

# COMPARAÇÃO ENTRE A PAVIMENTAÇÃO FLEXÍVEL (CBUQ) E RÍGIDA (CONCRETO) NO TRECHO DO TREVO DE CAETÉ/MG AO TREVO DE BARÃO DE COCAIS/MG, NA BR 381

Addson Manoel Ganem Pinheiro<sup>1\*</sup>

Prof. Esp. Felipe Pereira Melo<sup>2\*</sup> .- Orientador

## RESUMO

Este trabalho analisa uma obra em pavimento rígido (concreto) já executada e entregue ao Governo Federal, e apresenta uma simulação de construção com o pavimento flexível (Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ), sua localização é no trecho do trevo de Caeté/MG ao trevo de barão de Cocais/MG, na BR-381. Este trabalho tem o objetivo comparar o pavimento flexível e o pavimento rígido para o trecho, analisando e simulando seus respectivos dimensionamentos e custos. Pavimento Rígido tem espessuras mais densas, sua execução é em termos mais rápida e sua cura lenta em relação ao CBUQ e ainda pouco utilizada no Brasil. Possui uma vida estimada de 20 anos, por ser preparado com substâncias que se aglutinam melhor, dificilmente geram aquaplanagem. O pavimento flexível, por sua vez, possui uma camada menos densa e apesar de apresentar em sua execução métodos que liberam o trânsito rapidamente também leva maior tempo para executar sua obra e com as mesmas medidas na largura e no comprimento sua execução é em termos mais lenta. Devido a sua forma de sua construção é muito mais utilizado. Os métodos para calcular o dimensionamento dos pavimentos utilizados pelo DNIT são elaborados por bases técnicas e empíricas. Para elaborar o orçamento o profissional, deve estar muito atento aos pontos e características daquilo que está se preparando para executar. Uma visita à obra e os anteprojetos como sondagens e topografia são fundamentais para preparar os cálculos nos quais o terreno será preparado.

**Palavras-chave:** DNIT. Comparativo. Pavimento. Pavimento Rígido. Pavimento Flexível. Concreto Portland. Método de Dimensionamento.

---

<sup>1\*</sup> Estudante de Engenharia Civil no Centro universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, . E-mail. [addsonganem@gmail.com](mailto:addsonganem@gmail.com)

Orientador - Prof. Esp. Felipe Pereira Melo. Eng. Civil, Docente no UNIS; Especialista em Gestão de Projetos.

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho analisa uma obra executada em Pavimento Rígido (Concreto Simples) já concluída e entregue ao Governo Federal, e apresenta uma simulação de construção com o pavimento flexível (Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ), de modo a procurar identificar qual o melhor pavimento a ser utilizado.

Quando se trata de rodovias no Brasil, sua extensa malha é composta por CBUQ. Segundo DNIT (2006a), as obras de pavimentação rodoviárias por volta de 1950 cresceram muito. Minas Gerais por exemplo possui uma imensa rede rodoviária, também composta em grande parte por pavimentação em CBUQ. O maior problema desse tipo de pavimentação são os altos custos de manutenção, pois existem poucos estudos quanto aos diferentes tipos de agregados encontrados nas diversas regiões do país. Devido a sua grande utilização, são feitas muitas manutenções em tempos muito próximos visando corrigir problemas parecidos.

Quanto ao Pavimento Rígido devido a sua estrutura e composição, as manutenções são realizadas, demandadas de forma menos recorrente e em tempo maiores. O pavimento rígido possui uma vida estimada de 20 anos, é pouco utilizado devido ao desconhecimento de seu custo, por ser preparado com substâncias que se aglutinam melhor, dificilmente geram aquaplanagem. Se sua aplicação no pavimento seguir as técnicas corretas, ficam mais uniformes, melhorando a mobilidade, evitando quebras dos veículos, trazendo mais conforto nas viagens das pessoas e conseqüentemente os insumos são transportados em menor tempo. O pavimento Flexível, por sua vez, apresenta em sua execução e métodos que liberam o trânsito rapidamente, pois ele não precisa aguardar a cura, com menor custo na aplicação, melhora as estradas auxiliando o acesso a lugares inóspitos, levando as cargas de consumo para as pessoas e transportando ao custo mais baixo os insumos.

Este trabalho tem o objetivo de comparar o pavimento flexível e o pavimento rígido para o trecho do trevo de Caeté/MG ao trevo de barão de Cocais/MG, na BR-381, analisando e simulando seus respectivos dimensionamentos e custos. Com o comparativo podemos identificar o melhor pavimento a ser utilizado na malha viária do trecho, considerando as características técnicas da área de estudo. Entender um dos motivos do pavimento rígido ser pouco utilizado nas rodovias brasileiras e observar os motivos de sua pouca utilização como opção ao Pavimento Rígido em seu dimensionamento.

## 2 COMPARAÇÃO ENTRE A PAVIMENTAÇÃO FLEXÍVEL E RÍGIDA

Segundo DNIT (2006a) entende-se por pavimento flexível aquele que distribui em parcelas iguais as deformações das camadas elásticas, quando este sofre carregamento, em toda estrutura desde o solo à camada de asfalto. Segundo Bernucci (2010, p. 337), “em geral associados aos pavimentos asfálticos, são compostos por camada superficial asfáltica [...], apoiada sobre camadas de base, de sub-base e de reforço do subleito, constituídas por materiais granulares, solos ou misturas”.

