



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – UNIPAMPA
CENTRO DE TECNOLOGIA DE ALEGRETE – CTA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VANESSA ARIADNE MORAIS

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO
EMPÍRICO E EMPÍRICO-MECANÍSTICO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS**

Alegrete-RS

2014

VANESSA ARIADNE MORAIS

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO
EMPÍRICO E EMPÍRICO-MECANÍSTICO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Me. Jaelson Budny

Alegrete-RS

2014

VANESSA ARIADNE MORAIS

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO
EMPÍRICO E EMPÍRICO-MECANÍSTICO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Mecânica dos pavimentos

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 20 de agosto de 2014.

Banca examinadora:

Prof. Me. Jaelson Budny
Orientador
Unipampa

Prof. Dr. Ederli Marangon
Unipampa

Engenheiro Civil Rodrigo André Klamt
Unipampa

Dedico este trabalho aos meus pais, Álvaro e Vera, e ao meu irmão Marcelo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus, por ter me concedido persistência e força para lutar durante toda essa trajetória, iluminando meus caminhos.

Ao professor orientador Jelson Budny, pelos conhecimentos transmitidos e paciência durante a elaboração deste trabalho. Muito Obrigada!

A todo grupo docente da Engenharia Civil da UNIPAMPA – Campus Alegrete, pelos ensinamentos a mim transferidos ao longo da minha vida acadêmica.

Ao meu amado pai Álvaro, meu grande incentivador e mestre nessa vida. Pai, obrigada por nunca ter me deixado desistir, e principalmente por ter acreditado em mim. Te amo muito!

À minha mãe, pelo amor e palavras de carinho.

Ao meu querido irmão, pelo companheirismo, apoio nas horas difíceis e cuidado que tens comigo.

Ao meu namorado Madson, pelo amor, carinho e companheirismo a mim concedidos.

Aos amigos e colegas que conquistei ao longo dessa caminhada.

“Tu és teu próprio precursor, e as torres que
construístes nada são senão alicerces para teu
Eu gigante. E esse Eu também será um
alicerce.”

Gibran Khalil Gibran

RESUMO

A malha rodoviária brasileira apresenta-se, quase que em sua totalidade, com seus pavimentos bastante defasados, devido ao fato dos mesmos estarem constantemente expostos a condições adversas de clima, precipitação e, principalmente, carregamento. Dessa forma, surge como uma das maneiras de se contrapor a esta situação, o aprimoramento dos métodos de dimensionamento dos pavimentos. O presente trabalho teve como objetivo estabelecer uma comparação entre o método empírico de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT, em relação ao método mecanístico-empírico SisPav de Franco (2007). A metodologia desenvolveu-se inicialmente com a realização de simulações pelo programa SisPav, determinando as espessuras do revestimento de cinco rodovias distintas (BR-285, BR-287, BR-290, BR-386, RS-377), perante a variação dos módulos de resiliência do revestimento e da base. Em sequência, ocorreu o dimensionamento das mesmas rodovias pelo método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT, e por meio de um estudo comparativo podem-se tecer as disparidades entre os dois métodos. Os resultados reafirmam que o método do DNIT tem como principal fator o CBR do subleito, pois as cinco rodovias apresentaram espessuras muito semelhantes, apesar de terem uma diferença notável de carregamento. Em contrapartida, o programa SisPav, tem como princípio básico a análise estrutural do conjunto, dando bastante relevância ao carregamento apresentado por cada rodovia, sem deixar de considerar as resistências dos materiais na determinação de cada espessura, sendo assim um método de abrangência mais ampla. O estudo permite, então, o auxílio para projetistas e órgãos rodoviários no dimensionamento mais adequado dos pavimentos.

Palavras-chave: Dimensionamento de pavimentos flexíveis. Método mecanístico. Método empírico.

ABSTRACT

The Brazilian highway paving grid is in your mostly very much lagged, because they are in constantly exposure in adverse conditions of weather, precipitation and, mainly, cargo. In this way, appear a new way to oppose this situation, the improvement of methods of pavement dimensioning. This work has as primary objective provide a comparison between the empirical method of flexible pavement dimensioning from DNIT in relation to mechanistic method SisPav from Franco (2007). The methodology initially was developed with simulations in SisPav software, determining the depth of five distinct highways (BR-285, BR-287, BR-290, BR-386, RS-377), versus the variation from resilience modules from the coating and from the base. Following, was made the dimensioning from the same highways by the method of flexible pavement dimensioning from DNIT, and by a comparison study was possible to appreciate disparities between methods. The results confirm that the DNIT method has as primary factor the CBR of subgrade, because all five highways bring forward suchlike depth, although they have a notable cargo difference. In other side, the SisPav software, has as basic function the structural analysis of the set, giving a great notoriety to the cargo in this highway, while considering the resistance of materials to determine each depth, and thus a method of broader scope. The study then allows the aid to draftsman and road agencies in the most appropriate dimensioning of pavements.

Keywords: Dimensioning of flexible pavements. Mechanistic method. Empirical method.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Estrutura de pavimento flexível | 17 |
| Figura 2 - Distribuição de esforços no pavimento | 18 |
| Figura 3 - Ábaco para cálculo da espessura do pavimento segundo o método do DNER24 | |
| Figura 4 - Fluxograma de funcionamento do método mecanístico-empírico SisPav | 27 |
| Figura 5 - Composição do tráfego | 29 |
| Figura 6 - Brita graduada simples | 31 |
| Figura 7 - Macadame seco | 32 |
| Figura 8 - Tipos de solo-agregado | 33 |
| Figura 9 - Solo argiloso fino laterítico | 34 |
| Figura 10 – (a) Laterita, (b) Saibro e (c) Agregado reciclado | 35 |
| Figura 11 - Brita graduada tratada com cimento..... | 36 |
| Figura 12 - Solo cimento | 37 |
| Figura 13 - Solo cal | 38 |
| Figura 14 - BR-285, trecho entre os municípios de Carazinho e Passo Fundo | 42 |
| Figura 15 – Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da BR-285..... | 43 |
| Figura 16 - BR-287, trecho entre os municípios de Santa Cruz do Sul e Tabaí | 44 |
| Figura 17 - Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da BR-287..... | 44 |
| Figura 18 - BR-290, trecho entre os municípios de Pântano Grande e Eldorado do Sul | 45 |
| Figura 19 - Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da BR-290..... | 46 |
| Figura 20 - BR-386, trecho entre o município de Estrela e a entrada da RST-287..... | 47 |
| Figura 21 - Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da BR-386..... | 47 |
| Figura 22 - RS-377, trecho entre os municípios de Alegrete e Manoel Viana..... | 48 |
| Figura 23 - Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da RS-377 | 48 |
| Figura 24 - Tela Estrutura do programa SisPav | 51 |
| Figura 25 - Tela Modelagem do programa SisPav | 52 |
| Figura 26 - Tela Carregamento do programa SisPav | 53 |
| Figura 27 - Tela Clima do programa SisPav..... | 54 |
| Figura 28 – Simbologias usadas pelo método do DNIT | 55 |
| Figura 29 - Tabela para adoção da espessura do revestimento, conforme número “N” | 57 |
| Figura 30 – Tabela contendo os coeficientes de equivalência estrutural “K” | 57 |
| Figura 31– Número “N” das cinco rodovias estudadas | 59 |
| Figura 32 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-285, quando a base = 20 cm | 61 |
| Figura 33 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-285, quando a base = 30 cm | 62 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 34 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-285, quando a base = 40 cm | 63 |
| Figura 35 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-285, quando a base = 50 cm | 64 |
| Figura 36 - Seção Transversal da BR-285 dimensionada pelo método do DNIT | 65 |
| Figura 37 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-287, quando a base = 20 cm | 66 |
| Figura 38 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-287, quando a base = 30 cm | 67 |
| Figura 39 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-287, quando a base = 40 cm | 68 |
| Figura 40 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-287, quando a base = 50 cm | 69 |
| Figura 41 - Seção Transversal da BR-287 dimensionada pelo método do DNIT | 70 |
| Figura 42 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-290, quando a base = 20 cm | 71 |
| Figura 43 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-290, quando a base = 30 cm | 72 |
| Figura 44 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-290, quando a base = 40 cm | 73 |
| Figura 45 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-290, quando a base = 50 cm | 74 |
| Figura 46 - Seção Transversal da BR-290 dimensionada pelo método do DNIT | 75 |
| Figura 47 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-386, quando a base = 20 cm | 76 |
| Figura 48 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-386, quando a base = 30 cm | 77 |
| Figura 49 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-386, quando a base = 40 cm | 78 |
| Figura 50 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-386, quando a base = 50 cm | 79 |
| Figura 51 - Seção Transversal da BR-386 dimensionada pelo método do DNIT | 80 |
| Figura 52 – Resultados obtidos pelo SisPav para a RS-377, quando a base = 10 cm | 82 |
| Figura 53 – Resultados obtidos pelo SisPav para a RS-377, quando a base = 20 cm | 83 |
| Figura 54 – Resultados obtidos pelo SisPav para a RS-377, quando a base = 30 cm | 84 |
| Figura 55 – Resultados obtidos pelo SisPav para a RS-377, quando a base = 40 cm | 85 |
| Figura 56 - Seção Transversal da RS-377 dimensionada pelo método do DNIT | 86 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 Objetivos..... | 15 |
| 1.1.1 Objetivo geral..... | 15 |
| 1.1.2 Objetivos específicos..... | 15 |
| 1.2 Justificativa | 16 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 17 |
| 2.1 Estruturas de pavimentos asfálticos | 17 |
| 2.2 Mecanismos de degradação estrutural de pavimentos flexíveis..... | 19 |
| 2.2.1 Deformações permanentes | 20 |
| 2.2.2 Fadiga | 20 |
| 2.3 Métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis | 21 |
| 2.3.1 Métodos empíricos..... | 21 |
| 2.3.2 Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT | 22 |
| 2.3.3 Métodos mecanísticos | 25 |
| 2.4 O programa SisPav..... | 26 |
| 2.5 Vida útil de um pavimento..... | 28 |
| 2.6 Dados do tráfego e número “N” | 28 |
| 2.7 Propriedades dos materiais de base, sub-base e reforço do subleito | 30 |
| 2.7.1 Brita graduada simples | 30 |
| 2.7.2 Macadame hidráulico e seco | 31 |
| 2.7.3 Solo-agregado e materiais estabilizados granulometricamente | 32 |
| 2.7.4 Solo argiloso fino laterítico | 33 |
| 2.7.5 Outros materiais granulares e reciclados..... | 34 |
| 2.7.6 Brita graduada tratada com cimento..... | 35 |
| 2.7.7 Solo cimento | 36 |
| 2.7.8 Solo cal..... | 37 |
| 2.8 Parâmetros de deformabilidade dos materiais usuais de pavimentação..... | 38 |
| 2.8.1 Índice de Suporte Califórnia | 38 |
| 2.8.2 Módulo de Resiliência | 39 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 41 |
| 3.1 Planejamento da pesquisa..... | 41 |
| 3.2 Rodovias analisadas..... | 41 |

| | |
|---|----|
| 3.2.1 Rodovia BR – 285 | 42 |
| 3.2.2 Rodovia BR – 287 | 43 |
| 3.2.3 Rodovia BR-290 | 45 |
| 3.2.4 Rodovia BR-386 | 46 |
| 3.2.5 Rodovia RS-377 | 48 |
| 3.3 Especificações de projeto no uso do programa SisPav..... | 49 |
| 3.4 Software SisPav | 50 |
| 3.4.1 Estrutura | 50 |
| 3.4.2 Modelagem | 51 |
| 3.4.3 Carregamento | 52 |
| 3.4.4 Clima..... | 53 |
| 3.5 Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT | 54 |
| 3.5.1 Determinação das espessuras das camadas do pavimento pelo Método do DNIT .. | 55 |
| 3.5.2 Determinação dos tipos e espessuras mínimas dos revestimentos | 56 |
| 3.5.3 Coeficiente de equivalência estrutural..... | 57 |
| 3.5.4 Especificações de projeto no uso do Método do DNIT | 58 |
| 3.6 Número “N” das rodovias estudadas..... | 59 |
| 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS | 60 |
| 4.1 Rodovia BR – 285 | 60 |
| 4.1.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav | 60 |
| 4.1.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT | 65 |
| 4.2 Rodovia BR-287 | 66 |
| 4.2.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav | 66 |
| 4.2.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT | 70 |
| 4.3 Rodovia BR-290 | 71 |
| 4.3.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav | 71 |
| 4.3.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT | 75 |
| 4.4 Rodovia BR-386 | 76 |
| 4.4.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav | 76 |
| 4.4.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT | 80 |
| 4.5 Rodovia RS-377 | 81 |
| 4.5.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav | 81 |
| 4.5.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT | 86 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES FUTURAS..... | 88 |

| | |
|---|-----------|
| 5.1 Considerações finais | 88 |
| 5.2 Recomendações futuras..... | 89 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 90 |
| ANEXOS | 93 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, dentro de sua vasta extensão, possui uma malha rodoviária deficiente e, a precariedade da mesma tem como consequência a dificuldade do escoamento de grãos e o transporte de passageiros. Este problema vem a afetar a competitividade econômica do país que, por falta de uma infraestrutura adequada, tem gastos com: acidentes, desperdício de carga, manutenção e combustíveis. Dessa maneira, acredita-se que uma das alternativas para atenuar esse problema seja o aprimoramento dos métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis, na intenção de reduzir os defeitos das rodovias, de modo a preservar uma boa funcionalidade por um maior período de tempo.

Baseando-se na obra de Franco (2007), um pavimento diz-se adequadamente dimensionado quando a repetição da passagem dos veículos não causar trincamento excessivo no revestimento asfáltico devido à fadiga, enquanto garante que as espessuras das camadas de sua estrutura somada à resistência dos materiais constituintes sejam capazes de minimizar os efeitos do afundamento da trilha-de-roda. Diante dessas observações, informa-se que há dois tipos de métodos de dimensionamento, empírico e mecanístico, presentes no cenário atual, na tentativa de atender a todos os requisitos anteriormente mencionados.

Conforme Bezerra (2004), os métodos empíricos caracterizam-se principalmente por uma limitada confiabilidade dos seus resultados, uma vez consideradas regiões diferentes daquela onde o pavimento protótipo foi concebido. O empirismo metodológico foi desenvolvido a partir de regras, conceitos, observações e experiências em certos pavimentos com materiais da região onde foi executado, observando-se clima e tráfego nos seus aspectos sazonais.

Em relação aos métodos mecanísticos, o já referido autor Franco (2007) afirma que estes se atêm ao enfoque dos aspectos estruturais do pavimento. Em razão disto, os métodos mecanísticos têm sido considerados mais confiáveis, pois usam em suas análises teorias físicas elástico-lineares e não-lineares na observação das deformações permanentes e fadiga do pavimento dimensionado.

Em face do apresentado, este trabalho propõe-se a estabelecer uma comparação entre os métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis, empírico e mecanístico-empírico, de modo a identificar as disparidades existentes entre os mesmos.

Após todas essas considerações, informa-se que como objeto de estudo desse trabalho teremos cinco rodovias analisadas, que são: BR-285, BR-287, BR-290, BR-386 e RS-377.

Todas estas serão submetidas ao dimensionamento pelo método empírico do DNIT e, às simulações que serão realizadas pelo método empírico-mecanístico representado pelo programa SisPav de Franco (2007). Tal denominação empírico-mecanístico, deve-se ao fato do método apresentar ainda uma parcela empírica, representada pelo ensaio de módulo de resiliência dos materiais. Logo que finalizadas tais atividades, far-se-á a comparação dos métodos, por meio dos resultados obtidos.

A importância deste trabalho está em verificar qual o método de dimensionamento responde melhor à problemática dos pavimentos atualmente, visto que os mesmos devem, cada vez mais, apresentar propriedades inerentes quanto à resistência aos carregamentos e aos efeitos do clima.

Ressalta-se também, que a motivação deste trabalho está em incentivar o uso de ferramentas computacionais no dimensionamento de pavimentos asfálticos, mesmo que ainda aliada a uma porcentagem empírica, pelo fato destas serem mais um meio de análise do comportamento estrutural do pavimento, trazendo mais confiabilidade e durabilidade aos pavimentos asfálticos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar o dimensionamento de cinco rodovias distintas pelo método mecanístico-empírico SisPav e pelo método empírico do DNIT e, por meio dos resultados estabelecer uma comparação entre os mesmos.

1.1.2 Objetivos específicos

- realizar o dimensionamento dos pavimentos de cinco rodovias distintas (BR-285, BR-287, BR-290, BR-386 e RS-377), com trechos especificados, determinando as espessuras da camada de revestimento asfáltico, variando o módulo de resiliência do mesmo e a espessura da camada de base e seu módulo de resiliência, pelo programa SisPav;
- dimensionar as cinco rodovias já mencionadas, pelo método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT;

- tecer comparações entre os métodos empírico e mecanístico-empírico, por meio dos resultados obtidos;
- verificar qual a influência da rigidez das camadas no dimensionamento da estrutura do pavimento.

1.2 Justificativa

O adequado dimensionamento de um pavimento é de suma importância na determinação do seu comportamento durante sua vida útil, ao receber as cargas advindas do tráfego e suportar os efeitos do clima em sua superfície. Até pouco tempo, somente se dispunha de métodos totalmente empíricos para o dimensionamento dos pavimentos, que não contemplavam de maneira mais exata os aspectos estruturais.

O emprego dos métodos mecanísticos justifica-se pela simplicidade com que se obtêm os resultados e pela celeridade que se dá ao processo, somando-se a estes aspectos uma análise mais apurada do comportamento estrutural do conjunto, que contribui para a busca de soluções para a degradação precoce dos pavimentos, de modo a dar a estes uma longevidade mais expressiva, com a conseqüente redução de gastos.

A grande justificativa está na complementação de um método em relação ao outro, caso ainda houver pela parte do projetista, alguma relutância no uso de somente um método, no caso o mecanístico. Tendo em vista que o método empírico do DNIT é tradicionalmente empregado há anos nos dimensionamentos dos pavimentos do país, com funcionalidade confirmada, então, reitera-se que pode haver um aprimoramento do dimensionamento no uso adicional de mais uma ferramenta, sem descartar nenhuma, para melhor desempenho da rodovia.

A busca incessante por melhores resultados em termos de qualidade de rodovias justifica o emprego de novos métodos ou associações de métodos. Por isso, o estudo comparativo entre o SisPav e o método do DNIT, para um suprir as falhas do outro.

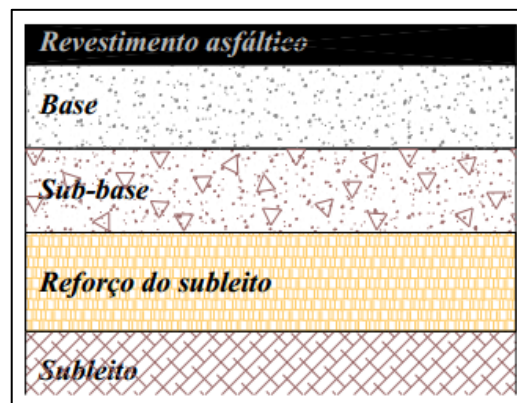
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Estruturas de pavimentos asfálticos

De acordo com Bernucci et al. (2008), a pavimentação constitui-se da construção de múltiplas camadas sobre a terraplanagem já consumada, onde são empregados materiais que se encontram disponíveis na região de sua execução, com a finalidade de conferir maior resistência às estradas de rodagem em relação aos carregamentos requeridos. O pavimento pode apresentar-se com a camada de finalização em concreto de cimento Portland, constituindo estrutura rígida, ou em revestimento asfáltico, obtendo uma estrutura flexível.

A concepção de um pavimento flexível, como apresentado na Figura 1, pressupõe a construção de camada de revestimento asfáltico assentada sobre base, sub-base e reforço do subleito, apresentando em sua composição materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes. Pode-se suprimir uma ou mais camadas integrantes da estrutura dependendo do volume de tráfego, da capacidade de suporte do subleito, da rigidez e espessura das camadas, e condições ambientais (BERNUCCI et al., 2008; MEDINA & MOTTA, 2005).

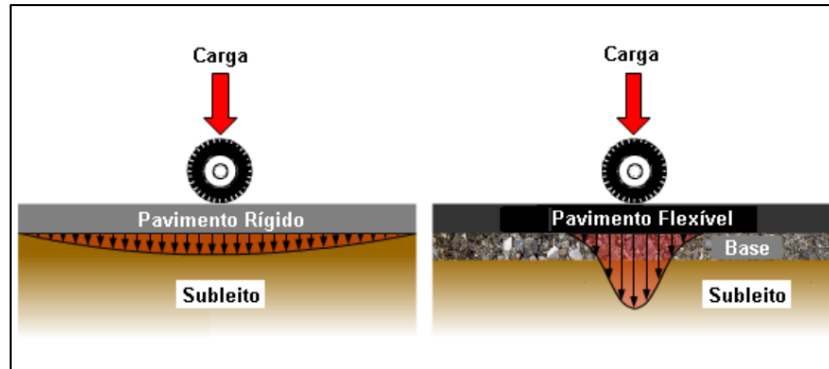
Figura 1 - Estrutura de pavimento flexível



Fonte: Bernucci et al. (2008, p.338)

Estruturalmente, o comportamento do pavimento é proporcional à espessura e a rigidez das camadas, bem como à interação entre elas. Segundo Balbo (2007), no pavimento flexível, as tensões impostas pelo tráfego agem de forma muito concentrada nas proximidades de aplicação desta carga, diferentemente do que acontece nos pavimentos rígidos, onde as tensões impostas pela carga são distribuídas em toda a extensão da placa de cimento Portland, diminuindo as pressões sobre o subleito, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Distribuição de esforços no pavimento



Fonte: Imagem extraída do site da Turma Edificações 13¹

No entendimento de Bernucci et al. (2008), enquanto o revestimento asfáltico é submetido a esforços de tração e compressão devidos a flexão, as camadas subjacentes ficam sujeitas principalmente à compressão. As tensões advindas do tráfego são compartilhadas pelas diversas camadas em função da razão da rigidez do revestimento em relação às demais camadas granulares.

O dimensionamento de pavimentos deve ser realizado levando em consideração a densidade de tráfego atual com previsão de acréscimo no futuro, além da influência das condições climáticas da região. Uma estrutura bem dimensionada e construída apresenta camadas com espessuras adequadas e materiais com satisfatória rigidez para suportar as tensões e deformações as quais estará submetida, sem apresentar deslocamentos ou deformações excessivas após poucas passadas de roda (BERNUCCI et al., 2008; SENÇO, 1997).

As propriedades e características dos materiais estão diretamente relacionadas à resistência à ruptura, permeabilidade e deformabilidade da estrutura do pavimento frente à repetição de carga e ao efeito do clima. Os principais danos considerados em uma estrutura de pavimento são a deformação permanente e a fadiga (BERNUCCI et al., 2008; HARTMANN, 2009).

Conforme os autores Balbo (2007) e Wesseling (2002), as camadas constituintes da estrutura de um pavimento são definidas da seguinte maneira:

- **Revestimento:** tem a função de oferecer aos usuários conforto e segurança, além de transmitir os esforços solicitantes advindos do tráfego para as camadas subjacentes e suportar os efeitos do intemperismo em sua superfície, impedindo que os mesmos transfirmem-se para o restante do pavimento.

¹ Disponível em: < <http://edificacoes13.blogspot.com.br/2012/10/pavimentos.html> >

- **Base:** situa-se abaixo do revestimento, fornecendo suporte estrutural. Sua rigidez alivia as tensões no revestimento e distribui as tensões nas camadas inferiores.
- **Sub-base:** camada complementar à base, executada quando for conveniente reduzir a espessura da primeira por razões de ordem econômica. Encontra-se entre o subleito, ou camada de reforço deste, e a camada de base. Previne o bombeamento do solo do subleito para a camada de base.
- **Reforço do subleito:** quando existente, trata-se de uma camada de espessura constante sobre o subleito regularizado. Tipicamente um solo argiloso de qualidade superior a do subleito.
- **Regularização do subleito:** camada de espessura variável, executada quando se torna necessário preparar o leito da estrada para receber o pavimento; a regularização não constitui, propriamente, uma camada do pavimento, pois tem espessura variável, podendo ser nula em um ou mais pontos da seção transversal. Terreno de fundação do pavimento.

2.2 Mecanismos de degradação estrutural de pavimentos flexíveis

Os defeitos mais importantes que são observados em estruturas flexíveis se apresentam no revestimento e são de fundamental importância no reconhecimento da solicitação mecânica que atinge o pavimento. A flexão repetida é responsável pela fadiga do material e a compressão simples leva ao acúmulo de deformações permanentes (HARTMANN, 2009; SENÇO 2007).

Deve-se salientar também que os defeitos estruturais em pavimentos asfálticos ocorrem principalmente por uma densidade de tráfego elevada aliada a altas cargas, mas que fatores como práticas inadequadas de construção, escassez de manutenção e erros no dimensionamento estrutural podem causar a ruptura no pavimento (HARTMANN, 2009).

Caso ocorra a identificação dos danos mais comuns como o trincamento por fadiga e o afundamento em trilhas-de-roda, ambos comprometedores do desempenho estrutural deve-se empreender algum tipo de reabilitação do pavimento, evitando assim danos maiores (BASTOS; HOLANDA; BARROSO, [201?]).

2.2.1 Deformações permanentes

O regime plástico caracteriza-se por deformações definitivas, as quais não retornam as formas primitivas, nas estruturas de pavimentos asfálticos são denominadas deformações permanentes, que surgem como consequência da incidência de cargas repetidas (BEZERRA, 2004).

O autor Whiteoak (1990) apud Hartmann (2009) considera que as deformações permanentes sejam provenientes do regime elástico, onde surgiriam de forma residual, que por menores que possam parecer para único pulso, se tornariam uma enorme deformação ao somatório de milhares de aplicações de carga.

A viscosidade do ligante, determinada pelo atrito interno entre as moléculas do líquido, reduzida com o aumento da temperatura, e o intervalo de tempo que caracteriza a frequência das cargas advindas do tráfego são fatores que tornam perceptível a deformação permanente no revestimento asfáltico. Pode-se citar ainda como fatores negativos a falta de qualidade na execução do reforço do subleito, sub-base e base, onde se depara com compactação precária e materiais de baixa qualidade, além da dosagem inadequada de misturas asfálticas (HARTMANN, 2009).

Os movimentos repetidos causados pelo trânsito de veículos geram deformações no pavimento denominadas trilhas-de-roda, e a magnitude destas pode indicar a necessidade de restauração da estrutura. Segundo Motta (1991), seria o parâmetro máximo para as deformações igual a 16 mm. Além disso, estas apresentam como agravantes os fatos de serem prejudiciais à serventia das estradas e indesejáveis sob o aspecto da segurança ao propiciarem o fenômeno de aquaplanagem, que é o acúmulo de água na superfície, que causa a desgovernabilidade do veículo (BEZERRA, 2004).

2.2.2 Fadiga

A fadiga normalmente inicia-se em zonas máximas de tensões ou deformações por tração, já que se pode comprovar que os materiais resistem melhor a carregamentos repetidos de compressão do que de tração (BORDIM, 2010).

A deterioração do material sobre carregamento contínuo e repetido associado à drenagem inadequada faz da fadiga uma das principais causas da degradação dos pavimentos. As tensões máximas ou deformações ocorrem geralmente na camada do pavimento que apresenta a maior rigidez. Para atenuar-se este problema é importante que haja um estudo e

uma caracterização do material usado em laboratório, o que levará a utilizar-se um método de dimensionamento mais confiável (WESSELING, 2002).

O fissuramento do pavimento devido à fadiga pode ocasionar o aparecimento de “panelas”, as quais se definem por aberturas no revestimento que deixam à mostra a base. Surgem quando a composição individual do revestimento se separa do material circunvizinho e são levados pelo tráfego. As ditas “panelas” ocorrem quando o fissuramento do revestimento encontra-se em estágio muito avançado e também quando o revestimento foi executado de maneira mais delgada que o indicado (WESSELING, 2002).

2.3 Métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis

Os métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis são divididos em dois grupos: Empíricos e Mecanísticos. A seguir os dois métodos serão tratados individualmente, expondo-se as vantagens e desvantagens impostas por cada um deles.

A concepção dos métodos de projeto existentes foi, geralmente, obtida de duas maneiras distintas. A primeira leva em consideração o desempenho ao longo do tempo das estruturas de pavimento, por meio de experiências “in loco” (modelos empíricos), a segunda baseia-se na teoria elástica considerada adequada para a interpretação do fenômeno (modelos racionais). Acrescenta-se também, métodos que utilizam uma associação de modelos empíricos com os modelos racionais (HARTMANN, 2009; SENÇO 2007).

2.3.1 Métodos empíricos

O empirismo fundamenta-se na experiência acumulada e correlaciona o desempenho dos pavimentos com algumas propriedades dos materiais utilizados na construção. Correlações diretas entre alguns parâmetros estruturais, de tráfego e de vida útil de pavimentos existentes analisados, inspiraram a criação de ábacos, tabelas e fórmulas para o dimensionamento dessas estruturas (BEZERRA, 2004; SENÇO 2007).

As vantagens apresentadas pelos métodos empíricos resumem-se ao fato de que os ensaios de caracterização necessários são de fácil execução e não exigem equipamentos sofisticados. Some-se a isto, o aspecto de que em pavimentos que exibem as mesmas condições apresentadas pelos trechos experimentais, aos quais os métodos empíricos foram fundamentados, a reprodução de desempenho se apresenta em verdadeira grandeza (BEZERRA, 2004; HARTMANN, 2009).

