma densidade de 2426/2445 e uma variação de umidade de 5,8% e 6,0%, atingindo assim uma compactação acima do esperado, o CBUQ atingiu 5 cm de espessura em que foi acompanhada em campo, também foi a ferida a temperatura e aprovada em campo.

PALAVRAS-CHAVE: análises; condições climáticas e pavimentação urbana.

1- INTRODUÇÃO

O crescimento das áreas urbanas habitáveis brasileiras foi acompanhado pelo aumento da demanda por serviços públicos de infraestrutura, tais como, pavimentação e drenagem urbana, procedimentos básicos para manter uma melhor condição e qualidade de vida para a população. A pavimentação urbana é um dos principais fatores para melhorar a qualidade das obras, que apresenta um crescente aumento nas últimas décadas, mas com um enorme déficit, com uma expressiva quantidade de obras que não possuem tal benefício que acaba prejudicando a qualidade de vida da população por falta de infraestruturas básicas. Como principais fatores do déficit que merecem destaque são: o crescimento desordenado dos municípios não tendo um plano diretor bem definido, e da falta de fiscalização do poder público; e a falta de recursos financeiros devido ao elevado custo de uma obra de pavimentação (SENÇO, 2007).

O projeto deve apresentar, através de seus elementos constitutivos, todas as características, dimensões, especificações, quantidades de serviços e materiais, além dos custos e tempo necessários para execução da obra, evitando alterações e adequações durante a elaboração do projeto executivo e a realização nas obras. As etapas do projeto são importantes para um melhor preparo e aplicabilidade das técnicas ideais para a ação da obra, para que a mesma seja executada de forma correta e segura, sem desperdícios e atrasos. As etapas e análises da pavimentação urbana são importantes para que o projeto seja executado de forma correta,

considerando os atributos do solo, em função da caracterização e resistência do mesmo para a realização da pavimentação para maior qualidade e durabilidade do projeto. Assim sendo executada a pavimentação com a aplicação de tais matérias: solo, BGS (brita graduada simples), CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente).

A finalidade do estudo é avaliar as etapas da pavimentação urbana realizada no núcleo habitacional da cidade de Jaú- SP, gerando oportunidade de desenvolvimentos que facilitam a migração física, tornando as vias acessíveis, gerando um conforto e maior fluidez ao tráfego. A falta dos serviços do conjunto de projeto de infraestrutura causa prejuízos socioeconômicos, afetando de forma geral os interesses da população como a moradia, circulação, lazer e trabalho. Considerando as etapas importantes antes do processo da pavimentação urbana, será realizado um estudo para análise do tipo de solo e as condições do local aonde a obra será realizada, com o objetivo avaliar o processo de pavimentação desde o preparo do subleito até a aplicação do CBUQ, baseada nos análises do laboratório, considerando as diversidades e ocorrências diárias no conjunto habitacional, observando a qualidade das execuções em função da qualidade das análises referente às etapas da pavimentação urbana. Aplicando uma estrutura de resistência a forças impostas pelo tráfego e condições climáticas, melhorando as condições de rolamento.

2-FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O pavimento é sistema composto por camadas sujeitas às cargas dos veículos que podem ocasionar tensões, deformações e deslocamentos sobre o mesmo (GOUVEIA, 2019). O pavimento é uma estrutura composta por camadas sendo: revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito, sobrepostas de diferentes materiais compactados, para atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, com durabilidade com custo mínimo (BALBO, 2007).

Os coeficientes integrantes no pavimento, são adotados segundo o método do DNIT, 2010. O subleito é uma camada de suporte, ensaiados em laboratório conforme o Índice de suporte de Califórnia (ISC), analisando a massa específica aparente e a umidade específica. As camadas existentes do subleito até o pavimento devem ser compactadas consoante os valores especificados em projeto, os materiais que compõem essa camada devem apresentar uma expansão, medida no ensaio de ISC, menor ou igual a 2% e uma compressão, medida no ensaio de C.B.R. maior ou igual a 2%.

