



PAVIMENTO DE CONCRETO: FEITO PARA DURAR

Estradas de qualidade são aquelas que duram mais de vinte anos sem reparos, que ajudam a evitar acidentes, a economizar energia elétrica, pneus, combustível e também a reduzem o Custo-Brasil. As estradas pavimentadas com concreto apresentam essas características.

O pavimento de concreto traz economia tanto para o poder público como para o usuário, pois de acordo com o Banco Mundial, cada dólar investido em uma estrada de qualidade corresponde à economia de três dólares em custo operacional.

Para caminhões, a economia de combustível chega a ser 20% maior quando trafegam sobre o pavimento de concreto segundo estudo da Arizona State University. E quanto mais pesado o veículo maior é a economia de combustível.

O pavimento de concreto ajuda a poupar energia de iluminação, uma vez que sendo de superfície clara, reflete melhor a luz, permitindo a utilização de menos postes de iluminação. Também esquenta menos, qualidade pela qual é apontado como ecoamigável e muito indicado para parques naturais, porque não aumentam a temperatura ambiente já que reflete rapidamente os raios solares, dispersando o calor recebido, e contribuindo para reduzir as ilhas de calor.

No concreto, devido ao maior atrito entre a superfície e os pneus, a distância de freagem pode ser 40% menor. Com as novas tecnologias, a construção do pavimento de concreto é rápida, podendo até ser liberado ao tráfego em questão de horas.

E o domínio da tecnologia utilizada para a construção de estradas em concreto no Brasil é amplo e disseminado nas principais empresas construtoras do seguimento. E o potencial de construção de cada máquina pode chegar a um quilômetro por dia.

Considerando que apenas 4% da malha nacional possue pavimento de concreto, concluímos que há uma enorme frente para o aproveitamento dessa tecnologia na recuperação e ampliação das estradas brasileiras, principalmente nas vias de tráfego pesado, que também estão presentes nas grandes cidades, como os corredores de ônibus e vias expressas, nas áreas portuárias e nos pátios e pistas dos aeroportos.

Rodoanel Mário Covas, Rodovias dos Imigrantes, BR 101 NE são algumas das estradas pavimentadas em concreto.

O Brasil passa por um momento econômico muito favorável, onde a Construção Civil é um grande alavancador do desenvolvimento do país. Dados recentes mencionam que até 2022 serão necessários investimentos de mais de R\$ 2 trilhões em infraestrutura.

As obras que serão resultado dos investimentos nesse setor, necessitarão de equipamentos e tecnologias de última geração. E isso tem sido encontrado no Concrete Show, o maior evento internacional de tecnologia do concreto da América Latina, cuja 5ª edição acontecerá de 31 de agosto a 2 de setembro de 2011, em São Paulo.

O Concrete Show tem feito com que a cadeia produtiva da construção disponha anualmente de abundante informação e conhecimento, que permite a escolha das melhores práticas e tecnologia, além da oferta de seminários técnicos de alta qualidade. A feira é uma excepcional oportunidade para expositores apresentarem seus equipamentos, técnicas e serviços, neste e nos próximos anos de uma construção civil tão puiante.

Portanto, ninguém pode deixar de participar ou de visitar todos os anos o Concrete Show, uma feira também feita para durar, como o pavimento de concreto.

EFICIÊNCIA PASSA PELO PLANEJAMENTO

Autor Ronaldo Vizzoni, Gerente de Infraestrutura Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

Um dos grandes gargalos da infraestrutura brasileira de transportes é a falta de planejamento, devido principalmente à insuficiência de informações e à indisponibilidade ou imprecisão dos projetos de engenharia necessários à execução das obras nacionais, em todos os níveis de decisão.

É prática usual em nosso país a licitação de obras com base em Projetos Básicos, os quais, pela falta de planejamento, de recursos financeiros e de tempo para serem elaborados, muitas vezes têm se mostrado pouco precisos, exigindo assim inúmeras mudanças quando da elaboração do Projeto Executivo de Engenharia ou quando da execução da obra. Tudo isso implica em alterações significativas nos preços orçados e licitados, gerando atrasos, paralisações, impugnações, ações judiciais e até mesmo a não execução da obra, o que, em última instância,

retarda o crescimento do país e vai contra os anseios e as necessidades básicas da população brasileira.

Visto que a precariedade da infraestrutura de transportes nacional é sobejamente conhecida como sendo um dos grandes gargalos para o desenvolvimento do país, sem dúvida a criação de um Banco de Projetos de Infraestrutura de Transportes terá papel fundamental na remoção desse gargalo específico, permitindo que o Brasil retome o nível de crescimento necessário e desejado.

AS FIGURAS 1 E 2 ILUSTRAM INTERFERÊNCIAS E FALHAS QUE DEVEM EVITADAS.



FIGURA 1 Plataforma inadequada de operação, incapaz de suportar o peso da pavimentadora.



FIGURA **2** Interferências na operação (postes)



INÍCIO DO PLANEJAMENTO PARA PAVIMENTAÇÃO DE CONCRETO

Pode-se afirmar, sem dúvida, que a existência de um Projeto Executivo de Engenharia completo e detalhado, no processo licitatório, é a única maneira de se evitar ou, pelo menos, diminuir significativamente os problemas futuros.

No conhecimento das interferências e das dificuldades que poderão ocorrer durante a execução da obra, está todo o material necessário à elaboração do Planejamento da Obra. Essas interferências e dificuldades deverão ser estudadas, analisadas e con-

templadas quando da elaboração do Projeto Executivo.

É possível identificar facilmente algumas dificuldades e falhas capazes de gerar problemas na execução do pavimento e que podem ser evitadas quando bem planejadas.

Finalmente, ressalta-se que é impossível planejar e executar uma obra sem o conhecimento de todas as suas peculiaridades, as quais deverão estar previstas e contempladas no Projeto Executivo de Engenharia.

PROBLEMAS QUE PODEM SER IDENTIFICADOS

- O Projeto **não contempla o estudo da largura mínima necessária** de plataforma de terraplena gem para a adequa da operação da vibroacabadora de formas deslizantes.
- Falha no estudo dos tipos de materiais disponíveis na região que comporão as distintas camadas do pavimento.
- Falha nas especificações de materiais e nos procedimentos de execução a ser utilizados na obra.
- Falha nos **estudos prévios de laboratório**, incluindo aí os produtos de cura a ser utilizados.
- Falha ou inexistência do **projeto geométrico de distribuição de placas** e detalhamento dos tipos de juntas.
- Falha ou inadequação do projeto de drenagem.
- Falha no estudo do tipo de equipamento vibroacabador a ser utilizado, bem como do tipo e da **produção da usina dosadora e misturadora de concreto**, a qual deve ser compatível com a pavimentadora.
- Falha no **estudo da temperatura ambiente, velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura do concreto** e séries pluviométricas.
- Imprecisão na definição da equipe, dos horários ou turnos de trabalho (diurno e noturno), na capacitação dos funcionários e na identificação das tarefas diárias.
- **Falha na localização das interferências existentes** ao longo do trecho, tais como postes, poços de visitas, redes subterrâneas de diversas concessionárias, além de árvores, por exemplo.

HISTÓRICO DO PAVIMENTO **DE CONCRETO NO BRASIL**

Autores:

Marcos Dutra de Carvalho, Engenheiro Especialista Ronaldo Vizzoni, Gerente de Infraestrutura **Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)**

As rodovias são responsáveis pela modalidade de transporte mais utilizada no Brasil, uma vez que por elas são feitas a movimentação de 95% das pessoas e de 60% das cargas transportadas.

