Controle Técnico de Massa Asfáltica em CBUQ em Obras Públicas de Pavimentação

REVISTA ELETRÔNICA MULTIDISCIPLINAR
UNIFACEAR

Amanda Rodrigues do Paraizo[1]; José Carlos Gomes Filho[1]; Laleska Cássia Carneiro Pradié[1]; Luis Henrique Calhau[1]; Vinicius Hasselmann de Bastos[1]; Washington Batista de Souza[1];
Centro Universitário Facear

RESUMO
O presente trabalho trata de um estudo de caso de uma série de ensaios realizados com amostras obtidas diretamente da pista de rolamento para realização do controle técnico da execução de obras públicas de pavimentação na cidade de Araucária/PR, executado para garantir uma qualidade satisfatória de execução do pavimento, dentro das especificações técnicas e de projeto, garantindo assim manutenabilidade e uma melhor vida útil para o pavimento. As três diferentes obras analisadas neste trabalho foram executadas por três empresas distintas, numa extensão de 400 metros, e com base nestes dados foi possível fazer o comparativo entre as mesmas. Os resultados atestaram que das amostras que foram analisadas das três obras, apenas a OBRA A teve um desempenho satisfatório, com uma taxa de sucesso de 94,44%, enquanto as outras obras B e C, atingiram 52,78% e 44,44%, respectivamente. Ao analisarmos as amostras das três obras para medir a qualidade do serviço prestado pelas três empresas executoras em questão, fica visível a importância do setor de controle técnico de qualidade dentro das prefeituras.

Palavras chave: Controle técnico. Pavimentação. Qualidade.

ABSTRACT
This study presents a case study of numerous tests performed with samples that were obtained directly from the trafficked road to accomplish the technical control of public paving works implementation in the city of Araucária/PR, performed to ensure a satisfactory quality of the pavement construction, considering the technical and project specifications, guaranteeing its maintainability and improved pavement lifetime. The three different constructions analyzed in this study were performed by three different companies, over a length of 400 meters, and based on these data, it was possible to compare them with each other. The tests results showed that from the analyzed samples, from the three different construction sites, only the construction site A (OBRA A) had a satisfactory performance, obtaining a success rate of 94.44%, while the other constructions sites, OBRA B and OBRA C, reached 52.78% and 44.44% respectively. By analyzing the samples of the three construction sites to measure the quality of the service provided by the three executing companies considered, it is clear the importance of the technical quality control sector within the city halls.

Keywords: *Technical Control. Paving. Quality.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Confederação Nacional do Transporte-CNT (2007), o asfalto está diretamente atrelado ao progresso e o desenvolvimento socioeconômico de um país, sendo que uma rodovia pavimentada encurta distâncias, move a cadeia produtiva nacional, facilita o escoamento da produção do pequeno, médio e grande produtor em todas as esferas produtivas. Ter as pistas em boas condições de rolagem com uma boa vida útil é um dos adendos para mantenimento da infraestrutura rodoviária, podendo ser um diferencial para o desenvolvimento do país, bem como da própria economia. Este trabalho aborda um comparativo de dados obtidos pelo setor de fiscalização da execução de três obras públicas de pavimentação na cidade de Araucária-PR, verificando ao final a conformidade com as especificações técnicas de projeto e de vida útil projetada.

2. DESENVOLVIMENTO

De acordo com Bernucci et al. (2010), a história da pavimentação caminha paralelamente com a história da humanidade, desde a formação das civilizações as estradas vêm contribuindo ou influenciando diretamente para o povoamento, promovendo intercâmbios comerciais, culturais e religiosos, contribuindo para a urbanização e o desenvolvimento da humanidade como conhecemos.

Conforme Maré (2011), apesar de ser comprovada a existência de sistemas de estradas dispersos em diversas culturas pelo globo, ficou atribuída aos romanos a arte maior do planejamento e construção viária para fins comerciais, religiosos, e também, visando objetivos militares de manutenção da ordem no vasto território do Império, deslocando tropas de centros estratégicos para as localidades mais afastadas. Há mais de 2000 anos, os romanos foram capazes de implantar um sistema robusto construído com elevado nível de critérios técnicos contando ainda com sistemas de planejamento e manutenção das mesmas, conforme FIGURA 1.



FIGURA 1 – ESQUEMA DE CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS ROMANAS.
FONTE: Adaptado do Wikipedia, (2019).