As bases podem ser classificadas segundo o DNIT, 2006, em: base de concreto de cimento; concreto compactado com rolo (CCR); macadame cimentado, solo-cimento; base granular tratada com cimento (BGTC); solo melhorado com cimento; solo-cal; solo melhorado com cal; solo estabilizado por correção granulométrica; solo estabilizado com adição de ligantes betuminosos; solo estabilizado com adição de sais minerais; solo estabilizado com adição de resinas; brita graduada; solo brita; macadame hidráulico; macadame betuminoso; alvenaria polidétrica ou paralelepípedo.

Os pavimentos podem ser classificados em três tipos básicos (DNIT, 2006) que variam em função da finalidade de cada projeto: a) Pavimentos flexíveis: esse pavimento é composto por uma camada superficial asfáltica na qual é denominada de revestimento, exigindo menor investimento para implantação, e na sua manutenção permite que seja feito um reparo pontual apenas no local afetado. b) Pavimentos rígidos: nos pavimentos rígidos, o revestimento normalmente é uma placa de concreto com cimento com uma espessura especificada, garantindo uma elevada rigidez, em comparação às camadas inferiores, absorvendo praticamente todas as tensões provenientes da ação do tráfego. c) Pavimentos Semirrígidos: os pavimentos semirrígidos caracterizam-se por uma base cimentada com um aglutinante cimentício (solo-cal, solo-betume e solo cimento) revestida por uma camada asfáltica.

A pavimentação é uma das etapas mais importante, e devem ser considerados para a sua composição das camadas sobre a terraplanagem, com a finalidade de resistir aos esforços oriundos do tráfego (verticais), esforços horizontais e de desgastes distribuindo as camadas inferiores (subleito, base e sub-base), oferecer as condições de rolamento quanto a comodidade aos seus usuários e a população e oferecer condições de durabilidade de rolamento para melhor qualidade do pavimento (DNIT, 2006). Cada camada da pavimentação possui uma ou mais funções específicas, que em função das ações climáticas deve fornecer condições adequadas de rolamento e suporte (BALBO, 2007).

O revestimento betuminoso é uma camada superior projetada para resistência direta, além de melhorar as condições de rolamento (conforto e segurança), o comportamento do tráfego e transferi-los de forma atenuada para as camadas inferiores, tornando a superfície da estrada impermeável. A tensão e a deformação induzidas pelas cargas de tráfego na camada asfáltica são relacionadas com a fissuração por fadiga desta

camada. Em pavimento asfáltico, base, sub-base e reforço, a estrutura do leito da estrada é de grande importância, limitando as tensões da estrutura do pavimento, por uma combinação de materiais e espessuras das camadas constituintes, sendo o objetivo da mecânica do pavimento (MEDINA e MOTTA, 2007)

3- METODOLOGIA

3.1 Localização do experimento

O empreendimento de estudo está localizado no Brasil, no estado de São Paulo, na cidade de Jaú, região central do estado, à latitude 22°17'44" sul e à longitude 48°33'28" oeste, a 541 metros de altitude (MAPCARTA, 2022). Sendo um loteamento residencial e comercial, contendo acessos principais através das Avenidas Lauro Fraschetti e Dr. Wanderico de Arruda Moraes, a 5,2 quilômetros de distância do centro do município, confrontando em norte com o Residencial Cidade Alta, em sul com a Gleba Chácara Recreio e Gleba A-2, em leste com o Residencial Cidade Alta e em oeste com a Avenida Lauro Fraschetti.

3.2- Acompanhamento da Pavimentação

Foram acompanhadas as etapas da pavimentação, e para a realização da pavimentação, as espessuras das camadas dependem de dimensionamento estrutural e deve ser considerado cada caso a ser avaliado durante as realizações das análises importantes a serem observadas para a execução do pavimento. Emprega-se um método de dimensionamento que considere a estrutura do pavimento como um sistema de camadas e que utiliza os dados de módulos de resiliência dos materiais do subleito e das camadas, inclusive do revestimento, para calcular as espessuras necessárias em função do tráfego e do clima (MEDINA e MOTTA, 2007). Na área avaliada realizou um dimensionamento para execução de pavimento flexível, por obter vantagens que atendem a demanda do empreendimento, suportando maior tenção a manobras e de reparo fácil.