Entretanto o método demonstra algumas limitações, restritas a várias sazonalidades caracterizadas pelos materiais de construção, clima da região e condições de tráfego, não permitindo uma generalização mais ampla para tais condições de contorno. Além disso, tem baixa precisão matemática, não possibilitando a análise de tensões e deformações da estrutura do pavimento (BASTOS; HOLANDA; BARROSO, [201?]).

2.3.2 Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT

Baseando-se em Coutinho (2011) e Motta (1991), o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT, considerado o mais utilizado no Brasil, será comentado brevemente na sequência.

O método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT, elaborado pelo Eng. Murillo Lopes de Souza, em 1966, foi uma adaptação dos conceitos adquiridos em testes de campo e em pistas experimentais do Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) e da AASHO/AASHTO. Este método determina a espessura do pavimento capaz de proteger o subleito quanto à ruptura por cisalhamento ou por acúmulo de deformações permanentes ou plásticas.

O Eng. Murillo Lopes de Souza, retirou do trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, cuja autoria é de Turnbull et al. (1962), gráficos para o dimensionamento de pavimentos e a determinação das equivalências de operação entre as diferentes cargas por eixo e a carga por eixo padrão.

A partir das conclusões das pistas da AASHTO, atribuiu-se aos materiais utilizados nos pavimentos coeficientes de equivalência estrutural e também fatores climáticos regionais. Salienta-se que os valores de equivalência estrutural foram reduzidos em relação aos da AASHTO para obter-se maior segurança no dimensionamento dos pavimentos.

Os itens a seguir mencionados alicerçam a metodologia do DNER de 1966:

- capacidade de suporte do subleito;
- classificação dos materiais granulares empregados no pavimento;
- análise do tráfego;
- coeficiente estrutural;
- espessura mínima do revestimento.

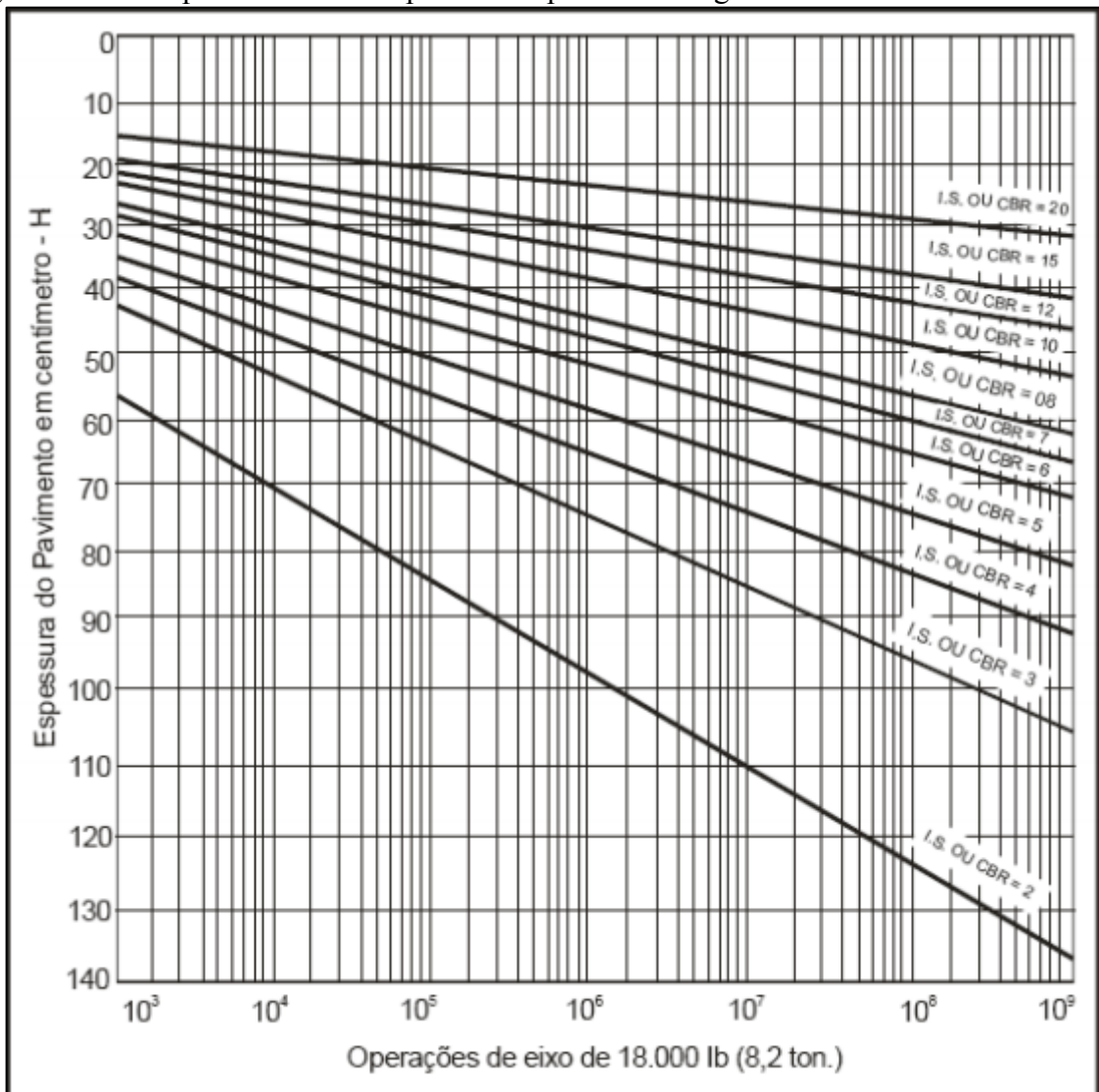
Todavia, mesmo estes parâmetros sendo bem abrangentes, a forma de determinação dos mesmos não permite que tenhamos uma segurança do ponto de vista funcional da

estrutura do pavimento. A determinação do suporte do subleito por meio do ensaio California Bearing Ratio (CBR), ou Índice de Suporte Califórnia (ISC) em tradução para o português, (ABNT NBR 9895), não representa em laboratório as solicitações a que o material estará exposto em campo.

Outro item que merece destaque é a forma de considerar o tráfego na rodovia. Os métodos empíricos consideram como se na rodovia existisse apenas um tipo de carregamento, e os carregamentos que não fazem parte do carregamento padrão são transformados em um número de solicitações de carregamento do eixo padrão “número N”, nessa transformação temos um grande erro embutido, visto que existem diversos fatores que podem não ser considerados, como por exemplo, a pressão de inflação do pneu.

De acordo com Motta (1991), o ábaco mostrado na Figura 3, estabelece uma relação entre a porcentagem de espessura e o logaritmo do número de coberturas, para a obtenção do gráfico de dimensionamento. Este último correlaciona o número total de passagens do eixo padrão, após todas as conversões dos eixos que solicitam o pavimento em determinado período de projeto, com o valor do ISC.

Figura 3 - Ábaco para cálculo da espessura do pavimento segundo o método do DNER



Fonte: Greco (2012, p.5)

Motta (1991) relata ainda que, recomenda-se a desconsideração do fator climático durante o dimensionamento do pavimento. Tal fato justificar-se-ia pela saturação do ISC durante quatro dias. Porém, outras bibliografias incorporam o fator climático no dimensionamento porque consideram a saturação do ISC muito conservadora e não condizente com as condições climáticas e hidrológicas brasileiras.

Entretanto, deve-se ter uma maior atenção com esse viés, em razão do volume das precipitações pluviométricas da atualidade que extrapolam os valores conhecidos até então, tendo os colapsos dos aterros de várias rodovias.

O método do Engenheiro Murillo Lopes de Souza, na concepção de Motta (1991), é tido como demasiadamente excedido em termos de segurança estrutural do pavimento, pois as

espessuras são majoradas no que concerne à redução do CBR e número N na magnitude de 20%.

2.3.3 Métodos mecanísticos

O dimensionamento de um pavimento asfáltico denomina-se mecanístico quando adota uma teoria que prevê as tensões e deformações advindas do tráfego e do clima na estrutura, procurando compatibilizá-las com as resistências dos materiais empregados em sua execução (BEZERRA, 2004; SENÇO 2007).

De acordo com Hartmann (2009), quando há a integração de um modelo estrutural para o pavimento, utilizando as chamadas “funções de transferência”, que associam as respostas da estrutura frente às cargas do tráfego e ao surgimento e evolução de defeitos, conclui-se que se está em presença de um método mecanístico.

Ao adotar esse tipo de observação tem-se uma ideia do aspecto funcional da estrutura quando solicitada, o que pode dar lugar a modificações quanto à natureza dos materiais constituintes, bem como quanto às espessuras das camadas. Esta análise da estrutura sob o ponto de vista mecanístico, possibilita alterá-la a ponto de proporcionar um resultado adequado de cada um dos materiais do pavimento, de modo que o conjunto seja solicitado de forma equilibrada, sem que esforços incompatíveis quanto a sua magnitude atinja uma das camadas levando-a a uma ruptura precoce (BEZERRA, 2004).

A consolidação do uso dos métodos de dimensionamento mecanísticos tem-se tornado uma tendência mundial, tanto para pavimentos flexíveis e rígidos, novos ou restaurados. Os mecanismos de fadiga e deformabilidade são analisados por meio de ferramentas da análise estrutural no cálculo de tensões e deformações. A parcela de empirismo prende-se principalmente à correta avaliação do tráfego e aos parâmetros experimentais do modelo matemático, que são determinados no laboratório e no campo (MEDINA et al., 2005).

O guia AASHTO (1986), descreve as seguintes vantagens de se utilizar um método mecanístico no dimensionamento de pavimentos flexíveis:

- melhor confiabilidade no projeto;
- possibilidade de prever defeitos específicos;
- possibilidade de extrapolação de resultados de laboratório e de campo;
- maior compatibilização entre custo e benefício das obras;

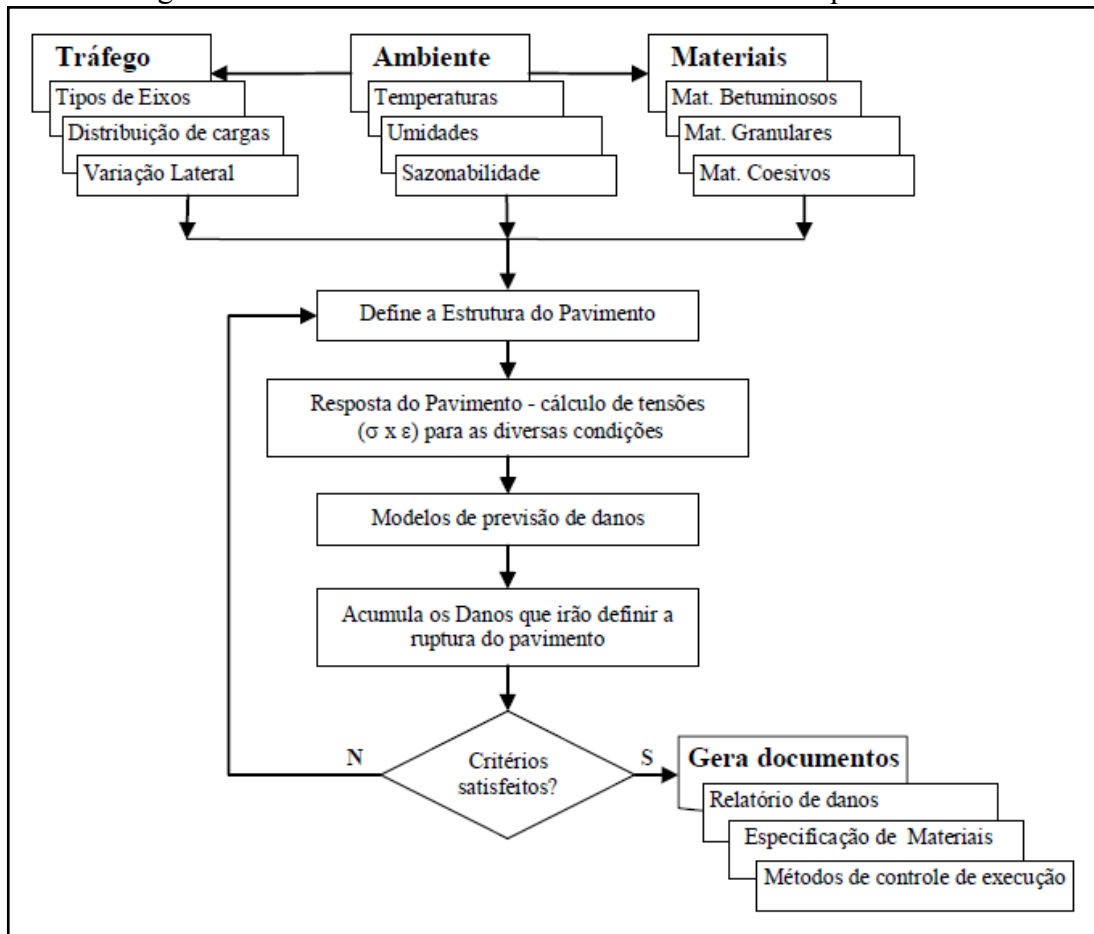
- possibilidade de prever as consequências de novas configurações de carregamento;
- melhor utilização dos materiais disponíveis;
- possibilidade de se considerar explicitamente os defeitos sazonais.

2.4 O programa SisPav

As estruturas dos pavimentos também podem ser dimensionadas pelo Software SisPav, que leva em consideração definições cuja origem está sediada na mecânica dos pavimentos. O programa possui mecanismos de manipulação de fácil entendimento, com simples inserção de dados e parâmetros indicados para efeitos de anteprojeto. Além disso, segue um ponto de vista que tem como premissa a análise elástica não linear para o dimensionamento das camadas (FRANCO, 2007).

O fluxo deste programa no seu aspecto basilar, conforme apresentado na Figura 4, demonstra uma sequência de desenvolvimento e detalhamento que leva em consideração o clima, conjuntamente a uma diversidade de eixos e variação de lateralidade de tráfego (FRANCO, 2007).

Figura 4 - Fluxograma de funcionamento do método mecanístico-empírico SisPav



Fonte: Franco (2007, p.22)

Segundo Franco (2007), o SisPav trabalha sob a ação de duas óticas distintas. A primeira delas detém-se na obtenção da dimensão da camada, por meio da análise de informações de entrada, decodificadas por um dispositivo algorítmico do programa. Já a segunda ótica, notabiliza-se por uma análise de informações e particularidades definidas em projeto, bem como indica a longevidade que pode ser abrangida pela estrutura.

Ainda, afirma o referido autor Franco (2007), que as patologias mais comumente encontradas em pavimentos podem ser previstas pelo emprego do SisPav. Em caráter opcional pode-se requisitar de modo estimado outras informações, tais como: deformações permanentes de trilha de roda, deflexões excessivas e tensão limite no topo do subleito.

2.5 Vida útil de um pavimento

Tomando-se como referência o site de produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS/RS, a definição de vida útil de um pavimento será exposta na sequência.

A longevidade de um pavimento está diretamente ligada à diversidade e à intensidade de influências que atingem o mesmo. Então, baseando-se nessa constatação, conclui-se que se faz necessário o recapeamento ou restauração do pavimento, após este ter a sua funcionalidade prejudicada.

Define-se vida útil de um pavimento como sendo o intervalo de tempo entre duas restaurações, ou ainda, como o período decorrido entre sua execução inicial e a sua primeira restauração.

Baseando-se nos princípios estabelecidos pelo método de projeto de pavimentos flexíveis do DNER, atual DNIT, constata-se que o dimensionamento de um pavimento é feito levando-se em consideração o número equivalente N de operações do eixo padrão. Costumeiramente, tal procedimento pressupõe a determinação de um período de projeto, geralmente na média de 10 anos.

2.6 Dados do tráfego e número “N”

O dimensionamento de pavimentos é elaborado a partir de informações sobre o volume e a composição do tráfego, obtidos por meio da contagem volumétrica, que visa determinar a direção, a quantidade e a composição do fluxo de veículos que toma como referência um trecho escolhido de determinada rede viária, em relação a uma unidade de tempo (FRANCO 2007; MOTTA 1991).

A contagem volumétrica ocorre de duas maneiras: manualmente e automaticamente. A primeira utiliza-se de uma planilha adequada para o registro dos dados, feitos manualmente por um pesquisador postado ao lado da via. Enquanto que, a contagem automática dispõe de equipamentos instalados lateralmente sobre a rodovia, para a realização desta operação (UFRGS, 201[?]).

Segundo UFRGS (201[?]), o volume diário médio (VDM) define a quantidade de veículos mistos que transitam, em ambos os sentidos do tráfego, numa determinada seção da rodovia. Entre os benefícios proporcionados pelo VDM, podem-se enumerar os seguintes tópicos:


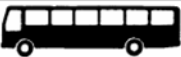



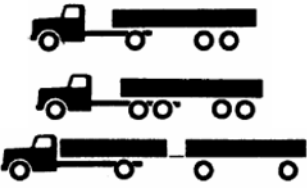
- dados consistentes à respeito da demanda e de como se compõe o tráfego em um trecho;
- relação entre a demanda e a capacidade da via;
- classificação da via, levando-se em consideração sua importância;
- dimensionamento do pavimento, em função do cálculo do número N.

De acordo com Senço (2007), durante a elaboração de um projeto de pavimento flexível, os itens que são avaliados estão associados às seguintes informações técnicas:

- resistência oferecida pelo solo do subleito, verificada por meio dos ensaios “Índice de Suporte Califórnia” ou “Módulo de Resiliência”;
- caracterização completa dos materiais que virão a compor o pavimento;
- efeitos da densidade do tráfego.

Uma diversidade muito grande de veículos constitui o tráfego de carga que solicita o pavimento. Tais meios de transporte transitam pelas vias utilizando variados tipos de eixos, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Composição do tráfego

| Composição do Tráfego | | |
|---|--|------------------------|
| Tipo de Veículo | Configuração | Classe |
| Moto Automóvel Pick-up |  | Passeio |
| Ônibus 2E Ônibus 3E |  | Ônibus |
| Caminhão 2C |  | Carga leve |
| Caminhão simples 2C |  | Carga média |
| Caminhão trucado 3C Semi-reboque 2S1 |  | Carga pesada |
| Semi-reboque 2S2 Semi-reboque 2S3 Semi-reboque 3S1 Semi-reboque 3S2 Semi-reboque 3S3 Reboque 2C2 |  | Carga ultra- pesada |

Fonte: Imagem extraída do site de produção da UFRGS²

² Disponível em: < http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_08-avaliacao_de_trafego_e_calculo_do_n.pdf >

A correlação de cada tipo de eixo ao eixo padrão, que se apresenta como um eixo simples de rodado duplo com carga de 8,2 t e 80 Psi de pressão de inflação dos pneus representa a ação do tráfego em determinada via (FRANCO, 2007; MOTTA 1991).

A quantidade de passagens do eixo padrão em um período de tempo convencional define-se como o número N. Além do tráfego característico da via, devem ser consideradas outras vias ditas secundárias que passam a tributar o seu tráfego à primeira, no cálculo do número N (FRANCO, 2007; MOTTA 1991).

2.7 Propriedades dos materiais de base, sub-base e reforço do subleito

Abordar-se-á nesse item, baseando-se em Bernucci et al. (2008), Couto (2009) e Neto (2011), os materiais que possam vir a compor a base, a sub-base e o reforço do sub-leito de um pavimento, de modo a acrescentar maior resistência estrutural ao mesmo.

2.7.1 Brita graduada simples

A brita graduada simples (BGS), Figura 6, tem seu emprego muito difundido como base e sub-base em pavimentos asfálticos. Revela-se um material com distribuição granulométrica bastante regular.

Conforme Bernucci et al. (2008), devido à interação do material pétreo e uma resistência satisfatória, a BGS apresenta-se com ISC de alto valor, estimado entre 60% e valores superiores a 100%. Relaciona-se também a tal esqueleto sólido o módulo de resiliência variando de 100 MPa a 400 MPa, resistência essa que advém da natureza dos agregados, do estado de compactação e do estado de tensões.

Figura 6 - Brita graduada simples



Fonte: Imagem extraída do site do Grupo Ultramar³

2.7.2 Macadame hidráulico e seco

O macadame hidráulico constitui-se basicamente por agregados graúdos, preenchidos em seus vazios por agregados miúdos aglutinados pela água. Ressalta-se que é um material de origem natural ou obtido por meio de britagem de rochas basálticas, que apresenta comportamento estável mediante intensa compactação.

A execução de camada com o material em questão exige que o mesmo apresente-se com diâmetro máximo de 33% a 50% da espessura final da camada. Dessa maneira, constata-se uma seleção minuciosa do material, em paralelo com uma adequada construção, que são essenciais para que o macadame apresente alta resistência e baixa deformabilidade.

O macadame seco, Figura 7, apresenta como única diferença perceptível em relação ao macadame hidráulico, o fato de não conter aglutinação do agregado miúdo pela água.

Em relação ao módulo de resiliência desse material, registra-se que a sua obtenção só é possível por meio da retroanálise de bacias de deflexão em campo, devido à impossibilidade de se conseguir o resultado em laboratório (BERNUCCI et al., 2008).

Em solos detectados como de baixa capacidade de suporte, costuma-se usar o rachão para um aumento substancial da resistência da estrutura. A deformação permanente no pavimento é visivelmente reduzida quando se dá a interação de tal material pétreo, que trabalha como reforço do subleito.

³ Disponível em: < <http://www.grupoultramar.com.br/pedreira/lightbox/produtos.php>>

Figura 7 - Macadame seco



Fonte: Imagem extraída do site da empresa Klanovicz⁴

2.7.3 Solo-agregado e materiais estabilizados granulometricamente

Conceitualmente define-se um solo agregado como mistura heterogênea, onde prevalecem britas, pedregulhos ou areia, com a presença de silte e argila, sendo estes últimos classificados como solo.

Bernucci et al. (2008), diante do objetivo de atingir um melhor entendimento dos solos-agregados, estabeleceu uma classificação que subdivide este material em três tipos diferentes, Figura 8, levando em consideração a proporção da parte graúda em relação à parte fina.

- a) O primeiro material abordado caracteriza-se pelo contato grão-grão, que é fator preponderante para tornar a mistura de baixa densidade, além de permeável.
- b) A característica predominante neste segundo material é o preenchimento dos vazios por partículas finas, o que confere ao conjunto uma alta densidade e uma redução da permeabilidade.
- c) O terceiro material destaca-se pelo excesso de partículas finas na mistura, o que ocasiona uma dificuldade do contato grão-grão dos agregados graúdos. Estes dois aspectos fundamentais são decisivos para a baixa densidade do material e para a redução da permeabilidade da mistura.

Tradicionalmente as especificações dão preferência a materiais que privilegiem o contato grão-grão dos agregados graúdos. Além disso, a obtenção de uma granulometria bem regular também é indicada para a estabilização da camada que virá a constituir a estrutura.

⁴ Disponível em: < <http://klanovicz.com.br/produtos20.html> >

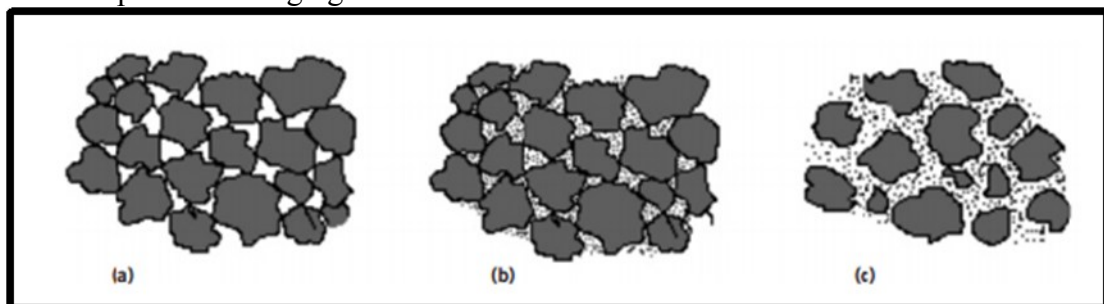
Apesar das misturas do tipo (a) e (b) serem indicadas como as mais adequadas pelas especificações de construção dos pavimentos, o material (c) sobressaiu-se muito bem ao apresentar bons resultados quando colocado em prática. Este último, mais conhecido como solo-areia e solo-brita-descontínuo, possui como fator relevante a natureza do seu material fino. Estudos comprovam que a utilização de solo laterítico neste conjunto apresenta resultados vantajosos, devido à: inexistência do ciclo gelo-degelo, favorecimento da drenagem e apresentação de uma umidade de equilíbrio com valores inferiores à umidade de compactação.

Em relação à capacidade de suporte do material em questão, constata-se que quanto maior a quantidade de brita na mistura, mais elevada é sua resistência (BERNUCCI et al., 2008).

O solo laterítico, quando pertencente a uma mistura confere a esta satisfatórios valores de coesão, baixa expansibilidade e uma importante capacidade de suporte. Ao deslocar-se o foco para o Módulo de Resiliência observa-se que os valores obtidos por essas misturas se aproximam aos das Britas Graduadas Simples, por demonstrarem uma deformabilidade menor.

Após todas essas ações e observações concluiu-se que houve a obtenção de um material que pode ser usado em bases de vias de baixo tráfego, assim como no reforço do subleito de estradas com alta sollicitação de carga.

Figura 8 - Tipos de solo-agregado



Fonte: Yoder e Witczak (1975), apud Bernucci et al. (2008) p.359

2.7.4 Solo argiloso fino laterítico

O solo argiloso fino laterítico, Figura 9, notabiliza-se por ter em sua composição areia e argila laterítica. A granulometria do referido material identifica-se pela sua descontinuidade, pois não possui silte. O emprego deste material ocorre como reforço do sub-leito, sub-base e base em rodovias de tráfego médio ou pesado.

Ressalta-se que os maiores e menores valores de Módulo de Resiliência (MR), neste caso, estão ligados ao percentual de argila no material, de modo que os mais argilosos apresentam MR's aquém dos valores obtidos pelos materiais menos argilosos. A partir disso, pode-se afirmar que os valores de MR variam de 100 MPa a 500 MPa, sofrendo influência do tipo do solo laterítico presente (BERNUCCI et al., 2008).

Figura 9 - Solo argiloso fino laterítico



Fonte: Imagem extraída do site Portal de Tecnologia⁵

2.7.5 Outros materiais granulares e reciclados

Tem-se conhecimento, que em determinados locais do Brasil estão presentes jazidas de lateritas, associadas a solos arenosos e argilosos lateríticos. O seu emprego ocorre normalmente como bases, sub-bases e reforços do sub-leito. Além disso, as lateritas apresentam valores de Módulo de Resiliência que variam de 100 MPa a 500 MPa (BERNUCCI et al., 2008).

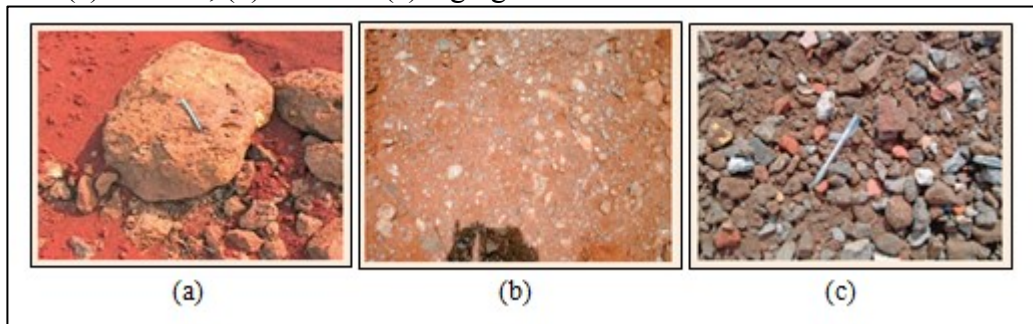
Há também a ocorrência de saibros em territórios brasileiros que se caracterizam por serem materiais granulares naturais, com poucos finos, apresentando resquícios de granito e gnaise. A sua utilização está ligada comumente à execução de bases, sub-bases e reforço do sub-leito. Embora, apresentem ISC elevado, a deformabilidade expressiva é observada em suas utilizações, devido ao fato deste material ter procedência mineralógica, determinando cuidados adicionais ao se empregar o material em obra.

⁵ Disponível em: < <http://www.portaldetecnologia.com.br/pavimentacao-obras/pode-se-obter-safl-artificial-para-uso-em-bases/>>

A necessidade de reaproveitamento de materiais levou ao uso de reciclados em pavimentação, em nome da sustentabilidade. A origem dos mesmos são os resíduos da construção civil e das demolições, utilizados normalmente em reforços do sub-leito e sub-bases, se atenderem às especificações vigentes da execução de pavimentos.

A Figura 10, mostra imagens da laterita, saibro e agregado reciclado.

Figura 10 – (a) Laterita, (b) Saibro e (c) Agregado reciclado



Fonte: Bernucci et al. (2008, p. 355)

2.7.6 Brita graduada tratada com cimento

A Brita Graduada Tratada com Cimento, ilustrada na Figura 11, é identificada pela sigla BGTC, tem seu uso bastante acentuado principalmente em rodovias cujo volume de tráfego é intenso. Os anos 70 são o marco inicial do seu emprego no país, havendo indícios de seu uso como base de pavimentos intertravados e betuminosos, além de sub-bases de pavimentos de concreto.

A BGTC confere status de “semi-rígido” ao pavimento ao ser utilizada como base na estrutura. Acrescenta-se a isso, relatos de que a mesma foi usada como sub-base, enquanto a brita graduada simples (BGS) fez o papel de base em pavimentos asfálticos, surgindo então a denominação de pavimentos semi-rígidos para tal conjunto estrutural.