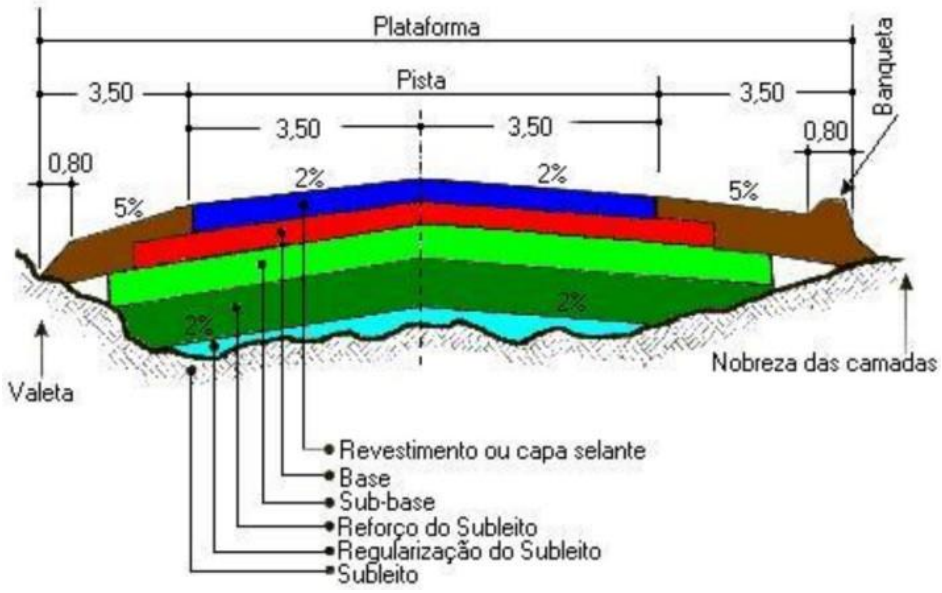
Segundo Neto (1790, citado por Bernucci et. al. 2010) naquela época havia uma grande preocupação com diversos aspectos hoje comprovadamente importantes de considerar para uma boa pavimentação como drenagem, abaulamento, erosão, distância de transporte, compactação, sobrecarga e marcação.

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2017), a estrada de Rodagem União e Indústria, representa um marco na modernização da pavimentação e do país, sendo a primeira rodovia concessionada do Brasil. Idealizada pelo comendador Mariano Procópio e inaugurada por D. Pedro II em 1860 é também a primeira estrada brasileira a usar macadame como base/revestimento, até então era usual o calçamento de ruas com pedras importadas de Portugal.

O pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem destinada a resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego, melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança, resistir aos esforços horizontais que nele atuam tornando mais durável a superfície de rolamento. (ABNT NBR 7207/82).

De acordo com Bernucci et.al. (2010), cerca de 97% das rodovias brasileiras possuem pavimento flexível com mistura asfáltica betuminosa usinada à quente, sendo o asfalto, o componente principal das camadas de rolamento, sendo executado em camadas de diferentes espessuras e materiais, conforme mostra a FIGURA 2.

FIGURA 2 – SEÇÃO TRANSVERSAL GENÉRICA DE PAVIMENTO FLEXÍVEL.



FONTE: Adaptado de Senço (2007).

A Regularização do subleito é a operação destinada a conformar o leito estradal, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura e de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto. (DNIT especificação DNER – ES 299/97).

A camada de reforço do subleito pode ou não existir, esta camada somente é necessária quando a resistência do subleito é baixa. A camada de reforço deve ser feita com material granular, nunca em dias chuvosos, sobre a camada de subleito devidamente compactada e regularizada. (DNIT especificação DNER – ES 300/97).

A camada de sub-base é originada da divisão de uma elevada espessura da base. Assim, quando a base for muito espessa (superior a 30 cm), pode-se dividi-la em duas camadas com materiais distintos, sendo a camada superior chamada de base enquanto que a inferior, sub-base. Estas camadas são definidas por camadas granulares e são executadas sob o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado. (DNIT especificação DNER – ES 301/97).

Os Revestimentos flexiveis betuminosos, conhecido como CBUQ, concreto betuminoso usinado à quente, é uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de

agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida à quente. (DER/PR ES-P 21/17).

Segundo a CNT (2016), o asfalto é um composto derivado de petróleo e alcatrão, adicionado de agregado mineral e ligante asfáltico que são previamente quantificados e aquecidos em uma usina até determinada temperatura.