A paixão dos brasileiros pelos veículos automotores vem desde o início do século passado, com a chegada dos primeiros automóveis no Brasil em 1916. Em 1918, o país já possuía 5.000 veículos que trafegavam por péssimas estradas. Em 1919, a Ford instala sua primeira fábrica de automóveis no Brasil.

Em 1922 - ano das comemorações do centenário da independência - o marco fundamental na história dos transportes e do crescimento econômico do Brasil foi a pavimentação do trecho em declive da "Estrada Caminho do Mar" (Figuras 1e 2), a primeira estrada construída com concreto de cimento portland na América do Sul e uma das primeiras do mundo, ligando São Paulo, a principal cidade brasileira, ao maior porto da América do Sul.

Nos anos seguintes, o pavimento de concreto de cimento portland, ou simplesmente pavimento de concreto ganhou espaço nas estradas brasileiras e, em 1936, foi fundada a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), tendo como objetivo principal o desenvolvimento e aplicação dessa tecnologia de pavimentação. Em 1937, o trecho da rodovia BR 040, conhecido como Serra de Petrópolis (Figura 3), no Rio de Janeiro, recebeu o pavimento de concreto, assim como a principal estrada do país até os dias de hoje, a rodovia Rio-São Paulo (Figura 4).

Em 1947, logo após a Segunda Guerra Mundial, com uma economia fortalecida, o país dá amplos passos em direção à industrialização. No Estado de São Paulo, o mais importante do País, a rodovia Anchieta (Figura 5), pavimentada com concreto, é inaugurada para substituir o já saturado Caminho do Mar. Tal fato permite o crescimento acelerado da região do ABC, berço de uma nova classe operária e do crescimento da indústria do país. Nessa mesma época, a rodovia Anhanguera, também pavimentada com concreto, é construída para transportar as

riquezas do interior do Estado de São Paulo. Todas essas estradas foram marcos do desenvolvimento rodoviário brasileiro, que auxiliaram a construção do progresso do país e ampliaram o uso do concreto na pavimentação de rodovias. Diversos pavimentos de concreto foram construídos nessa década, particularmente no Estado de Pernambuco, como por exemplo, a Rodovia Recife a Jaboatão dos Guararapes (Figura 6). É tão marcante a presença do concreto nas estradas pernambucanas e nas vias urbanas de Recife, que essa capital é chamada da "Capital do pavimento de concreto".

Na mesma época e como em todo o mundo, a maioria das pistas dos aeroportos brasileiros era de terra. Um fato relevante foi a entrada em operação no fim da 2ª guerra mundial, dos aviões DC3, versão civil do C47 militar. Isso fez com que as primeiras pistas militares e civis dos principais aeroportos brasileiros fossem implantadas em concreto. De todos os aeroportos que tiveram suas pistas pavimentadas com o material, apenas o Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim (Galeão), na cidade do Rio de Janeiro, permanece com sua pista original de concreto, a qual se encontra em operação há mais de 30 anos, sem qualquer ocorrência registrada.

Igualmente importantes são os pavimentos urbanos executados com concreto, nas principais cidades brasileiras, alguns em uso há mais de 50 anos, praticamente sem qualquer manutenção. (Figuras 7 e 8).

Até meados da década de 70 diversos pavimentos de concreto foram construídos, quando essa tecnologia, por diversas razões, praticamente desapareceu do mercado brasileiro, sendo retomada na década de 90.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA
Pavimento de concreto, um moderno Ovo de Colombo
(Márcio Rocha Pitta - ABCP).

Pavimento de Concreto – Reduzindo o custo social (Marcos Dutra de Carvalho - ABCP).

"Governar é abrir estradas" (JourneyCom Publicidade e Propaganda Ltda).

A memória da pavimentação no Brasil (Atahualpa da Silva Prego, ABPv)



Caminhos do Mar

Figura 1



Caminhos do Mar

Figura 2



Rodovia Rio Petrópolis

Figura 3



Rodovia Rio São Paulo

Figura 4



Rodovia Anchieta

Figura 5



Rod. Recife a Jaboatão dos Guararapes

Figura 6



Av. Boa Viagem

Figura 7



Via Expressa de Belo Horizonte

Figura 8

HISTÓRICO DO PAVIMENTO **DE CONCRETO NO BRASIL**

Autores:

Marcos Dutra de Carvalho, Engenheiro Especialista Ronaldo Vizzoni, Gerente de Infraestrutura **Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)**

Até o início da década de 60 era intensa em nosso País a utilização do concreto de cimento portland na pavimentação, tanto de vias urbanas como de rodovias. Essa prática vinha sofrendo, forte retração, por força de fatores vários, de natureza política e econômica.

Já a partir do término da Segunda Guerra Mundial, a produção nacional de cimento foi destinada prioritariamente ao suprimento de necessidades fundamentais da florescente indústria da Construção Civil, o que conduziu os setores de pavimentação a lançar-se em empreendimentos que não dependessem maciçamente desse produto.

Na mesma época desenvolveu-se nos EUA – e rapidamente foi absorvida pelos órgãos brasileiros ligados ao ramo – extensa tecnologia de pavimentos flexíveis, à base de produtos betuminosos, em detrimento dos cimentados.

Os preços dos derivados de petróleo, por seu turno, eram muito baixos e, por isso, muito convidativos. Essa situação estimulou o meio técnico de pavimentação a aparelhar-se guase que exclusivamente para emprego de pavimentos asfálticos, para eles dirigindo a formação de pessoal e a montagem do parque de equipamentos. Como consequência, criou-se certa inércia para que se passasse novamente a adotar a alternativa dos pavimentos rígidos, mesmo havendo sinais efetivos da mudança das circunstâncias técnicas e, principalmente, econômicas. Além do mais, o País encontrava-se num estágio de desenvolvimento que favorecia a política de construção das rodovias ditas de penetração, nas quais o custo inicial tem peso preponderante, posto que, quanto menor seu valor, maior a extensão pavimentada – o que atende à principal função desse tipo de estrada, que é a de levar rapidamente o transporte ao maior número de regiões de um país, quase sempre em detrimento da qualidade do pavimento.

O pavimento de concreto ressurgiu, nos últimos 20 anos, em países de características tão diversas como o México, a África do Sul, a Espanha e a Índia, porque seu custo inicial tornou-se atraente, diante das alterações da estrutura de preços dos derivados de petróleo e do crescimento da conscientização de governos e contribuintes da necessidade vital que é aproveitar ao máximo a aplicação dos recursos públicos, buscando o maior benefício ao menor custo.

(CONTINUAÇÃO)

As situações descritas fizeram com que o pavimento de concreto praticamente desaparecesse do mercado de pavimentação por 20 anos, sendo retomado a partir de 1995, como aconteceu em diversos países.

As primeiras ações promovidas para reintroduzir o pavimento de concreto, concentraram-se na confecção de planilhas de custos regionalizadas, com várias opções de seções, na divulgação adequada da tecnologia, na demonstração de técnicas modernas de construção e na ação direta junto a construtores e fornecedores.

São significativos os resultados obtidos na pavimentação em concreto no Brasil, ao longo dos últimos 15 anos, podendo-se mencionar diversas obras de vulto, já executadas e em execução, como a rodovia BR 101 NE, o Rodoanel Mário Covas/SP, a Rodovia dos Imigrantes/SP, a Via Dutra/SP, as Marginais da Castello Branco/SP, a MG 10, a Serra de São Vicente, além de diversos corredores urbanos de ônibus, para citar as mais importantes.