A composição da BGTC assemelha-se a da BGS, entretanto soma-se cimento, à razão de 3% a 4% em peso, a tal matriz pétreo.

Por sua vez, é de conhecimento geral, que peças de concreto experimentam retrações devido a presença de cimento, tendo como consequência o surgimento de trincas e fissuras, que se manifestam na superfície asfáltica, quando se usa a BGTC como base. Por esta razão, convencionou-se que a BGTC é um bom material para sub-base, pois assim atenua-se a transmissão de suas patologias para a camada de rolamento.

Segundo Bernucci et al. (2008), os valores de Módulo de Resiliência para a BGTC variam de 6000 MPa a 12000 MPa.

Figura 11 - Brita graduada tratada com cimento



Fonte: Bernucci et al. (2008, p. 356)

2.7.7 Solo cimento

A adição de cimento no solo justifica-se pela estabilização química que este proporciona ao material primário, conforme ilustrado na Figura 12.

Os objetivos aos quais se deseja chegar quando há a união desses dois componentes variam de acordo com o percentual de cimento junto ao solo. Assim, percentuais acima de 5% em relação à massa total, são empregados para a obtenção do material denominado solo-cimento, de modo a atingir-se o enrijecimento do solo. Em contrapartida, se a intenção está em acrescentar qualidade às propriedades como trabalhabilidade e capacidade de suporte, usam-se percentuais mais baixos de cimento, da ordem de 3%, e define-se o material como mistura de solo melhorado com cimento.

Torna-se um condicionante para a realização da estabilização de um solo com cimento, a presença de uma apreciável proporção de areia no mesmo. A presença importante da argila torna o processo dispendioso no que diz respeito ao aspecto econômico, pois o solo com alto teor de argila pode apresentar uma retração muito expressiva.

O emprego desse tipo de material tem se mostrado eficiente, embora exija uma mistura bem dosada. O principal problema desse tipo de solo é o aparecimento de um excessivo número de trincas devido à retração. A propósito, este material é utilizado em base e sub-base, principalmente em pavimentos de concreto.

Conforme Bernucci et al. (2008), o material possui Módulo de Resiliência variando de 2000 MPa a 10000 MPa.

Figura 12 - Solo cimento



Fonte: Bernucci et al. (2008, p. 356)

2.7.8 Solo cal

A mistura solo-cal, Figura 13, apresenta as mesmas finalidades da mistura solo-cimento, emprestando ao material primário enrijecimento, maior trabalhabilidade e expansão reduzida. A aplicação do solo-cal ocorre sobre solos argilosos e siltosos e é empregado de modo especial em reforços de sub-leito e sub-base. A mistura ainda pode ser aplicada na base de pavimentos de tráfego de volume baixo.

O solo-cal se comparado com o solo-cimento tem um período de cura maior que este último, de modo a permitir que ocorram as reações químicas que determinam o acréscimo de resistência. A mistura solo-cal, no que se refere ao seu poder de estabilização varia de acordo com a pureza e origem do material.

As reações químicas que provocam a floculação ocorrem por transferência de elétrons e permitem que haja uma redução na plasticidade, o que ocasiona um acréscimo de trabalhabilidade e expansibilidade nos solos. Quando se quer tornar as reações mais lentas acrescenta-se pozolana e obtém-se uma ação cimentante, pois houve uma redução da velocidade nestas reações. Além disso, a temperatura influencia decisivamente nas reações e as proporções de cal variam de 4% a 10% em massa (BERNUCCI et al., 2008).

Figura 13 - Solo cal



Fonte: Imagem extraída do site da Indústria CALCIDRATA⁶

2.8 Parâmetros de deformabilidade dos materiais usuais de pavimentação

Os mecanismos para a obtenção da resistência dos solos e materiais granulares serão apresentados na sequência, tomando-se como base a bibliografia de Bernucci et al. (2008), Motta (1991) e as normas ABNT NBR 9895 e DNIT – ES 134/2010.

2.8.1 Índice de Suporte Califórnia

A concepção do Índice de Suporte Califórnia (ISC), teve origem em estudos efetuados nos Estados Unidos, e em síntese utiliza um ensaio de penetração como base para determinar o potencial de ruptura do subleito, quando este é submetido à prova por passagem de cargas repetidas em rodovias.

O valor do Índice de Suporte Califórnia tomado como referência foi estabelecido a partir da média dos resultados dos ensaios de resistência à penetração, realizados em materiais tidos como de alto padrão de desempenho. Determinada a média padrão, equivalente a 100%, observa-se a dispersão do material ensaiado em relação a tal porcentagem, podendo-se encontrar valores abaixo ou acima do parâmetro ideal, representando quão melhor ou pior é sua resistência no ensaio ISC.

Definiu-se então, uma correlação empírica entre a capacidade de suporte do material com o seu desempenho dentro da estrutura, na intenção de limitar tensões e protegê-la da

⁶ Disponível em: < <http://www.calcidrata.pt/Aplicacao.html> >

ruptura. O método brasileiro do DNER de 1966 levou em consideração o conteúdo desenvolvido do Índice de Suporte Califórnia para o dimensionamento de pavimentos.

A finalidade principal do ensaio ISC restringe-se na verificação da resistência à penetração, do cilindro normatizado, em um corpo de prova de solo ou material granular. Por meio do resultado encontrado faz-se uma relação indireta entre a coesão e o ângulo de atrito do material.

Deve-se ressaltar que atualmente o ISC é um método considerado ultrapassado, pelo fato do mesmo apresentar modo de ruptura e condições de deformabilidade que não correspondem às verdadeiras solicitações sofridas em campo pelo solo. Países, como Estados Unidos, já aderiram ao módulo de resiliência para o dimensionamento de pavimentos asfálticos, no entanto, no Brasil a técnica ainda é bastante utilizada por causa do baixo custo dos equipamentos.

2.8.2 Módulo de Resiliência

O ISC é determinado a partir de um ensaio que envolve a atuação de uma carga que aumenta gradativamente sobre um corpo-de-prova. Porém, verifica-se que as tensões provocadas não são condizentes no que tange ao efeito das cargas repetidas incidentes sobre a estrutura do pavimento.

Observa-se que solos que tenham o mesmo ISC, podem apresentar disparidades comportamentais mediante a ação das cargas repetidas que atuam na superfície do pavimento, portanto adota-se como resultado conclusivo o fato de existir apenas uma relação aproximada entre o ISC e o desempenho da estrutura.

O principal problema que cerca o estudo dos pavimentos é criar em laboratório uma situação, mais próxima possível, do efeito das cargas repetidas, de modo a se elaborar uma resposta às circunstâncias encontradas na realidade.

O surgimento de trincamentos e rupturas por cargas repetidas nos pavimentos levaram técnicos da área a desenvolverem métodos para aferir os deslocamentos verticais dos mesmos. Então, convencionou-se que seria adotada a nomenclatura “deflexão” para deslocamentos verticais transitórios.

Sendo assim, a interrupção da ação das cargas em um pavimento, gera parcela de deslocamento permanente e outra parcela de deslocamento recuperável, denominado resiliente.

Em vista do anteriormente mencionado, sugere-se a substituição do ISC pelo Módulo de Resiliência (MR) para o dimensionamento de pavimentos asfálticos, em razão da justificativa colocada a seguir:

- uma das funções básicas do MR é apontar a característica principal do material que o define como adequado ou não adequado para integrar um sistema de múltiplas camadas, durante sua análise mecânica e avaliação de desempenho.

O módulo de resiliência de materiais de pavimentação é obtido por meio da utilização de equipamento triaxial de cargas repetidas. Os corpos-de-prova contendo o material a ser ensaiado devem apresentar a altura igual ao dobro do diâmetro, onde seu conteúdo deve ser compactado nas condições representativas de projeto e obra. A variação da carga aplicada ocorre segundo a função trigonométrica seno (0° a 90°) que representa uma passagem de roda.

Nos procedimentos para a obtenção do módulo de resiliência, utilizam-se tensões de confinamento, dada pela pressão reativa exercida pelas paredes do corpo-de-prova, e tensões solicitantes, aplicadas repetidamente no eixo axial do corpo-de-prova.

Após todos os trabalhos laboratoriais, a determinação do valor do MR se dá pelo quociente da tensão pela deformação, infringidas ao material. Conclui-se então que o Módulo de Resiliência aumenta quando a deformação resiliente diminui. Por outro lado, o Módulo de Resiliência diminui quando a deformação resiliente aumenta, temos então uma inversão de proporcionalidade.

Pode-se ainda acrescentar, que o material apresenta MR influenciado pelo comportamento tipicamente granular ou coesivo, além de ser alterado conforme a profundidade em que se encontra no pavimento. A umidade, a energia e o método de compactação também influenciam no MR.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho tem como propósito apresentar diferentes combinações de estruturas para compor diversos pavimentos flexíveis, fazendo uso da ferramenta computacional SisPav de Franco (2007) e do “Método de projeto de pavimentos flexíveis do DNIT” (1981).

Neste capítulo são apresentados os dois métodos de dimensionamento utilizados, bem como todos os parâmetros de entrada utilizados pelos mesmos.

3.1 Planejamento da pesquisa

Em um primeiro momento, a metodologia consistiu em fazer simulações, utilizando o programa SisPav, para encontrar as espessuras necessárias de cada camada de acordo com a suas propriedades de módulo de resiliência. Desta forma, as variáveis que integraram o dimensionamento de cada uma das cinco rodovias foram o módulo de resiliência e a espessura das camadas de base e de revestimento.

Alguns parâmetros de entrada, como: o número de solicitações, o tipo de carregamento, bem como todos os fatores relacionados ao tráfego e clima, tiveram seus valores fixados baseando-se em pesquisas de literatura, permanecendo inalterados nas diversas simulações realizadas no SisPav.

Em sequência, desenvolveu-se o dimensionamento das cinco rodovias escolhidas com o emprego do método empírico para pavimentos flexíveis, concebido pelo Eng. Murillo Lopes de Souza em 1966 para o DNER, atual DNIT.

Então, os resultados das duas formas de dimensionamento foram colocados de maneira comparativa, de modo a se analisar as disparidades entre um método e outro, na intenção de verificar as vantagens e desvantagens de cada um.

3.2 Rodovias analisadas

As rodovias adotadas como objeto de pesquisa deste trabalho, tiveram seus dados retirados do relatório intitulado “A influência do Tráfego de Composições de Veículos de Carga – CVC’s sobre os Pavimentos das Rodovias do Rio Grande do Sul”, oriundo de uma parceria entre o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul e a

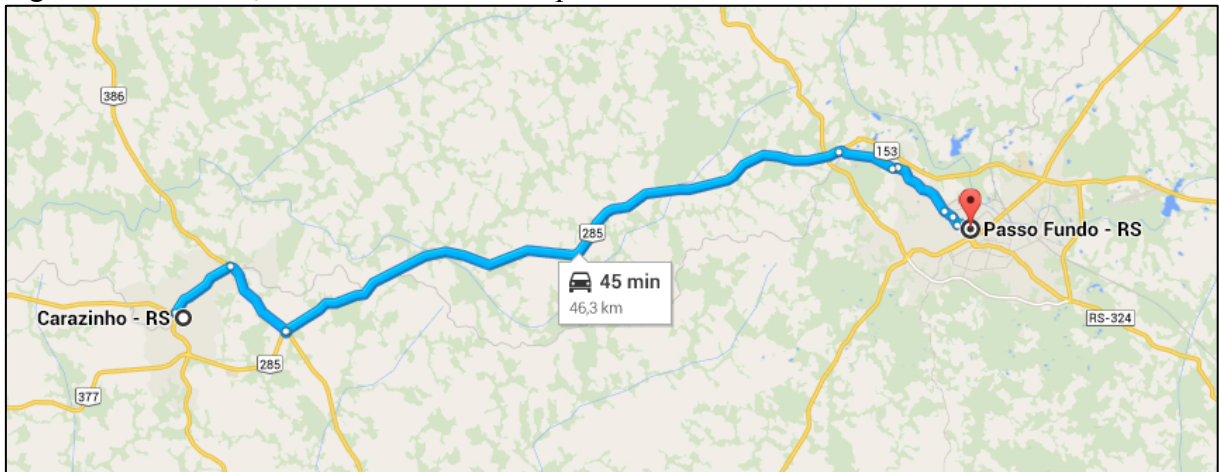
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por meio do laboratório de Sistemas de Transportes (LASTRAN).

No relatório foram coletados os dados referentes às rodovias BR-285, BR-287, BR-290 e BR-386. Além destas quatro rodovias pertencentes ao relatório mencionado anteriormente, também foi incorporada à análise desta pesquisa a RSC-377, com trecho localizado na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul.

3.2.1 Rodovia BR – 285

A primeira rodovia estudada foi a BR-285, sentido Carazinho – Passo Fundo, Figura 14, correspondendo a um trecho de 46,3 Km, a qual apresentou uma frota comercial equivalente a 497.916 veículos no ano de 2001, sendo considerada de baixa intensidade de tráfego.




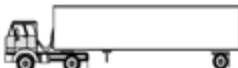


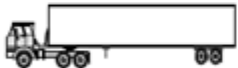
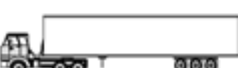
Figura 14 - BR-285, trecho entre os municípios de Carazinho e Passo Fundo



Fonte: Google Maps

A seguir, na Figura 15, tem-se um quadro referente ao Volume Diário Médio (VDM) e ao Volume Anual de tráfego, com seus respectivos eixos, da rodovia BR-285 no trecho especificado.

Figura 15 – Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da BR-285

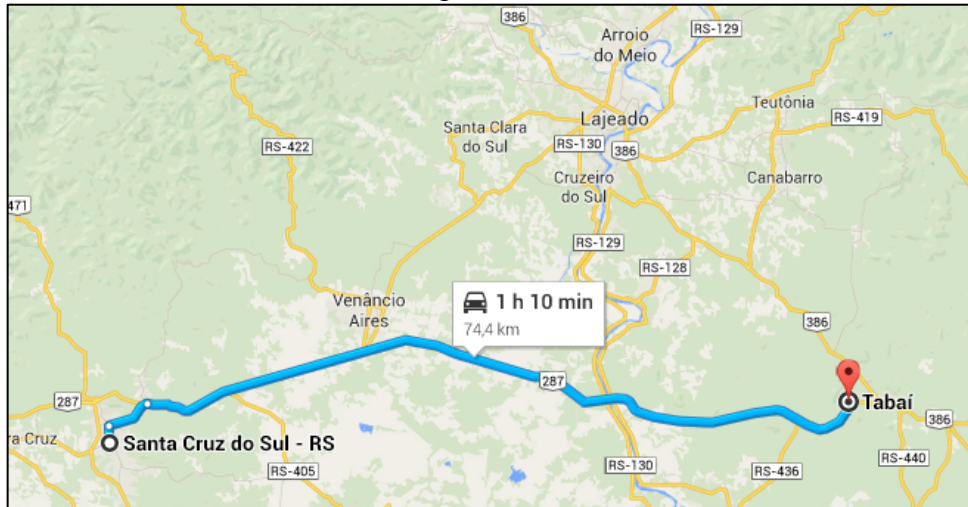
| Tipos de Veículos | Categoria | VDMA corrigido | Volume Anual |
|---|-----------|----------------|--------------|
|  | 2U (16) | 193,61 | 70667,65 |
|  | 2U (22) | 292,23 | 106663,95 |
|  | 3U | 348,15 | 127074,75 |
|  | 2S1 | 12,16 | 4438,40 |
|  | 2S2 | 40,04 | 14614,60 |
|  | 2S3 | 394,38 | 143948,7 |
|  | 3S2 | 15,61 | 5697,65 |
|  | 3S3 | 151,53 | 55308,45 |

Fonte: DOC – DAER / Lastran – UFRGS, (2003, p. 23)

3.2.2 Rodovia BR – 287

A segunda Rodovia analisada foi a rodovia BR-287, sentido Santa Cruz do Sul – Tabaí, Figura 16, correspondendo a um trecho de 74,4 Km, a qual apresentou uma frota comercial equivalente a 801.525 veículos no ano de 2001, sendo considerada de média intensidade de tráfego.




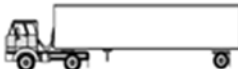

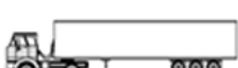
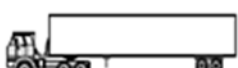
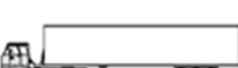
Figura 16 - BR-287, trecho entre os municípios de Santa Cruz do Sul e Tabai



Fonte: Google Maps

No quadro da Figura 17, têm-se os dados referentes ao Volume Diário Médio (VDM) e ao Volume Anual de tráfego, com seus respectivos eixos, da rodovia BR-287 no trecho especificado.

Figura 17 - Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da BR-287

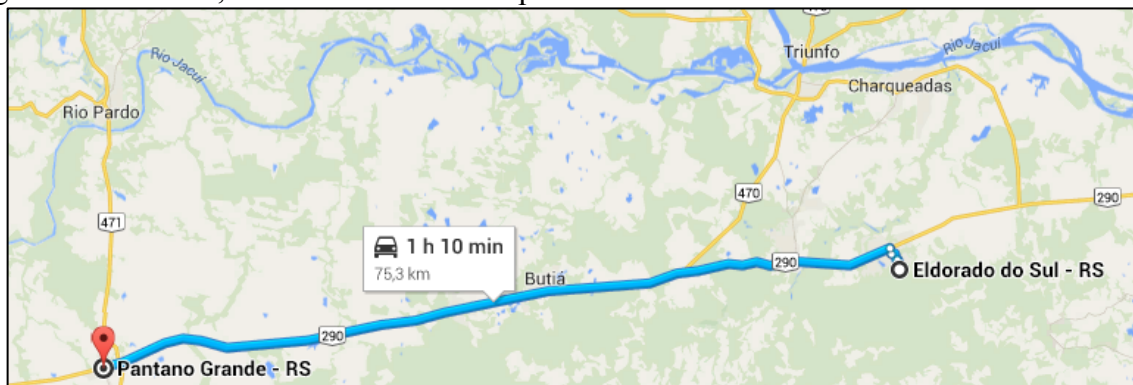
| Tipos de Veículos | Categoria | VDMA corrigido | Volume Anual |
|---|-----------|----------------|--------------|
|  | 2U (16) | 328,71 | 119979,15 |
|  | 2U (22) | 577,66 | 210845,9 |
|  | 3U | 542,78 | 198114,7 |
|  | 2S1 | 13,74 | 5015,10 |
|  | 2S2 | 51,73 | 18881,45 |
|  | 2S3 | 291,46 | 106382,9 |
|  | 3S2 | 18,40 | 6716 |
|  | 3S3 | 133,04 | 48559,6 |

Fonte: DOC – DAER / Lastran – UFRGS, (2003, p. 22)

3.2.3 Rodovia BR-290

A terceira análise foi feita com rodovia BR-290, sentido Eldorado do Sul – Pântano Grande, Figura 18, correspondendo a um trecho de 75,3 Km, a qual apresentou uma frota comercial equivalente a 809.638 veículos no ano de 2001, sendo considerada de média intensidade de tráfego.




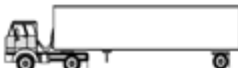


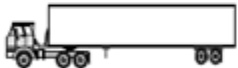
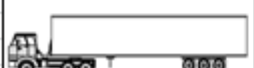
Figura 18 - BR-290, trecho entre os municípios de Pântano Grande e Eldorado do Sul



Fonte: Google Maps

No quadro da Figura 19, têm-se dados referentes ao Volume Diário Médio (VDM) e ao Volume Anual de tráfego, com seus respectivos eixos, da rodovia BR-290 no trecho especificado.

Figura 19 - Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da BR-290

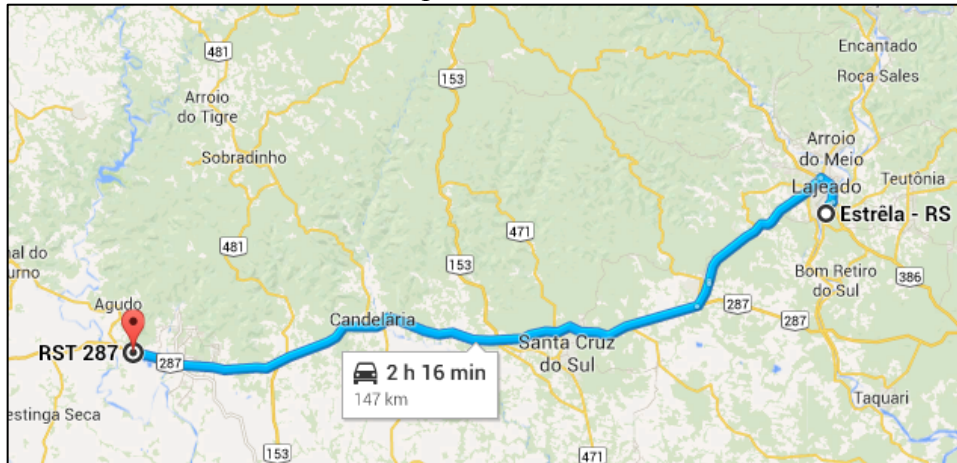
| Tipos de Veículos | Categoria | VDMa corrigido | Volume Anual |
|---|-----------|----------------|--------------|
|  | 2U (16) | 353,94 | 129188,1 |
|  | 2U (22) | 534,23 | 194993,95 |
|  | 3U | 544,51 | 198746,15 |
|  | 2S1 | 26,97 | 9844,05 |
|  | 2S2 | 43,69 | 15946,85 |
|  | 2S3 | 462,16 | 168688,40 |
|  | 3S2 | 55,12 | 20118,8 |
|  | 3S3 | 152,40 | 55626 |

Fonte: DOC – DAER / Lastran – UFRGS, (2003, p. 22)

3.2.4 Rodovia BR-386

A quarta rodovia estudada foi a rodovia BR-386, sentido Estrela – entrada RST-287, Figura 20, correspondendo a um trecho de 147 Km, a qual apresentou uma frota comercial equivalente a 1.151.214 veículos no ano de 2001, sendo considerada de alta intensidade de tráfego.





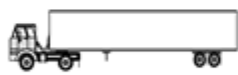

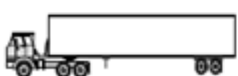
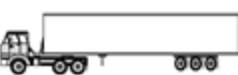
Figura 20 - BR-386, trecho entre o município de Estrela e a entrada da RST-287



Fonte: Google Maps

Na Figura 21 tem-se um quadro referente ao Volume Diário Médio (VDM) e ao Volume Anual de tráfego, com seus respectivos eixos, da rodovia BR-386 no trecho especificado.

Figura 21 - Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da BR-386

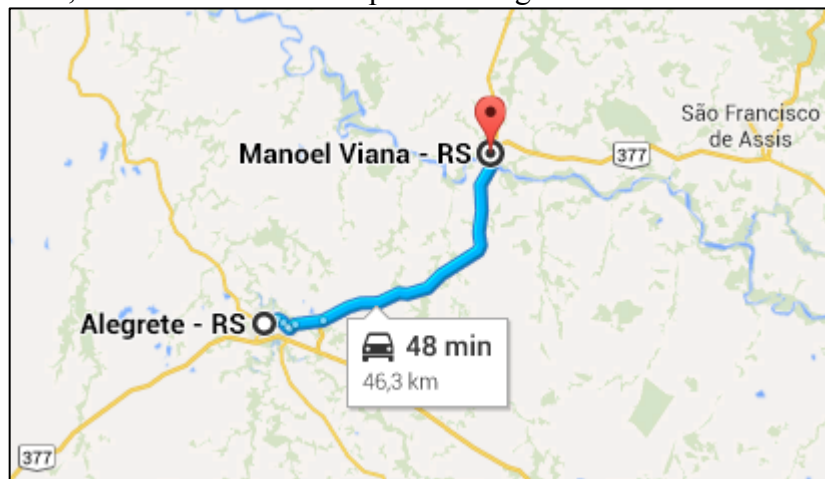
| Tipos de Veículos | Categoria | VDMa corrigido | Volume Anual |
|---|-----------|----------------|--------------|
|  | 2U (16) | 419,72 | 153197,80 |
|  | 2U (22) | 633,52 | 231234,80 |
|  | 3U | 1265,53 | 461918,45 |
|  | 2S1 | 27,71 | 10114,15 |
|  | 2S2 | 69,66 | 25425,90 |
|  | 2S3 | 613,50 | 223927,50 |
|  | 3S2 | 32,96 | 12030,40 |
|  | 3S3 | 320,87 | 117117,55 |

Fonte: DOC – DAER / Lastran – UFRGS, (2003, p. 22)

3.2.5 Rodovia RS-377

A última rodovia analisada foi a rodovia RSC-377, sentido Alegrete – Manoel Viana, Figura 22, correspondendo a um trecho de 46,3 Km, a qual apresentou uma frota comercial equivalente a 397.120 veículos no ano de 2013, sendo considerada de baixa intensidade de tráfego.





Figura 22 - RS-377, trecho entre os municípios de Alegrete e Manoel Viana



Fonte: Google Maps

Na Figura 23 tem-se um quadro referente ao Volume Diário Médio (VDM) e ao Volume Anual de tráfego, com seus respectivos eixos, da rodovia RS-377 no trecho especificado. Os dados aqui apresentados foram concedidos pela Polícia Rodoviária Estadual (informação verbal) (PRE, 2014)⁷.

Figura 23 - Quadro referente ao volume de tráfego do trecho da RS-377

| Tipos de Veículos | Categoria | VDMa corrigido | Volume Anual |
|---|-----------|----------------|--------------|
|  | 2U | 106 | 38690 |
|  | 3U | 62 | 22630 |
|  | 2S3 | 78 | 28470 |
|  | 2S3 | 32 | 11680,00 |

Fonte: PRE (2014)

⁷ Polícia Rodoviária Estadual – RS. Alegrete, 2014.

3.3 Especificações de projeto no uso do programa SisPav

Tomando-se como objeto de estudo as cinco rodovias que foram mencionadas anteriormente, será descrito a seguir os fatores considerados para a obtenção das espessuras da camada de revestimento asfáltico, durante as simulações realizadas no SisPav. São elas:

- as espessuras escolhidas para a base das quatro primeiras rodovias listadas neste trabalho foram 20, 30, 40 e 50 cm, com a ressalva que a RS-377 teve suas simulações elaboradas na sequência de 10, 20, 30 e 40 cm de base, pelo fato de ser a rodovia que apresenta o menor carregamento em relação as outras;
- a camada de sub-base durante as simulações terá seu valor de módulo de resiliência fixado em 150 MPa, com espessura de 30 cm;
- o subleito apresentará 50 MPa de módulo de resiliência;
- na guia *Clima* do programa SisPav foi escolhida a região de Porto Alegre, com abertura de tráfego em janeiro;
- o período de projeto escolhido foi de 10 anos.

Em relação à parte estrutural do pavimento, afirma-se que o módulo de resiliência das camadas apresenta variações conforme a resistência do material escolhido para sua composição, e a disposição das mesmas está na ordem descrita a seguir:

- **Revestimento (Concreto Asfáltico):** módulo de resiliência entre 2000 MPa e 10000 MPa. O valor mínimo representa um material de baixa resistência às tensões; o valor máximo indica o emprego de ligante modificado por polímero ou borracha na associação, conferindo maior flexibilidade à mistura asfáltica, evitando que a camada possa chegar à ruptura por trincamento por fadiga ou deformação permanente (BERNUCCI et al., 2008);
- **Base (Brita Graduada Tratada com Cimento – BGTC):** módulo de resiliência entre 5000 MPa e 12000 MPa. O valor mínimo indica a presença de agregados de baixa qualidade, que apresentam abrasão elevada mesmo contendo um pequeno percentual de cimento no conjunto; o valor máximo prevê a utilização de material pétreo mais qualificado estabilizado com uma dosagem maior de cimento (BERNUCCI et al., 2008);
- **Sub-base (Solo Laterítico):** módulo de resiliência entre 50 MPa e 200 MPa. Geralmente considerado como um solo melhorado, o que significa que saiu da condição “*in natura*” (BERNUCCI et al., 2008);

- **Subleito:** módulo de resiliência baixo, de 50 MPa. Solo característico da região, sem alteração de suas propriedades (BERNUCCI et al., 2008).

3.4 Software SisPav

A organização do software SisPav se dá em cinco abas de trabalho. Como parâmetros de entrada temos quatro janelas principais, as quais são: estrutura, modelagem, carregamento e clima, e uma aba com os dados de saída denominada de resultados.