Já o pavimento rígido, de acordo com DNIT (2006a, p. 95), “é aquele que devido a sua rigidez suporta praticamente toda a carga distribuída absorvendo quase todas as tensões distribuídas nele”. E segundo o DNIT (2017) o pavimento rígido possui nomenclatura de Pavimentos de concreto de cimento Portland ou pavimentos de concreto, mas outros autores o classificam como pavimento de concreto simples (PCS). Na figura abaixo é possível observar os dois tipos de pavimento:

Figura 1 - Detalhe dos Pavimentos Rígidos e Flexíveis



Fonte: (CARVALHO, p.4, 2017)

### 2.1 Métodos de dimensionamento dos pavimentos

Segundo Santos (2011), os métodos utilizados pelo DNIT são elaborados por bases empíricas, e o critério de ruptura é dado pelo surgimento de sulcos nas trilhas dos pneus, ou

mesmo ruptura plástica no subleito, gerados por cisalhamento na sub base e camada granulares.

## 2.2 Dimensionamento do Pavimento Flexível

Segundo DNIT, existem várias formas de dimensionamento tanto técnico e empírico, desta forma “para se dimensionar adequadamente uma estrutura de pavimento, deve-se conhecer bem as propriedades dos materiais que a compõem, sua resistência à ruptura, permeabilidade e deformabilidade, frente à repetição de carga e ao efeito do clima”. (BERNUCCI et al, 2010, p 345).

Os parâmetros são as condições de tráfego e a capacidade de suporte do subleito dado pelo ISC ou CBR (Índice de Suporte Califórnia ou California Bearing Ratio).

O ensaio CBR é dado pela Norma DNIT (2006a), por meio de equações empíricas, em função do tráfego, a espessura do pavimento flexível, e baseia-se na relação entre a pressão por penetração numa brita padronizada e um corpo de prova de solo, expressa em porcentagem.

O índice de suporte CBR é dado pela relação:

$$\text{CBR} = \frac{\text{pressão calculada ou pressão corrigida}}{\text{pressão padrão}}$$

fórmula 1

O método de citado por DNIT (2006a. p 142) para dimensionamento de pavimentos flexíveis leva em consideração a capacidade de suporte do Subleito, sua resistência, sendo elaborada pelo CBR e método de ensaio do DNER. Ao dimensionar o corpo de uma estrada utiliza-se o material natural para Subleito e são ensaiados todos os materiais em laboratório conforme detalhes abaixo.

Subleito:

Considerar a medida da expansão do ensaio do CBR  $\leq 2\%$

Considerar um CBR  $\geq 2\%$

Reforço do Subleito:

CBR maior que o do Subleito e expansão  $\leq 1\%$  (sobrecarga de 10 lb.)

Sub-base:

CBR  $\geq 20\%$  e IG=0 expansão  $\leq 1\%$  (sobrecarga de 10 lb.)

Base:

CBR  $\geq 80\%$  e expansão  $\leq 0,5\%$  (sobrecarga de 10 lb.); Limite de Liquidez  $\leq 25\%$  e o índice de plasticidade  $\leq 6\%$

Sendo que os materiais para base granular (BGS) devem seguir esta tabela abaixo, onde dependendo do tráfego você tem as faixas (N), para poder dimensioná-lo, dado pelo eixo padrão com carga de 8,2 tf.

Tabela 1 - Granulometria para base granular

Tipos	Para N > 5 x 106			Para N < 5 x 106			Tolerâncias da faixa de projeto
	A	B	C	D	E	F	
% em peso, passando							
2"	100	100	-	-	-	-	$\pm 7$
1"	-	75 - 90	100	100	100	100	$\pm 7$
3/8"	35 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100	-	-	$\pm 7$
Nº 4	25 - 55	30 - 60	25 - 50	50 - 85	55 - 100	10 - 100	$\pm 5$
Nº 10	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100	$\pm 5$
Nº 40	8 - 20*	15 - 30	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70	$\pm 2$
Nº 200	2 - 8*	5 - 15*	5 - 15*	10 - 25*	6 - 20*	8 - 25*	$\pm 2$

Fonte: (DNIT, 2006a, p.143)

Para o cálculo do volume total de tráfego temos a fórmula:

$$V_t = 365 \times P \times V_m$$

fórmula 2

onde:

$V_t$  = volume de tráfego

365 = dias do ano

P = tempo de projeto (10 ou 12 anos)