Como fato relevante no crescimento do uso do Pavimento de Concreto no Brasil, cita-se a execução de importante obra pelo Exército Brasileiro, a duplicação da rodovia BR 101 NE, com excepcional qualidade e conforto de rolamento, quebrando todos os paradigmas quanto às dificuldades propaladas dessa técnica de pavimentação.

A título de exemplo, as Figuras 1 a 8 ilustram as principais obras executadas no país nos últimos anos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Pavimento de concreto, um moderno Ovo de Colombo (Márcio Rocha Pitta - ABCP).

Pavimento de Concreto – Reduzindo o custo social (Marcos Dutra de Carvalho - ABCP).

"Governar é abrir estradas" (JourneyCom Publicidade e Propaganda Ltda).

A memória da pavimentação no Brasil (Atahualpa da Silva Prego, ABPv)















Rodovia Serra de São Vicente, MT Figura 5

Figura 6 Rodovia MG 10, MG





Linha Verde Curitiba, PR Figura 7

Figura 8

RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA PROJETO EXECUTIVO DE **PAVIMENTO DE CONCRETO**

Autor Marcos Dutra de Carvalho, Engenheiro Especialista Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

É fato mundialmente reconhecido que a grande durabilidade esperada de um pavimento de concreto está diretamente relacionada à boa qualidade da execução da obra, feita com os equipamentos e os materiais adequados e de acordo com o Projeto Executivo de Engenharia previamente elaborado. Assim, um bom projeto é condição básica para que a obra seja bem sucedida. Um projeto inadequado certamente comprometerá a durabilidade do pavimento. Nesse sentido, mostram-se a aqui as principais etapas a ser seguidas na elaboração de um projeto executivo de pavimento de concreto, extraídos do trabalho "Os dez mandamentos da pavimentação rígida" e do Capítulo 40 – Pavimentos Viários de Concreto, integrante do livro "Concreto: Ciência e Tecnologia", publicado este ano pelo Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), ambos de autoria do engo Marcos Dutra de Carvalho.

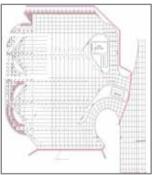
Também é fato mundialmente reconhecido que o processo de execução de um pavimento de concreto deve estar calcado num Projeto Executivo de Engenharia, o qual deve obrigatoriamente contemplar as etapas descritas a seguir.

- Estudos geotécnicos completos, incluindo a verificação do nível do lençol freático.
- Estudos de tráfego, incluindo a determinação do número total de solicitações das cargas por eixo, para cada tipo de eixo, para o período de projeto de 20 anos.
- Estudos de geometria e traçado da via ou rodovia.
- Estudos de drenagem superficial, sub-superficial e profunda.
- Memória de cálculo do pavimento com definição dos tipos, características tecnológicas e espessuras das camadas constituintes da estrutura.
- Projeto geométrico planialtimétrico, com todas as informações topográficas necessárias à perfeita locação da obra.

- Projeto geométrico de distribuição de placas e detalhamento dos tipos de juntas, contendo:
- planta, na escala 1:250 ou 1:500, com todos os tipos de juntas, incluindo aquelas especiais de transição nos encontros com estruturas ou outros tipos de pavimentos, bem como os dados de topografia necessários à perfeita locação das juntas no campo;
- desenhos específicos com detalhes de todos os tipos de juntas previstas no projeto, incluindo o reservatório de selagem;
- seções transversais típicas do pavimento, em tangente e em curva, com indicações de drenagem superficial, subsuperficial e profunda (se houver).
- Recomendações de execução e de controle de obra, com as especificações dos materiais utilizáveis em todas as camadas do pavimento.
 - Recomendações sobre concreto simples:
- espessura das placas, definida em projeto;
- resistência característica à tração na flexão (f_{ctM,k}), medida aos 28 dias;
- parâmetros de dosagem do concreto, como relação água/cimento, abatimento, consumo mínimo de cimento, teor máximo de ar incorporado, dimensão máxima do agregado graúdo e teor de argamassa;
- plano de controle tecnológico do concreto no estado fresco e endurecido, ressaltando se aí o controle da consistência do concreto (abatimento) e do teor de ar incorporado (estado fresco), e o controle das resistências mecânicas e da espessura das placas.
- Notas de serviço e quantitativos de pavimentação.

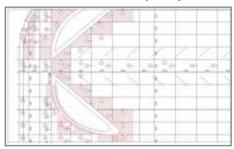
Como comentário final, ressalta-se que o Projeto Executivo de Engenharia, bem elaborado e com todas as informações necessárias à adequada execução do pavimento de concreto e das camadas constituintes da estrutura de pavimentação, incluindo o tratamento dado ao subleito e aos dispositivos de drenagem da estrutura, é fundamental para a qualidade final e a durabilidade da obra.

As **Figuras 1 e 2** ilustram um projeto geométrico típico de distribuição de placas, mostrando os tipos de juntas. As placas hachuradas são dotadas de armadura distribuída descontínua, sem função estrutural.

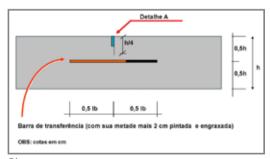


1) Projeto geométrico de distribuição de placas

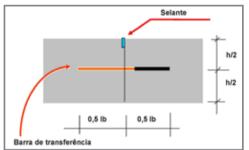
2) Detalhe do projeto geométrico, mostrando os distintos tipos de juntas



Mostram-se a seguir alguns tipos clássicos de juntas de pavimentos rígidos. As **Figuras 3 e 4** ilustram as juntas transversais de retração e de construção, dotadas de barras de transferência.

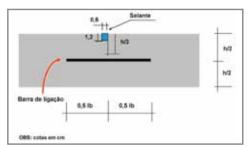


3) Junta transversal de retração, com barras de transferência

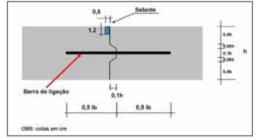


4) Junta transversal de construção, com barras de transferência

As **Figuras 5 e 6** ilustram as juntas longitudinais de articulação e de construção, dotadas de barras de ligação.

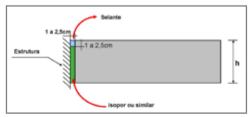


5) Junta longitudinal de articulação, com barras de ligação

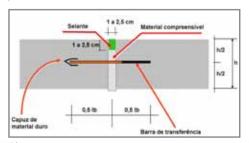


6) Junta longitudinal de construção, com barras de ligação

As Figuras 7 e 8 ilustram as juntas de expansão.



7) Junta de expansão, em encontro com outro tipo de estrutura



8) Junta de expansão, com barras de transferência

VANTAGENS E BENEFÍCIOS DO WHITETOPPING NA

REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS

Autor

Marcos Dutra de Carvalho, Engenheiro Especialista Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

WHITETOPPING: O QUE É?

O Whitetopping é o recapeamento de pavimentos asfálticos com concreto de cimento portland. A origem do termo refere-se à execução de camada de cor cinza claro (pavimento de concreto), com a função de base e revestimento, a ser colocada sobre um revestimento asfáltico existente, de cor escura ("cobertura branca").