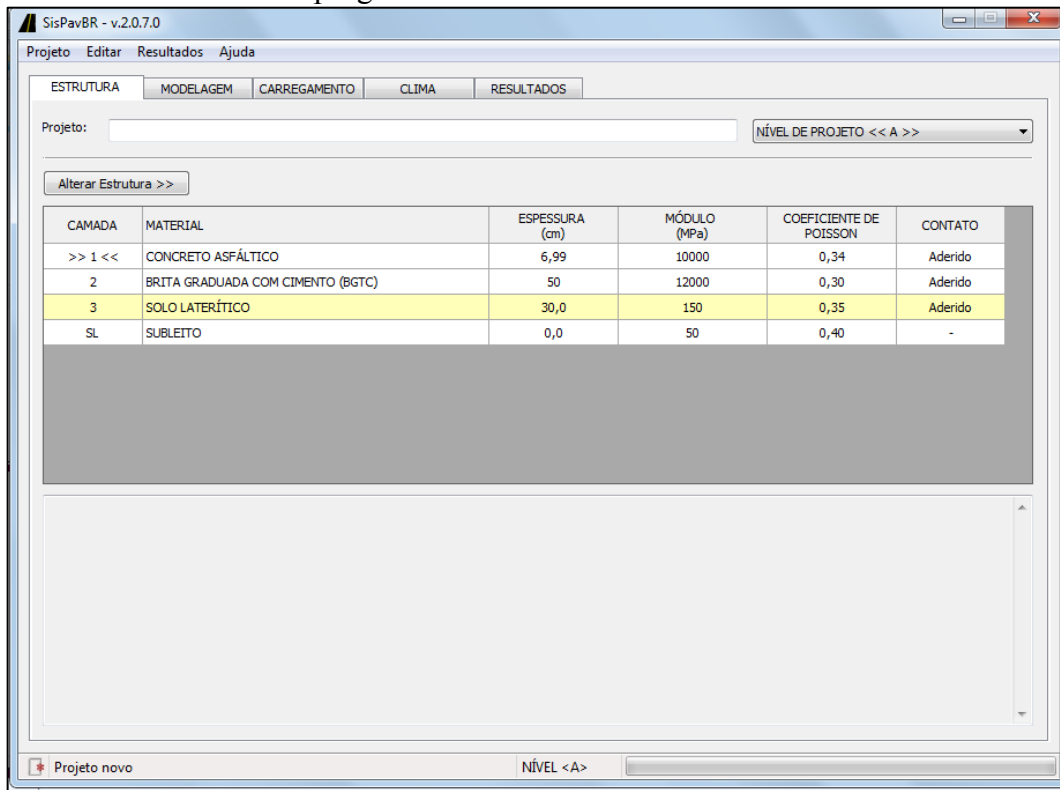
3.4.1 Estrutura

A tela inicial do programa SisPav é apresentada na guia *Estrutura*, onde inicialmente apresenta-se um pavimento com quatro camadas, sujeito à modificações e ajustes pertinentes ao projeto em questão (FRANCO, 2007).

As informações relativas a cada camada que compõe o pavimento são exibidas em formato de tabela, conforme Figura 24, são elas: tipo do material, espessura da camada, módulo de resiliência, coeficiente de Poisson e a forma de contato da camada em análise com a camada abaixo desta, o contato pode ser aderido ou não aderido (FRANCO, 2007).

Observa-se que o subleito, solo de fundação de uma estrutura de pavimento, tem sua espessura zerada no programa, pelo fato de não se poder quantificar sua real dimensão e sendo então considerado para as simulações como tendo espessura infinita (FRANCO, 2007).

Figura 24 - Tela Estrutura do programa SisPav



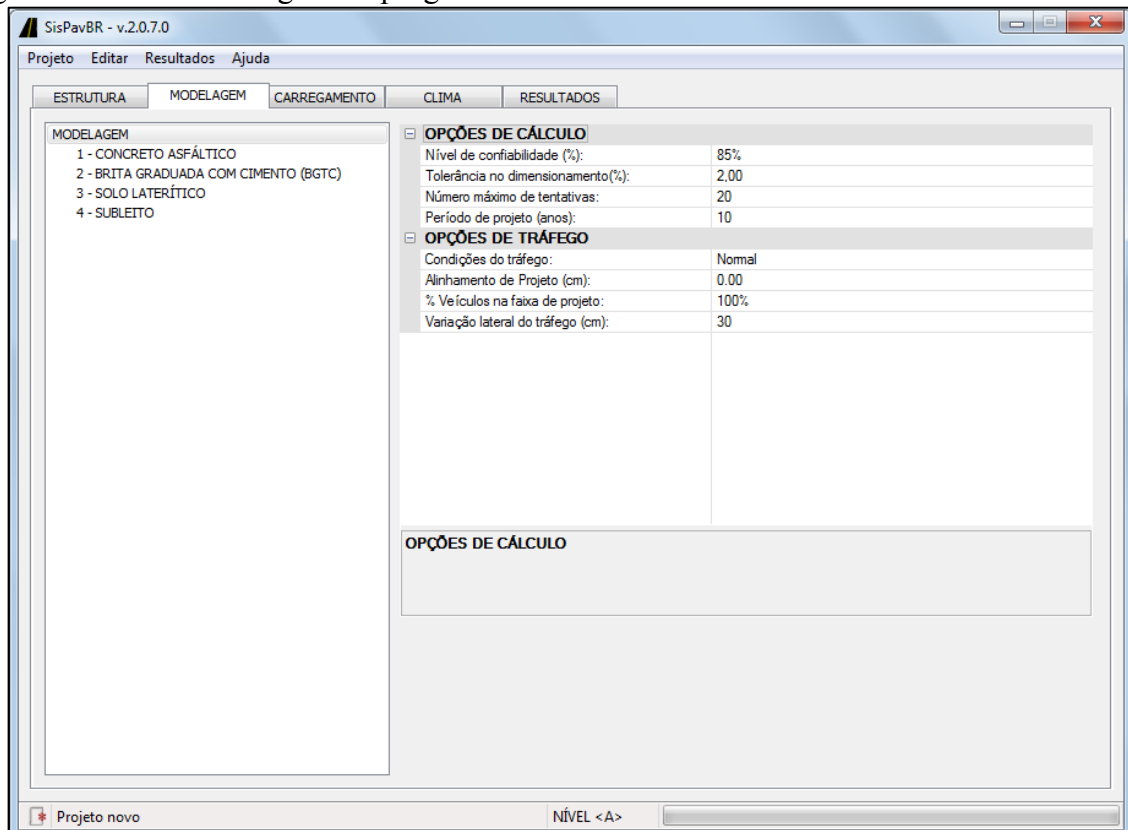
Fonte: Autora

3.4.2 Modelagem

Na guia *Modelagem*, o modelo de comportamento da estrutura do pavimento é diretamente selecionado pelo projetista. Os modelos de previsão de comportamento no que se refere à estrutura do pavimento se restringem à fadiga e à deformação permanente dos vários materiais componentes, além da tensão limite no topo do subleito (FRANCO, 2007).

A propósito, é nesta guia, Figura 25, que se determina o período de projeto em anos.

Figura 25 - Tela Modelagem do programa SisPav



Fonte: Autora

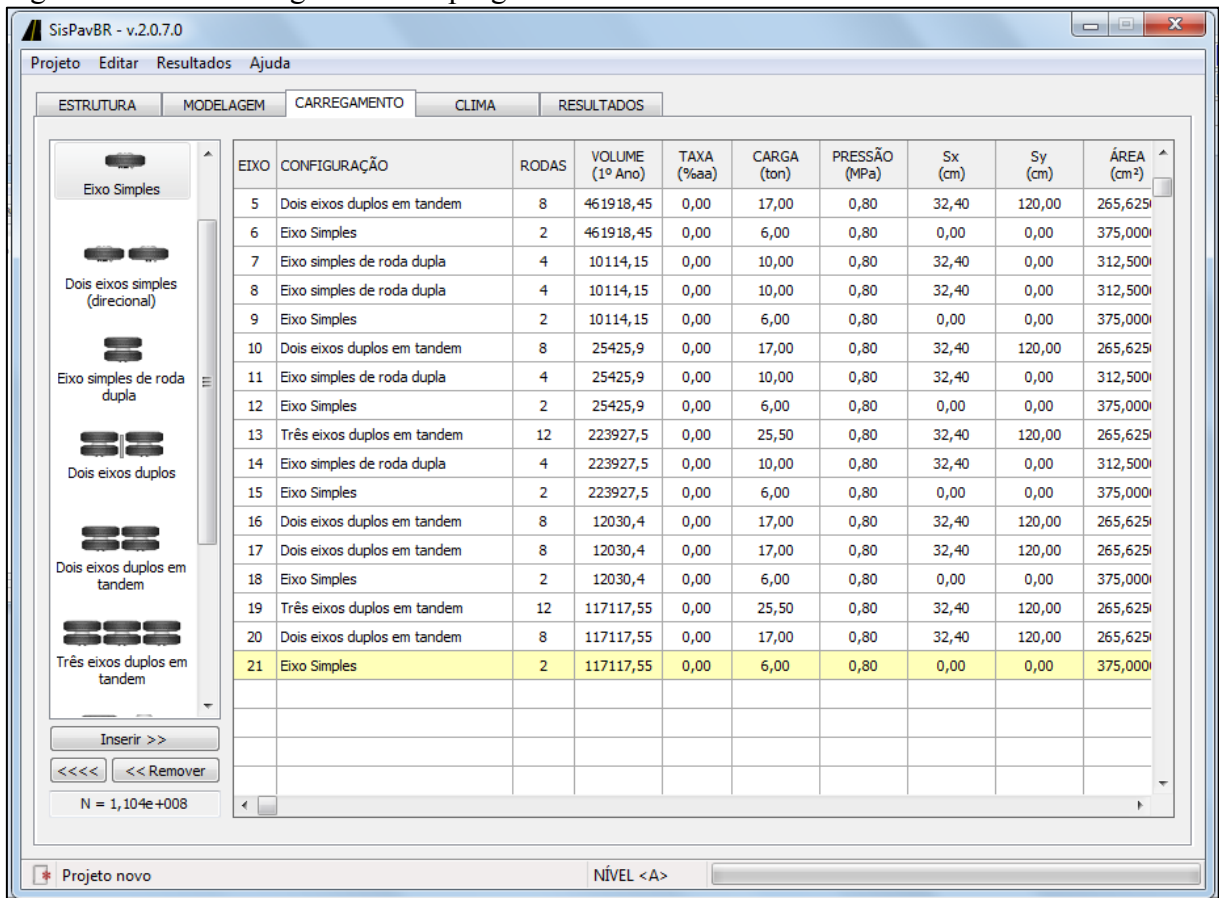
3.4.3 Carregamento

A amostragem observada na tela *Carregamento*, Figura 26, é relativa aos dados dos diversos eixos presumidos em projeto perante a análise do trecho rodoviário a ser dimensionado (FRANCO, 2007).

Soma-se a isto, o fato do Software SisPav converter a variada gama de eixos inseridos em eixo padrão, e assim, adquirir o número “N” por meio da contagem das repetidas passagens do eixo padrão. Vale salientar que o mesmo procedimento também é desenvolvido pelo método do DNIT (FRANCO, 2007).

É importante destacar que o valor do número “N” sofre alterações ao serem modificadas informações relativas ao peso, volume de tráfego, taxa de crescimento e número de anos do projeto (FRANCO, 2007).

Figura 26 - Tela Carregamento do programa SisPav



Fonte: Autora

3.4.4 Clima

A guia *Clima*, Figura 27, tem sua presença justificada na ocasião da escolha do local a ser construída a rodovia. O projetista ao definir a região obtém simultaneamente dados informativos à respeito das temperaturas médias mensais do ar na localidade (FRANCO, 2007).

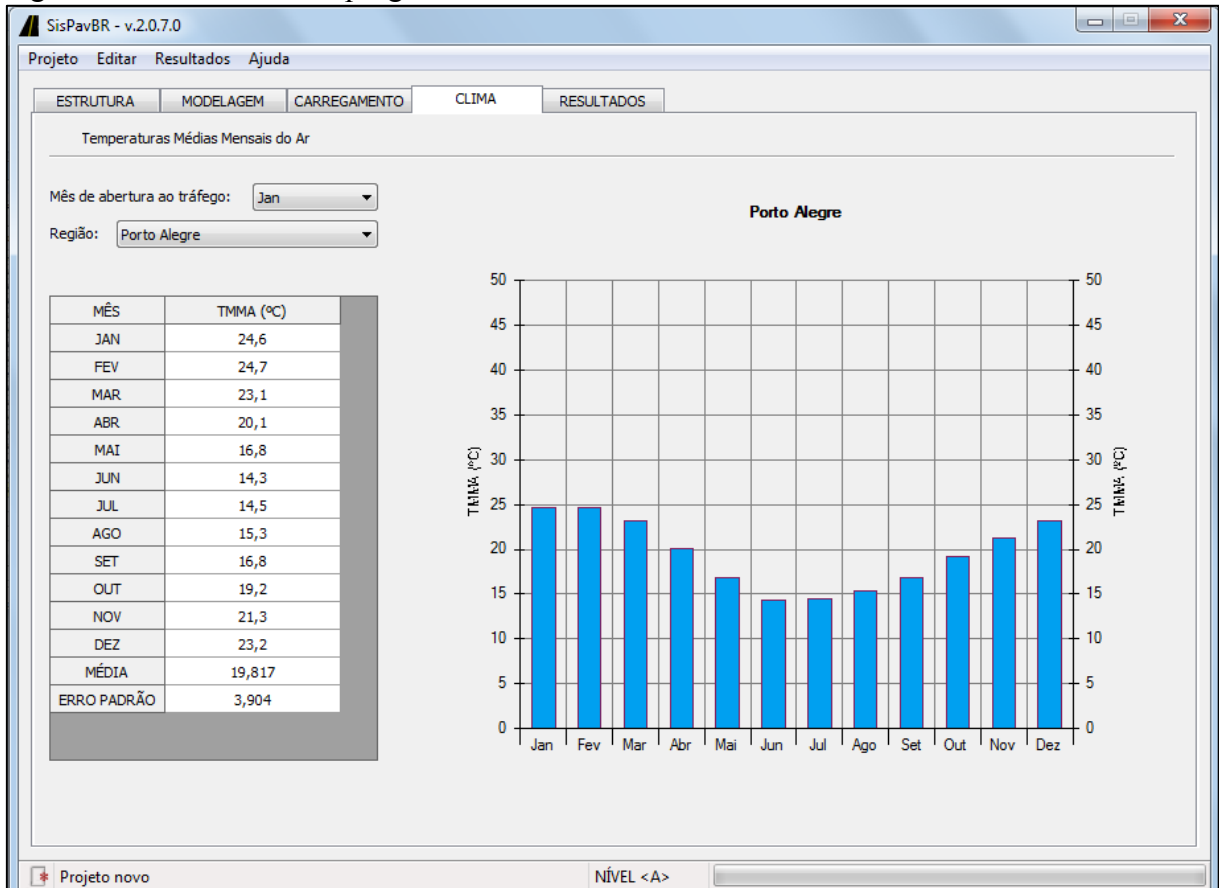
O mês do ano em que se dará o início da trafegabilidade na rodovia também é uma informação concedida pelo projetista ao programa. Dessa forma, com a disponibilidade do referente dado, o programa pode antever a temperatura e a densidade de tráfego que serão levados em consideração, quando do início das análises (FRANCO, 2007).

É importante salientar, que o SisPav avalia as condições de envelhecimento do ligante asfáltico da camada superficial do pavimento. Deve-se acrescentar, que os parâmetros módulo de resiliência e coeficiente de Poisson do revestimento são diretamente influenciados pelo clima. Então, nesse caso, a função do programa está em conciliar os efeitos do

envelhecimento do asfalto com a variação de solicitação de carga ao longo da vida de projeto, prevenindo danos demasiados na estrutura (FRANCO, 2007).

A variação da umidade não é levada em consideração devido ao fato dos materiais de pavimentação e do subleito já estarem supostamente abrangidos pela umidade de equilíbrio (FRANCO, 2007).

Figura 27 - Tela Clima do programa SisPav



Fonte: Autora

3.5 Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT

Sabe-se que o “Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT” tem os seus procedimentos vinculados aos valores do CBR do subleito e dos demais materiais escolhidos como constituintes da estrutura do pavimento. Some-se a isto, a importante contribuição do número “N” na ocasião do dimensionamento com o uso de tal método.

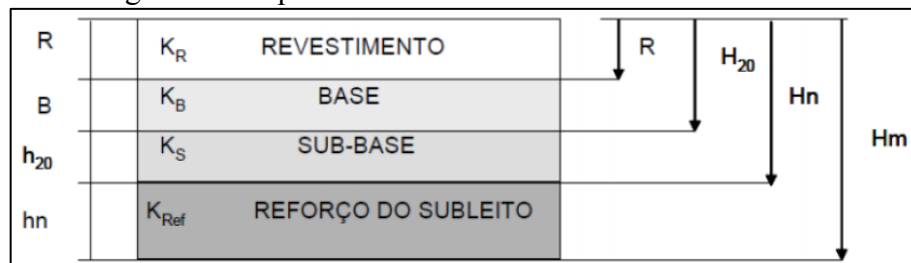
Então, para fins de anteprojeto resolveu-se que os valores dos CBR's, de todos os materiais, seriam os mínimos possíveis para cada camada, na determinação de sua espessura. Em relação ao número “N”, informa-se que esses já foram calculados para cada rodovia, quando das simulações do SisPav.

3.5.1 Determinação das espessuras das camadas do pavimento pelo Método do DNIT

O método do DNIT para o dimensionamento de pavimentos flexíveis desenvolve-se por meio da ordem colocada a seguir e, teve como embasamento as obras de Lemos & Santos (2013) e Prime Consultoria e Engenharia (2009), além do “Método de Projetos de Pavimentos Flexíveis do DNIT” (1981).

(1º) A partir da observação da Figura 28, devem-se adotar as simbologias apresentadas de modo a determinar a dimensão de cada camada do pavimento.

Figura 28 – Simbologias usadas pelo método do DNIT



Fonte: DNIT: Manual de pavimentações (2006), apud Lemos & Santos (2013) p.6

Onde:

- K_R é o coeficiente de equivalência estrutural do pavimento;
- R é a espessura do revestimento;
- K_B é o coeficiente de equivalência estrutural da base;
- B é a espessura da base;
- H_{20} é a espessura de pavimento necessária para proteger a sub-base;
- K_S é o coeficiente de equivalência estrutural da sub-base;
- h_{20} é a espessura da sub-base;
- H_n é a espessura de pavimento necessária para proteger o reforço do subleito;
- K_{Ref} é o coeficiente de equivalência estrutural do reforço do subleito;
- h_n é a espessura do reforço do subleito;
- H_m é a espessura total de pavimento necessária para proteger o subleito.

(2º) A equação 1, tem sua importância na definição das espessuras de H_{20} , H_n e H_m do pavimento. Deve-se ressaltar que os valores obtidos são função direta do número “N” e do CBR da camada cuja proteção contra a ruptura se quer efetuar.

$$Ht = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598} \quad \dots(1)$$

Observações:

- Aconselha-se a utilização de um CBR igual a 20% para a sub-base, mesmo que na realidade esse valor venha a ser superior. Admite-se tal critério porque a espessura requerida para a segurança da sub-base somente é alcançada com seu CBR em 20%.
- A utilização desta fórmula é recomendada quando o número “N” atinge valores maiores que 10^6 . Distanciando-se desta condição, verifica-se um superdimensionamento dos pavimentos que apresentam número “N” muito reduzido, da faixa de $N \leq 10^5$.

(3°) A determinação das espessuras da base (B), sub-base (h20) e reforço do subleito (hn), advém do emprego das inequações 2, 3 e 4.

$$R * KR + B * KB \geq H20 \quad \dots(2)$$

$$R * KR + B * KB + h20 * KS \geq Hn \quad \dots(3)$$

$$R * KR + B * KB + h20 * KS + hn * Kref \geq Hm \quad \dots(4)$$

Caso ocorra o valor de 40% para o CBR da sub-base concomitantemente a um número $N \leq 10^6$, deve-se substituir H20 por $H20 * 0,8$, enquanto que se o número $N \geq 10^7$ recomenda-se a substituição de H20 por $H20 * 1,20$.

3.5.2 Determinação dos tipos e espessuras mínimas dos revestimentos

Na intenção de amenizar as causas da ruptura do revestimento e proteger a base dos carregamentos impostos pelo tráfego, adotam-se, em função do número N, as espessuras e os tipos de revestimentos encontrados na tabela apresentada na Figura 29.

Figura 29 - Tabela para adoção da espessura do revestimento, conforme número “N”

| N | Espessura mínima de revestimento betuminoso |
|-------------------------------|---|
| $N \leq 10^6$ | Tratamento superficial |
| $10^6 < N \leq 5 \times 10^6$ | Revestimento betuminoso 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 12,5cm de espessura |

Fonte: DNIT: Manual de pavimentações (2006), apud Lemos & Santos (2013) p.7

3.5.3 Coeficiente de equivalência estrutural

Conforme observado nas inequações 2, 3 e 4, há inseridos nas mesmas, coeficientes de equivalência estrutural no cálculo da espessura de cada camada. O coeficiente de equivalência estrutural, Figura 30, corresponde a uma relação, em termos de suporte de carga, entre o material escolhido para integrar determinada camada do pavimento e o material granular padrão. É por meio dessa relação que se tem uma prévia do comportamento estrutural do material selecionado.

Figura 30 – Tabela contendo os coeficientes de equivalência estrutural “K”

| Componentes do pavimento | K |
|---|------|
| Revestimento de concreto betuminoso - CBUQ | 2,00 |
| Revestimento pré misturado a quente, de graduação densa - PMQ | 1,80 |
| Revestimento pré misturado a frio, de graduação densa - PMF | 1,40 |
| Revestimento betuminoso por penetração - PMAF, MB, TSS, TSD, TST | 1,20 |
| Camada de materiais granulares - BGS, MH, BC, SB | 1,00 |
| Material estabilizado com cimento, resistência a compressão a 7 dias, superior a 45kg/cm ² | 1,70 |
| Material estabilizado com cimento, resistência a compressão a 7 dias, entre 45kg/cm ² e 28kg/cm ² | 1,40 |
| Material estabilizado com cimento, resistência a compressão a 7 dias, entre 28kg/cm ² e 21kg/cm ² | 1,20 |
| Material estabilizado com cimento, resistência à compressão a 7 dias, menor de 21kg/cm ² | 1,00 |
| Material estabilizado com cal - Solo-Cal | 1,20 |

Fonte: DNIT: Manual de pavimentações (2006), apud Lemos & Santos (2013) p.7

Deve-se considerar como espessura mínima para camadas granulares, quando empregadas em determinado pavimento, a magnitude de 15cm.

3.5.4 Especificações de projeto no uso do Método do DNIT

Conforme as especificações apresentadas pelo método em questão e, para fins de anteprojeto, determinou-se que os CBR's escolhidos para o cálculo das espessuras das camadas dos pavimentos, teriam seus valores mínimos utilizados.

O CBR do subleito teve seu valor fixado em 5%. Este valor foi adotado depois de feitas as correlações das equações 5 e 6, de forma a utilizar um valor que representa-se o valor de 50MPa utilizado no Software Sispav.

A equação 5, apresentada na sequência foi desenvolvida por Medina, Pinto & Preussler *Apud* Preussler (2007), destacando-se que o índice de suporte califórnia (CBR) é obtido em condições padronizadas de ensaio, diferentemente do módulo resiliente para cuja determinação aplicam-se pressões confinantes e de desvio que se escolhem de antemão e que são bem menores em magnitude.

$$MR = 326 + 67 \times CB \text{ (Kgf/cm}^2\text{)} \quad \dots (5)$$

Onde:

- MR é o Módulo de Resiliência do solo argiloso compactado na umidade ótima e determinado à tensão-desvio de 0,2 MPa (2 kgf/cm²);
- CBR é o Índice de Suporte Califórnia de amostras embebidas na água durante 4 dias (%).

O guia da AASHTO (1993) *Apud* Preussler (2007) para dimensionamentos de pavimentos, adotou a equação 6 para a transformação do valor de CBR em valor correspondente de módulo de resiliência.

$$MR = 10,34 \times CBR \text{ (MPa)} \quad \dots(6)$$

Já os valores dos CBR's da base e da sub-base foram definidos como 80% e 20%, respectivamente, de acordo com estipulações feitas pelo próprio DNIT.

Determinou-se que as rodovias a serem dimensionadas seriam constituídas de três camadas, somando-se ao subleito que atua como solo de fundação. Tal decisão tornou-se imprescindível para obter-se uma comparação mais adequada entre o método empírico e o método mecanístico, empregados nessa pesquisa.

Então a formação estrutural dos pavimentos ficou estabelecida da seguinte maneira:

- Revestimento (Concreto Betuminoso Usinado à Quente – CBUQ);
- Base (Brita Graduada Tratada com Cimento – BGTC);
- Sub-base (Solo Laterítico);

3.6 Número “N” das rodovias estudadas

O programa SisPav, durante as simulações feitas para cada rodovia estudada, calculou o número “N” das mesmas, o que conseqüentemente veio a simplificar os procedimentos do método do DNIT, já que este também faz uso dessa informação na determinação das espessuras do pavimento. A Figura 31 apresenta uma tabela constando o número “N” das cinco rodovias analisadas nesse trabalho.

Figura 31– Número “N” das cinco rodovias estudadas

| Rodovias | número “N” |
|-----------------|---------------------------------------|
| BR-285 | $4,916 \times 10^7$ |
| BR-287 | $5,622 \times 10^7$ |
| BR-290 | $6,954 \times 10^7$ |
| BR-386 | $1,104 \times 10^8$ |
| RS-377 | $9,158 \times 10^6$ |

Fonte: Autora

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos no dimensionamento das estruturas das cinco rodovias pelo método mecanístico (programa SisPav) e pelo método empírico do DNIT. Os resultados são apresentados por rodovias, primeiramente são apresentados os resultados da análise mecanística e na sequência os resultados pelo método do DNIT.

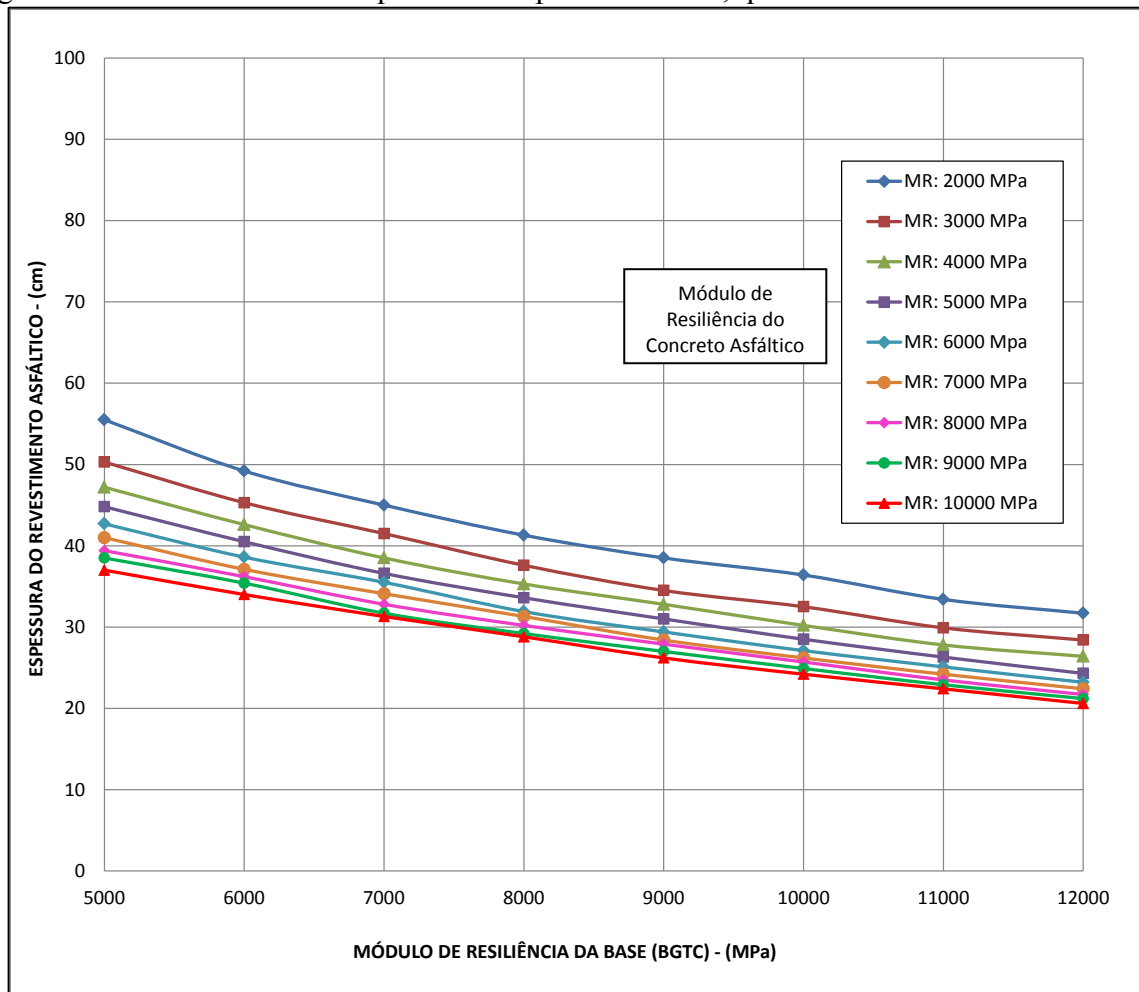
4.1 Rodovia BR – 285

4.1.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav

Nas Figuras 32, 33, 34 e 35, são apresentados os resultados encontrados no dimensionamento da BR – 285.

- 1) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 20 cm de espessura.