$V_m$  = volume médio diário

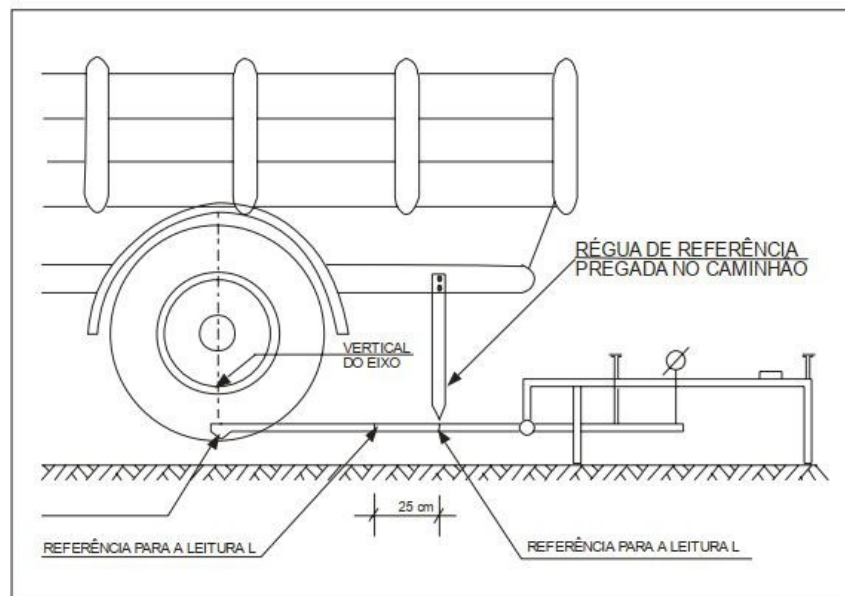
E ainda, “para a compreensão adequada da condição estrutural do pavimento podem ser considerados vários parâmetros deflectométricos [...] nos métodos de dimensionamento empíricos e mecanísticos” (DNIT, 2006c, p. 89).

O estado do pavimento em sua característica estrutural é muito importante e o método de dimensionamento a ser utilizado, neste estudo, deverá acompanhar métodos no qual o pavimento rígido foi executado.

Uma excelente ferramenta utilizada, por exemplo, para garantir o estado estrutural do pavimento é a Viga Benkelman que mede a sua deflexão.

Segundo DNIT, (2006c), para se executar a Viga Benkelman ao longo de um pavimento, precisa colocar uma tarar o eixo de um caminhão com 8.2 tf ou 4,1 tf por roda, direcionar ao ponto inicial, onde ele deve ficar parado apoia-se a viga embaixo de uma das rodas do caminhão, o caminhão desloca 5 metros a frente no ponto final e o defletômetro, no ponto inicial, fornece os dados da recuperação do pavimento com seu deslocamento. Conforme pode-se observar o modelo na figura abaixo:

Figura 2 - Modelo do Posicionamento da Viga Benkelman



Fonte: (DNIT, 2006c, p.84)

### 2.3 Dimensionamento do Pavimento Rígido

De acordo com DNIT (2005), o método tradicional que é mais utilizado é o Portland Cement Association (PCA) 1984, levando em conta o tipo e o grau de transferência nas juntas transversais, sua contribuição estrutural das sub-bases, com efeito ou não dos acostamentos em concreto, atuando tanto para barras de transferência como em armaduras distribuídas, sem função estrutural, além de introduzir um modelo de ruína por erosão da fundação.

Logo "o equipamento indicado para a determinação da irregularidade longitudinal é o Perfilógrafo Califórnia, que permite o registro do perfil longitudinal". (DNIT, 2013, p. 11) sendo bastante indicado para entrega da obra executada em pavimentos rígidos, podendo também ser empregado em pavimentos flexíveis

### 2.3.1. Pavimento Rígido tipo Whitetopping - segundo DNIT (2005)

O pavimento Whitetopping, é uma camada rígida de concreto Portland, utilizada para reabilitar pavimentos asfálticos. Em muitos casos, sua utilização se torna mais viável, econômica quando se compara com restaurações em pavimento flexível. Antes de aplicá-lo deve-se igualar o pavimento anterior com uma camada de asfalto. Sua análise estrutural é direta, pois o antigo pavimento serve como base para o novo. E o pavimento depois de pronto passa a possuir características de um novo.

## 2.4 Orçamento

O Orçamentista de obras em geral, deve conhecer os pontos e as características daquilo que está se preparando para executar. Uma visita à obra e os anteprojetos como sondagens e topografia são fundamentais para preparar os cálculos nos quais o terreno será preparado.

Existem várias fases de projeto e segundo DNIT (2006b) a fase preliminar é caracterizada pelas condições atuais da rodovia e pelos levantamentos feitos pelos órgãos competentes para preparação do Projeto Básico para Restauração do pavimento e também diminuir os custos, introduzindo melhorias. Para esse Projeto existem, além da experiência em obras do Engenheiro Orçamentista, alguns parâmetros necessários para ajudá-lo no processo de elaboração da planilha orçamentária.