Esta técnica, consagrada há anos nos Estados Unidos, já teve emprego muito bem sucedido no Brasil, na BR-290 (trecho Porto Alegre-Osório) e na rodovia SP-103/79, em São Paulo. Atualmente, encontra-se em execução na Serra de São Vicente (BR 163/364), próximo a Cuiabá/MT.

O concreto empregado no whitetopping é o tradicionalmente usado em pavimentos rígidos, com resistência característica à tração na flexão (fctM,k), medida aos 28 dias, da ordem de 4,5 MPa

VANTAGENS E BENEFÍCIOS DO WHITETOPPING

As vantagens e os benefícios da adoção do whitetopping na reabilitação de pavimentos asfálticos enquadram-se em pelo menos seis categorias, que se interligam, a saber: economia, técnica e desempenho, construção, segurança e conforto de rolamento, ecologia e meio ambiente, e normatização, resumidas a sequir.

Economia

A análise comparativa da viabilidade técnica e econômica de projetos de pavimentos de concreto (rígidos) e asfálticos (flexíveis) tem comprovado que, a médio e longo prazo, os primeiros acarretam sempre menor custo anual, considerada a sua grande durabilidade e a desnecessidade de gastar recursos na sua manutenção.

Técnica e desempenho

É característica inerente de um pavimento de concreto a grande durabilidade, que se deve às propriedades estruturais do material: elevada resistência mecânica e ao desgaste, e praticamente impermeável. Exemplos no País, de pavimentos de concreto cujo comportamento excedeu até mesmo as previsões mais otimistas, como o pavimento de concreto da Serra de

Itaipava - Teresópolis/RJ (BR 495), construído em 1928 e que se encontra em serviço até hoje, há mais de 80 anos, conforme mostrado na Fig. 1.

Construção

Os equipamentos de formas deslizantes de última geração, disponíveis no País, têm alto rendimento e produtividade, possibilitando a produção diária de grandes extensões de pista, com largura total, caracterizando grande rapidez de execução. Esse fato já foi comprovado em obras recentes aqui executadas e em execução.

Segurança e conforto de rolamento

A aderência entre os pneumáticos e a superfície do pavimento de concreto é favorecida pela existência das ranhuras artificiais, evitando hidroplanagem e proporcionando menor distância de freagem.

Ecologia e meio ambiente

A superfície clara do concreto contribui ainda para a redução da temperatura ambiente, minimizando os gastos com ar condicionado e reduzindo a poluição ambiental nas cidades. O pavimento de concreto é um aliado efetivo da proteção ambiental, por motivos diversos:

- não aumenta a temperatura do ar; reduz a temperatura ambiente cerca de 5°C e a temperatura próxima à superfície de cerca de 14°C;
 - é totalmente reciclável ao fim de sua vida útil;
- a estrutura do pavimento de concreto é menor que a correspondente em outra alternativa;
- o cimento portland agrega valor a subprodutos industriais que não teriam uso prático senão de ser incorporado na fabricação do cimento;
- o whitetopping permite significativa economia de combustível e redução na emissão de gases geradores do efeito estufa pela frota circulante, conforme estudos da American Concrete Pavement Association (ACPA), dos EUA.

Normatização

O emprego do whitetopping no nosso país é técnica consagrada de reabilitação de pavimentos asfálticos, haja vista os excelentes resultados obtidos com as obras já executadas, sendo a sua construção regida por procedimentos normatizados, conforme detalhado na norma DNIT 068/2004 – ES – Pavimento Rígido – Execução de camada superposta de concreto do tipo whitetopping por meio mecânico – Especificação de Serviço.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vê-se que esta tecnologia é uma excelente solução da engenharia para reabilitar a malha rodoviária nacional. As Figs. 2 a 4 ilustram a execução do whitetopping na Serra de São Vicente/MT (Rodovia BR 163/364), importante obra em execução no Brasil.

Fig.2 – Execução do whitetopping com vibroacabadora de formas deslizantes.



Figura 2a - espalhamento e adensamento.



Figura 3a - acabamento final com réguas metálicas



Figura 4a - texturização manual



Figura 5



Figura 1 - Serra de Itaipava - Teresópolis/RJ



Figura 2b - acabamento mecânico



Figura 3b - desempenadeiras metálicas de cabo longo



Figura 4b - texturização manual



Figura 6

CONTROLE TECNOLÓGICO EM PAVIMENTAÇÃO

Autor
Marcos Dutra de Carvalho, Engenheiro Especialista
Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

O controle tecnológico em pavimentação rodoviária faz parte da história da ABCP, constituindo uma das suas primeiras atividades na década de 1940 ao participar das obras do Aeroporto Santos Dumont e Congonhas e Rodovia Anchieta, entre outras. Consiste na elaboração de um conjunto de ensaios que visam garantir os requisitos de desempenho do concreto estabelecidos em projeto, tanto para o concreto no estado fresco quanto no estado endurecido.

Os parâmetros tecnológicos estabelecidos no projeto, aliados às características dos materiais componentes do concreto são levados em consideração nos estudos de dosagem do concreto que resultam nas propriedades de resistência mecânica e trabalhabilidade prescritas.

O controle tecnológico é executado tanto na usina de produção do concreto quanto na pista. Os dois tipos de concreto que são alvo geralmente do controle tecnológico de concretos para pavimentos são o concreto compactado com rolo que serve como sub-base e o concreto simples que é utilizado como base e revestimento, sendo ao mesmo tempo camada estrutural e de rolamento. Em ambos os tipos os métodos de ensaios adotados são aqueles prescritos pelas normas técnicas do DNIT e da ABNT.

Algumas obras mais recentes e notáveis em que a ABCP esteve envolvida com o controle tecnológico são: Whitetopping da SP 79 (Votorantim), Marginais da Rodovia Castello Branco (SP 280), Rodoanel Mário Covas/SP – trecho Oeste e Sul, Rodovia SE 90 ,MG 10 e BR 101, dentre outras.

Durante o controle tecnológico os materiais deverão satisfazer às exigências contidas no projeto e nas especificações técnicas, sendo a sua seleção e seu armazenamento feito de modo a preservar suas características e qualidade, assim como permitir fácil inspeção a qualquer momento.

A manutenção das características dos materiais constituintes do concreto cabe ao responsável pela produção do concreto, ficando ao laboratório responsável a inspeção aleatória dos lotes recebidos, podendo, caso necessário, vetar a utilização de qualquer material que não se enquadre nas especificações de projeto e dosagem.

Além dos materiais que compõem as dosagens de concretos, é muito importante ter a aprovação comprovada por laboratório idôneo de outros materiais como por exemplo: emulsão asfáltica, película de cura, selante para junta e corpo de apoio que deverão atender às normas aplicáveis.

A inspeção do concreto é feita através do controle do concreto no estado fresco e no estado endurecido:

Controle Tecnológico do Concreto Fresco

Um dos parâmetros do concreto que deve ser verificado é a sua consistência que será medida pelo ensaio de abatimento do tronco de cone, conforme a Norma Brasileira NBR NM 67, com valor situado entre 30 mm e 100 mm, conforme metodologia utilizada na execução da obra.

Controle Tecnológico do Concreto Endurecido

A inspeção do concreto será realizada pela verificação da resistência à tração na flexão e compressão em corpos-de-prova prismáticos e cilíndricos, respectivamente, confeccionados e curados conforme a NBR 5738 e rompidos conforme a NBR 5739.

Os lotes onde se dará a inspeção do concreto não deverão ter mais do que 1500 m³, nem corresponder a área pavimentada com mais de 5000 m².