Figura 32 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-285, quando a base = 20 cm

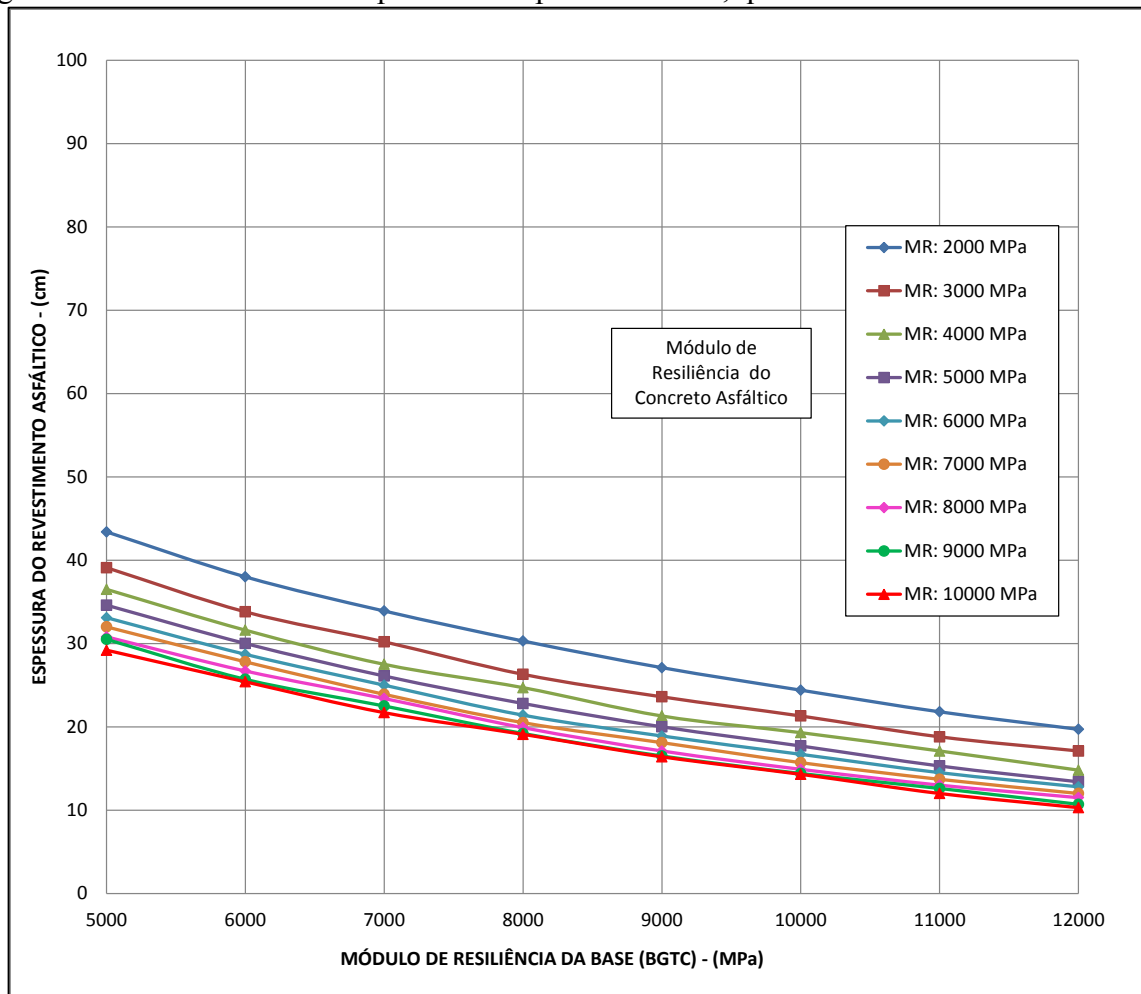


Fonte: Elaborada pela autora

Constata-se, pela Figura 32, que ao adotar a espessura de 20 cm de base chegou-se a valores muito expressivos para a camada de revestimento, mesmo para os materiais com módulo de resiliência mais alto, à medida que a qualidade dos materiais diminui essa espessura aumenta ainda mais. Desta forma a utilização dessas estruturas se torna inviável técnica e economicamente, mesmo quando se tem valores de módulo de resiliência máximos para os materiais de base e revestimento.

- 2) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 30 cm de espessura.

Figura 33 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-285, quando a base = 30 cm

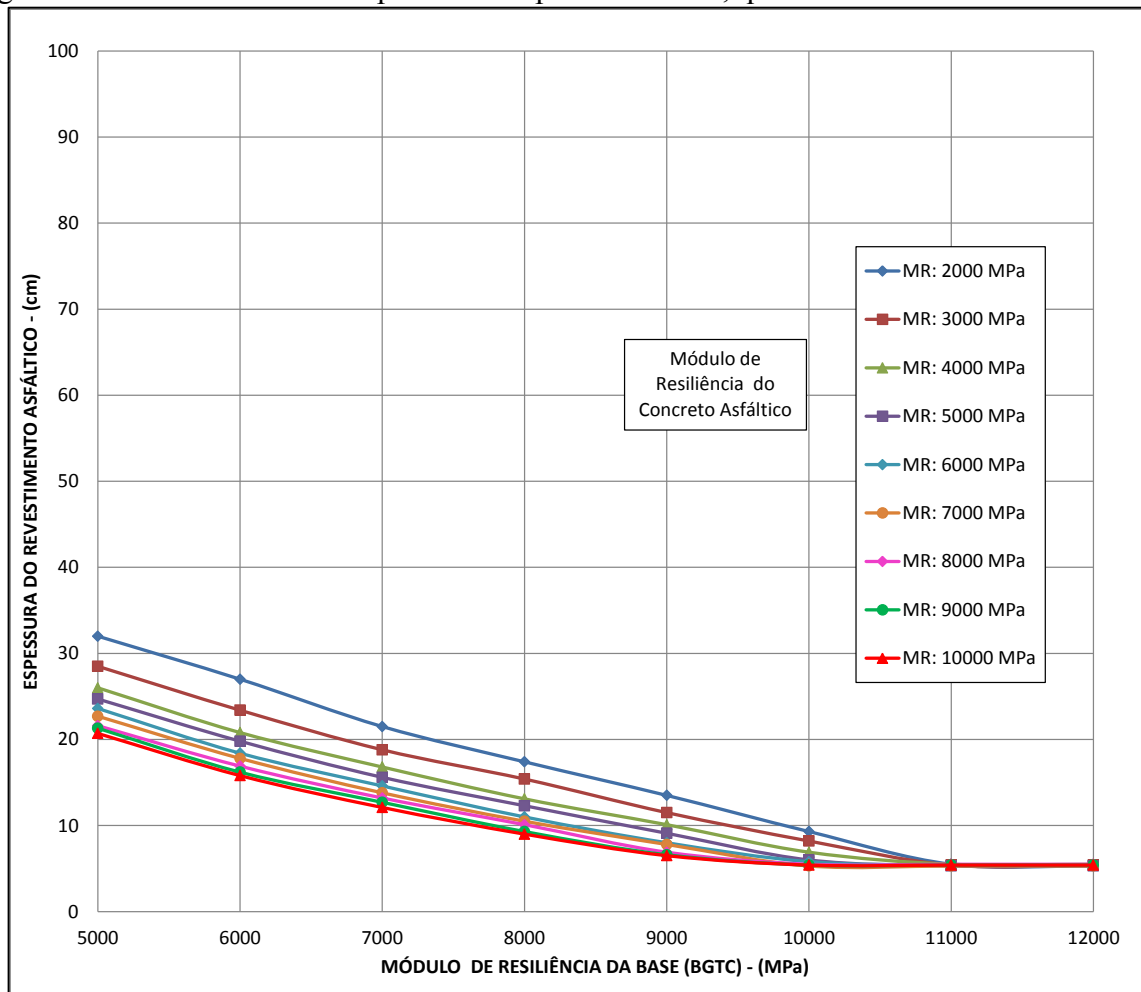


Fonte: Elaborada pela autora

Observou-se na Figura 33, que com o aumento de 10 cm na base, o revestimento alcançou valores mais aceitáveis, e viáveis técnica e economicamente. Porém, a obtenção de valores admissíveis para a espessura do revestimento, apenas se concretiza sob a condição de haver módulos de resiliência expressivos tanto para a base, quanto para o revestimento.

- 3) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 40 cm de espessura.

Figura 34 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-285, quando a base = 40 cm



Fonte: Elaborada pela autora

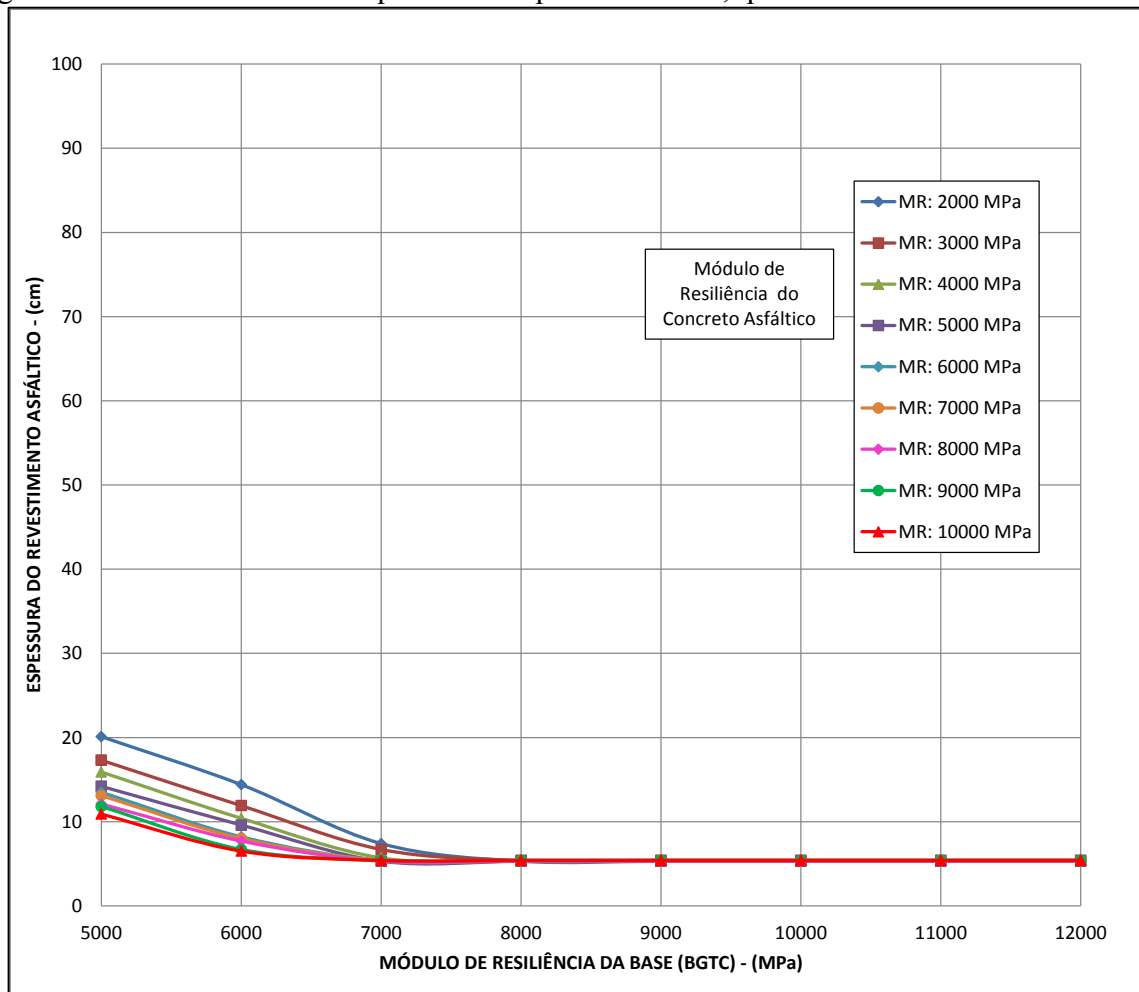
Constata-se, observando a Figura 34, que as espessuras do revestimento asfáltico apresentam valores bem mais condizentes com a realidade, para os maiores valores de módulo de resiliência.

Verifica-se que no trecho de 5000 MPa até 11000 MPa da base, ainda há uma variação decrescente da espessura do revestimento à medida que é aumentada a rigidez das camadas.

Caso as misturas asfálticas apresentassem rigidez mais elevada (acima de 10000 MPa), as simulações remeteriam às suas espessuras de camada valores mínimos exequíveis de 5,0 cm, fato este, identificado quando a rigidez da base é igual a 11000 MPa e 12000 MPa. Portanto, havendo na prática uma base com essas características, não haveria necessidade de realizar um revestimento com rigidez muito elevada.

- 4) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 50 cm de espessura.

Figura 35 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-285, quando a base = 50 cm



Fonte: Elaborada pela autora

Constata-se, ao observar as curvas da Figura 35, que estas apresentam uma variação decrescente, no trecho de 5000 MPa a 8000 MPa da base, no entanto, as curvas correspondentes aos maiores valores de módulo de resiliência do revestimento apresentam redução da espessura findada, quando é observada a rigidez de 7000 MPa da base. Assim, valores superiores a estes, para o módulo de resiliência da base, remetem a um valor mínimo de espessura de revestimento de 5,5 cm, que é o mínimo aceitável para este tipo de revestimento.

Nesse caso, é importante ressaltar que as curvas já encontram uma linearidade constante, no valor mínimo de espessura do revestimento, no trecho de 8000 MPa a 12000 MPa. Pressupõe-se, que o aumento da base para 60 cm, implicaria na total linearidade das curvas, no valor mínimo de 5,5 cm para a espessura do revestimento.

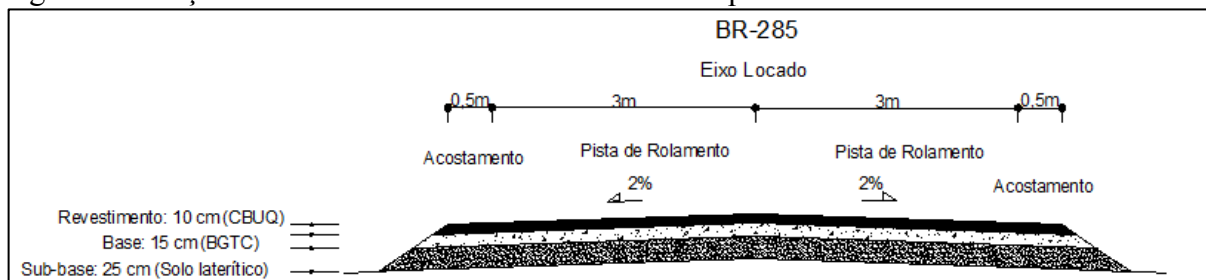
Pode-se destacar ainda, nesse caso, a irrelevância da construção de bases com módulo de resiliência maior que 8000 MPa, já que a espessura do revestimento asfáltico está

estabilizada no mínimo de 5,5 cm. Desviando-se dessa constatação, tem-se então um desperdício em termos econômicos.

4.1.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT

A Figura 36 ilustra a seção transversal do trecho estudado da BR-285, dimensionada pelo método do DNIT.

Figura 36 - Seção Transversal da BR-285 dimensionada pelo método do DNIT



Fonte: Elaborada pela autora

O dimensionamento da BR-285 pelo método do DNIT procedeu da seguinte maneira:

- a sub-base alcançou um valor de 24,5 cm, sendo arredondado para 25 cm, levando em consideração que a espessura mínima para a camada constituída de solo laterítico é de 20 cm, conforme norma DNIT 098/2007 – ES;
- a base atingiu espessura de 10,12 cm, tendo seu valor alterado para 15 cm, de acordo com o mínimo especificado para camadas granulares na própria publicação do “Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT”;
- o revestimento teve sua espessura determinada em 10 cm, valor esse retirado de tabela (Figura 29) constituinte da metodologia, que leva em consideração o número “N”.

A análise comparativa entre o método mecanístico e o empírico, mostra uma total discordância dos resultados. Fato este comprovado, ao se verificar o primeiro caso das simulações do SisPav para a BR-285, quando a base era de 20 cm, as espessuras do revestimento apresentaram valores maiores que 20 cm, contrapondo-se completamente ao que foi apresentado pelo método do DNIT.

Complementa-se também, que nas simulações realizadas pelo SisPav, as espessuras do revestimento somente assemelham-se aos 10 cm encontrados pelo método do DNIT, perante um aumento considerável da camada de base.

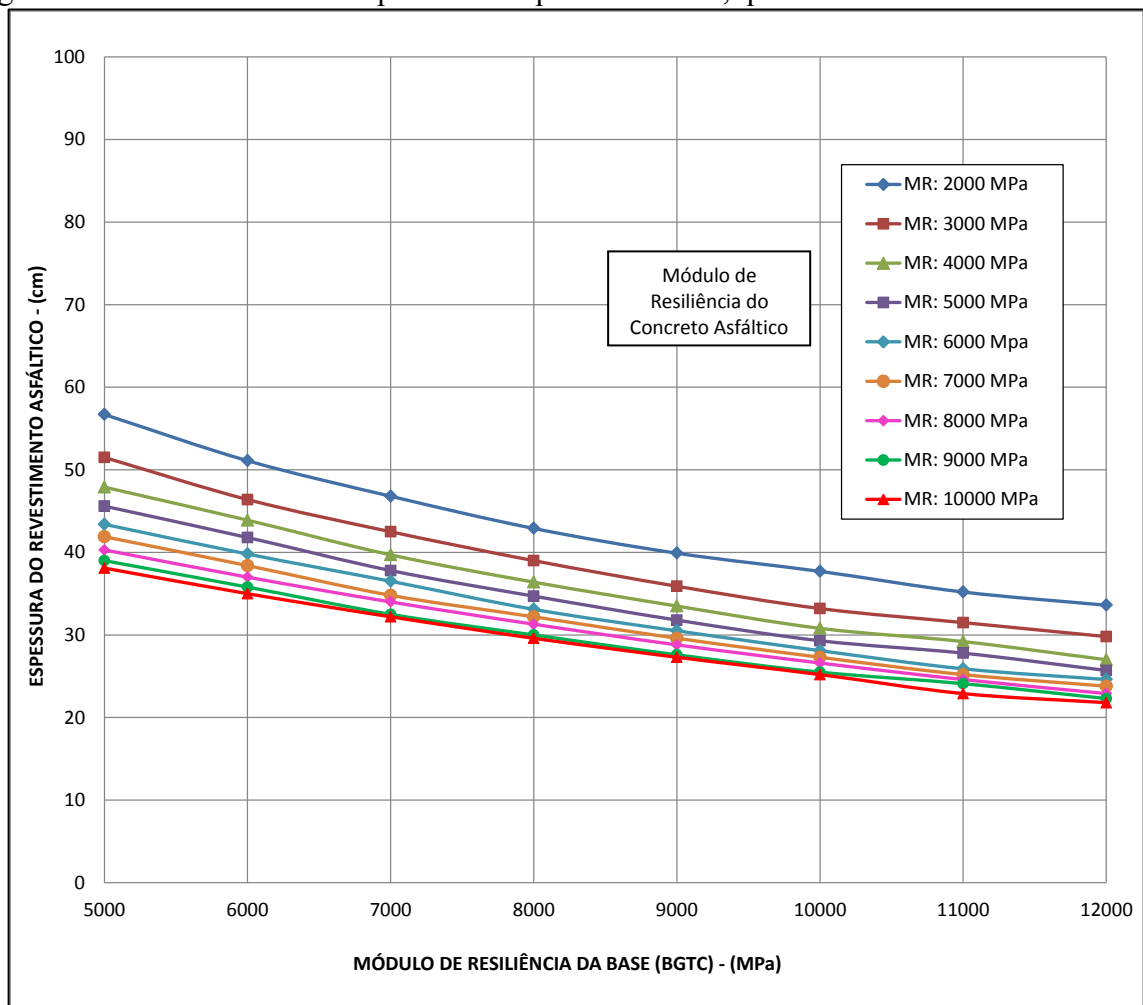
4.2 Rodovia BR-287

4.2.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav

Devido ao fato da BR-287 apresentar um número “N” muito próximo ao da BR-285, os resultados tem uma pequena variação de uma rodovia para outra, apresentando a mesma tendência de comportamento para os resultados, que serão analisados nas Figuras 37, 38, 39 e 40.

- 1) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 20 cm de espessura.

Figura 37 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-287, quando a base = 20 cm



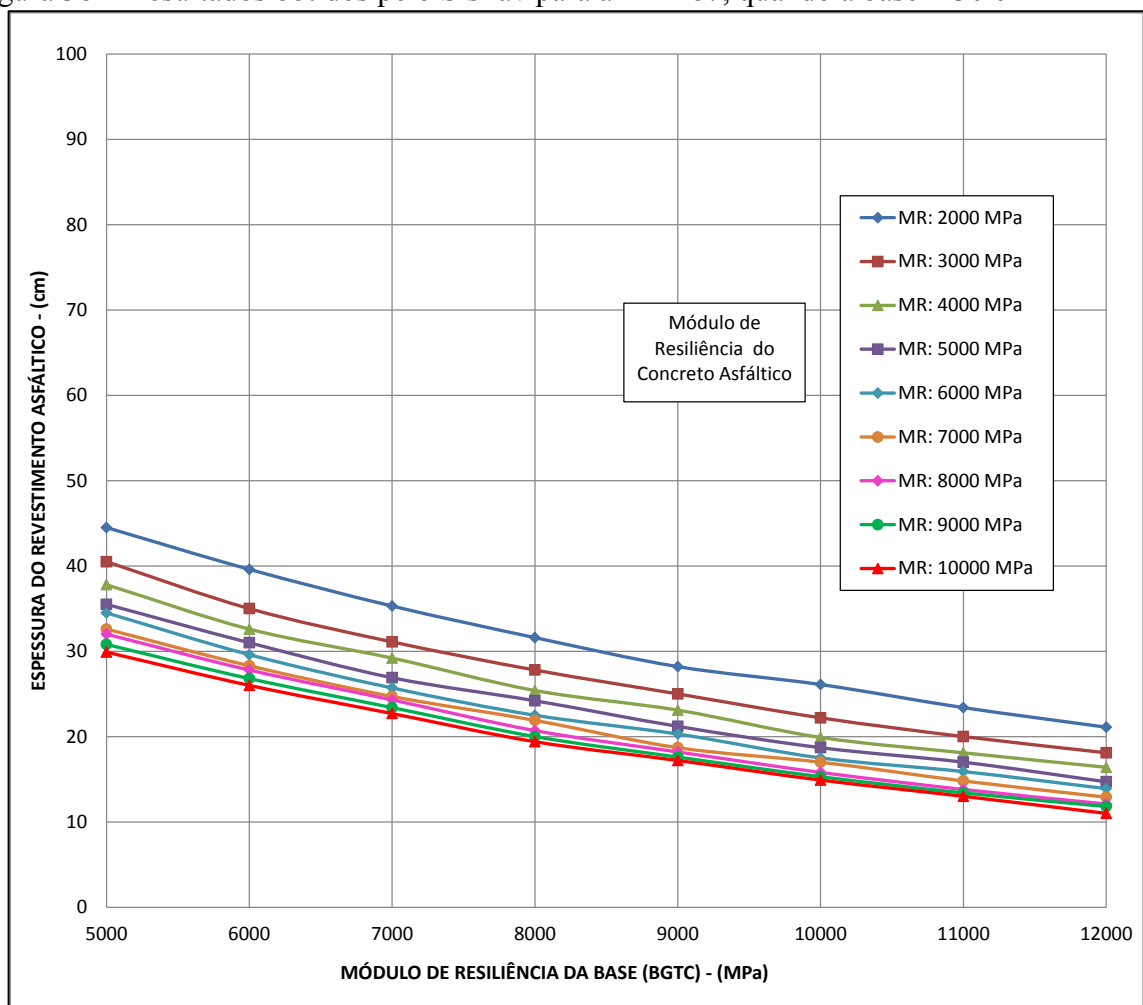
Fonte: Elaborada pela autora

Verifica-se na Figura 37, que as curvas mostraram comportamento similar aos da BR-285, quando a base igualou-se a 20 cm, porém as espessuras do revestimento foram ainda mais expressivas, em razão do aumento do carregamento.

Pode-se afirmar que tais resultados para a espessura do revestimento são impraticáveis efetivamente.

- 2) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 30 cm de espessura.

Figura 38 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-287, quando a base = 30 cm

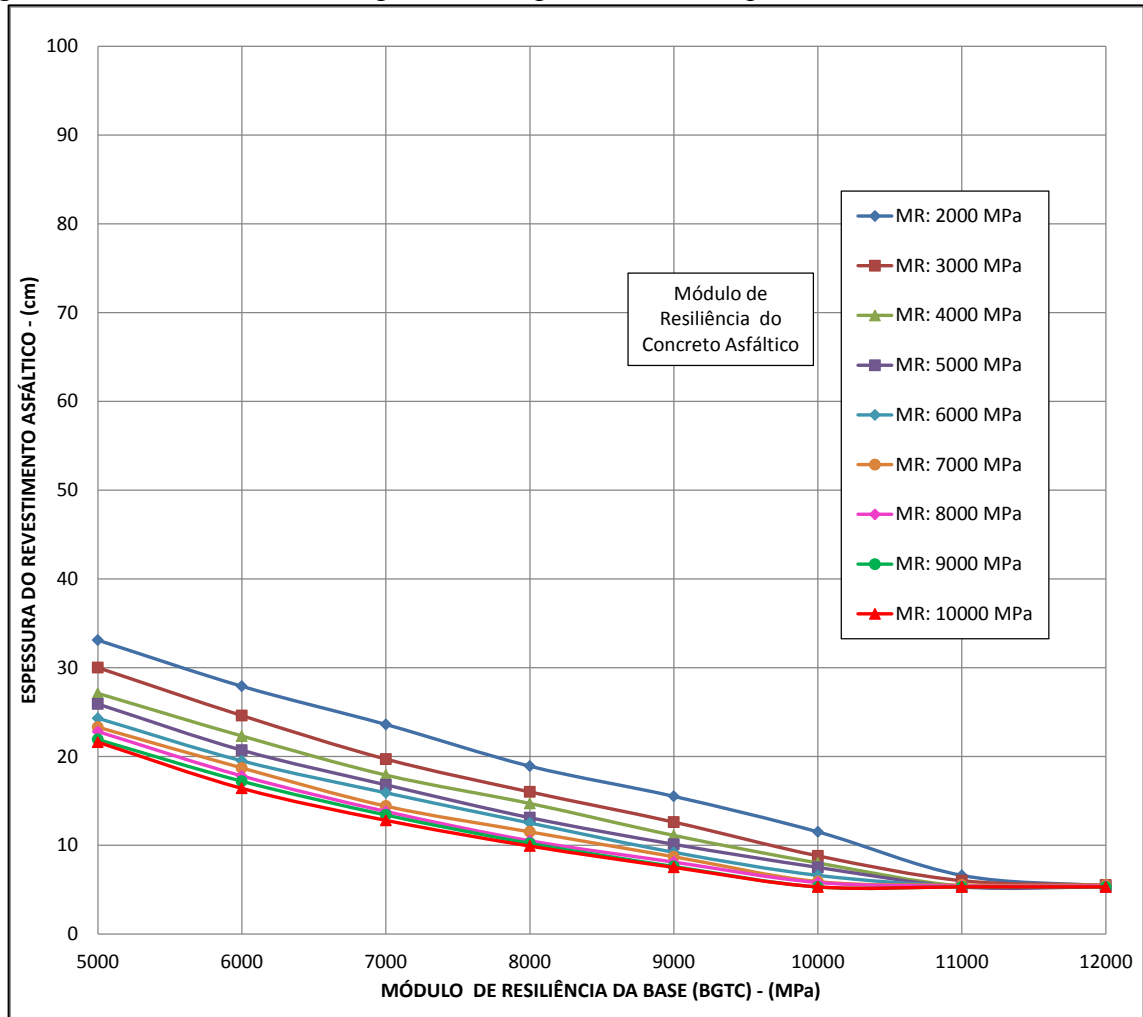


Fonte: Elaborada pela autora

Nota-se na Figura 38, que a ampliação da espessura da base para 30 cm, contribuiu para o decréscimo do valor da espessura do revestimento, que alcançou valores mais coerentes com a realidade. Porém, os valores de espessura de revestimento admissíveis, somente são atingidos mediante módulos de resiliência altos para ambas as camadas aqui mencionadas.

- 3) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 40 cm de espessura.

