



Estudo de viabilidade em pavimentos rígidos em vias locais de Manhuaçu

Lucas Grilli de Souza

Orientador José Francisco da Anunciação

Curso: Eng. civil Período: 10º Área de Pesquisa: Pavimentos

Resumo: O artigo tem como principal objetivo comparar dois métodos de pavimentação, sendo um mais usual, o uso de pavimento flexível asfáltico, e outro, ainda pouco utilizado, o pavimento rígido de concreto de cimento Portland. E com isso fazer uma análise de custo para indicar o método mais econômico. Com esse intuito foi dimensionado dois modelos de pavimento para uma mesma situação, e com isso, a elaboração um orçamento para cada um dos casos a serem aplicados. Com isso foi avaliado qual se encaixa melhor ao perfil necessário. Analisado os dois modelos foi costado que ambos têm custo muito próximos, buscando a viabilização de novos métodos.

Palavras-chave: Pavimentação. Pavimento Rígido. Asfalto. Concreto.

1. INTRODUÇÃO

A urbanização nas cidades é um processo quase constante, cada dia que passa é possível observar o crescimento das cidades, construções de novos bairros, novas sedes de empresas, entre outras obras. E com isso a necessidade em melhorar a qualidade das estradas, avenidas e ruas que compõem o meio urbano, trouxe a busca por novas alternativas para a pavimentação. Trazendo o pavimento de cimento Portland como uma opção mais durável e seguro, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), esse tipo de pavimento traz outros benefícios indiretos, como maior visibilidade para o motorista, economia em iluminação, e de acordo com estudos do Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá até mesmo a economia de combustível. O outro ponto positivo para o pavimento em concreto é a maior facilidade em atender às exigências ambientais e de suma importância para aprovação de novos projetos.

Segundo pesquisa realizada pela Confederação Nacional do Transporte apenas 47,6% o pavimento das rodovias do país está em condição boa ou ótima. Ou seja, mais da metade o pavimento se encontra em situação entre regular ou péssima. Dentre a malha viária brasileira apenas 4% adotam o concreto como opção para a pavimentação, segundo a ABCP.

O uso do pavimento rígido em concreto de cimento Portland é, em geral, indicado para obras em rodovias com grande fluxo de veículos, mas em alguns lugares está sendo utilizado para vias com menores fluxos de veículos. Como exemplo a cidade de Manhuaçu, o loteamento Cidade Nova II adotou o pavimento rígido para ser utilizado em ruas de baixo volume de tráfego. O uso de revestimento a base de cimento devido sua durabilidade e devido as variações dos preços dos produtos derivados do petróleo, acaba se tornando nova alternativa para confecção de novas vias.

Nesse sentido, o presente trabalho visa, realizar uma análise viabilidade econômica para implementação de pavimento em via local do município de Manhuaçu-MG, através da comparação das estimativas de custos entre pavimento rígido, com concreto de cimento Portland, e pavimento flexível, com revestimento asfáltico.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Referencial Teórico

O conceito de estrada já é utilizado desde os primórdios da humanidade, definindo-se por ligar diferentes lugares. Com o passar dos anos essas rotas foram evoluindo, com o intuito de melhorar os acessos e a comunicação entre diferentes culturas. No Brasil também não foi diferente, o processo de evolução de rodovias teve o mesmo intuito, o de povoar o enorme território nacional, e melhorar a relação entre diferentes regiões do país. Esse processo teve início em 1905 com a primeira lei de auxílio federal à construção de estradas, porém apenas em 1927 o governo federal criou um órgão independente para esse fim, a Comissão de Estradas de Rodagem Federais. Essa instituição possuía um fundo especial advindos de sobretaxas, em combustíveis, veículos e acessórios. O auge da explosão do rodoviarismo no Brasil foi ao final da década de 1950, pelo então presidente Juscelino Kubitschek. Dois fatores principais levaram a esse crescimento, primeiramente com a transferência da capital para Brasília, proporcionar o

povoamento das áreas mais afastadas, Centro-Oeste e Norte. Outro fator foi o caráter político-econômico, com o intuito de ampliar. (DNIT, 2001)