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento filer e ligante asfáltico ou cimento asfáltico de petróleo, os quais devem satisfazer às normas pertinentes, e às especificações aprovadas. (DNIT 031/2006 - ES)

Utilizando-se dos critérios e parâmetros da especificação do DER/PR ES-P 21-17, foi realizado um comparativo da qualidade dos serviços prestados por três empreiteiras executantes de três obras distintas, sendo denominadas neste trabalho como: “OBRA A”, “OBRA B” e “OBRA C”, para cada obra foram feitos os processos mínimos e complementares descritos na FIGURA 3.

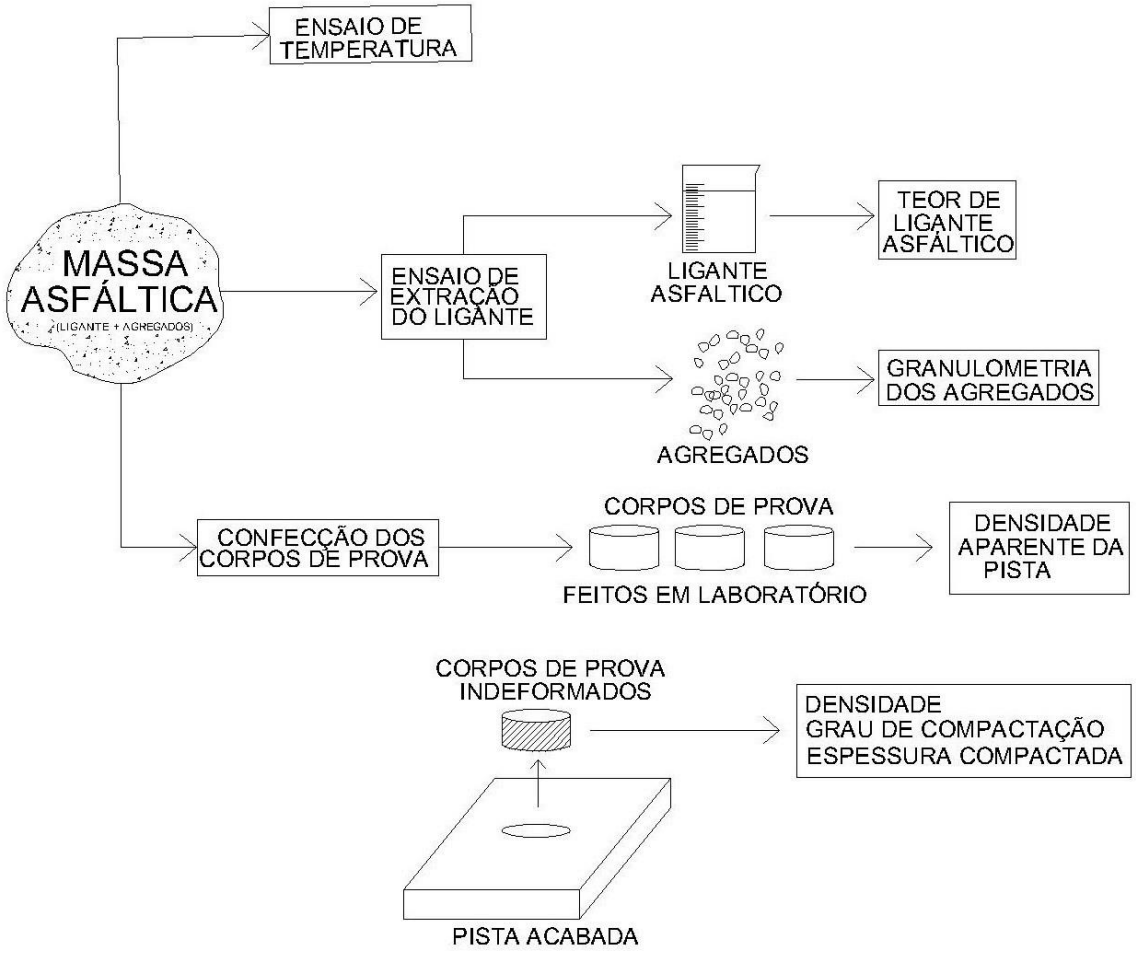


FIGURA 3 – ILUSTRAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE.
FONTE: Os autores (2019).

Foi realizada, de acordo com a especificação do DER/PR ES-P 21-17, durante a execução do revestimento asfáltico, o acompanhamento das temperaturas durante a chegada, a aplicação e a rolagem ou compactação do material, sendo também feita a checagem da espessura solta da massa asfáltica com o gabarito do mesista.

Durante a execução, foi feita a coleta de amostras de massa solta para cada obra, para a verificação do teor de ligante e análise granulométrica do agregado da mistura.