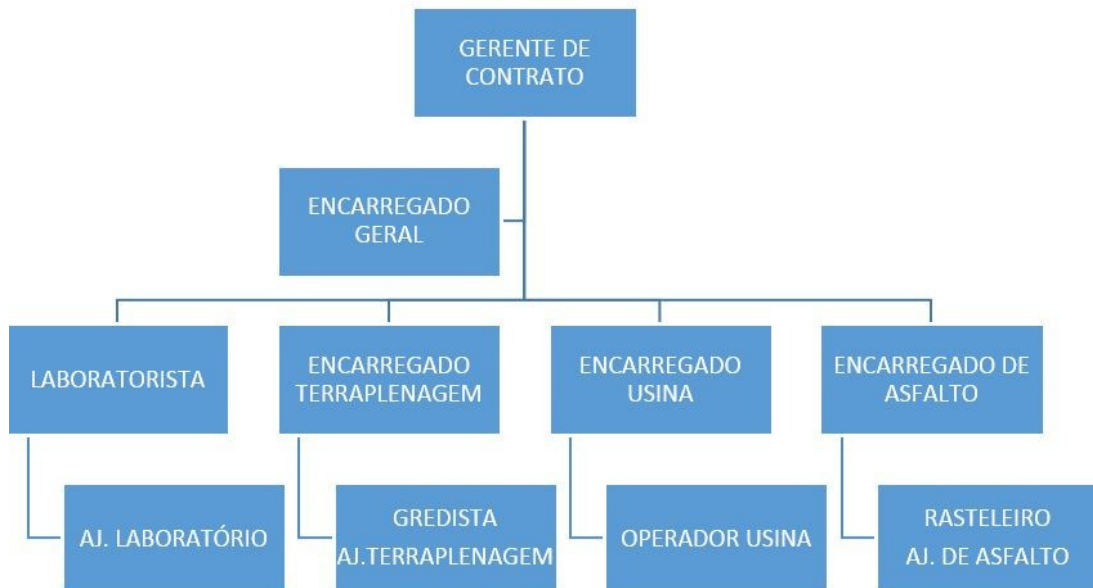
Existem outras plataformas (programas) de banco de dados para se consultar, entre elas estão Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e a planilha referencial de preços para as obras de edificação em Minas Gerais (SETOP) e esses sistemas são atualizados mensalmente, de acordo com a variação do mercado nos índices de valores obtidos no momento das pesquisas. Também são empregados no conjunto do orçamento o Cronograma Físico da Obra e o Organograma da Obra.

O Cronograma Físico da Obra detalha a previsão de início, desenvolvimento de tarefas e final da obra, onde se deve emitir prazos para sua conclusão, na negociação pelo contrato da obra. Quando se inicia a obra é com ele que se acompanha os prazos para o desenvolvimento da tarefa, à medida que a obra vai se desenvolvendo o responsável pela tarefa vai atualizando os itens e marcando na planilha como concluído, a concluir e atrasado. Também pode se controlar as contratações e demissões de pessoal de acordo com a necessidade das tarefas

contidas nele.

O Organograma da Obra é o estrutura formal de uma obra, do gerente ao ajudante de obras. Com o descritivo pode-se ao contratar o pessoal, detalhar por sua hierarquia, e atentar aos custos de cada remuneração da equipe a qual deverá compor o quadro de custo do orçamento, (detalhe figura 3).

Figura 3: Modelo Resumido de Organograma de Obra



Fonte: O Autor (2020)

## 2.5 Normas técnicas

O orçamento básico da pavimentação rígida que faz parte deste estudo, atenderá como referência IPR. Pub. 726/2006 que são as Diretrizes Básicas das Instruções de Serviço para Estudos e Projetos Rodoviários.

A norma técnica DNIT 050/2004 – Especificação de Materiais, “estabelece os requisitos mínimos exigíveis no recebimento de cimento Portland destinado a preparação de concreto para uso em pavimentos rígidos de estradas de rodagem” (DNIT, 2004).

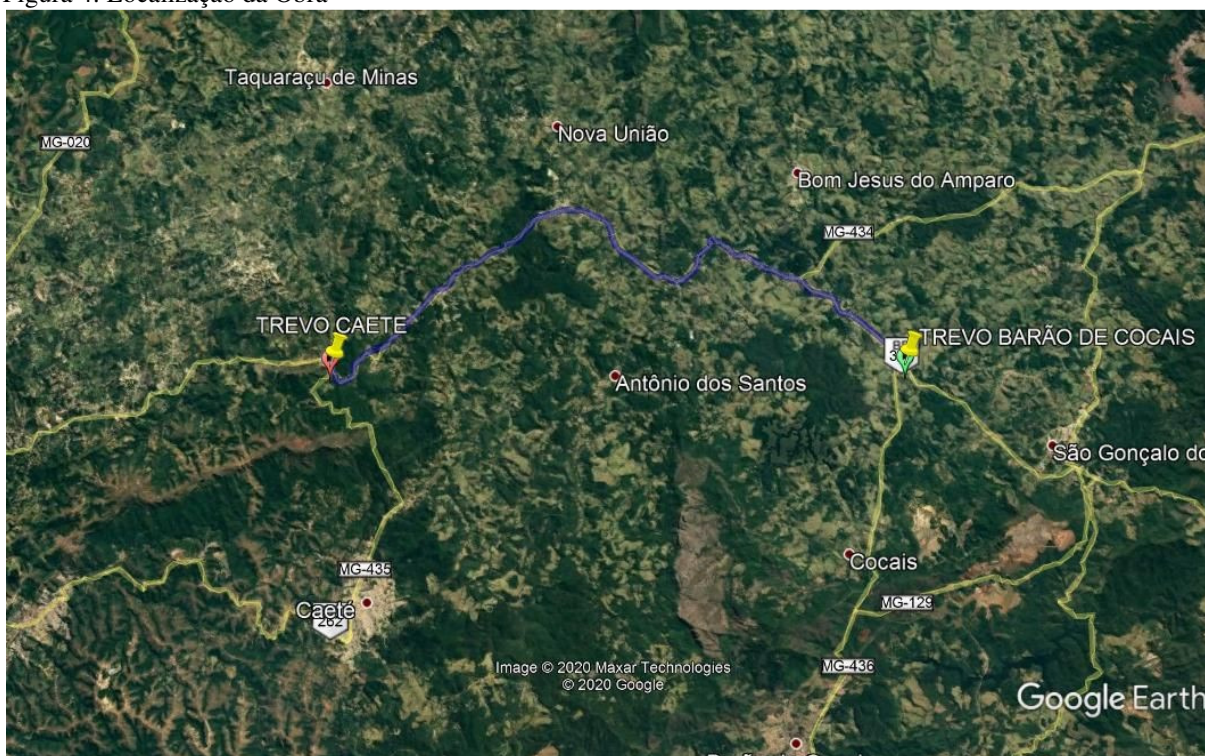
Conforme a Norma do DNIT 068/2004-ES, o pavimento rígido tem por objetivo a execução de camada superposta de concreto do tipo Whitetopping por meio mecânico. Enquanto o Manual de Pavimentos Rígidos, Publicação IPR - 714, 2005 aperfeiçoa e inclui novas metodologias contribuindo em parte em um conjunto de Normas para execução de obras segundo (DNIT, 2005).