O estudo da pavimentação rodoviária Brasileira, já é alvo de pesquisa a vários anos. Nos anos 50 as técnicas de pavimentação tiveram um grande avanço, em decorrência de um intercâmbio entre Brasil e EUA. Com isso veio a necessidade de uma normatização para uma uniformidade das técnicas empregadas. Com isso foi criada a primeira versão do Manual de Pavimentação, no ano de 1960, elaborado pelo DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem). A evolução dos processos e das técnicas, naturalmente levou a uma nova revisão do manual lançada em 1996. Ao passar dos anos novamente foi necessária alguma modificação, que busca atualizar o manual sem causar mudanças substanciais. (DNIT, 2006)

Pavimento, em um caráter técnico-econômico, determina e por uma estrutura em camadas, de diferentes materiais, com propriedades de resistência e deformabilidade distintas colocadas em contato, sendo resultado de cálculos para atender as tensões e deformações. O pavimento em uma via é a superestrutura constituída por um esquema de camadas combinadas, apoiadas sobre uma infraestrutura ou terreno de fundação, chamada de subleito. (DNIT, 2006)

As principais camadas de um pavimento são subleito, reforço de subleito, sub-base, base e revestimento, podendo ser descritos da seguinte forma: (TAVARES,2005)

- Subleito: recebe as camadas do pavimento, é uma superfície maciça em teoria infinita, sendo fundação do pavimento.
- Reforço de Subleito: camada utilizada com intuito de diminuir espessura da sub-base, geralmente de material granular grosseiro.
- Sub-base: complementar à base, possuía as mesmas funções, executada quando houver conveniência econômica em reduzir a base.
- Base: é a camada que resiste aos esforços verticais causados pelo movimento de veículos, dispersando-os no subleito.
- Revestimento: recebendo diretamente as ações dos veículos, essa camada tem como função promover conforto e segurança aos usuários da via, além de resistir aos esforços horizontais.

Segundo o Manual de Pavimentação (DNIT, 2006), de uma forma, os pavimentos são classificados em rígidos, semirrígidos e flexíveis.

2.1.1. Pavimento Rígido:

São aqueles onde o revestimento possui grande rigidez comparado as camadas inferiores absorvendo assim, as tensões geradas pelo carregamento em sua maioria aliviando as tensões que chegam ao solo.(DNIT, 2006)

O dimensionamento do pavimento rígido é conduzido pela própria resistência do próprio pavimento. O uso mais comum para a produção do revestimento é o concreto de cimento, também chamado simplesmente de “concreto”, e é formado por uma mistura de cimento Portland, areia, agregado graúdo, e água. Devido a rigidez, essa camada cumpre simultaneamente as funções de base e revestimento, portanto as camadas presentes no pavimento rígido são: (TAVARES,2005)

- Placa de concreto- a camada que desempenha ao mesmo tempo o papel de revestimento e de base.
- Sub-base - a camada empregada com o objetivo de melhorar a capacidade de suporte do subleito.

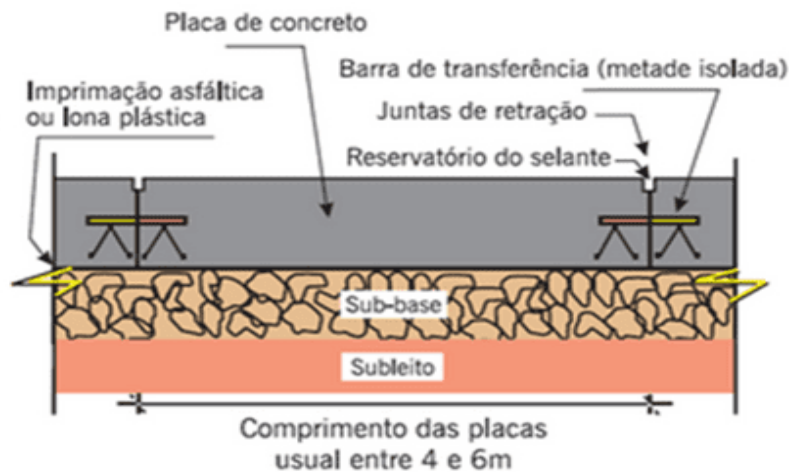


Figura 1: Pavimento flexível. Bernucci, 2010

Os pavimentos a base de cimento Portland são uma alternativa a mais para cobrir de pavimentação de ruas e avenidas, as alternativas conhecidas são:

Tabela 1 – Pavimento rígido e suas características

Tipos de revestimentos	Características
Concreto cimento	É constituído por uma mistura relativamente rica de cimento Portland, areia, agregado graúdo e água, distribuído numa camada devidamente adensada.
Macadame cimentado	Camada de brita tipo macadame, que após compressão, tem os vazios preenchidos com material de enchimento misturado com cimento.
Paralelepípedo cimentado	Assentes sobre camada devidamente adensada e juntas tomadas com argamassa de cimento.
Concreto Simples	Constituído de um concreto de cimento Portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento apenas o concreto resiste aos esforços solicitantes, sem nenhum tipo de armadura, sendo dotado de juntas transversais e longitudinais.
Concreto simples com barras de transferência	Constituído de concreto de cimento Portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento apenas o concreto resiste aos esforços solicitantes, sem armadura distribuída, com juntas transversais e longitudinais, sendo as transversais dotadas de barras de transferência de carga.
Concreto simples com armadura distribuída descontínua, sem função estrutural	Constituído de concreto de cimento Portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento apenas o concreto resiste aos esforços solicitantes, sendo dotado de armadura distribuída descontínua, sem função estrutural, com juntas transversais e longitudinais, sendo as transversais dotadas ou não de barras de transferência, em função do projeto.
Concreto simples com armadura distribuída contínua, sem função estrutural	Constituído de concreto de cimento Portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento apenas o concreto resiste aos esforços solicitantes, sendo dotado de armadura distribuída contínua, sem função estrutural. Não existem juntas transversais de retração, apenas juntas longitudinais de articulação ou de construção. As taxas de ação utilizadas são elevadas, podendo chegar a 1% da seção transversal.
Concreto estruturalmente armado	Constituído de concreto de cimento Portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento a armadura tem função estrutural, ou seja, é ela que resiste aos esforços solicitantes. O pavimento é dotado de juntas transversais de retração e longitudinais de articulação ou construção, sendo as transversais como barras de transferência. As espessuras de concreto são inferiores às calculadas para o concreto simples.
Concreto protendido	Constituído de concreto de cimento Portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento a armadura tem função estrutural, conforme os critérios clássicos de cálculo de concreto protendido. O pavimento é dotado apenas de juntas especiais de construção, tanto transversais quanto longitudinais. As espessuras de concreto são inferiores às calculadas para o concreto simples.

Fonte: Tavares, 2005

2.1.2. Pavimento Flexível:

São aqueles onde ocorre deformação elástica em todas as camadas, sob o local em que é aplicado o carregamento, descarregando cargas equivalentes até o sub leito através das camadas.(DNIT, 2006)

Sendo uma estrutura constituída por camadas com espessura finita, sobre um espaço finito, tendo o seu revestimento betuminoso. E seu dimensionamento é pautado em decorrência da resistência do subleito. (TAVARES,2005)

Os tipos de revestimento flexíveis podem ser classificados da seguinte forma:

Tabela 2 – Pavimento flexível e suas características

Tipos de revestimentos		Caracterização
Betuminoso	Por penetração	Invertida São os revestimentos executados por meio de uma ou mais aplicações de material betuminoso, seguida de idêntico número de operações de espalhamento e compressão de camadas de agregados com granulometrias apropriadas. Conforme o número de camadas ter-se-á o denominado tratamento superficial simples, duplo ou triplo. O tratamento simples, executado com o objetivo primordial de impermeabilização ou para modificar a textura de um pavimento existente, é denominado capa selante .
		Direta ou macadame betuminoso São revestimentos executados por meio do espalhamento e compactação de camadas de agregados com granulometria apropriada, sendo cada camada, após compressão, submetida a uma aplicação de material betuminoso e recebendo, ainda, a última camada, uma aplicação final de agregado miúdo.
	Por mistura O agregado é pré-envolvido com o material betuminoso, antes da compressão	Na usina Quando a pré-mistura é feita em usinas fixas ou Na pista Quando a pré-mistura é feita na própria pista Pré-misturado a frio – quando os tipos de agregados e de ligantes utilizados permitem que o espalhamento seja feito à temperatura ambiente (embora a mistura tenha sido feita à quente). Pré-misturado a quente – quando o ligante e o agregado são misturados e espalhados na pista ainda quentes. A designação (CBUQ) Concreto Betuminoso Usinado a Quente ou Concreto Asfáltico tem sido reservada para pré-misturados a quente de graduação densa, em que são feitas rigorosas exigências no que diz respeito a equipamentos de construção e índices tecnológicos – como granulometria, teor de betume, estabilidade, vazios, etc. Concreto Asfalto Borracha Usinado a Quente (CABUQ) "Camada de revestimento asfáltico constituída por duas aplicações a quente de ligante betuminoso modificado com borracha moída de pneus e por duas camadas de agregado mineral espargidas sucessivamente e simultaneamente, submetidas à compressão". Micro Revestimento Asfáltico a Frio é uma mistura de agregados com faixa granulométrica específica, emulsão asfáltica de ruptura controlada modificada por polímeros, filler mineral, aditivos, fibras (em certos casos) e água, cujas proporções são definidas por rigorosos critérios de projeto, visando garantir o desempenho e a durabilidade do pavimento. Micro Pré-misturado a Frio trata-se de uma mistura constituída de agregados miúdos bem graduados, filler, água, emulsão polimerizada e aditivos. Tem sido usado para correções de superfície de pavimentos betuminosos e melhoria das condições de aderência pneu/pavimento.
Por calçamento	Alvenaria Poliédrica Consistem de camadas de pedras irregulares assentadas e comprimidas sobre um colchão de regularização, constituído de material granular apropriado; as juntas são tomadas com pequenas lascas e pedra e com o próprio material do colchão.	
	Paralelepípedos São constituídos por blocos regulares de granito, gnaisse ou basalto, assentes sobre um colchão de regularização composto de material granular apropriado. As juntas podem ser tomadas com o próprio material do colchão ou com materiais betuminosos.	
	Blocos intertravados de concreto Sistema que consiste na utilização de peças pré-moldadas de concreto de cimento Portland, assentes em bases estabilizadas, requerendo cuidados apropriados a cada caso, de modo a assegurar o necessário intertravamento e a decorrente distribuição de tensões entre os blocos adjacentes.	

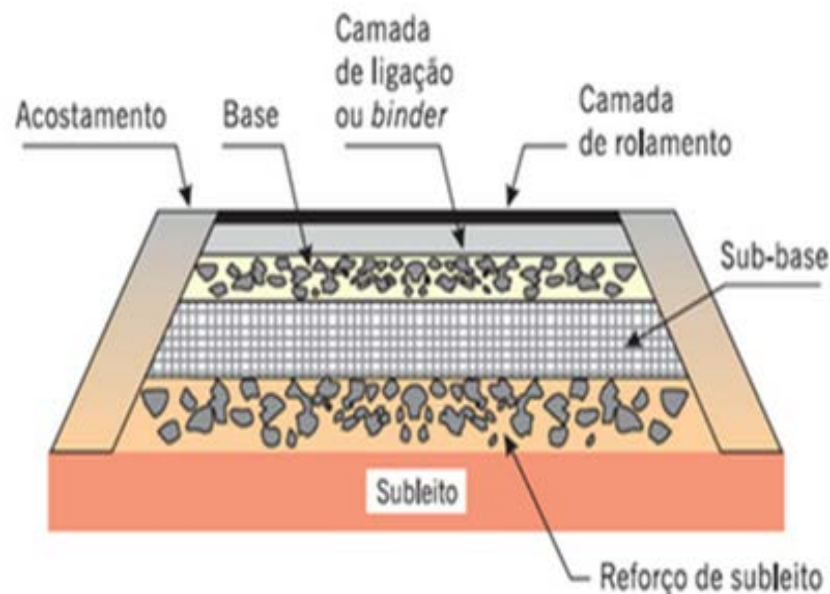


Figura 2: Pavimento flexível. Bernucci, 2010

2.2. Metodologia

O Objeto de estudo será o loteamento Cidade Nova II, e será estimado o custo final da obra para cada um dos materiais e serviços, e com isso relacionar a viabilidade econômica para cada um dos casos. Com base nos manuais de pavimentação determinados pelo DNIT, será efetuado o dimensionamento de dois modelos de pavimento, de revestimento rígido de concreto de cimento Portland e o revestimento flexível de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ).