Após a execução, com o revestimento já implantado e acabado, foi feita a extração dos corpos de prova indeformados para cada uma das obras, com auxílio de uma sonda rotativa para a verificação do grau de compactação, índices volumétricos e da espessura compactada.

Utilizando-se das amostras de massa solta posteriormente coletadas, foi feita a confecção dos corpos de prova no laboratório conforme descrito no método de ensaio de dosagem Marshall, este mesmo para encontrar a densidade aparente ótima da pista, utilizada como parâmetro para se obter os índices volumétricos e o grau de compactação comparando com os corpos de prova extraídos da pista acabada.

Confrontando-se os parâmetros normativos e de projeto com os resultados obtidos com os corpos de prova, de cada um dos universos amostrais das três obras, foi realizado um comparativo da taxa de sucesso de execução da capa asfáltica de cada empreiteira.

Na prática, os serviços rejeitados devem ser corrigidos, complementados ou refeitos e seus resultados do controle estatístico são registrados em relatórios periódicos de acompanhamento e associados à medição dos serviços.

Foi realizada também uma análise estatística da quantidade de amostras, em porcentagem, que atenderam às especificações do projeto das três empresas executoras.

Os resultados obtidos para cada uma das obras são descritos separadamente a seguir, sendo que todos os ensaios e parâmetros adotados como referência para critério de aceitação dos serviços executados, baseiam-se e foram executados conforme métodos de controle tecnológico previstos na especificação 21/17 do DER/PR.

O QUADRO 4 apresenta o local e as informações do projeto da obra A, B e C.

	OBRA A	OBRA B	OBRA C
Rua:	Alfredo Charvet	Pedro Euzébio Lemos (Tietê 1)	Otávio Galize (Fazenda Velha)
Extensão total da obra:	380,00 m	2201,17 m	357,06 m
Área da pavimentação:	5283,71 m²	15408,19 m²	2499,42 m²
Trecho analisado:	estaca 00 à estaca 15	estaca 00 à estaca 15	estaca 00 à estaca 15
Teor de projeto:	4,7	4,8	4,85
Traço de projeto:	Faixa "C"	Faixa "C"	Faixa "C"
Espessura CBUQ:	5,0 cm	5,0 cm	5,0 cm

QUADRO 4 – DADOS OBRA A, B e C.
FONTE: Os autores (2019).

Conforme os dados, a obra A apresentou em somente um dos pontos de coleta um teor de ligante abaixo do limite normativo (4,5), também apresentou em um dos pontos de coleta a porcentagem de agregado passante em somente uma das peneiras do ensaio em valores abaixo da faixa de especificação/projeto, porém quando se faz uma média entre todos os pontos de coleta, os valores tanto da granulometria quanto do teor de ligante são satisfatórios.

Para os ensaios de temperatura, grau de compactação, índices volumétricos e de espessura os valores encontrados são satisfatórios, portanto, de modo geral, a obra A se encontra dentro dos parâmetros da especificação e projeto, apresentando uma taxa de sucesso de 94,44%.

Para a obra B, em todos os seus pontos de coleta a porcentagem de agregado passante apresenta valores em desconformidade com as faixas de especificação e de projeto, esta alteração da granulometria impacta diretamente nos resultados dos demais parâmetros analisados nos ensaios, também, em um dos pontos de coleta apresentou um teor de ligante acima dos valores da faixa de projeto e dentro da faixa de especificação, porém quando se faz a média do teor de ligante entre os quatro pontos de coleta os resultados são satisfatórios.

Quanto à temperatura, a obra apresentou um valor de temperatura de chegada superior à admissível para a usinagem (177ºC) em um dos pontos de aplicação da massa, tendo isso em vista, o ligante asfáltico pode perder características essenciais para que o seu comportamento em campo atenda as solicitações de tráfego previstas no projeto.

Quanto aos dados obtidos para o grau de compactação, índices volumétricos e de espessura os valores encontrados apresentam desconformidade com os limites normativos e de projeto, portanto pode-se concluir que a compactação da obra num todo foi insuficiente, apresentando uma espessura consideravelmente maior do que a exigida, grau

de compactação abaixo do necessário e índices volumétricos como a relação betume x vazios em desconformidade com os limites impostos por norma.

Com todas estas análises, conclui-se que empresa responsável pela execução da obra B apresentou um projeto de massa diferente do executado, acarretando em erros de usinagem, e subsequentemente acarretando em erros de execução, portanto apresentando uma taxa de sucesso de 52,78%.