Laboratório móvel



Moldagem de corpos de prova cilíndricos e prismáticos



Ensaio de abatimento de tronco de cone



Ensaio de tração na flexão



Obra do Rodoanel trecho Sul



A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM NA VIDA ÚTIL DOS PAVIMENTOS

Autores: Carlos Yukio Suzuki e Angela Martins Azevedo Planservi Engenharia Ltda.

Os efeitos danosos da água livre na estrutura de pavimento podem ser minimizados evitando sua entrada pela superfície ou construindo pavimento suficientemente robusto para resistir ao efeito combinado da carga de tráfego pesado e da umidade em excesso no interior da sua estrutura ou prevendo drenagem subsuperficial adequada para remover rapidamente a água infiltrada. O texto a seguir discorre sobre a necessidade da drenagem de pavimentos e sua forma de implementação.

Considerações Iniciais

Em pavimentação deve ser alcançado o objetivo principal de projetar e construir economicamente uma estrutura robusta o suficiente para suportar as cargas de tráfego e as ações das intempéries, proporcionando níveis de conforto ao rolamento e segurança aceitáveis ao longo do período de projeto.

Um dos problemas relacionados ao mau desempenho dos pavimentos é a aplicação de cargas do tráfego quando os materiais constituintes de sua es-

trutura estão sob condição saturada.

Para evitar essa situação é necessário retirar rapidamente toda água que cai e escoa sobre a plataforma viária através da implantação de adequado sistema de drenagem superficial, constituído de caimentos transversal e longitudinal favoráveis e instalação de valetas e sarjetas. É importante também remover toda água que infiltra na estrutura através de sistema de drenagem subsuperficial num tempo relativamente curto que evite sua saturação, prevendo-se camadas permeáveis preferencialmente interligadas a drenos rasos transversais e longitudinais.

Para situações em que o nível do lençol freático é elevado sugere-se também a instalação de drenos profundos (sistema de drenagem profunda) objetivando o seu rebaixamento, dado que essa condição pode constituir-se numa fonte de saturação das ca-

madas subjacentes do pavimento.

Ao longo da vida útil dos pavimentos, independentemente dos cuidados de projeto e de construção, a água principalmente da precipitação pluviométrica sempre infiltra na estrutura através das trincas, juntas e bordas laterais e se movimenta devido a gradientes de energia, tais como a gravidade, capilaridade, forças osmóticas e diferenças de pressão e temperatura, conforme indica a Figura 1.

A água livre infiltrada e acumulada no interior da estrutura por longo período de tempo devido a baixa permeabilidade dos materiais é responsável pela saturação do subleito e das camadas não estabilizadas, diminuindo a resistência mecânica, com reflexos nos módulos de resiliência e, consequentemente, no aumento das deflexões recuperáveis do revestimento, que, em função da magnitude e da freqüência de cargas de tráfego, levam a ruptura da estrutura por fadiga.

Outro exemplo de interação entre o tráfego e a presença de água livre é o bombeamento de finos nas juntas dos pavimentos de concreto de cimento portland. A patologia resulta na formação de vazios sob os cantos das placas devido a erosão interna e degraus nas placas de jusante no sentido do tráfego, decorrentes da expulsão da água acumulada a grande velocidade devido ao impacto dinâmico das

cargas de roda dos veículos pesados.

Critérios de Controle da Água nos Pavimentos

Os três principais critérios que podem ser considerados para controlar e minimizar os problemas causados pela saturação são:

- a) Selagem apropriada da superfície do pavimento (juntas e trincas), através da utilização de materiais e técnicas apropriadas;
- b) Emprego de materiais pouco suscetíveis à umidade em todas as camadas;
- c) Provisão de drenagem interna adequada que efetivamente remova qualquer água livre antes que se inicie o processo de degradação, através de drenagem profunda que mantenha permanentemente rebaixado o nível do lençol freático e uso de bases e sub-bases permeáveis que sejam projetadas como camadas estruturais e também sirvam de camadas drenantes e interligadas a drenos rasos longitudinais.

Concepção do Sistema de Drenagem Subsuperficial

Os principais componentes dos sistemas de drenagem subsuperficial, apresentados na Figura 2, 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.

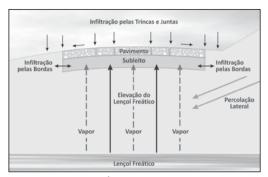


Figura1: Origens da água na estrutura do pavimento.

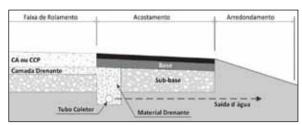


Figura 2: Esquema do sistema de drenagem subsuperficial

- Dreno Raso Longitudinal: recebe as águas drenadas pela camada drenante e tem por objetivo efetuar o lançamento final em local apropriado, através de saídas d'água laterais devidamente espaçadas.
- Camada Separadora: constituída de agregados 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.
- Dreno Lateral de Base: dreno cuja função é recolher as águas que infiltram na camada de base, encaminhando-as para fora da plataforma. Usualmente 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. Usualmente, sua localização é indicada nos pontos baixos das curvas côncavas ou em outros locais com declividade quase nula onde se necessite drenar as bases permeáveis.

A figura 3 mostra a trajetória da água nos trechos em curva de rodovias com seções superelevadas. Os drenos transversais e longitudinais rasos devem ser posicionados objetivando minimizar o tempo de percolação nas camadas do pavimento.

Para o projeto do sistema de drenagem subsuperficial visando a remoção da água livre, é necessário conhecer os princípios básicos de escoamento em meios porosos saturados, as características geométricas da pista (largura das faixas de rolamento e acostamento além de declividades longitudinal e transversal), a concepção a ser empregada para o dreno subsuperficial (cego ou tubular), características do clima (precipitação pluviométrica) e propriedades hidrogeotécnicas dos materiais de construção a serem utilizados (índices de infiltração, porosidade e permeabilidade das camadas).

A partir desses dados será possível estimar a quantidade de água que infiltrará na estrutura do pavimento e estabelecer uma forma de controlar a umidade excessiva, seja através da instalação de sistema que retira o mais rapidamente a água ou que considera aceitável a saturação parcial dos materiais por um determinado período de tempo.

Com base no método de dimensionamento de pavimentos da AASHTO de 1993, pode-se analisar a influência das condições de drenagem no desempenho do pavimento de concreto de cimento portland, representado pela variação do índice de serventia em função do coeficiente Cd, conforme indicado na figura 4.

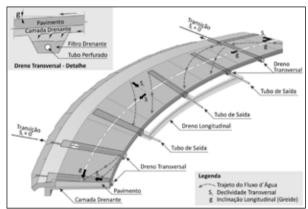


Figura 3: Esquema do trajeto do fluxo d'água pela plataforma

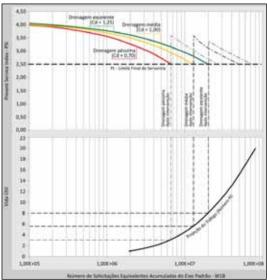


Figura 4: Influência das condições de drenagem no desempenho do pavimento

CONSTRUÇÃO DO **PAVIMENTO DE CONCRETO**

Autor: Leovaldo Foganhole Associação Brasileira de Cimento Portland

Visando a construção de estradas mais duráveis e com menores custos de manutenção, os órgãos estatais responsáveis por infraestrutura no país têm considerado o "pavimento de concreto" (PC) como uma das soluções mais adequadas para os seus projetos de pavimentação, nos casos de tráfego intenso e pesado. No entanto, para que alcancemos o nível de qualidade desejado, há a necessidade de capacitação de equipes de execução pelas empresas interessadas nesse segmento.