Através da estimativa de crescimento do fluxo de veículos para pavimentos em concreto simples, estipulada no manual de pavimentos rígidos do DNIT(2005), foi dimensionado dois modelos de pavimentos, atendendo as exigências de esforços para o mesmo fluxo. Entretanto, por questões normativas, o período de estimado para a durabilidade do revestimento varia, quando implementado o CBUQ temos um período de projeto de dez anos, enquanto os projetos de revestimentos de concreto possuem período 20 anos. (DNIT, 2006)

Para fazer a análise de custos será utilizada a metodologia descrita no livro Pavimentação Urbana, Orçamentos e Custos de Tavares, publicado pelo CONFEA, (2005) comparando os custos entre os pavimentos. Para a estimativa dos custos unitários de serviços, será utilizada a tabela SINAPI fornecida pela CAIXA.

3. DISCUÇÃO DE RESULTADOS

Com base no projeto do loteamento Cidade Nova II foi feito realizado um dimensionamento para o pavimento das ruas com dois tipos de revestimento, o para uso de Concreto simples de cimento Portland, bem como para o uso de concreto asfáltico ou CBQU.

3.1. PAVIMENTO RÍGIDO

Através do método de dimensionamento disposto no manual para pavimentos rígidos do DNIT foi dimensionado o seguinte pavimento:

Tabela 3 – Dimensionamento de pavimento rígido

Espessura: 12 cm		Resistência característica à tração na flexão: 4,8MPa				
Ksb: 49 Mpa/m		Período de projeto 20 anos				
Fcs: 1,0						
Cargas por eixo (Tf)	Carga por eixo x Fsc (Tf)	Tensão na placa (Mpa)	Relação de Tenções	Nº de repetições admissíveis	Nº de repetições previstas	Consumo de resistência a fadiga
< 5	5	2,25	0,47	Ilimitado	200.000	***
5 a 6	6	2,45	0,51	400.000	60.000	15%
6 a 7	7	2,65	0,55	300.000	10.000	3%
7 a 8	8	2,85	0,59	42.000	5.000	12%
8 a 9	9	3,05	0,64	11.000	3.000	27%
9 a 10	10	3,25	0,68	3.500	1.000	29%
CRFes:						71%
Cargas por eixo (Tf)	Carga por eixo x Fsc (Tf)	Tensão na placa (Mpa)	Relação de Tenções	Nº de repetições admissíveis	Nº de repetições previstas	Consumo de resistência a fadiga
< 13	13	2,75	0,57	240.000	2.000	1%
13 a 14	14	3,05	0,64	42.000	1.000	2%
14 a 15	15	3,05	0,64	42.000	1.000	2%
15 a 16	16	3,25	0,68	11.000	500	5%
16 a 17	17	3,25	0,68	11.000	500	5%
CRFetd:						15%
CRF:						86%

Com os dados acima dispostos na tabela 3 percebe-se que sua a espessura a adotada de 12 cm para a camada de revestimento atende ao consumo de fadiga próximo ao desgaste de 100%. Portanto assim trabalhando no limite de economia para o tempo de vida útil especificado.

Tabela 4 – Análise de custos pavimento rígido

Análise de Custos do Pavimento Rígido				
SERVIÇO	UNID.	QUANT.	VAL UNIT.	VAL. TOTAL
Locação e nivelamento de eixos e bordos de ruas para implantação com cadastramento das outras interferências com a plataforma, inclusive projeto altimétrico com notas de serviço e cubação.	m	1.556,68	R\$ 0,55	R\$ 856,17
Limpeza superficial da camada vegetal	m ²	9.962,79	R\$ 0,30	R\$ 2.988,84
Escavação, carga e transporte	m ³	4.981,39	R\$ 10,30	R\$ 51.308,32
Regularização e compactação de subleito	m ²	9.962,79	R\$ 1,72	R\$ 17.136,00
Aplicação de lona plastica	m ²	9.962,79	R\$ 1,74	R\$ 17.335,25
Execução de pavimento em concreto simples e = 15 cm	m ²	9.962,79	R\$ 92,13	R\$ 917.871,84
Total:				R\$ 1.007.496,42

O custo estimado para a implementação do revestimento em concreto de cimento Portland, aproxima-se de 1 milhão de reais considerando, todos os serviços e materiais.

3.1. PAVIMENTO RÍGIDO

Utilizando dos mesmos dados de estimativa de tráfego e dados de solo foi aplicado o método para pavimentos flexíveis, este encontrado em outro manual também publicado pelo DNIT, foi calculada a estrutura de um pavimento em CBQU. Entretanto foi utilizado o tempo de vida útil para o pavimento de apenas 10 anos o que é especificado por norma.