Para a obra C, em todos os pontos de coleta a porcentagem de agregado passante apresenta valores em desconformidade com as faixas de projeto, esta alteração da granulometria impacta diretamente nos resultados dos demais parâmetros analisados nos ensaios, observa-se também que, o teor de ligante encontrado nas amostras não atende à tolerância em relação aos projetos fornecidos.

Quanto à temperatura, a obra apresentou valores de temperatura de chegada em conformidade com a temperatura admissível para a usinagem (177ºC).

Quanto aos dados obtidos para o grau de compactação, índices volumétricos e de espessura os valores encontrados apresentam desconformidade com os limites normativos e de projeto, portanto pode-se concluir que devido ao elevado teor de ligante os índices volumétricos não atingem seus parâmetros normativos, causando exudação do CAP, a compactação da obra num todo também foi insuficiente, apresentando uma espessura consideravelmente maior do que a exigida.

Com todas estas análises, conclui-se que empresa responsável pela execução da obra C apresentou um projeto de massa diferente do executado, acarretando em erros de usinagem, e subsequentemente acarretando em erros de execução, apresentando uma taxa de sucesso de 44,44%.

Para medirmos a taxa de sucesso em cada obra foi feito uma média entre os resultados obtidos para cada ensaio em cada uma das estacas onde foi coletado material, sendo que cada estaca compõe 25% do total de cada ensaio, a porcentagem de sucesso de cada obra analisada.

O QUADRO 5, 6 e 7 apresenta os resultados e sucessos obtidos das obras A, B e C.

OBRA A		
ENSAIO		% SUCESSO
Temperatura		100
Granulometria		75
Teor de ligante		75
Grau de compactação		100
Indices volumétricos	% VAZIOS	100
	V.C.B (%)	100
	V.A.M (%)	100
	R.B.V (%)	100
Espessura		100
TOTAL (%)		**94,44 %**

QUADRO 5 – RESULTADOS E SUCESSO (%) OBRA A.
FONTE: Os autores.

OBRA B		
ENSAIO		% SUCESSO
Temperatura		75
Granulometria		0
Teor de ligante		100
Grau de compactação		0
Indices volumétricos	% VAZIOS	0
	V.C.B (%)	100
	V.A.M (%)	100
	R.B.V (%)	0
Espessura		100
TOTAL (%)		**52,78 %**

QUADRO 6 – RESULTADOS E SUCESSO (%) OBRA B.
FONTE: Os autores.

OBRA C		
ENSAIO		% SUCESSO
Temperatura		100
Granulometria		0
Teor de ligante		0
Grau de compactação		0
Indices volumétricos	% VAZIOS	0
	V.C.B (%)	100
	V.A.M (%)	100
	R.B.V (%)	0
Espessura		100
TOTAL (%)		**44,44 %**

QUADRO 7 – RESULTADOS E SUCESSO (%) OBRA C.
FONTE: Os autores.

3. CONCLUSÃO

Ao analisarmos esse pequeno universo amostral das três obras para medir a qualidade do serviço prestado pelas três empresas executoras em questão, torna-se visível a importância de se haver um setor de controle técnico de qualidade dentro das prefeituras, pois muitas vezes em processos licitatórios, algumas empresas visando aumentar seus lucros entregam materiais de qualidade inferior ao necessário, tornando-se um ônus não só para a prefeitura, com manutenções que poderiam ter sido evitadas, mas também para a população que virá a utilizar o asfalto, que via de regra deveria estar em boas condições de rolamento.

4. REFERÊNCIAS

CNT. **Pesquisa Rodoviária**, 2007. Disponível em < https://www.cnt.org.br/pesquisas >

BERNUCCI, et.al. **Pavimentação asfáltica - Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro, 2010.

MARÉ, F. L. **História das infraestruturas rodoviárias**, Portugal, 2011.

MASCARENHA NETO, J.D. **Methodo para construir as estradas em Portugal.** Portugal. 1790.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT- **Breve Histórico do Rodoviarismo Federal no Brasil**, 2017. Disponível em < http://www1.dnit.gov.br/historico/# >

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7207: **Terminologia e classificação de pavimentação**, Rio de Janeiro, 1982.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNIT especificação DNER – ES 299/97) **Pavimentação – Regularização do subleito.**

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNIT especificação DNER – ES 300/97) **Pavimentação – Reforço do subleito**.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNIT Especificação DNER – ES 301/97) **Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente.**

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ - **DER/PR ES-P 21/17 Pavimentação: concreto asfáltico usinado a quente**.

CNT. **Pesquisa Rodoviária**, 2016. Disponível em < https://www.cnt.org.br/pesquisas >

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT 031/2006 – ES) **Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço.**