Figura 39 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-287, quando a base = 40 cm



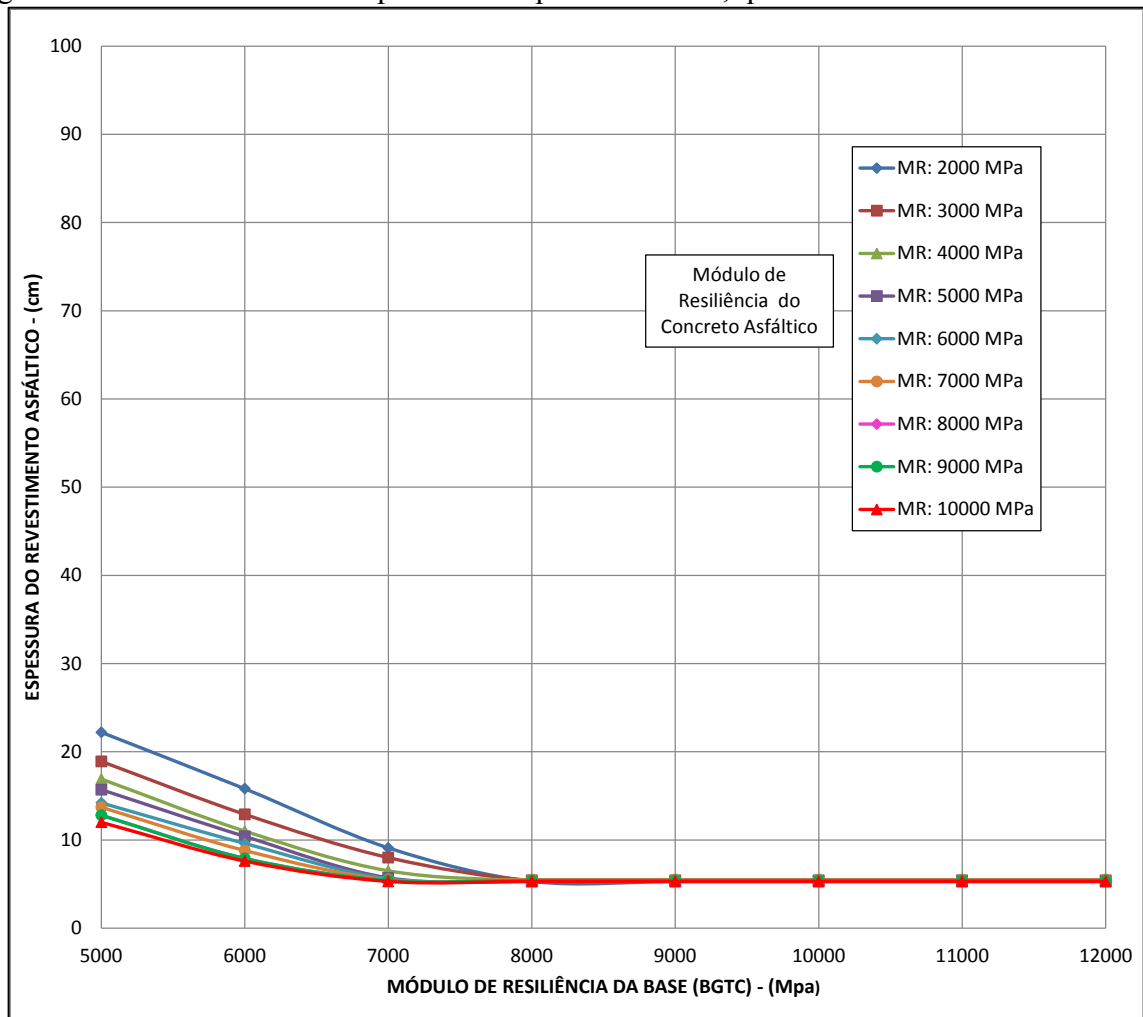
Fonte: Elaborada pela autora

As curvas apresentam para este caso, Figura 39, um decréscimo nos valores da camada de revestimento, até as mesmas convergirem ao mínimo de 5,5 cm, na abscissa correspondente ao valor de 11000 MPa de módulo de resiliência da base.

Observa-se que as dimensões para a espessura do revestimento asfáltico são cabíveis, no que tange a execução, mesmo quando os módulos de resiliência não atingem valores tão expressivos.

- 4) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 50 cm de espessura.

Figura 40 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-287, quando a base = 50 cm



Fonte: Elaborada pela autora

Ao analisar a Figura 40, notou-se que o aumento da espessura da base ocasionou uma estabilização da espessura do revestimento, no mínimo de 5,5 cm, em um trecho mais amplo, representado pelo paralelismo ao eixo das abcissas (módulos de resiliência da base), ao comparar-se com as situações anteriores.

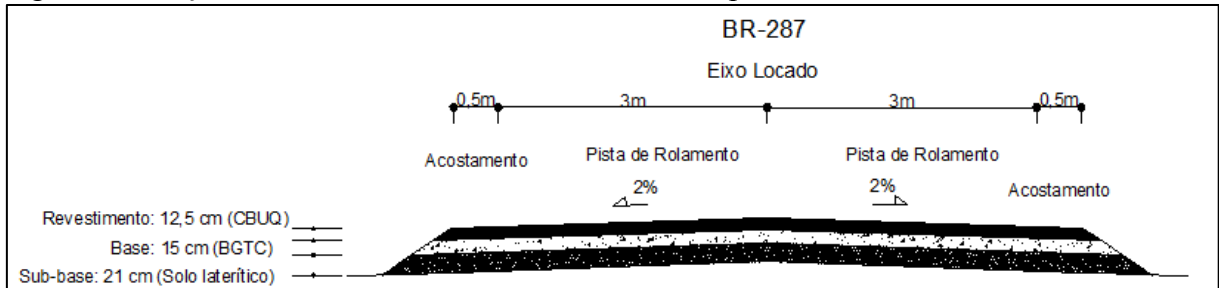
Constata-se a existência de uma inversão de proporcionalidade no trecho de 5000 MPa a 8000 MPa, onde as espessuras são enquadradas como aplicáveis técnica e economicamente.

Assim como no caso da BR-285, acredita-se que se a espessura da base fosse ampliada para 60 cm, ter-se-ia uma linearidade constante paralela em todo segmento do eixo das abcissas, no valor mínimo de 5,5 cm para a espessura do revestimento.

4.2.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT

A Figura 41 ilustra a seção transversal do trecho estudado da BR-287, dimensionada pelo método do DNIT.

Figura 41 - Seção Transversal da BR-287 dimensionada pelo método do DNIT



Fonte: Elaborada pela autora

O dimensionamento da BR-287 pelo método do DNIT procedeu da seguinte maneira:

- a sub-base alcançou um valor de 20,5 cm, sendo arredondado para 21 cm, levando em consideração que a espessura mínima para a camada constituída de solo laterítico é de 20 cm, conforme norma DNIT 098/2007 – ES;
- a base atingiu espessura de 7,18 cm, tendo seu valor alterado para 15 cm, de acordo com o mínimo especificado para camadas granulares na própria publicação do “Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT”;
- o revestimento teve sua espessura determinada em 12,5 cm, valor esse retirado de tabela (Figura 29) constituinte da metodologia, que leva em consideração o número “N”.

A análise comparativa entre o método mecanístico e o empírico, mostra uma total discordância dos resultados. Fato este comprovado, ao se verificar o primeiro caso das simulações do SisPav para a BR-287, quando a base era de 20 cm, as espessuras do revestimento apresentaram valores maiores que 20 cm, contrapondo-se completamente ao que foi apresentado anteriormente pelo método do DNIT. Observa-se que o mesmo acontecimento ocorreu na rodovia anteriormente analisada.

Complementa-se também, que nas simulações realizadas pelo SisPav, as espessuras do revestimento somente assemelham-se aos 12,5 cm encontrados pelo método do DNIT, perante um aumento considerável da base.

Analisa-se que a espessura da sub-base diminuiu, comparando-se as rodovias BR-287 e BR-285 no método do DNIT, por mais que a BR-287 apresente maior carregamento.

Matematicamente em relação à metodologia, isto se deve ao fato da espessura de revestimento ter ficado mais espessa na presente rodovia.

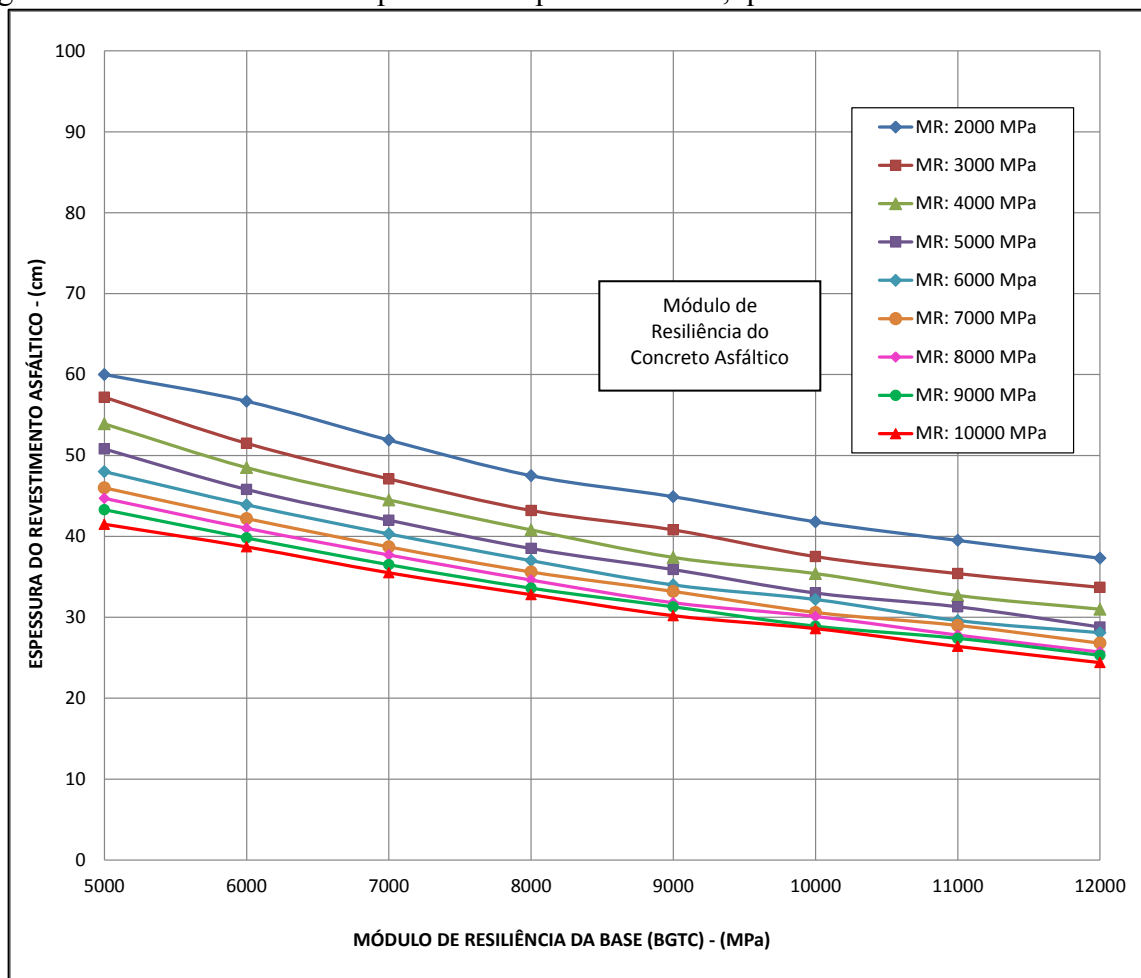
4.3 Rodovia BR-290

4.3.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav

Nas figuras 42, 43, 44 e 45, são apresentados os resultados encontrados no dimensionamento da BR – 290.

- 1) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 20 cm de espessura.

Figura 42 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-290, quando a base = 20 cm



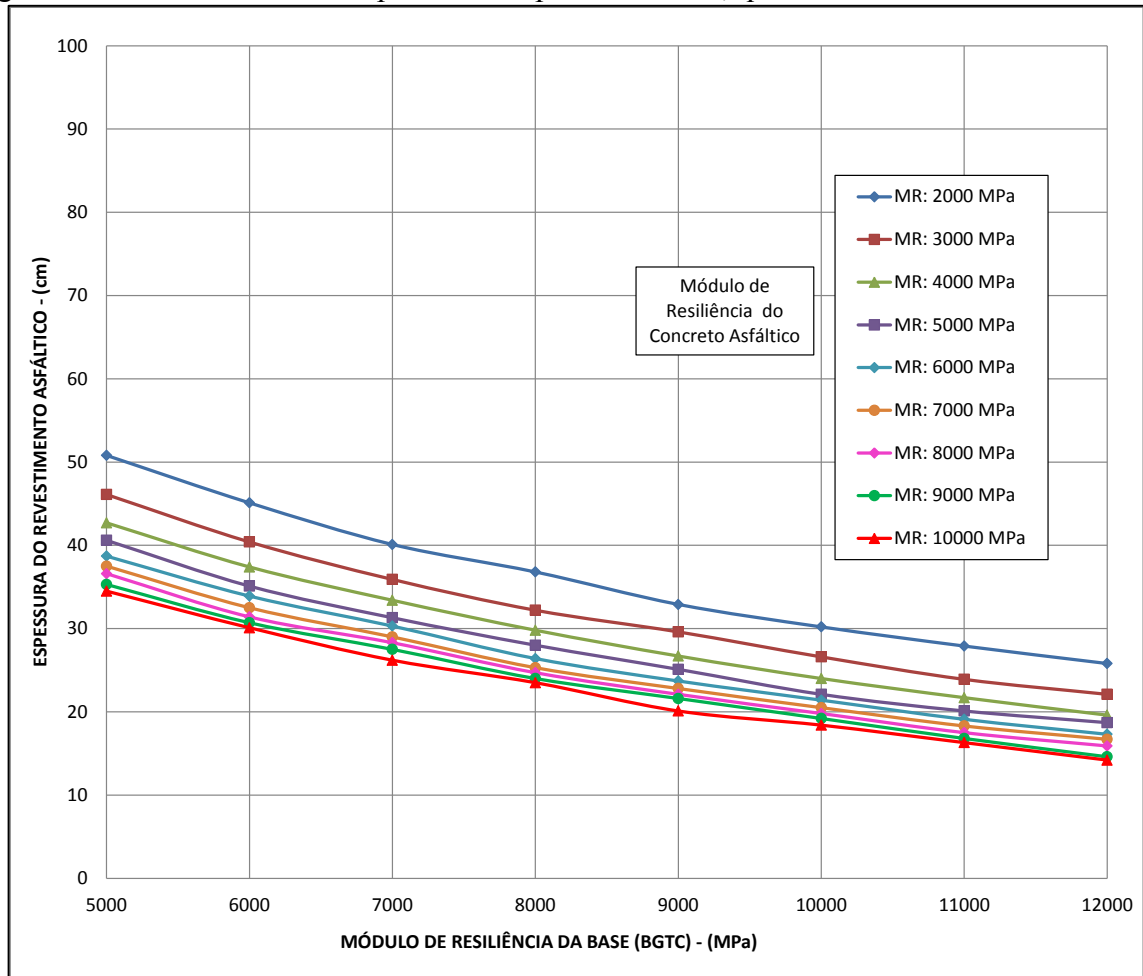
Fonte: Elaborada pela autora

Levando-se em consideração que a BR-290 apresenta número “N” mais elevado do que as rodovias anteriores, tem-se os valores da espessura da camada de revestimento muito

elevados e, portanto fora da realidade dos pontos de vista técnico e econômico, conforme mostrado pela Figura 42. Neste caso, devem ser analisadas diferentes estruturas a fim de obter projetos com menores espessuras.

- 2) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 30 cm de espessura.

Figura 43 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-290, quando a base = 30 cm

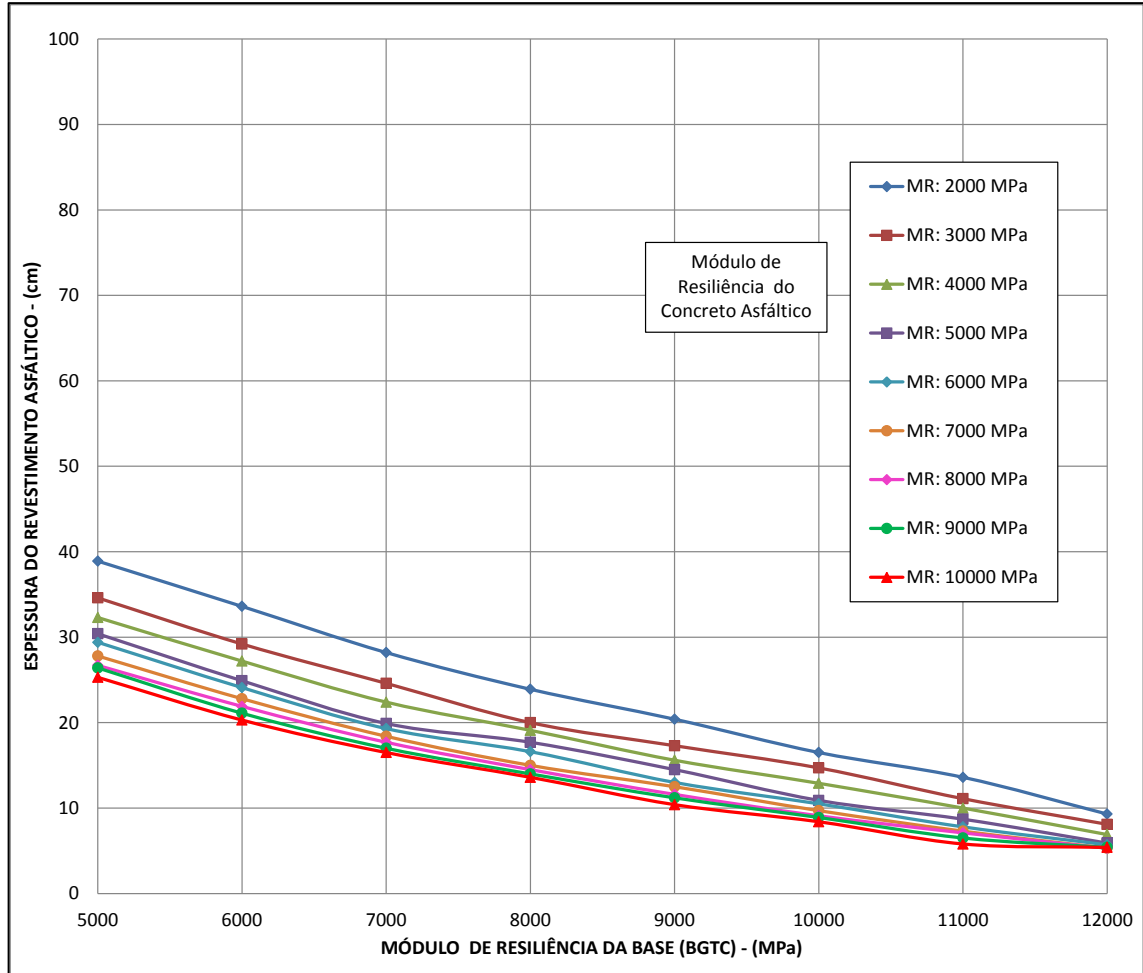


Fonte: Elaborada pela autora

Conforme analisado nas rodovias anteriores, quando a base alcança 30 cm de espessura, há uma redução da camada de revestimento, inversamente proporcional ao crescimento dos módulos de resiliência, obtendo para tal camada de superfície, dimensões passíveis de execução. Porém, pelo fato do número “N” ser mais alto na BR-290, não será proveitosa a utilização da base de 30 cm, porque implica em uma camada de revestimento muito espessa, como mostrado na Figura 43.

- 3) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 40 cm de espessura.

Figura 44 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-290, quando a base = 40 cm

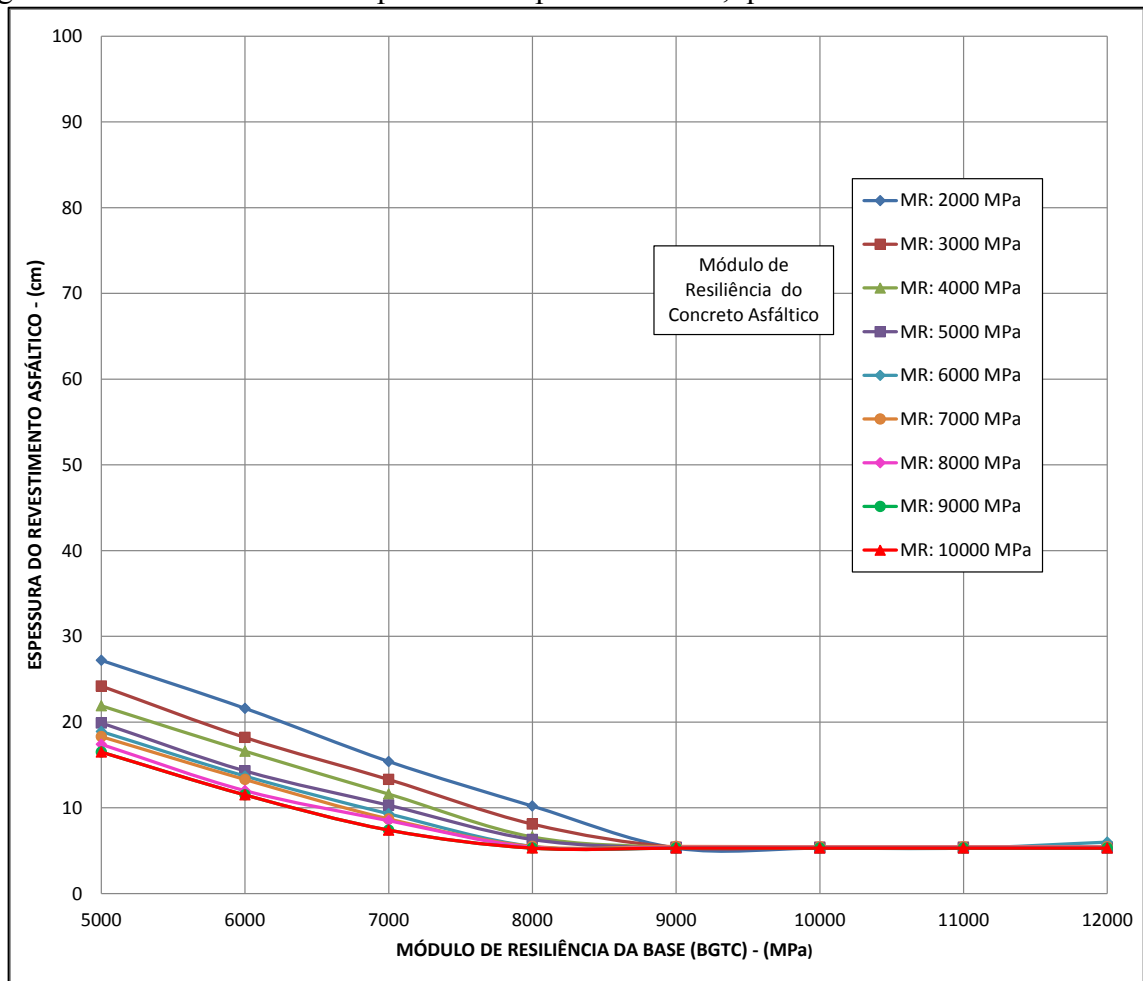


Fonte: Elaborada pela autora

Nota-se perante a observação das curvas da Figura 44, que valores mais apropriados para a camada de revestimento foram atingidos durante a majoração dos módulos de resiliência. Neste caso pode verificar-se uma convergência em direção ao valor mínimo para a espessura da camada de revestimento, porém este não foi alcançado para base de 40 cm, como nas rodovias anteriores, devido ao carregamento mais elevado da BR-290.

- 4) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 50 cm de espessura.

Figura 45 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-290, quando a base = 50 cm



Fonte: Elaborada pela autora

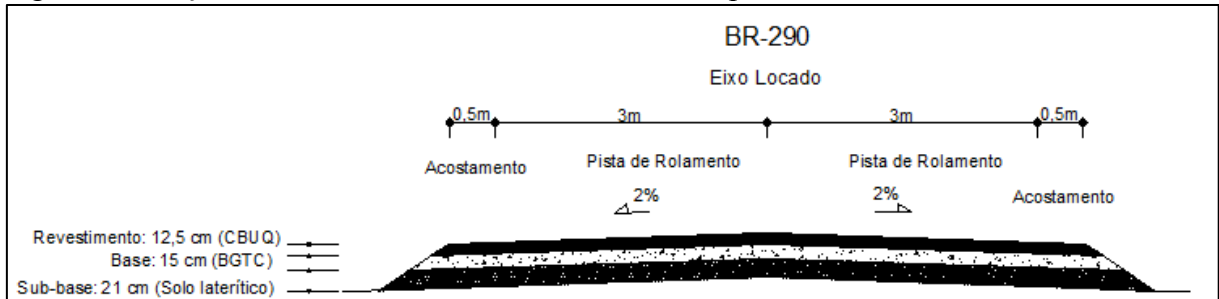
Conforme observado na Figura 45, o valor mínimo do revestimento foi encontrado somente quando se empregou uma base de 50 cm, na rodovia BR-290. Reiterando a influência do número “N” durante o dimensionamento das camadas, ao ser feita a comparação entre a presente rodovia e as demais comentadas.

Devido ao fato da BR-290 ter seu pavimento mais solicitado que as demais rodovias comentadas anteriormente, a linearidade constante da espessura do revestimento só é alcançada quando o módulo de resiliência da base é igual a 9000 MPa, diferenciando-se das rodovias anteriores, que já haviam encontrado a linearidade para a espessura do revestimento quando o MR da base era 8000 MPa.

4.3.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT

A Figura 46 ilustra a seção transversal do trecho estudado da BR-290, dimensionada pelo método do DNIT.

Figura 46 - Seção Transversal da BR-290 dimensionada pelo método do DNIT



Fonte: Elaborada pela autora

O dimensionamento da BR-290 pelo método do DNIT procedeu da seguinte maneira:

- a sub-base alcançou um valor de 20,5 cm, sendo arredondado para 21 cm, levando em consideração que a espessura mínima para a camada constituída de solo laterítico é de 20 cm, conforme norma DNIT 098/2007 – ES;
- a base atingiu espessura de 7,18 cm, tendo seu valor alterado para 15 cm, de acordo com o mínimo especificado para camadas granulares na própria publicação do “Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT”;
- o revestimento teve sua espessura determinada em 12,5 cm, valor esse retirado de tabela (Figura 29) constituinte da metodologia, que leva em consideração o número “N”.

A análise comparativa entre o método mecanístico e o empírico, mostra uma total discordância dos resultados. Fato este comprovado, ao se verificar o primeiro caso das simulações do SisPav para a BR-290, quando a base era de 20 cm, as espessuras do revestimento apresentaram valores maiores que 20 cm, contrapondo-se completamente ao que foi apresentado pelo método do DNIT. Observa-se que o mesmo acontecimento ocorreu nas rodovias anteriormente analisadas.

Complementa-se também, que nas simulações realizadas pelo SisPav, as espessuras do revestimento somente assemelham-se aos 12,5 cm encontrados pelo método do DNIT, perante um aumento considerável da base.

Destaca-se que apesar da rodovia BR-290 ter um carregamento mais expressivo que a BR-287, ambas obtiveram as mesmas espessuras de camadas para os seus pavimentos na análise do DNIT.

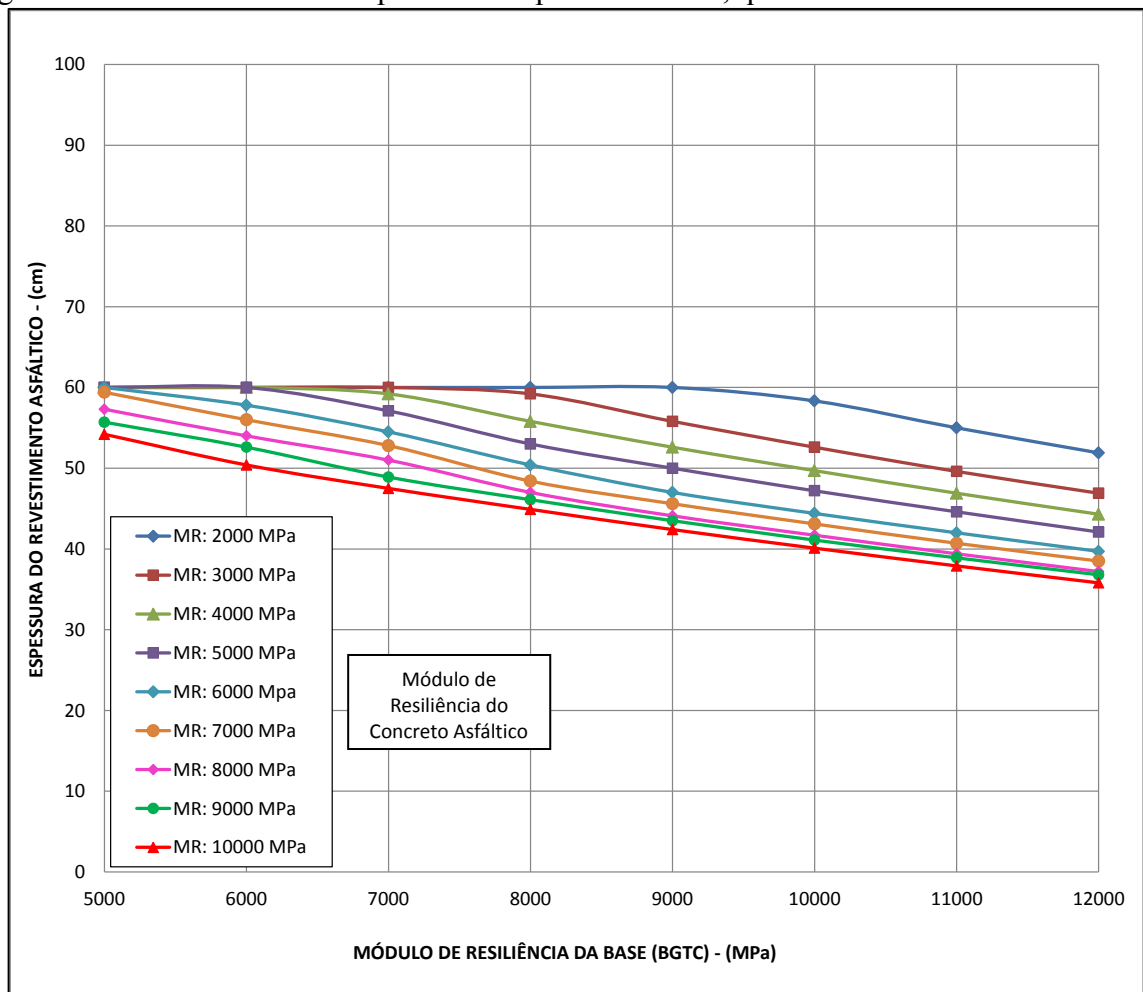
4.4 Rodovia BR-386

4.4.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav

Nas figuras 47, 48, 49 e 50, são apresentados os resultados encontrados no dimensionamento da BR – 386.

- 1) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 20 cm de espessura.