As Etapas da pavimentação são realizadas foram: projeto; estudo geocológico; procedimentos antecedentes da pavimentação; abertura de caixa para início de subleito; subleito; base de BGS (brita graduada simples) e revestimento. Deve-se realizar um planejamento antes da mobilização das máquinas e alguns fatores devem ser considerados, como: propriedades do terreno, tipo de solo, volume de tráfego em uma área próxima à determinada, localização, estudo de projetos primitivos (esgotamento sanitário, abastecimento de água e águas pluviais); preparação do subleito ao revestimento - o pavimento nesse caso geralmente é composto por quatro camadas, sendo o subleito, sub-base, base e revestimento.

Quando o solo do local apresenta boas características (avaliação realizada no solo local antes da pavimentação, visando a avaliação da resistência do solo) não é necessário a realização do reforço do subleito e da sub-base. Compressão final - após a aplicação do asfalto, a superfície é toda suavizada e compactada, por um rolo compactador (rolo liso e rolo de pneu), onde a superfície do asfalto é dado acabamento e sem ondulações. Essa é a etapa final do processo, e garante que não haja saliências ou pedras sobre a nova superfície lisa, garantindo melhor qualidade do asfalto. O pavimento aplicado, é finalizada e concretizada com a pintura do pavimento, com as faixas e pontos indicativos, deixando as vias sinalizadas e próprias para o tráfego de veículos.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram acompanhadas as atividades de pavimentação realizada na obra, observando se foram seguidas as etapas de pavimentação de acordo com as análises realizadas.

4.1) Etapas da pavimentação

Atendendo as condições geométricas do projeto para a execução da pavimentação em função das análises realizadas, foram realizadas em campo operações necessárias para o preparo das camadas até a superfície final do pavimento do empreendimento de Jaú-SP. De acordo com Bernucci et al. (2006) A estrutura do pavimento é dividida em: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento, o comportamento estrutural de cada camada depende da espessura, rigidez destes e do subleito, e da interação entre as camadas de pavimento.

a) Abertura de caixa.

Com os serviços de terraplanagem, iniciou-se o corte e aterro das ruas para abertura de caixa com 40 centímetros de altura, para o recebimento e preparo das camadas da pavimentação (Figura 1).

FIGURA 1. Abertura de caixa.



Fonte: Elaborada pelo autor.

b) Regularização e compactação do subleito e base estabilizada granulometricamente (BGS).

Regularizando o subleito conforme a Norma DNIT 137/2010 – ES. No processo de escarificação da camada do subleito, o controle tecnológico da obra, ao realizar a análise de umidade, concluiu que a mesma permanecia abaixo do ponto ótimo, realizando a correção da umidade, chegando próximo a ótima. Assim corrigida, a motoniveladora espalhou todo o material, obtendo as fechas com rolo compactador autopropulsados (pé de carneiro) até atingir uma espessura de 25 centímetros e a compactação esperada pelo projeto, como mínimo estipulado em 98% do proctor normal e desvio de umidade máximo permitido de mais 2% ou menos 2%. Em campo após foi realizado o ensaio de cilindro de cravação para determinação do grau de compactação da camada, obtendo resultados satisfatórios (Figura 2a). Para Senço (2007), o subleito é a parcela do terreno onde o pavimento é assentado e reforçado, é uma camada de espessura finita, se necessário, sobre regularização, com características melhores, obtendo a camada de sub-base.

Foi realizando o lançamento do BGS (brita graduada simples) usinado segundo a Norma DNIT 141/2010 - ES por caminhões basculante, e o espalhamento com a motoniveladora, em uma camada de 15 centímetros conforme projeto, iniciou-se a rolagem com rolo liso-vibratório para o acabamento do agregado e o autopropulsado pneumático para a compactação mínima do material de 100% do proctor modificado, durante esse processo, foi realizado a correção de umidade da camada (Figura 2b). Segundo Senço (2007) a camada de base é a camada destinada a resistir e distribuir aos esforços verticais do tráfego.

FIGURA 2. Regularização e compactação do subleito(a) e base estabilizada granulometricamente – BGS(b).



Fonte: Elaborada pelo autor.

c) Imprimadura impermeabilizante, imprimadura ligante e capa asfáltica - CBUQ .