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo irá apresentar um comparativo entre o pavimento rígido do tipo Whitetopping com o pavimento flexível, simulando e analisando seus custos e dimensionamento, conforme salientamos na introdução, em uma obra já entregue ao governo federal. A BR 381 possui uma pista de pavimento rígido, com uma extensão de 37,50 km e velocidade diretriz de 80 km/h, sua sinalização está em bom estado, possui um trecho bastante sinuoso, necessita de bastante reparo, muitos veículos leves e pesados com carga, e com parada para travessia de equipamentos e máquinas em determinados pontos.

Figura 4: Localização da Obra



Fonte: Google Earth, data da imagem 19/08/2020

Em primeiro lugar o autor solicitou os dados que contemplam os custos do orçamento, ao Consórcio BRASIL-MOTA-ENGESUR. Junto com eles também os projetos do empreendimento com os dados do dimensionamento do pavimento rígido e alguns dos estudos produzidos para sua elaboração. Após analisar o orçamento, os estudos e os projetos, em seguida elaborou o orçamento do Pavimento Flexível, utilizando como base os bancos de dados de preços do estado, para um terceiro momento cruzá-los e compará-los. Abaixo segue planilha resumida dos valores da obra.

Quadro 01 - Modelo Resumido de Cronograma de Obra

CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO - Consórcio BRASIL-MOTA-ENGESUR.			
Item	SERVIÇOS - DESCRIÇÃO	ANO	PREÇO TOTAL (R\$)
1	Mobilização		
2	Serviços Complementares		
3	Reconstrução - Flexível	ANO 2017	R\$ 72.780.167,09
4	Fresagem Estrutural		
5	Serviços Complementares		
6	Reconstrução - Flexível	ANO 2018	R\$ 64.517.455,60
7	Fresagem Estrutural		
8	Serviços Complementares		
9	Reconstrução - Flexível	ANO 2019	R\$ 41.352.377,31
10	Fresagem Estrutural		
11	Desmobilização	TOTAL ANO 2020	R\$ 178.650.000,00

Fonte: Consórcio BRASIL-MOTA-ENGESUR. (2020)

Resumo dos custos da Obra recebido, nele consta recuperação de trevos de acesso a cidades, restauração de pequenas parte para acesso, recuperação de pontes, remoção de camadas de pavimentos, pessoal entre outros custos não utilizados neste trabalho, abaixo:

Quadro 02 -Resumo dos custos Global Obra

MÃO DE OBRA	EQUIPAMENTO	MATERIAIS	SUBCONTRATOS	TRANSPORTE	CUSTO TOTAL
2.494.318,62	28.516.383,77	47.070.590,72	7.962.402,73	8.005.977,49	<b>94.049.673,33</b>
3%	30%	50%	8%	9%	

Fonte: Consórcio BRASIL-MOTA-ENGESUR. (2020)

Para o dimensionamento foi utilizado os dados da Avenida Fernando Ferrari (sentido Vitória – Serra), feita pela Prefeitura Municipal de Vitória- ES, conforme Castro (2008), pois em seu documento contemplava estudo de tráfego, com dados de coleta e métodos conforme determina DNIT, índice  $k=1,1$  para caminhões.

Quadro 03 - Contagem dos Veículos

Dados coletados na contagem				
Veículos		Quantidade	Tipo de eixo	Carga por eixo (tf)
Autos	Carro passeio	20.610	Simples Roda	12

	Van / Kombi	1.464	Simples	12
	Furgão de pequeno porte, para transporte de carga	1.393		12
Ônibus	Microônibus	290	Simples Roda Dupla	16
	Convencional	2.469		16
	Articulado	77	Tandem Duplo	23
Caminhão	2 eixos	798	Simples Roda Dupla	16
	3 eixos	143	Tandem Duplo	23
	5 ou mais eixos	49	Tandem Triplo	41,5 - 57
TOTAL		27.293		

Fonte: Castro (2008, p. 07)

No quadro abaixo os cálculos empíricos, no qual foi embasado o dimensionamento do Pavimento Flexível e Pavimento Rígido.