Quadro 1 – Espessura de revestimento betuminoso

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT (2006)

Sendo:

N = número equivalente de operações de eixo simples

Vt = número total de veículos

$F.V$ = Fator de veículo (fator de equivalência entre carga e eixo)

$$N = Vt \times F.V$$

Adotando o mesmo fluxo de veículos:

$$Vt = 142.000$$

$$F.V = 1,05$$

Obtém-se o valor de N sendo 149.100. Ou seja, analisando se a tabela a cima conclui-se a necessidade de tratamentos superficiais para a camada de revestimento. Assim foi adotado para o pavimento um revestimento de 3 cm de CBUQ.

Com a espessura do revestimento já definida é possível determinar a espessura das demais camadas através das inequações a seguir, com o auxílio do ábaco.

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_s \geq H_n$$

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_s + h_n K_{Ref} \geq H_m,$$

Sendo K os coeficientes de equivalência estrutural dispostos no quadro abaixo:

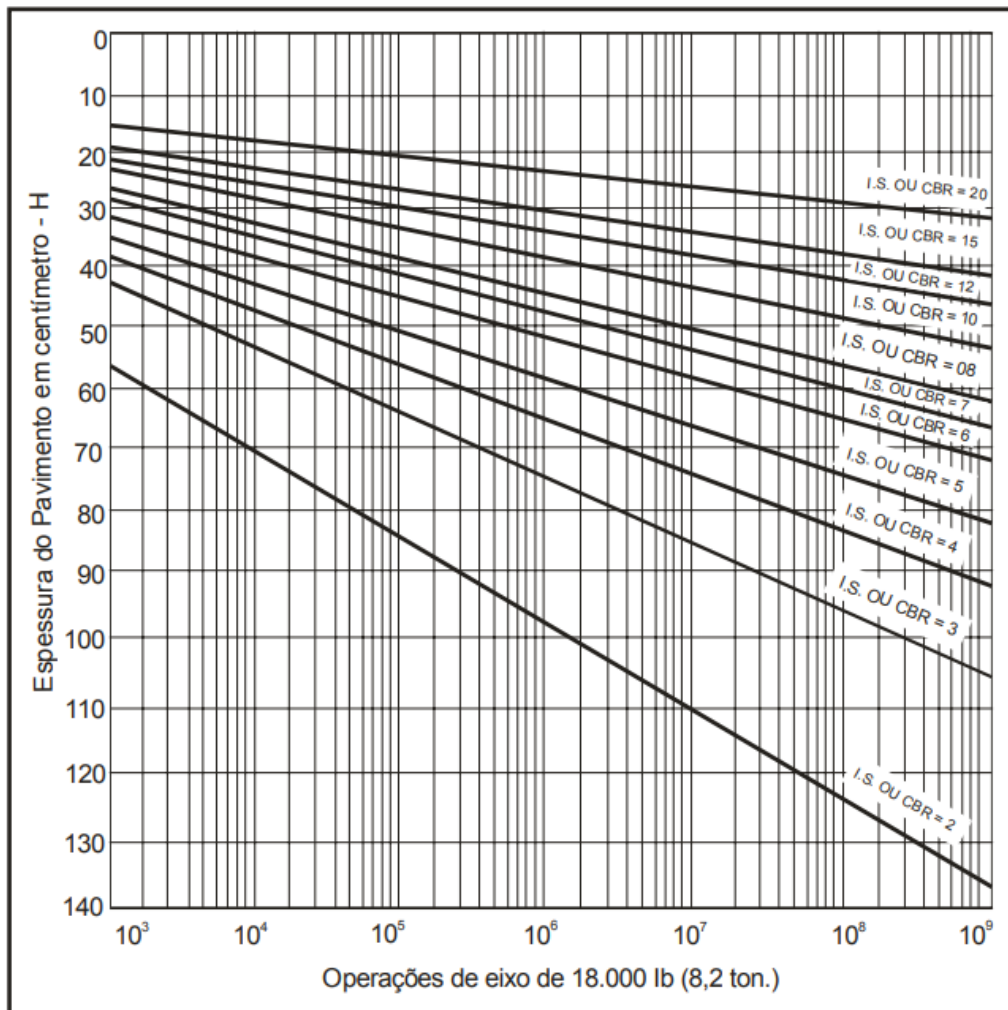
Quadro 1 – Coeficientes de equivalência

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: DNIT (2006)