A elevada qualidade das obras rodoviárias recentemente executadas e em execução no Brasil, com vibroacabadoras de formas deslizantes, atesta a nítida evolução da curva de aprendizado de construção do pavimento de concreto em nosso país. Tais constatações reforçam a importância da existência de equipes capacitadas e do domínio da tecnologia da pavimentação rígida, o que pode ser alcançado por meio de treinamento específico, como cursos especiais e execução de "pistas piloto", atividades essas implantadas e fortemente recomendadas pela ABCP.

O pavimento é avaliado pela sua capacidade estrutural de suportar os esforços oriundos do tráfego de veículos (cargas), durante sua vida útil prevista em projeto, e pela qualidade do conforto de rolamento da superfície acabada, características que são obtidas por meio dos necessários cuidados na execução e do rigoroso controle tecnológico de todo o processo de construção.

Condição estrutural

A condição estrutural do pavimento depende da resistência característica à tração na flexão do concreto utilizado (fctM,k) e da manutenção das dimensões geométricas previstas em projeto, mais especificamente da espessura das placas de concreto.

Essas propriedades são obtidas com o emprego efetivo da tecnologia do concreto e dos procedimentos corretos de execução do pavimento rígido. Características tecnológicas básicas dos concretos simples de pavimento, como relação água/cimento, abatimento (slump), teor de argamassa e composição granulométrica dos agregados são fundamentais para garantir qualidade na extrusão da placa de concreto pela vibroacabadora de formas deslizantes.

Conforto de rolamento

O conforto de rolamento do pavimento acabado, normalmente aferido pelo perfilógrafo Califórnia, é função dos seguintes fatores:

- instalação da linha guia sem catenárias, nas cotas definidas pela topografia (plano cotado);
- plataforma adequada de operação da vibroacabadora de formas deslizantes;
- ajustes da vibroacabadora e posicionamento correto dos sensores de nível;
- alimentação constante e distribuição uniforme do concreto à frente vibroacabadora;
- constância das propriedades do concreto fresco.

O "plano cotado", ferramenta de controle topográfico das cotas das camadas do pavimento, desde a terraplenagem, garante as espessuras dessas camadas e estabelece as cotas de instalação das linhas guias de referência da vibroacabadora de formas deslizantes.

Dada a importância do treinamento para as equipes de execução e da divulgação das práticas recomendadas, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) tem proporcionado cursos de treinamento avançado de pavimento de concreto às empresas construtoras e aos órgãos públicos vinculados aos setores de infraestrutura rodoviária, através dos quais transfere não só tecnologia aplicada, mas também o conhecimento obtido no acompanhamento de obras nacionais e internacionais.



Figura 1: Serragem da placa de concreto



Figura 2: Alimentação da vibroacabadora



Figura 3:Aferição de planicidade com rodo de corte



Figura 4: Um pavimento bem construído



Figura 5: Um pavimento bem construído

O PERFILÓGRAFO CALIFÓRNIA

Autor: Marcos Dutra de Carvalho, Engenheiro Especialista Associação Brasileira de Cimento Portland

Introdução

A segurança e o conforto de rolamento que um pavimento proporciona – objetivos básicos de sua própria existência – estão intimamente ligados à suavidade que a superfície apresenta, ou seja, são inversamente proporcionais ao grau de irregularidade dessa superfície. Portanto, independentemente do tipo de pavimento, flexível ou rígido, é necessário que se garanta à estrutura um valor mínimo de regularidade superfícial, avaliada pela irregularidade longitudinal da superfície, uma vez que esse parâmetro tem influência direta não só na segurança e conforto de rolamento, como também no custo operacional dos veículos, na serventia e na vida de serviço do pavimento.

Objetivando a verificação da irregularidade longitudinal dos pavimentos de concreto recém-executados, a ABCP disponibilizou ao meio técnico um equipamento desenvolvido especificamente para esse fim, denominado **Perfilógrafo Califórnia**, sendo esse o equipamento indicado e especificado no Guia de Construções da AASHTO, desde 1988 até a última edição de 2008, para esse tipo de avaliação.

Esse equipamento pode ser utilizado poucas horas após o término da concretagem (entre 6 e 8 horas), logo que o concreto obtenha resistência tal que o acabamento superficial não fique prejudicado, tornando se uma ferramenta poderosa para o balizamento e o monitoramento dos equipamentos e dos processos de construção adotados em cada obra.

Características do equipamento

O Perfilógrafo Califórnia é uma estrutura rolante que mede os desvios verticais de uma dada superfície, em relação a um plano de referência móvel de 7,62 m de comprimento **(Fig. 1)**.

É dotado de uma roda sensora localizada no meio da estrutura, cujos movimentos são captados por um transdutor e enviados a um computador (Fig. 2), que grava os desvios do plano de referência, traçando um perfil do pavimento.

O sistema computadorizado permite excluir singularidades e anotar referências que facilitem a identificação dos pontos de medição, além de emitir relatórios com a identificação do perfil, a lo-

cação de pontos defeituosos e, principalmente, o valor do **Índice de Perfil**, para cada subtrecho de 100 m de extensão e no trecho total que se está avaliando.

A irregularidade longitudinal do pavimento é determinada pela utilização ou operação do perfilógrafo sobre cada faixa de tráfego. A força motriz pode ser manual ou proveniente de unidade propulsora acoplada ao conjunto, como mostra a **Fig. 3**. O perfilógrafo deve ser movido longitudinalmente ao longo do pavimento numa velocidade não superior a 5,0 km/h, para minimizar saltos. Os perfis dos pavimentos e os valores de **Índice de Perfil** são obtidos nas trilhas de roda internas e externas, de cada faixa de tráfego, a uma distância de 90 cm das bordas e paralelamente a elas.

As informações geradas pelo Perfilógrafo Califórnia permitem a identificação de depressões e ondulações significantes que devem ser corrigidas de forma a aumentar o conforto de rolamento. Esses pontos são marcados no traçado dos perfis do pavimento e listados num relatório resumo para facilitar posterior identificação.

O sistema computadorizado processa os perfis obtidos, gerando uma medida de irregularidade longitudinal do pavimento denominada **Índice de Perfil** (IP). O **IP** é obtido a partir da soma dos valores absolutos dos desvios (picos e depressões) que excedem os limites de uma faixa neutra (blanking band), de largura adotada igual a 5 mm, sendo o seu valor expresso em milímetros por quilômetro (mm/km). Critérios subjetivos de conforto de rolamento podem ser relacionados ao IP, facilitando a comparação e a análise da regularidade superficial dos pavimentos.

Metodologia de avaliação

A irregularidade longitudinal do pavimento é determinada pelo Perfilógrafo Califórnia, em cada faixa de tráfego, nas trilhas internas e externas, e é expressa pelo **IP**.

Os perfis dos pavimentos são obtidos a 90 cm de cada borda do pavimento, e paralelamente a elas, para pavimentos construídos com 3,65 m de largura ou menos. Para pavimentos construídos com larguras maiores do que 3,65 m, o perfil é obtido a 90 cm de cada borda ou junta longitudinal planejada, e paralelamente a elas. O levan-

tamento do perfil é interrompido ou terminado a 4,5 m de cada aproximação de pavimentos de pontes ou pavimentos existentes.