Após realizado as etapas de Regularização e compactação do subleito(a) e base estabilizada granulometricamente (BGS), foi realizado a pintura de impermeabilização com caminhão espargidor para proteção da camada de BGS (brita graduada simples), essa pintura permaneceu no prazo de 48 horas para a aplicação do CBUQ (Concreto betuminoso usinado a quente) (Figura 3a). Após o prazo do impermeabilizante, foi realizado a pintura de ligação com caminhão espargidor, a fim de proporcionar melhor aderência, que necessitou aguardar o rompimento da emulsão para a aplicação do CBUQ (Concreto betuminoso usinado a quente) (Figura 3b).

Conforme a NORMA DNIT 031/2006 – ES, foi aplicada no empreendimento a faixa IV (CAP 30/45), o ensaio de laboratório determina a confirmação específica, com teor ótimo de 6,0% de betume, mínima de 5,8% e máxima 6,3%. Após a vibro acabadora estar estacionada no início da aplicação, o espalhamento do CBUQ tem espessura mínima de 3 centímetros compactados, nota-se que está sendo aplicado uma espessura de aproximadamente 4,5 centímetros solta para atingir a espessura especificada após a compactação. Com o rolo autopropulsado pneumático de entrada de 80 bar e saída de 120 bar, é realizada a compactação do eixo para os bordos e o alisamento e acabamento com rolo liso-vibratório, diminuindo os vazios entre as partículas dos agregados. Durante a aplicação, foi realizado o acompanhamento da temperatura do CBUQ sendo determinada 130° a temperatura mínima de aplicação e 163° a temperatura máxima de aplicação de acordo com o ensaio de Marshall. (Figura 3c). Para Medina e Motta (2015), o revestimento é a camada mais impermeável possível, econômica e acessível, absorvendo diretamente a ação de rolamento do veículo, melhorando as condições de conforto e de segurança, além de tornar esta superfície resistente e com durabilidade maior.

FIGURA 3. Imprimadura impermeabilizante (a), imprimadura ligante (b) e capa asfáltica -CBUQ (c).



Fonte: Elaborada pelo autor.

CONCLUSÃO

Conclui-se que no ensaio de laboratório após todas as etapas, o BGS atingiu uma densidade máxima de 2422/6,0 Hot, já em campo após o ensaio realizado pelo laboratório, obteve uma densidade de 2426/2445 e uma variação de umidade de 5,8% e 6,0%, atingindo assim uma compactação acima do esperado e com desvio de umidade aceito pelo projeto, o CBUQ atingiu 5 cm de espessura, acompanhada em campo, também foi a ferida a temperatura e aprovada. Nota-se nos ensaios físicos realizados em laboratório que o CBUQ se encontra o conteúdo de betume e granulometria conforme o projeto.

REFERÊNCIAS

BALBO, J.D. **Pavimentação asfáltica: material, projeto e restauração**. São Paulo: Oficinas de textos, 2007.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. ES. Pavimentação – Regularização do subleito - Especificação de Serviço. Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR. Espírito Santo, 2010.

BERNUCCI, Liede Bariani et al. Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006. 504 p.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Espírito Santo, 2006.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Pavimentação – Base Estabilizada Granulometricamente - Especificação de serviço. Diretoria Geral. Espírito Santo, 2010.

GOUVEIA, M.A.O. ASFALTO DRENANTE: PROPORÇÕES GRANULOMÉTRICAS E APLICABILIDADE. 2019 Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/559/1/TCC%20MARIANA%20GOUVEIA-ENG%20CIVIL.pdf>. Acesso em: 02/04/2022.

MEDINA, J.; MOTTA, L.M.G. Resilient behavior of Brazilian tropical soils in pavement design. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PAVEMENT EVALUATION AND OVERLAY DESIGN, 2., 1989, Rio de Janeiro. Proceedings... Rio de Janeiro: ABPv, 1989. v. 1, p. 1.1.1-22. . Mecânica dos pavimentos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005.

MEDINA, Jacques de; MOTTA, Laura Maria Goretti Da. Mecânica dos pavimentos. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2015. 638 p.

SENÇO, W. Manual de Técnicas de Pavimentação, volume 1. 2º ed. São Paulo: PINI, 2007.