Com isso ao utilizar o ábaco no quadro 2:

Quadro 2 – Ábaco espessura de pavimento



Fonte: DNIT (2006)

Com isso temos um pavimento com a seguinte composição:

- Revestimento: 3 cm
- Base: 15 cm
- Sub base: 15cm
- Reforço do subleito: 20cm

Tendo concluído o dimensionamento do pavimento, é possível se fazer uma análise de custos dos serviços pertinentes ao processo de pavimentação. Conforme observado na tabela:

Tabela 4 – Análise de custos pavimento flexível

Análise de Custos do Pavimento Flexível				
SERVIÇO	UNID.	QUANT.	VAL UNIT.	VAL. TOTAL
Locação e nivelamento de eixos e bordos de ruas para implantação com cadastramento das outras interferências com a plataforma, inclusive projeto altimétrico com notas de serviço e cubação.	m	1.556,68	R\$ 0,55	R\$ 856,17
Limpeza superficial da camada vegetal	m ²	9.962,79	R\$ 0,30	R\$ 2.988,84
Escavação, carga e transporte	m ³	4.981,39	R\$ 10,30	R\$ 51.308,32
Regularização e compactação de subleito	m ²	9.962,79	R\$ 1,72	R\$ 17.136,00
Reforço de subleito estabilizado granulometricamente	m ³	1.992,56	R\$ 8,05	R\$ 16.040,11
Sub-base de solo estabilizado granulometricamente	m ³	996,28	R\$ 72,50	R\$ 72.230,30
Base de solo estabilizado granulometricamente	m ³	996,28	R\$ 83,74	R\$ 83.428,49
Solo estabilizado granulometricamente	m ³	3.985,12	R\$ 129,95	R\$ 517.866,34
Imprimação ou pintura de ligação, incluso CM-30	m ²	9.962,79	R\$ 1,90	R\$ 18.929,30
Fornecimento, espalhamento e compactação de CBUQ	m ³	298,88	R\$ 1.078,30	R\$ 322.282,30
Total:				R\$ 1.103.066,17

.Com isso temos com a utilização tradicional de CBUQ, temos um gasto de aproximadamente R\$ 1,1 milhão para a pavimentação de todo o loteamento. Considerando todos gastos além revestimento a ser aplicado.

4. CONCLUSÃO

Mediante ao resultados desse estudo, foi possível trazer a uma nova perspectiva à utilização de concretos de cimento Portland em pavimentos, para vias de menor fluxo de veículos. Tendo em vista que os valores para sua utilização são muito próximos se comparado com o tradicional concreto asfáltico.

A diferença maior pode ser percebida no custo dos revestimentos de forma isolada. Onde observa-se um valor muito superior para a utilização do concreto de cimento. O que pode gerar equívoco ao optar por determinado método de pavimentação.

Outro ponto a se considerar é que apesar dos custos serem muito próximo na utilização de ambos os métodos, o pavimento em concreto simples possui uma validade estipulada em norma equivalente ao dobro do pavimento de concreto betuminoso. Em uma situação onde ambos sejam projetados para o mesmo período de durabilidade, a diferença em valores poderia ser mais robusta.

É válido resaltar também, que cada caso tem suas particularidades para se considerar a utilização de qualquer tipo de revestimento em pavimentação.

5. REFERÊNCIAS

DNIT. **Breve Histórico do Rodoviarismo Federal no Brasil**. Brasília: DNIT, 2001. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/historico/>>. Acesso em: 30nov. 2020.

DNIT. Ministério dos Transportes. **Manual de pavimentação**. Brasília: DNIT, 2006. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavimentacao_Versao_Final.pdf>. Acesso em: 30nov. 2020.

DNIT. Ministério dos Transportes. **Manual de pavimentação**. Brasília: DNIT, 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/714_manual_de_pavimentos_rigidos.pdf>. Acesso em: 30nov. 2020.

TAVARES. Luiz Ronaldo Starling. **Pavimentação Urbana: Orçamento e custos**. Brasília: CONFEA/CREA, 2005. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/2019-05/LIVRO RONALDO ORCAMENTOS E CUSTOS.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

BERNUCCI, Liedi B.; MOTTA, Laura M. G.; CERATTI, Jorge A. P.; SOARES, Jorge B. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, Imprinta, 2010.