Figura 47 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-386, quando a base = 20 cm



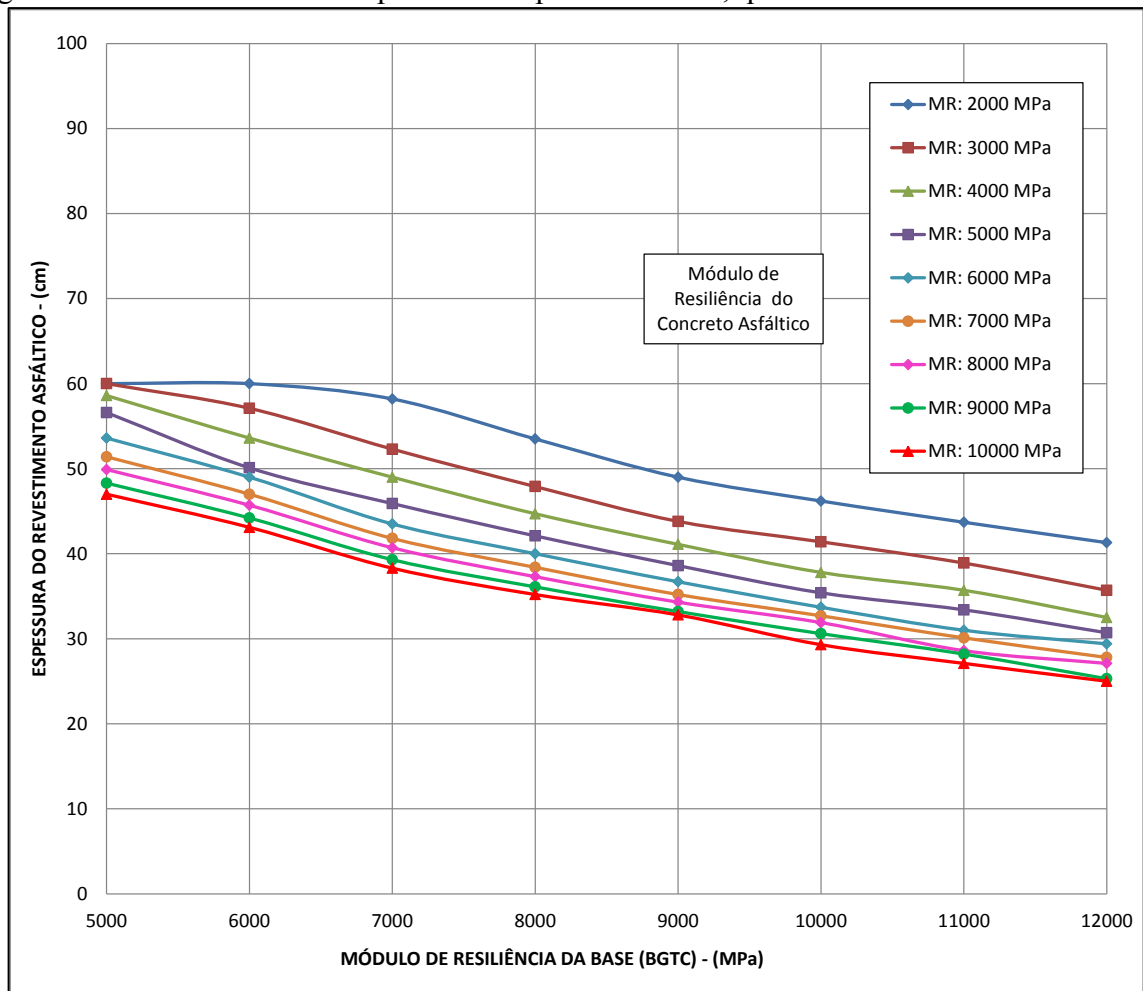
Fonte: Elaborada pela autora

Conforme mostrado pela Figura 47, a BR-386 começa com valor de espessura de revestimento constante no valor de 60 cm. Isso se deve ao fato do carregamento dessa rodovia ser muito expressivo, da ordem de $N > 10^8$.

As curvas se apresentam ligeiramente aglutinadas, quando o módulo de resiliência da base é igual a 5000 MPa, com valores de espessura de revestimento altíssimos. Então, à medida que os módulos de resiliência aumentam, a espessura da camada de superfície gradualmente diminui, mas não a ponto de se tornarem exequíveis.

- 2) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 30 cm de espessura.

Figura 48 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-386, quando a base = 30 cm



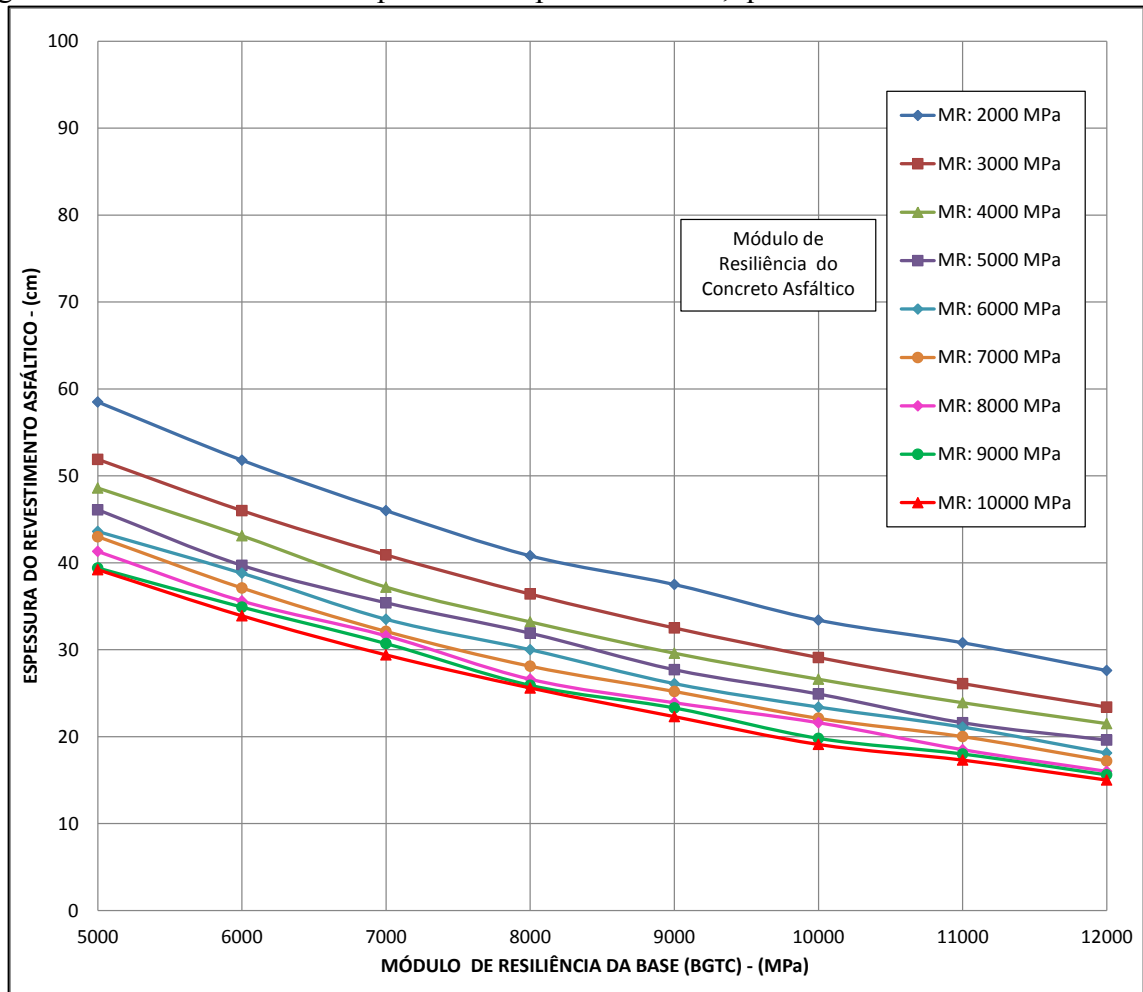
Fonte: Elaborada pela autora

Ao analisar a Figura 48, percebe-se que apesar do aumento da espessura da base e crescimento dos valores de módulo de resiliência, as espessuras do revestimento são

consideradas demasiadamente altas para a execução, levando também em consideração, o fato de que a construção de tais estruturas serem muito dispendiosas economicamente.

- 3) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 40 cm de espessura.

Figura 49 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-386, quando a base = 40 cm



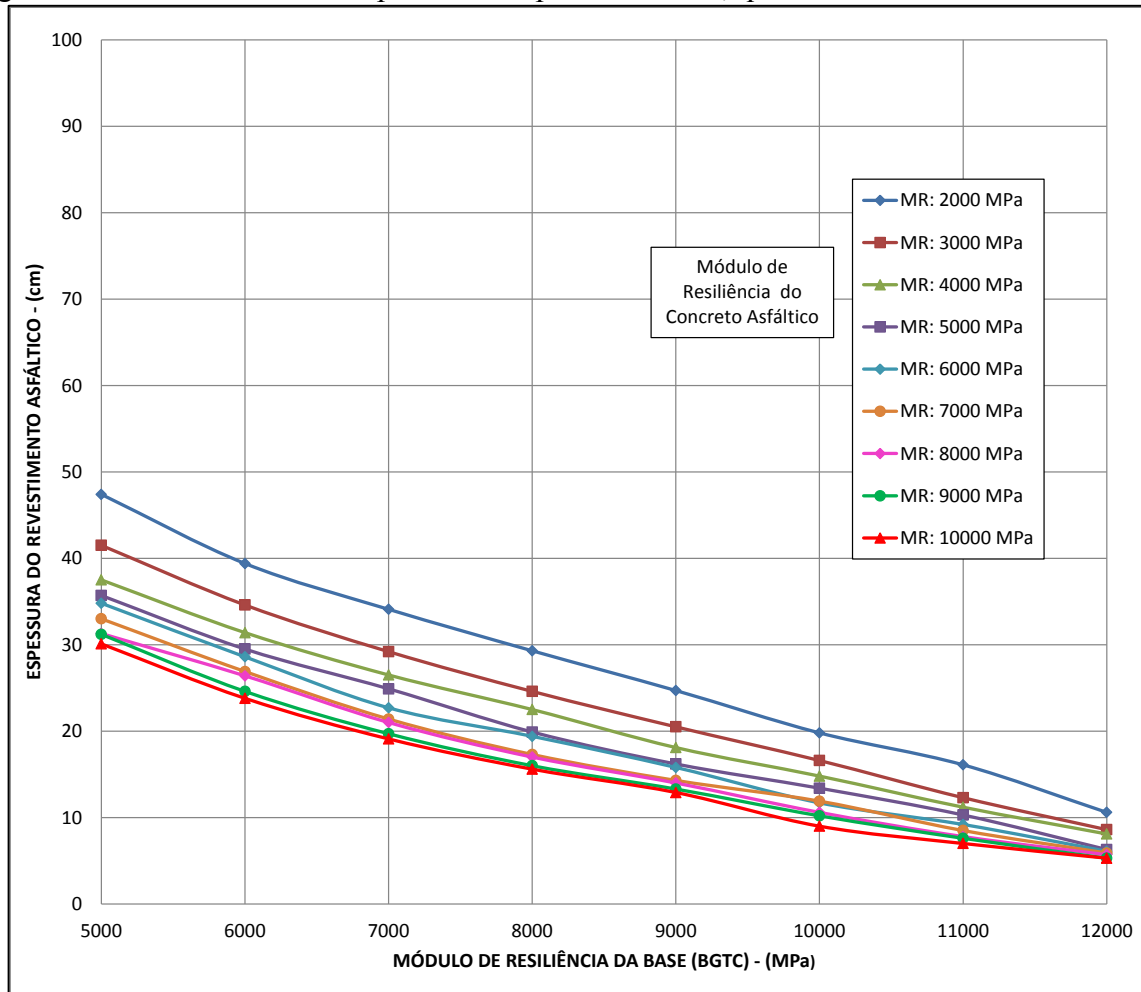
Fonte: Elaborada pela autora

Nesse caso, Figura 49, continua-se observando o decréscimo dos valores da camada de revestimento asfáltico, determinada pela inversão de proporcionalidade em relação aos módulos de resiliência. Atingem-se valores mais admissíveis para o revestimento, porém muito distantes do valor mínimo de 5,5 cm, situação que gera um contraste entre a BR-386 e as demais rodovias anteriores, que já apresentavam aproximação da menor espessura da referida camada, quando a base igual a 40 cm. Dessa forma, constata-se novamente a influência do número “N” no dimensionamento dos pavimentos, ao se verificar a disparidade dessa rodovia em relação às outras, pelo fato de ter grande carregamento.

Essa rodovia apenas teria seu projeto exequível, nesse caso, onde a base encontra-se com 40 cm, se os valores de módulos do revestimento e da base forem acima dos 10000 MPa, onde as espessuras do revestimento ficam próximas de 20 cm.

- 4) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 50 cm de espessura.

Figura 50 – Resultados obtidos pelo SisPav para a BR-386, quando a base = 50 cm



Fonte: Elaborada pela autora

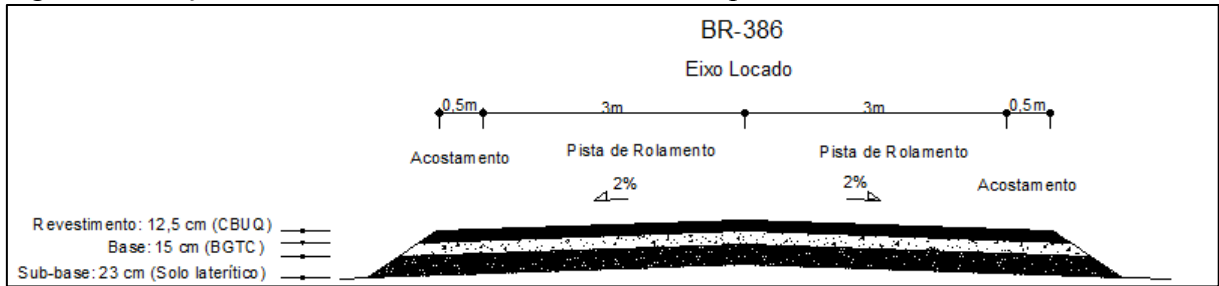
Observa-se que diferentemente das outras rodovias a BR-386 não alcançou o valor mínimo do revestimento, nem quando a base igualou-se a 50 cm, no entanto, obtiveram-se valores mais aceitáveis no âmbito da execução para a camada de superfície.

Pressupõe-se que somente com uma base de 60 cm se chegaria ao valor de revestimento mínimo de 5,5 cm.

4.4.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT

A Figura 51 ilustra a seção transversal do trecho estudado da BR-386, dimensionada pelo método do DNIT.

Figura 51 - Seção Transversal da BR-386 dimensionada pelo método do DNIT



Fonte: Elaborada pela autora

O dimensionamento da BR-386 pelo método do DNIT procedeu da seguinte maneira:

- a sub-base alcançou um valor de 22,5 cm, sendo arredondado pra 23 cm, levando em consideração que a espessura mínima para a camada constituída de solo laterítico é de 20 cm, conforme norma DNIT 098/2007 – ES;
- a base atingiu espessura de 7,88 cm, tendo seu valor alterado para 15 cm, de acordo com o mínimo especificado para camadas granulares na própria publicação do “Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT”;
- o revestimento teve sua espessura determinada em 12,5 cm, valor esse retirado de tabela (Figura 29) constituinte da metodologia, que leva em consideração o número “N”.

A análise comparativa entre o método mecanístico e o empírico, mostra uma total discordância dos resultados. Fato este comprovado, ao se verificar o primeiro caso das simulações do SisPav para a BR-386, quando a base era de 20 cm, as espessuras do revestimento apresentaram valores maiores que 30 cm, contrapondo-se completamente ao que foi apresentado pelo método do DNIT.

Complementa-se também, que nas simulações realizadas pelo SisPav, as espessuras do revestimento somente assemelham-se aos 12,5 cm encontrados pelo método do DNIT, perante um aumento considerável da base.

Observa-se no dimensionamento da rodovia BR-386, pelo método do DNIT, resultados bastante controversos, pois a mesma apresenta a espessura da sub-base apenas 2 cm mais espessa do que a BR-287 e a BR-290, mesmo apresentando número “N” bem mais elevado. Ao comparar-se a BR-386 com a BR-285, temos uma discrepância ainda maior, pois

a sub-base da última é da ordem de 25 cm. Novamente então, informa-se que isso se deve à espessura da camada de revestimento, que obviamente é maior na BR-386, tendo o seu valor tabelado conforme o número “N”.

4.5 Rodovia RS-377

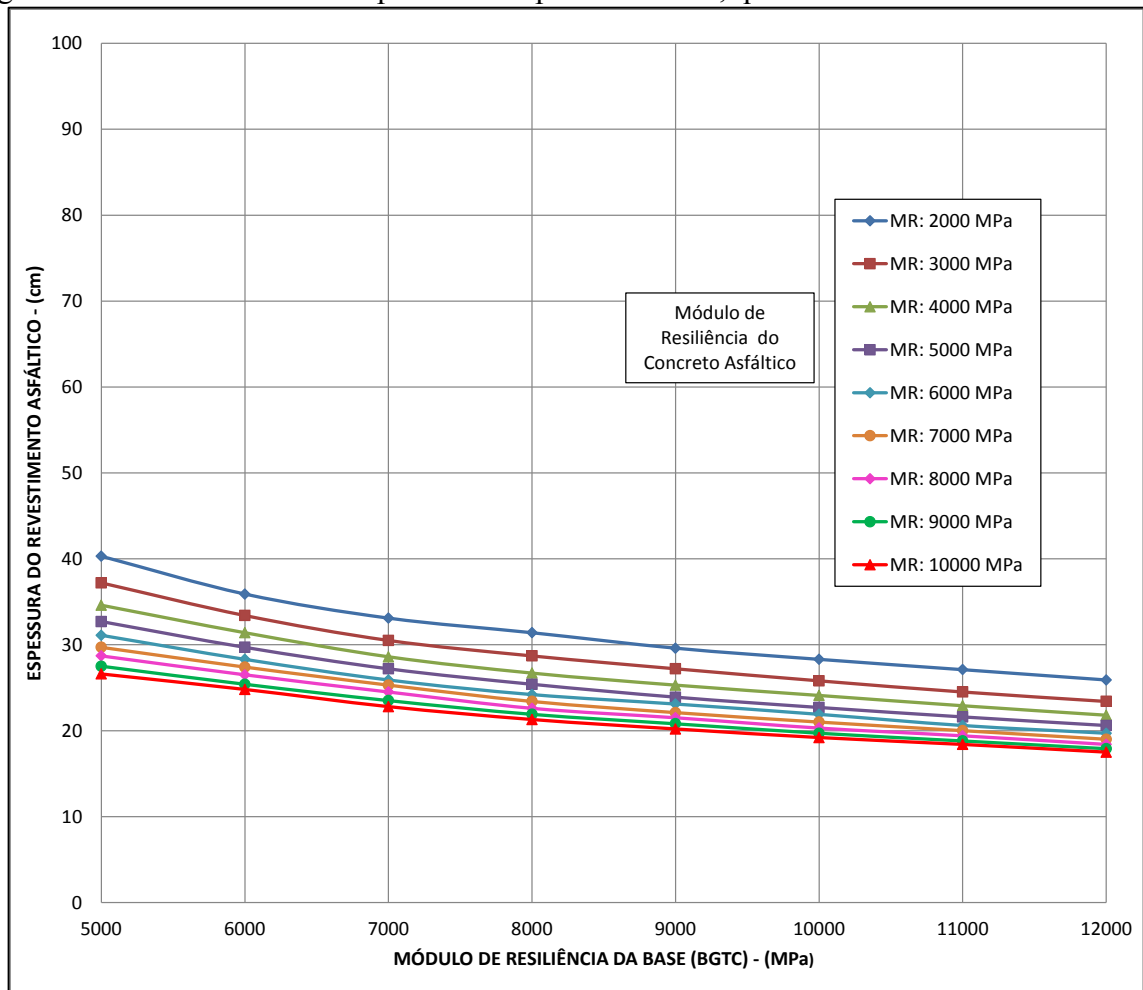
4.5.1 Resultados obtidos pelo programa SisPav

Nas figuras 52, 53, 54 e 55, são apresentados os resultados encontrados no dimensionamento da RS-377.

A rodovia RS-377 apresenta o menor carregamento entre todas as rodovias estudadas, por isso as bases especificadas estão na ordem de 10, 20, 30, 40 cm.

- 1) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 10 cm de espessura.

Figura 52 – Resultados obtidos pelo SisPav para a RS-377, quando a base = 10 cm



Fonte: Elaborada pela autora

Utilizando-se a espessura de 10 cm para a base, Figura 52, chegou-se a valores muito expressivos para o revestimento, o que dificulta a sua execução, pois este terá que ser feito em duas ou mais camadas.

Como consequência do mencionado, tem-se um custo elevado, ocasionando uma inviabilidade econômica para tal situação.

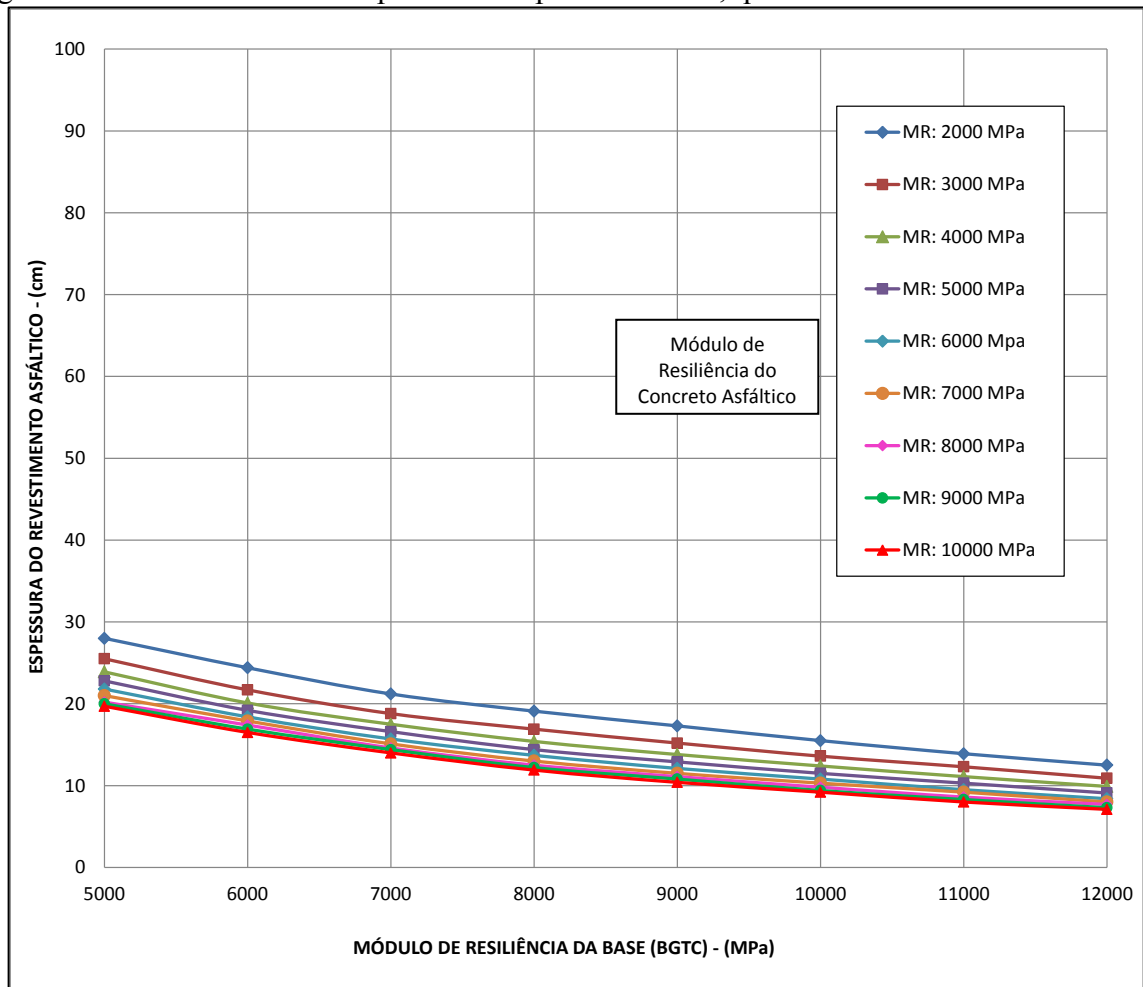
Na execução do concreto asfáltico necessita-se de materiais selecionados e de maquinários específicos, o que faz desse uma mistura mais cara que a brita graduada tratada com cimento, o que justifica a utilização de camadas mais espessas para a camada de base.

Para um módulo de resiliência de 10000 MPa para o concreto asfáltico, é necessária a adição de borracha ou polímero no ligante, ou ainda utilizar um ligante especial de módulo elevado para produzir misturas mais rígidas, e ainda assim o revestimento continua atingindo um alto valor em espessura, o que o torna muito dispendioso.

Vale salientar que no método do DNIT a base de qualquer pavimento dimensionado deve ter como espessura mínima 15 cm, portanto, nesse caso, o dimensionamento feito pelo SisPav foge completamente dos padrões do método empírico, dificultando uma comparação mais adequada entre os mesmos. Porém, por meio deste fato constatado, afirma-se novamente a possibilidade do projetista montar sua estrutura como bem lhe convier no uso do programa SisPav e, assim submetê-la à análise estrutural.

- 2) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 20 cm de espessura.

Figura 53 – Resultados obtidos pelo SisPav para a RS-377, quando a base = 20 cm



Fonte: Elaborada pela autora

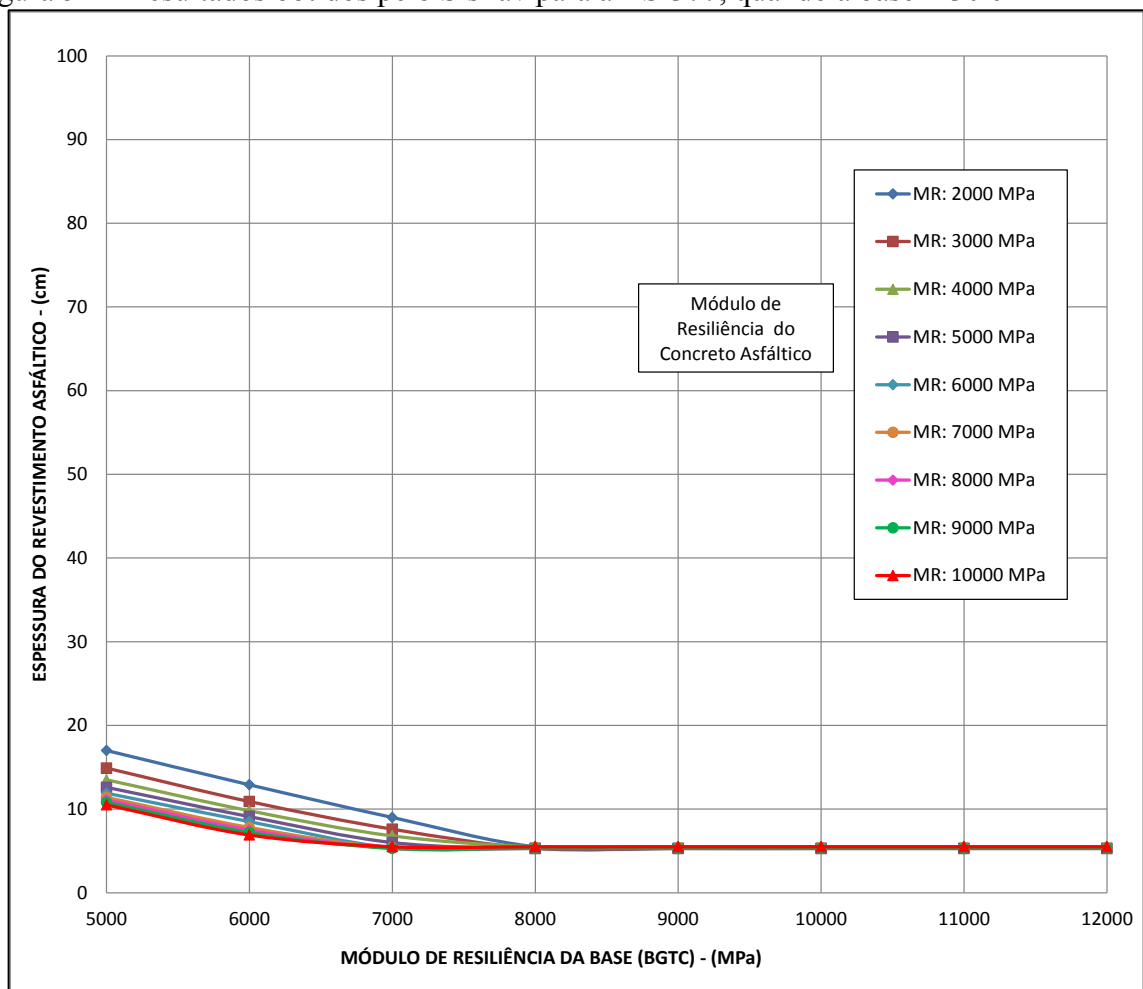
Observa-se nas curvas da Figura 53 em relação às anteriores que o aumento em 10 cm de base ocasionou a redução da espessura do revestimento asfáltico, mas que ainda existe a possibilidade de uma maior redução da espessura.

Neste caso observa-se uma maior aproximação das linhas que compõem as curvas, isto quer dizer que os valores das espessuras dos revestimentos apresentam valores mais próximos, salientando que cada curva representa um módulo de resiliência do concreto asfáltico.