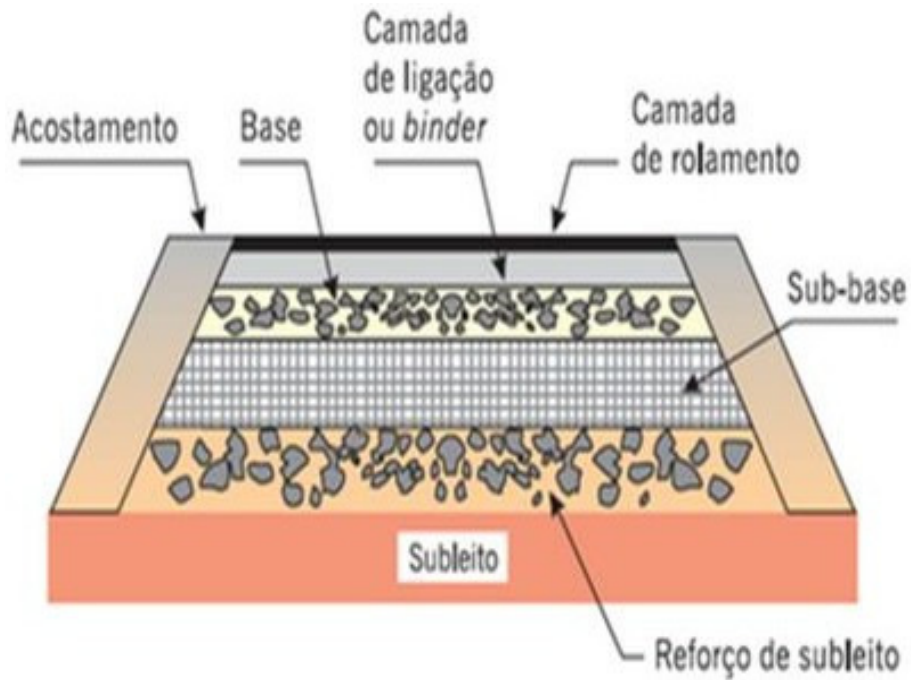
Quadro 04 - Pavimentos característica e dimensionamento

CARACTERÍSTICAS	PAVIMENTOS			
	RÍGIDO		FLEXÍVEL	
Método utilizado	PCA/1984		DNIT	
Revestimento	Concreto simples	e= 30 cm	CBUQ	e= 12 cm
Base	-	-	Brita graduada	e= 14 cm
Sub base	Solo cimento	e= 10 cm	Solo brita	e= 18 cm
Reforço do Subleito	-	-	Pó de pedra	e= 7 cm
Subleito	Terreno natural	CBR = 10%	Terreno natural	CBR = 10%
Espessura total	H= 31 cm		H= 51 cm	

Fonte: Castro (2008, p. 18)

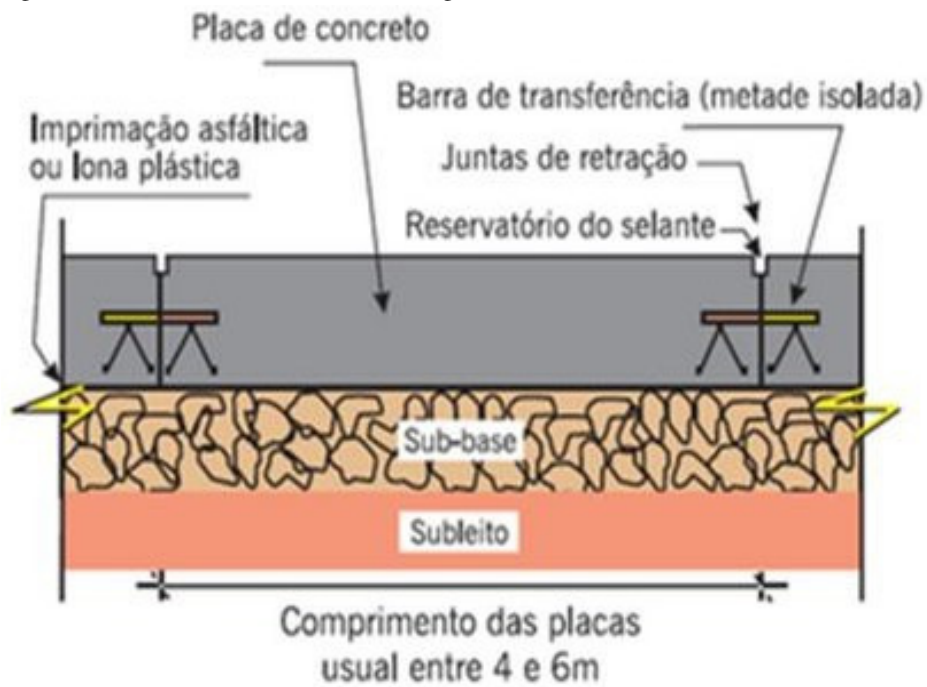
Na figura abaixo podemos observar em corte o Pavimento Flexível no qual foi embasado os cálculos e o corte do Pavimento Rígido. Os dois modelos representam uma simulação de como seria a configuração das camadas e seus nomes usuais em obra .