As normas brasileiras do DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e da DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S.A. já contemplam e detalham todos os procedimentos operacionais do Perfilógrafo Califórnia. Essas normas estabelecem que o **IP** máximo aceitável para as rodovias é de 240 mm/km, e que, caso esse valor máximo seja ultrapassado, medidas corretivas serão necessárias.

As medidas corretivas vão desde a fresagem localizada da superfície do pavimento, com o emprego de pequenas fresadoras, até o emprego de equipamentos de grande porte, que promovem a microfresagem ou o micronivelamento do concreto, internacionalmente conhecido como **Diamond Grinding** ou **Cepillado**. Depois de feitas as correções necessárias, o trecho é novamente avaliado com o perfilógrafo, de modo a confirmar o seu enquadramento nas exigências normativas.

Considerações finais

Dispõe-se hoje de um equipamento eficaz para a avaliação da irregularidade longitudinal dos pavimentos rígidos, quando da sua construção. O equipamento permite que se façam os ajustes necessários nos procedimentos de execução, de modo que se obtenha o nível de conforto adequado ao tipo de via ou rodovia em questão e às necessidades dos usuários.

A experiência de campo tem mostrado que a regularidade longitudinal está diretamente ligada à **uniformidade** da execução, ou seja, quanto mais uniforme é a execução mais regular e confortável é o pavimento; portanto, é necessário que a execução seja conduzida sem paradas da vibroacabadora de formas deslizantes e que o concreto lançado seja o mais uniforme possível.

Também, deve ser dada atenção especial às juntas transversais de construção; estas devem ser executadas com esmero e com todo o cuidado possível, com o emprego de réguas (rodos de corte) e desempenadeiras metálicas (floats), de modo que não ocorram os indesejados ressaltos e depressões na superfície do concreto, que elevam o **IP** medido e reduzem significativamente o conforto de rolamento do pavimento acabado.

A **Fig. 4** mostra a operação do Perfilógrafo Califórnia em obras executadas recentemente no Brasil.

Figura 1 - Perfilógrafo Califórnia.





Figura 3 – Operação com unidade propulsora.

Figura 2 – Roda sensora (à esquerda) e computador (à direita).







Fig. 4a: Rodovia BR 101 NE



Fig. 4b: Rodoanel Metropolitano de São Paulo – Trecho Sul

CONTROLE TECNOLÓGICO DAS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO

Autores: **Leonardo Preussler e Ernesto Preussler** Dynatest Engenharia Ltda.

1. Introdução

O controle tecnológico das obras de pavimentação tem influência relevante no sucesso do empreendimento, pois garante o desempenho da estrutura em conformidade às premissas do projeto e, consequentemente, a eficiente aplicação dos recursos, sejam públicos ou privados. Este aspecto é consenso entre técnicos da área rodoviária, que atuam seja em projetos como diretamente em obras.

Têm-se verificado nesses últimos anos o significativo avanço tecnológico nos meios de controle de qualidade das obras, destacando-se o desenvolvimento e a implementação de equipamentos e métodos que permitem a avaliação in situ das características de resistência e de deformabilidade das camadas dos pavimentos

Dentre os equipamentos de maior destaque na realização de testes in situ nas camadas de pavimento, cumpre mencionar o cone dinâmico de penetração (DCP) para o controle da resistência mecânica dos solos, a viga de Benkelman e o Falling Weight Deflectometer (FWD) na avaliação da deformabilidade e, mais recentemente o Light Weight Deflectometer (LWD).

2. Falling Weight Deflectometer - FWD

O equipamento é um deflectômetro de impacto projetado para simular o efeito de cargas de roda em movimento. Isto é obtido pela queda de um conjunto de massas, a partir de alturas pré-fixadas, sobre um sistema de amortecedores de borracha, que transmitem a força aplicada a uma placa circular apoiada no pavimento, conforme figura 1.

Os deslocamentos recuperáveis gerados na superfície do pavimento (bacia de deflexões) são medidos por 7 geofones (transdutores de velocidade) instalados na placa de carga e ao longo de uma barra metálica.



Figura 1 - Ensaio com FWD

3. Light Weight Deflectometer - LWD

O equipamento Light Weight Deflectometer – LWD constitui um sistema de ensaio dinâmico em placa de carga empregado para medir a deformabilidade das camadas do subleito e da infra-estrutura do pavimento.

O LWD é utilizado especificamente para controle de qualidade das camadas do pavimento (subleito, sub-base e base), em pavimentos novos ou em obras já existentes. O valor máximo da força de impacto é baseado em medidas da célula de carga e os deslocamentos (deflexões) são medidos em até três sensores, que podem ser posicionados a diferentes distâncias em relação ao centro da placa.

Os deslocamentos (deflexões) são medidos pelos sensores em tempo real e apresentados graficamente na Palm Top conectado ou transmitido por onda tipo Bluetooth. O módulo de elasticidade (E) é calculado e também é visualizado em tempo real na tela da Palm Top.

Figura 2 - Ensaio com LWD





Figura 3 - Visão geral do





4. Metodologia Proposta de Controle de Qualidade com LWD

ETAPA 1: a etapa 1 consiste na segmentação homogênea dos sub-trechos ou lotes rodoviários em funcão das características dos solos e materiais a serem empregados nas camadas da infraestrutura;

ETAPA 2: a etapa 2 consiste na execução de seções representativas de aproximadamente 400m de extensão com a programação dos testes in situ em linhas de eixo, bordo e transversais;

ETAPA 3: validação ou calibração de equações existentes para a situação ou trecho em análise;

ETAPA 4: análise das relacões entre os parâmetros laboratoriais de referência e valores in situ;

ETAPA 5: determinação dos parâmetros exigidos em projetos;

ETAPA 6: estabelecimento de critérios de aceitação ou rejeição;

O procedimento proposto permite a avaliação da totalidade da área da terraplenagem em estações de testes com espaçamentos pré-definidos e representativos, com análise e tratamento dos dados de maneira rápida.

Na seqüência, apresenta-se um exemplo de controle tecnológico utilizando-se o equipamento LWD, para a obtenção de valores de deformabilidade e módulo de elasticidade (E) para uma camada final de terraplenagem.

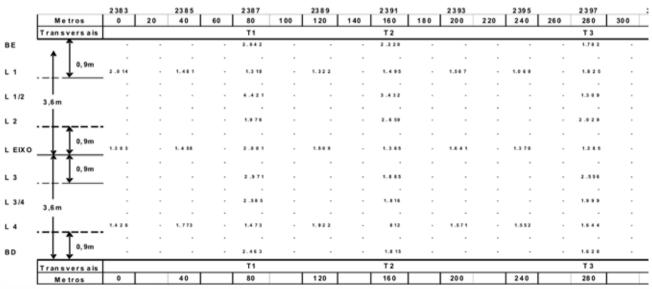


Figura 4 - Exemplo de Controle Tecnológico com LWD

AS VANTAGENS DO CONCRETO DOSADO EM CENTRAL PARA PAVIMENTAÇÃO

Autores: Arnaldo Forti Battagin e Rubens Curti/ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland

Em geral para as mais diversas obras civis as principais vantagens dos concretos dosados em centrais estão ligadas à produtividade, ao uso racional dos canteiros, à versatilidade proporcionada para adequação das características das peças, à qualidade assegurada e principalmente à economia de recursos e assistência técnica, quando se compara com o concreto virado em obra. De fato, uma central pode preparar e transportar grandes quantidades de concreto em curto espaço de tempo e como o estoque de materiais é feito fora do local da obra, há redução no controle de suprimentos, materiais e equipamentos, bem como eliminação das áreas de estoque, com melhor aproveitamento do canteiro de obras. Além disso, concretos com diferentes propriedades para atender às necessidade de execução de tipos específicos de peças estruturais, alturas e dificuldades de lançamento podem ser preparados por uma central sem maiores transtornos às obras. Numa central, os estudos prévios para definição da dosagem, seleção de materiais adequados e o correto proporcionamento dos materiais resultam em concretos mais homogêneos que dão mais segurança ao processo, além da economia gerada pelo fornecimento de concretos em alta escala, maior sincronização entre as atividades e melhor uso dos recursos humanos. Não se deve esquecer que uma central oferece assistência técnica, pois possuem equipe de especialistas, com plenas condições de auxiliar os empreendimentos na busca de soluções que visem aprimorar o processo. Para preparação de concreto são empregadas as centrais dosadoras e as centrais misturadoras Na central dosadora, a homogeneização dos materiais é feita durante o transporte, dentro dos próprios caminhões betoneiras; enquanto que na central misturadora, há equipamentos específicos para a mistura de concreto, ou seja, o concreto é homogeneizado antes do transporte.

A grande vantagem de uma central misturadora é a possibilidade de se usar misturadores de alta eficiência, que resultam em concretos mais homogêneos e que podem ser transportados em caminhões basculantes ou esteiras, mas maior parte das centrais usadas hoje no Brasil ainda é do tipo dosadora. As centrais dosadoras podem ser permanentes ou temporárias, sendo as primeiras as mais comuns nas cidades e buscam atender a diversos empreendimentos de uma região, localizados dentro de sua área de influência. As centrais móveis são utilizadas quando a magnitude e especificidade do empreendimento exijam a instalação de uma central exclusiva e que será desmobilizada ao término da obra.

Para a preparação do concreto para pavimentos utilizam-se, na maior parte das vezes, centrais de canteiro, do tipo misturadora, com a variante de que não são geralmente geridas pelas empresas tradicionais de serviços de concretagem, mas sim pela própria construtora responsável pela execução do pavimento de concreto. Algumas vezes essa atividade, contudo é terceirizada para as empresas de concretagem.

O transporte do concreto é feito por caminhões basculantes ao contrário dos caminhões betoneira no caso das centrais dosadoras. O concreto, depois de misturado e homogeneizado, é descarregado dentro da caçamba e levado até o ponto de aplicação, onde é descarregado. Nestes casos, o caminho usado não pode provocar nenhuma segregação do concreto. O trajeto a ser percorrido pelo caminhão basculante até o ponto de descarga do concreto deve estar limpo e ser realizado em terreno firme, evitando, assim, o atolamento e as manobras difíceis que podem atrasar a concretagem em andamento. A circulação dos caminhões deve ser facilitada, de modo que o caminhão seguinte não impeça a saída do caminhão vazio. A descarga do concreto deve ocorrer no menor prazo possível; ou quando grande número de caminhões

estiver circulando, deve-se prever um local próximo à concretagem para que os caminhões possam aguardar o momento do descarregamento.

A pavimentação por formas deslizantes apresenta alta produtividade, podendo chegar até 1km por dia e, portanto, exigindo uma alta capacidade das centrais misturadoras, que apresentam produção de 80 a 200 m3 por hora.

Finalmente, apenas a capacidade das centrais não é suficiente para resultar num pavimento de qualidade, necessitando do controle tecnológico do concreto. O controle tecnológico é executado tanto na usina de produção do concreto quanto na pista. Em ambos os tipos de controle os métodos de ensaios adotados são aqueles prescritos pelas normas técnicas do DNIT e da ABNT e esse tema foi motivo da edição anterior desta publicação.





Foto 1 - Central misturadora





Foto 2 - Descarregamento do concreto por caminhão basculante

75 ANOS A CONSTRUIR OS CAMINHOS DO BRASIL

Autor: : Associação Brasileira de Cimento Portland

Em 5 de dezembro de 1936, nascia na Cidade do Rio de Janeiro, a Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, pela necessidade de desenvolver produtos cimentícios com qualidade como postes, cercas e o pavimento de concreto, já especificado na época, em importantes vias nacionais.

Nomes de vulto da engenharia nacional passaram pela ABCP ao longo desses 75 anos de serviços prestados, como o engenheiro e professor Ary Torres, o engenheiro Prestes Maia, duas vezes prefeito do município de São Paulo, o engenheiro Telêmaco van Langendonck, de renome internacional, o engenheiro Epaminondas do Amaral, Salvador Giammusso e o engenheiro Márcio Rocha Pitta o grande ícone da pavimentação em concreto tanto no Brasil como no exterior.

Desde a primeira reunião após a fundação, a diretriz básica, que permanece até os dias de hoje, foi zelar pela qualidade dos produtos à base de cimento.

A utilização do concreto na pavimentação de rodovias, ruas e avenidas, não era comum nessa época, causando surpresa e resistência quanto a sua utilização.

O êxito das inovações começou a surgir com a aplicação efetiva de alguns projetos da ABCP, como, em 1940, a pavimentação com solo-cimento em área do aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro, e a pavimentação da estrada de São Miguel Paulista, em São Paulo, em concreto, substituindo nos dois casos o revestimento asfáltico

Vibro-acabadora manual – Estrada São Miguel /SP, 1940



Nos anos 40 o emprego do concreto em rodovias e vias firmou-se em definitivo e as obras em pavimento de concreto estenderam-se a aeroportos e portos, recebendo manifestações de apoio e interesse do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, antigo DNER, atual DNIT.

Diversos anúncios da ABCP foram colocados nas principais revistas técnicas nas décadas 30 e 40, enaltecendo as vantagens do uso da tecnologia.





Anúncios da ABCP sobre Pavimento de Concreto

Na década de 50 desenvolveram-se trabalhos de pavimentação em concreto nas vias urbanas de Recife/PE, nas modernas rodovias Anchieta e Anhanguera e no Aeroporto de Congonhas todos em São Paulo, com ativa participação da ABCP.

Em 1955 a ABCP realizou o primeiro curso voltado à pavimentação. O então secretário executivo da associação, Dr. Francisco de Assis Basílio, convidou cinco dos principais engenheiros rodoviários na época, para o curso denominado "Estágio de Engenheiros Rodoviários", sobre solo-cimento na pavimentação.

O pavimento de concreto foi muito utilizado até meados da década de 70, quando por problemas econômicos abandonou-se essa tecnologia, retornando na década de 90 com importantes obras até os dias de hoje.

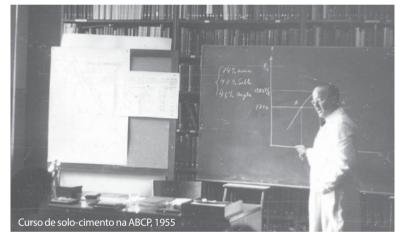
Rodovias, pavimentos urbanos, portos e aeroportos foram construídos com pavimento de concreto, empregando-se as mais modernas técnicas, com a utilização de equipamentos de alta produtividade e performance.

Obras com qualidade indiscutível vêm sendo realizadas em todo território nacional, consolidando o pavimento de concreto como as vias do futuro, sustentáveis e totalmente em acordo com o meio ambiente.











Rodoanel – trecho Sul – São Paulo/SP



BR 101 Nordeste



Serra de São Vicente/MT



Linha Verde, Curitiba/PR