Figura 5: Modelo em Corte Pavimento Flexível



Fonte: Bernucci (2010)

Figura 4: Modelo em Corte Pavimento Rígido



Fonte: Bernucci (2010)

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Conforme apresentado os dados do valor final da obra ficou em R\$ 178.650.000,00 (cento e setenta e oito milhões e seiscentos e cinquenta mil reais) e o custo operacional em R\$ 94.049.673,33 (noventa e quatro milhões e quarenta e nove mil seiscentos e setenta e três reais e trinta e três centavos). Esses valores levaram a seccionar os preços, com o parâmetro do quadro 05 deste trabalho, para encontrar o valor da Pavimentação Rígida. Com esses dados foi possível desenvolver a tabela para a comparação preestabelecida. Seguem abaixo os resultados dos valores para a pavimentação flexível e rígida:

Quadro 05 -Comparativo Pavimento Flexível e Rígido

COMPARATIVO						
DESCRIÇÃO	H (cm)	Largura (m)	Comprim. (m)	Total (m)	Custo SINAPI	valor (m³)
PAVIMENTO FLEXÍVEL						R\$ 58.576.212,00
CBUQ	0,12	8,00	37.500,00	36.000,00	R\$ 1.316,37	R\$ 47.389.212,00
Base (Brita graduada)	0,14	8,00	37.500,00	42.000,00	R\$ 152,25	R\$ 6.394.500,00
Sub-base (Solo brita)	0,18	8,00	37.500,00	54.000,00	R\$ 88,75	R\$ 4.792.500,00
Reforço do Subleito (Pó de pedra)	0,07	8,00	37.500,00	21.000,00		
Subleito (Terreno natural CBR)	10%					
DESCRIÇÃO	H (cm)	Largura (m)	Comprim. (m)	Total (m)	Custo SINAPI	valor (m³)
PAVIMENTO RÍGIDO						R\$ 40.540.500,00
Placa de Concreto (Concreto simples 10 mpa)	0,21	8,00	37.500,00	63.000,00	R\$ 406,85	R\$ 36.616.500,00
Sub-base (Solo cimento)	0,10	8,00	37.500,00	30.000,00	R\$ 130,80	R\$ 3.924.000,00
Subleito (Terreno natural CBR)	10%					

Fonte: Autor (2020)

Como a tabela DNIT (2006a, p. 147) cita, se o valor de N for maior que 50.000.000 o pavimento deverá possuir uma camada de 12,5cm, pois no processo de cálculo excluem-se carros e caminhões leves, considera-se então o volume de tráfego muito pesado. Foi por essa razão que se utilizou este parâmetro em consideração nos cálculos apresentados, conforme tabela abaixo:

Tabela 2: Espessura de N para resultado dos cálculos

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, 2006a, p.147)

Com os dados do Comparativo gerou esse gráfico abaixo, onde percebe-se na razão pavimento rígido dividido por pavimento flexível os valores orçados em 69% nessa projeção. Quanto aos valores, eles são baseados no orçamento solicitado à empresa executora sendo esses dados reais para o levantamento do Pavimento Rígido e para o orçamento do Pavimento Flexível com a planilha SETOP que representa o índice de preços nacional para construção pesada.

Gráfico 01 -Comparativo Pavimento Flexível e Rígido



Fonte: Autor, ano 2020

O Pavimento Flexível possui uma camada menos densa e apesar de liberar o trânsito mais rápido, também leva maior tempo para executar sua obra. O seu dimensionamento o torna mais profundo e para compensar sua flexibilidade e aguentar os esforços ali solicitados.

Com as mesmas medidas na largura e no comprimento, considerando h de 30 cm o Pavimento Rígido tem espessuras mais densas, sua execução é em termos mais rápida e sua cura lenta em relação ao CBUQ e ainda pouco utilizada por aqui.

## 5 CONCLUSÃO

Conforme apresentado na capítulo anterior, ao compararmos neste trabalho os custos empreendidos na execução dos pavimentos flexível e rígido, o pavimento rígido fica 31% mais barato em relação ao pavimento flexível. Devido aos cortes mais rasos do Subleito, Sub-base, lançamento utilizando o concreto Portland, nivelamento, cura, corte das juntas e com fechamento posterior das juntas sua produção, na construção torna-se bem mais rápida. Em contrapartida a cura para liberação da pista retarda a liberação do trânsito onerando a Obra com sinalizações de segurança na pista, pessoal para acompanhar e proteger a frente de serviço tornando-o inviável dependendo da necessidade local com o seu fluxo de trânsito. Em relação a cura do concreto, para garantir a qualidade, solicita-se que comece logo após sua sanidade no acabamento, com aplicação de produtos químicos que aceleram sua cura, deixando-o úmido por até 7 dias protegido com lonas, sacos de estopa.

Esse fato, isso não acontece com o Pavimento flexível, pois o trânsito é liberado assim que o asfalto esfria. O fato de possuir uma camada menos densa, mesmo assim para chegar na hora da aplicação do CBUQ, outros processos ( ex.: liberação do laboratório para a Base) precisam estar de acordo, como Subleito, Reforço do Subleito, Sub-base, Base, pintura de ligação e capa. Sua produção leva maior tempo para ser executada, com o seu dimensionamento mais profundo, para compensar sua flexibilidade e aguentar os esforços ali solicitados.

Desta forma apresentada se houver outros caminhos para desviar o trânsito sem atrapalhar o fluxo de veículos e a economia local, o Pavimento Rígido seria o mais correto a utilizar.

**COMPARISON BETWEEN FLEXIBLE PAVING (CBUQ) AND RIGID (CONCRETE) IN THE STRETCH OF TREVO DE CAETÉ/MG AO TREVO DE BARÃO DE COCAIS/MG, NA BR 381 .**

### ABSTRACT

This work analyzes a work on hard pavement (concrete) already executed and delivered to the Federal Government, and presents a construction simulation with the flexible pavement

(Bituminous Concrete Machined hot - CBUQ), its location is in the stretch of the clover of Caeté / MG to the barão clover of Cocais / MG, on BR-381,. This work aims to compare the flexible floor and the rigid floor for the stretch, analyzing and simulating its respective dimensions and costs. Rigid floor has thicker thicknesses, its execution is in faster terms and its slow cure compared to the CBUQ and still little used here, has an estimated life of 20 years, because it is prepared with substances that coalesce better, hardly generate aquaplaning, as for the flexible pavement, in turn, it has a less dense layer and despite presenting in its execution methods that release traffic quickly it also takes longer to perform its work and with the same measures in width and length its execution is in slower terms due to its shape of its construction is much more used. The methods for calculating the sizing of the floors used by DNIT are elaborated by technical and empirical bases. To prepare the budget the professional, you must be very attentive to the points and characteristics of what you are preparing to perform. A visit to the work and the preliminary projects such as surveys and topography are essential to prepare the calculations in which the terrain will be prepared.

**Keywords:** Comparative. Pavement. Hard Floor. Flexible flooring. Portland concrete. Scaling Method.

## REFERÊNCIAS

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 3ª Reimp, Cap. 07. p. 337-372. Rio de Janeiro: Petrobrás: Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto, 2010.

CASTRO, Verônica Amanda Brombley et al. **Comparativo entre o dimensionamento do pavimento rígido e flexível para a Avenida Fernando Ferrari**. 24 p 2008. Disponível em <[http://www.ibracon.org.br/eventos/50cbc/pav\\_apresentacoes/VERONICA\\_AMANDA.pdf](http://www.ibracon.org.br/eventos/50cbc/pav_apresentacoes/VERONICA_AMANDA.pdf)> acesso em 12 out 2020.

CARVALHO, Marcos Dutra. **Premissas de projeto do pavimento de concreto**. UNESP [2017?] Disponível em: <<https://www.feb.unesp.br/Home/Departamentos343/EngenhariaCivil/gustavogarciamanzato/premissas-de-projeto---feb.pdf>> acesso em 08 abr. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT 050/2004 – EM **Pavimentos rígido** - Cimento Portland e Especificação de material, p. 08. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-material-em/dnit050\\_2004\\_em.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-material-em/dnit050_2004_em.pdf)> acesso em 06 abr. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de Pavimentos Rígidos**. 2 ed. p. 234. Rio de Janeiro: IPR. Pub. 714, 2005.



Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coleanea-de-manuais/vigentes/714\\_manual\\_de\\_pavimentos\\_rigidos.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coleanea-de-manuais/vigentes/714_manual_de_pavimentos_rigidos.pdf)> acesso em 14 abr. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de pavimentação** - 3ª ed. Rio de Janeiro: IPR. Pub., 719, p. 274. 2006a. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/manuais/Manual%20de%20Pavimenta%E7%E3o\\_05.12.06.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimenta%E7%E3o_05.12.06.pdf)> acesso em 14 abr. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: escopos básicos / instruções de serviço**. - 3. ed. Rio de Janeiro: IPR. Pub. 726, 2006b. p. 484. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/manuais/diretrizes\\_basicas\\_instrucoes\\_servicos.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/diretrizes_basicas_instrucoes_servicos.pdf)> acesso em 14 abr. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos** - 2. ed. - 310p. Rio de Janeiro: IPR. Pub. 720, 2006c. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/ipr\\_new/..%5Carquivos\\_internet%5Cipr%5Cipr\\_new%5Cmanuais%5CManual\\_de\\_Restauracao.pdf](http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CManual_de_Restauracao.pdf)> acesso em 14 abr. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - **DNIT 049/2013-ES**. Pavimento rígido - Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrmas deslizantes - Especificação de Serviço, p. 15. Rio de Janeiro: 2013. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/normas/DNIT049\\_2004\\_ES.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/DNIT049_2004_ES.pdf)> acesso em 14 abr. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes**, Vol. 10, Cont. 02 - Pavimentação / Usinagem, pág. 29. Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/manuais-de-custos-de-infraestrutura-de-transportes/volume-10-manuais-tecnicos/conteudo-02-pavimentacao-usinagem.rar>> acesso em 14 abr. 2020.

SANTOS, Caio Rubens Gonçalves. **Dimensionamento e análise do ciclo de vida de pavimentos rodoviários: uma abordagem probabilística** / C.R.G. Santos.- ed. rev, 2, p.263, São Paulo, 2011. Disponível em <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-25082011-140705/publico/Tese\\_Caio\\_R\\_G\\_Santos.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-25082011-140705/publico/Tese_Caio_R_G_Santos.pdf)> acesso em 06 abr 2020.> acesso em 26 abr. 2020.