Ao relacionar-se o módulo de resiliência da base com a espessura do revestimento, observou-se uma inversão de proporcionalidade entre essas duas grandezas. Isto quer dizer que enquanto o módulo de resiliência da base aumenta, a espessura do revestimento diminui, de modo que para um valor de módulo de resiliência de 8000 MPa até 12000 MPa a proporção inversa é expressa por linearidade decrescente, observando-se um paralelismo das curvas nesse trecho.

- 3) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 30 cm de espessura.

Figura 54 – Resultados obtidos pelo SisPav para a RS-377, quando a base = 30 cm



Fonte: Elaborada pela autora

Nota-se neste caso, Figura 54, que a espessura do revestimento asfáltico diminuiu mais ainda em relação aos casos anteriores, até chegar a um valor mínimo constante.

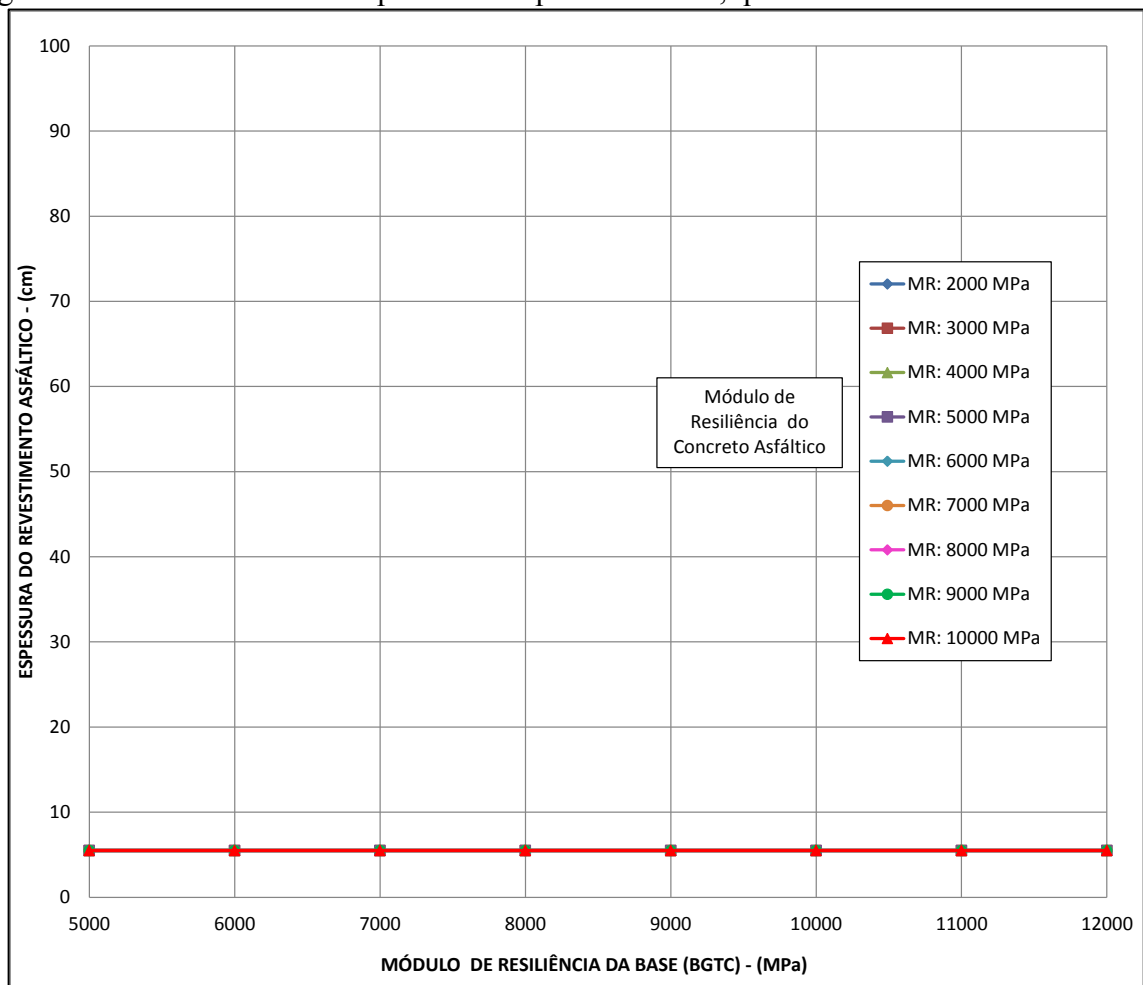
No trecho dos 5000 MPa aos 8000 MPa de módulo de resiliência da base, ainda observou-se uma variação da espessura do revestimento. No trecho dos 8000 MPa a 12000 MPa de módulo de resiliência da base, as curvas apresentam uma linearidade horizontal paralela ao eixo das resiliências, o que caracteriza um valor constante de 5,5 cm para o revestimento.

A base de 30 cm de espessura resulta em valores aceitáveis para a espessura do revestimento, o que torna este economicamente viável e de fácil execução.

A espessura de 5,5 cm é o valor mínimo a que o revestimento pode chegar, pelo fato que o agregado não permite espessuras inferiores, por causa de sua granulometria mínima.

- 4) Análise da relação entre a espessura do revestimento asfáltico e o módulo de resiliência da base, quando a base apresenta-se com 40 cm de espessura.

Figura 55 – Resultados obtidos pelo SisPav para a RS-377, quando a base = 40 cm



Fonte: Elaborada pela autora

Para este caso as curvas apresentam uma linearidade constante, expressa por uma linha horizontal paralela ao eixo das resiliências da base e um valor único para a espessura do revestimento de 5,5 cm.

O aumento expressivo da espessura da base tem resultados inócuos, visto que o valor mínimo do revestimento foi atingido e não há como reduzi-lo ainda mais, aumentar a espessura da camada de base se torna irrelevante tanto no aspecto estrutural, pois este caso apresenta os últimos conjuntos capazes de suportar as cargas advindas do tráfego com relativa segurança, então o aumento da base a partir de 40 cm se considera irrelevante.

E no aspecto econômico é visto como recursos mal empregados, isto é, desperdício.

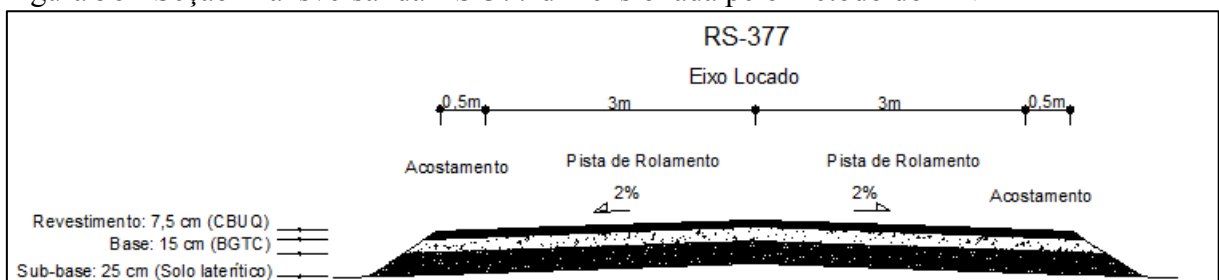
Observa-se que a RS-377 foi a única rodovia a atingir o valor mínimo constante, para uma base de 40 cm, fato único se comparado com as demais rodovias, reafirmando a importância do número “N”, que nesse caso levou a esse resultado por ser o mais reduzido.

É importante ressaltar que nesse caso poderiam ser utilizados materiais com menor módulo de resiliência tanto para a base, quanto para o revestimento, o que proporcionaria uma redução dos custos.

4.5.2 Resultados obtidos pelo método do DNIT

A Figura 56 ilustra a seção transversal do trecho estudado da BR-386, dimensionada pelo método do DNIT.

Figura 56 - Seção Transversal da RS-377 dimensionada pelo método do DNIT



Fonte: Elaborada pela autora

O dimensionamento da RS-377 pelo método do DNIT procedeu da seguinte maneira:

- a sub-base alcançou um valor de 24,5 cm, sendo arredondado pra 25 cm, levando em consideração que a espessura mínima para a camada constituída de solo laterítico é de 20 cm, conforme norma DNIT 098/2007 – ES;

- a base atingiu espessura de 8,23 cm, tendo seu valor alterado para 15 cm, de acordo com o mínimo especificado para camadas granulares na própria publicação do “Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT”;
- o revestimento teve sua espessura determinada em 7,5 cm, valor esse retirado de tabela (Figura 29) constituinte da metodologia, que leva em consideração o número “N”.

Observa-se que apesar da rodovia RS-377 ter um número “N” bem reduzido em relação às demais rodovias analisadas, a mesma obteve uma estrutura muito similar a todas, apenas diferenciando-se mais efetivamente na espessura do revestimento, contribuindo assim, no aumento da espessura da sub-base.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

5.1 Considerações finais

Ao término das análises individuais, verifica-se uma inversão de proporcionalidade nas simulações feitas pelo SisPav, onde a espessura da camada de revestimento vai ficando mais delgada, à medida que o módulo de resiliência dos materiais vai aumentando.

Reitera-se o fato, conforme teoria estudada, que o programa SisPav tem seu uso completamente justificado ao fornecer durante todas as simulações uma análise da estrutura do pavimento montado. O projetista ao disponibilizar dessa ferramenta de dimensionamento de pavimentos, tem a possibilidade de ir ajustando o projeto conforme as necessidades da obra, pelas informações cedidas pelo SisPav, que geralmente são sobre as deformações permanentes e fadigas dos diversos materiais.

A análise dos dimensionamentos feitos pelo método do DNIT traz certa desconfiança ao se verificar que todas as rodovias apresentam estruturas muito semelhantes, apesar da diferença notável do número “N”. Questiona-se então, se há um superdimensionamento nas rodovias de carga leve, levando a gastos desnecessários, ou se as rodovias mais carregadas oferecem a segurança esperada.

Verifica-se então, que no método do DNIT o fator de maior relevância no dimensionamento é o CBR do subleito e, que os demais fatores têm atuações coadjuvantes, porque se acredita que as estruturas obtiveram resultados parecidos pelo fato de serem todas dimensionadas com CBR do subleito igual a 5%, podendo ser alterado, já que os valores dos CBR's da sub-base e base são fixados por normas para todos os dimensionamentos.

Durante os dimensionamentos feitos pelos dois métodos, observou-se que as questões climáticas e hidrológicas tiveram diferentes relevâncias. Enquanto o método do DNIT somente levou em consideração a saturação do CBR durante quatro dias, não solicitando em momento algum, informações mais contundentes sobre tais fatores, o programa SisPav apresentou uma aba somente para tais aspectos, onde se determinava a região da construção do pavimento e logo já aparecia dados referentes ao clima e umidade. Levando em consideração que muitos pavimentos no país entraram em colapso quando colocados em condições adversas deste quesito, afirma-se a importância da maior consideração do mesmo durante o dimensionamento.

De um modo geral, o método mecanístico SisPav parece ser mais confiável que o método empírico do DNIT, pelo fato do mesmo oferecer uma análise estrutural do pavimento

que está sendo projetado. Apesar dos métodos mecanísticos encontrarem certa resistência ao seu uso no meio profissional da engenharia, ao se observar que o ensaio de módulo de resiliência dos materiais realmente é mais complexo e depende de um equipamento mais moderno, sugere-se que esta ferramenta possa ser implantada como suporte técnico durante o desenvolvimento de um projeto, admitindo o uso concomitante de outro método como agente principal de dimensionamento. Tal afirmação justifica-se perante a existência de uma relação matemática entre o módulo de resiliência e o CBR, exposta neste trabalho.

Como últimas considerações em relação ao método empírico do DNIT, pode-se dizer que o mesmo é classificado como operacionalmente fácil e de baixo custo, por isso é tão difundido no Brasil.

Para finalizar, tomando-se como exemplo a BR-386, mas sabendo-se que tal caso aconteceu de maneira similar com todas as rodovias, identifica-se que os resultados dos dois métodos apresentaram-se com total discrepância. A rodovia em questão apresentou as espessuras das camadas, pelo método do DNIT, com grandezas para sub-base e base igual a 23 cm e 15 cm, respectivamente, enquanto o revestimento alcançou 12,5 cm. Porém, os resultados do SisPav para o revestimento atingiram valores inviáveis da ordem de 45 cm ou mais, quando a sub-base e base eram iguais a 30 cm e 20 cm, respectivamente. Tal divergência só pode ser explicada por uma diferença de enfoques dos dois métodos de dimensionamento, enquanto um leva mais em consideração a resistência do material (Método do DNIT), o outro considera mais o carregamento da rodovia (SisPav), juntamente com a intervenção dos outros fatores como rigidez dos materiais e espessura das demais camadas.

5.2 Recomendações futuras

O estudo foi realizado, durante os dimensionamentos com o método do DNIT, com apenas um valor de CBR para todos os subleitos das rodovias consideradas. Deste modo, sugere-se para trabalhos futuros a variação dos valores de suporte do subleito, na intenção de analisar se haverá mudanças significativas na determinação das espessuras das camadas dos pavimentos.

Em relação ao dimensionamento dos pavimentos pelo método mecanístico-empírico SisPav, propõe-se a verificação de diferentes modelos matemáticos para a análise estrutural, assim como, a inserção de distintos materiais para a composição do pavimento e, a simulação da sobrecarga dos veículos no dimensionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials. **AASHTO guide for design of pavement structures**. Washington, USA, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9895**: Solo – Índice de Suporte Califórnia – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1987.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica – materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

BASTOS, Juceline B. S; HOLANDA, Áurea S; BARROSO, Suelly H. A. **Influência da variação da umidade de compactação no dimensionamento de pavimentos asfálticos**. Fortaleza, [201?]. Disponível em:
<http://www.academia.edu/4480237/INFLUENCIA_DA_VARIACAO_DA_UMIDADE_DE_COMPACTACAO_NO_DIMENSIONAMENTO_DE_PAVIMENTOS_ASFALTICOS>.
Acesso em: 10 fev. 2014.

BERNUCCI, L; CERATTI, J; MOTTA, L; SOARES, J. **Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2008.

BEZERRA NETO, R.S. **Análise comparativa de pavimentos dimensionados através dos métodos empírico do DNER e mecânico e proposta de um catálogo simplificado de pavimentos para a região de Campo Grande (MS)**. 2004. 189p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

BORDIM, Cássia. **Utilização de método de elementos finitos na avaliação das respostas estruturais de pavimentos flexíveis**. 2010. 103p. Dissertação (Mestre em modelagem matemática) – Universidade Regional do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.

COUTINHO, João Camilo Penna. **Dimensionamento de pavimento asfáltico: comparação do Método do DNER com um método mecânico-empírico aplicada a um trecho**. 2011. 214p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) – Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

COUTO, Jeferson B. **Estudo de misturas de solo-agregado em bases e sub-bases rodoviárias do Rio Grande do Sul**: caracterização de laboratório e execução de trecho experimental. 2009. 163p. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis**. 3. Ed. Rio de Janeiro, 1981.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **ES 098/2007**: Pavimentação – base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **ME 134/2010**: Pavimentação – Solos – Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2010.

FRANCO, Filipe. **Método de dimensionamento mecânico-empírico de pavimentos asfálticos - SisPav**. 2007. 315p. Tese (Doutor em Ciências em Engenharia Civil), - COPPE, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação, Rio de Janeiro.

GRECO, Jisela A. S. **Construção de estradas e vias urbanas**. 2012. Notas de aula. Disponível em: <
<http://etg.ufmg.br/~jisela/pagina/dimensionamento%20pav%20flexiveis.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2014.

HARTMANN, Diego Arthur. **Análise dos defeitos e da irregularidade de pavimentos flexíveis a partir do Guia da AASHTO de 2004**. 2009. 75p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.

LASTRAN (Laboratório de Sistemas de Transporte, do Departamento de Engenharia de Produção e Transportes da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul). **A Influência do Tráfego de Composição de Veículos de Carga – CVC's sobre os Pavimentos das Rodovias do Rio Grande do Sul**. Relatório, v.1. DAER (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem). 2003. Contrato nº PJ/CD/158/02.

LEMOS, Jeanderson R; Santos, Adailton A. **Desenvolvimento de ferramenta computacional para dimensionamento de pavimentos pelos métodos do DNER e da Resiliência**. Criciúma SC: Unesc, 2013. Disponível em: <
<http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/1722/Jeanderson%20Rodrigues%20Lemos.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

MEDINA, Jacques de; MOTTA, Laura M. G. **Mecânica dos Pavimentos**. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2005.

MOTTA, L. M. G. **Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis; Critério de confiabilidade e ensaios de cargas repetidas**. 1991. 366p. Tese (Doutorado em ciências em engenharia civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

NETO, Guilherme L. G. **Estudo comparativo entre a pavimentação flexível e rígida**. 2011. 80p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia, Belém.

PREUSSLER, Leonardo Apeel. **Contribuição ao Estudo da Deformabilidade de Camadas de Pavimento**. 2007. 129p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo.

Prime Engenharia e Consultoria LTDA. **Métodos de Dimensionamento de Pavimentos – Metodologias e seus Impactos nos Projetos de Pavimentos Novos e Restaurações**. Relatório final de pesquisa. CONCEPA (Concessionária da Rodovia Osório – Porto Alegre). 2009. Contrato nº 09/007.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Avaliação do Tráfego**. Porto Alegre, 201[?]. Disponível em: < Disponível em: < http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_08-avaliacao_de_trafego_e_calculo_do_n.pdf>. Acesso 20 fev. 2014.

WESSELING, Diego Henrique. **Avaliação laboratorial do comportamento de misturas em concreto asfáltico**. 2002. 94p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.

ANEXOS

Resultados do SisPav para a rodovia BR-285, quando base = 20 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 55,5 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 49,2 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 45 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 41,3 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 38,5 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 36,4 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 33,4 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 31,7 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 50,3 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 45,3 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 41,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 37,6 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 34,5 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 32,5 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 29,9 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 28,4 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 47,2 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 42,6 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 38,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 35,3 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 32,8 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 30,2 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 27,8 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 26,4 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 44,8 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 40,5 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 36,6 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 33,6 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 31 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 28,5 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 26,3 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 24,3 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 42,7 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 38,6 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 35,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 31,9 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 29,4 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 27,1 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 25,1 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 23,2 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|----------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 41 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 37,1 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 34,1 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 31,3 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 28,4 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 26,2 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 24,2 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 22,4 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|----------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 39,4 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 36,2 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 32,8 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 30,2 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 27,9 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 25,7 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 23,5 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 21,7 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|----------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 38,5 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 35,4 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 31,7 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 29,2 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 27 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 24,9 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 22,9 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 21,2 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|----------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 37 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 34 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 31,3 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 28,8 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 26,2 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 24,2 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 22,4 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 20,6 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-285, quando a base = 30 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|----------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 43,4 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 38 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 33,9 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 30,3 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 27,1 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 24,4 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 21,8 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 19,7 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 39,1 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 33,8 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 30,2 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 26,3 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 23,6 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 21,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 18,8 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 17,1 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 36,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 31,6 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 27,5 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 24,7 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 21,3 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 19,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 17,1 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 14,8 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 34,6 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 30 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 26,1 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 22,8 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 20 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 17,7 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 15,3 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 13,4 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 33,1 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 28,7 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 25 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 21,4 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 18,9 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 16,7 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 14,5 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 12,8 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 32 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 27,8 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 23,9 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 20,5 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 18,1 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 15,7 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 13,7 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 12 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 30,8 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 26,7 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 23,4 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 19,9 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 17,1 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 14,9 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 13 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 11,5 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 30,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 25,7 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 22,5 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 19,2 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 16,5 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 14,4 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 12,6 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 10,7 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 29,2 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 25,4 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 21,7 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 19,1 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 16,4 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 14,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 12 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 10,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-285, quando a base = 40cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 32 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 27 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 21,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 17,4 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 13,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 9,3 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 28,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 23,4 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 18,8 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 15,4 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 11,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 8,2 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 26 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 20,8 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 16,8 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 13,1 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 10,1 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 6,9 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 24,7 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 19,8 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 15,6 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 12,3 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 9,1 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 6 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 23,6 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 18,4 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 14,6 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 11 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 8 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,8 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 22,7 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 17,8 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 13,8 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 10,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 7,8 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,3 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,3 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 21,6 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 16,9 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 13,2 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 10,1 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 6,9 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 21,3 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 16,2 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 12,7 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 9,3 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 6,6 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 20,7 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 15,8 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 12,1 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 9 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 6,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-285, quando a base = 50 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 20,1 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 14,4 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 7,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 17,3 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 11,9 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 6,7 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 15,9 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 10,4 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,7 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 14,2 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 9,6 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 13,5 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 8,2 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 13,1 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 8 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 12,1 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 7,7 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 11,8 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 6,7 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 10,9 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 6,5 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-287, quando a base = 20 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 56,7 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 51,1 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 46,8 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 42,9 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 39,9 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 37,7 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 35,2 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 33,6 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 51,5 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 46,4 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 42,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 39 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 35,9 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 33,2 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 31,5 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 29,8 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 47,9 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 43,9 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 39,7 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 36,4 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 33,5 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 30,8 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 29,2 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 27 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 45,6 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 41,8 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 37,8 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 34,7 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 31,8 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 29,3 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 27,8 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 25,7 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 43,4 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 39,8 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 36,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 33,1 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 30,5 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 28,1 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 25,9 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 24,6 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 41,9 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 38,4 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 34,8 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 32,2 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 29,6 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 27,3 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 25,2 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 23,8 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 40,3 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 37 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 34 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 31,3 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 28,8 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 26,6 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 24,6 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 22,9 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 39 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 35,8 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 32,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 30 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 27,6 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 25,5 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 24,1 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 22,3 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 38,1 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 35 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 32,2 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 29,6 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 27,3 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 25,2 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 22,9 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 21,8 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-287, quando a base = 30 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 44,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 39,6 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 35,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 31,6 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 28,2 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 26,1 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 23,4 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 21,1 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 40,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 35 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 31,1 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 27,8 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 25 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 22,2 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 20 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 18,1 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 37,8 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 32,6 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 29,2 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 25,4 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 23,1 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 19,9 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 18,1 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 16,4 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 35,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 31 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 26,9 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 24,2 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 21,2 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 18,7 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 17 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 14,7 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 34,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 29,6 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 25,7 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 22,5 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 20,3 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 17,5 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 15,9 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 13,9 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 32,6 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 28,3 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 24,7 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 21,9 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 18,7 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 17 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 14,8 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 12,9 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 32 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 27,8 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 24,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 20,7 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 18,2 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 15,8 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 13,8 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 12,1 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 30,8 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 26,8 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 23,4 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 20 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 17,6 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 15,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 13,4 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 11,8 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 29,9 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 26 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 22,7 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 19,4 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 17,2 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 14,9 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 13 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 11 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-287, quando a base = 40 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 33,1 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 27,9 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 23,6 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 18,9 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 15,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 11,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 6,6 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 30 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 24,6 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 19,7 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 16 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 12,6 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 8,8 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 6 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 27,1 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 22,3 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 17,9 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 14,7 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 11,1 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 8 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 25,9 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 20,7 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 16,8 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 13,1 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 10,1 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 7,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 24,3 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 19,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 15,9 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 12,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 9,2 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 6,6 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 23,3 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 18,7 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 14,4 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 11,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 8,7 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,9 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 22,8 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 17,8 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 13,8 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 10,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 8,1 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,8 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 21,9 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 17,2 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 13,4 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 10,2 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 7,6 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 21,6 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 16,4 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 12,8 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 9,9 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 7,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-287, quando a base = 50 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 22,2 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 15,8 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 9,1 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 18,9 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 12,9 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 8 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 16,9 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 11 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 6,5 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 15,7 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 10,4 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,7 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 14,2 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 9,6 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,6 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 13,7 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 8,8 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 12,8 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 7,9 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 12,8 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 7,9 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 12 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 7,6 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-290, quando a base = 20 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 60 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 56,7 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 51,9 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 47,5 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 44,9 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 41,8 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 39,5 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 37,3 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 57,2 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 51,5 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 47,1 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 43,2 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 40,8 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 37,5 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 35,4 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 33,7 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 53,9 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 48,5 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 44,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 40,8 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 37,4 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 35,4 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 32,7 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 31 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 50,8 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 45,8 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 42 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 38,5 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 35,9 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 33 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 31,3 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 28,8 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 48 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 43,9 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 40,3 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 37 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 34 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 32,2 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 29,6 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 28,1 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 46 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 42,2 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 38,7 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 35,6 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 33,2 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 30,6 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 29 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 26,8 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 44,7 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 41 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 37,7 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 34,6 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 31,8 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 30,1 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 27,8 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 25,7 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 43,3 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 39,8 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 36,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 33,6 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 31,3 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 28,9 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 27,4 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 25,3 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 41,5 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 38,7 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 35,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 32,8 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 30,2 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 28,6 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 26,4 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 24,4 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a BR-290, quando a base = 30 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 50,8 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 45,1 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 40,1 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 36,8 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 32,9 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 30,2 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 27,9 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 25,8 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 46,1 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 40,4 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 35,9 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 32,2 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 29,6 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 26,6 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 23,9 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 22,1 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 42,7 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 37,4 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 33,4 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 29,8 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 26,7 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 24 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 21,7 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 19,6 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 40,6 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 35,1 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 31,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 28 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 25,1 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 22,1 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 20,1 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 18,7 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 38,7 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 33,9 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 30,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 26,4 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 23,7 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 21,4 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 19,1 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 17,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 37,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 32,5 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 29 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 25,3 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 22,8 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 20,5 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 18,3 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 16,7 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 36,6 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 31,4 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 28,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 24,7 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 22,1 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 19,8 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 17,5 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 15,9 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 35,3 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 30,7 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 27,5 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 24 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 21,6 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 19,2 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 16,8 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 14,6 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 34,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 30,1 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 26,2 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 23,5 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 20,1 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 18,4 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 16,3 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 14,2 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-290, quando a base = 40 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 38,9 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 33,6 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 28,2 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 23,9 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 20,4 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 16,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 13,6 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 9,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 34,6 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 29,2 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 24,6 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 20 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 17,3 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 14,7 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 11,1 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 8,1 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 32,3 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 27,2 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 22,4 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 19,1 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 15,6 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 12,9 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 10 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 6,9 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 30,4 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 24,9 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 19,9 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 17,7 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 14,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 10,9 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 8,7 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,9 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 29,4 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 24,1 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 19,3 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 16,6 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 13 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 10,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 7,8 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,7 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 27,8 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 22,8 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 18,4 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 15 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 12,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 9,7 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 7,3 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 26,7 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 21,9 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 17,7 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 14,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 11,6 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 9,1 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 7,1 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 26,4 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 21,1 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 17 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 14 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 11,2 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 8,9 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 6,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 25,3 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 20,3 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 16,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 13,6 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 10,4 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 8,4 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,8 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-290, quando a base = 50 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 27,2 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 21,6 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 15,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 10,2 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 24,2 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 18,2 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 13,3 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 8,1 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 21,9 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 16,6 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 11,6 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 6,6 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 19,9 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 14,3 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 10,3 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 6,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 18,9 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 13,7 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 9,3 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,5 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 6 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 18,3 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 13,3 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 8,7 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,46 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,46 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,46 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 17,4 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 12 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 8,5 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,4 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 16,5 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 11,5 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 7,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 16,5 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 11,5 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 7,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-386, quando a base = 20 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 60 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 60 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 60 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 60 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 60 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 58,33 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 55 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 51,9 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 60 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 60 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 60 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 59,2 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 55,8 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 52,6 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 49,6 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 46,9 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 60 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 60 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 59,2 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 55,8 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 52,6 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 49,7 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 46,9 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 44,3 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 60 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 60 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 57,1 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 53 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 50 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 47,2 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 44,6 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 42,1 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 60 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 57,8 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 54,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 50,4 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 47 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 44,4 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 42 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 39,7 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 59,4 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 56 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 52,8 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 48,4 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 45,6 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 43,1 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 40,7 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 38,5 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 57,3 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 54 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 51 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 47 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 44,1 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 41,7 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 39,4 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 37,2 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 55,7 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 52,6 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 48,9 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 46,1 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 43,5 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 41,1 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 38,9 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 36,8 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 54,2 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 50,4 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 47,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 44,9 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 42,4 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 40,1 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 37,9 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 35,8 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-386, quando a base = 30 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 60 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 60 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 58,2 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 53,5 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 49 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 46,2 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 43,7 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 41,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 60 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 57,1 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 52,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 47,9 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 43,8 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 41,4 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 38,9 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 35,7 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 58,6 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 53,6 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 49 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 44,7 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 41,1 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 37,8 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 35,7 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 32,5 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 56,6 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 50,1 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 45,9 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 42,1 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 38,6 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 35,4 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 33,4 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 30,7 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 53,6 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 49 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 43,5 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 40 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 36,7 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 33,7 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 31 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 29,4 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 51,4 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 47 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 41,8 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 38,4 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 35,2 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 32,7 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 30,1 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 27,8 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 49,9 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 45,7 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 40,7 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 37,3 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 34,3 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 31,9 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 28,6 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 27,1 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 48,3 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 44,2 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 39,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 36,1 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 33,2 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 30,6 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 28,2 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 25,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 47 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 43,1 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 38,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 35,2 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 32,8 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 29,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 27,1 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 25 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-386, quando a base = 40 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 58,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 51,8 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 46 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 40,8 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 37,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 33,4 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 30,8 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 27,6 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 51,9 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 46 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 40,9 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 36,4 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 32,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 29,1 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 26,1 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 23,4 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 48,6 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 43,1 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 37,2 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 33,2 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 29,6 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 26,6 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 23,9 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 21,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 46,1 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 39,7 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 35,4 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 31,9 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 27,7 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 24,9 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 21,6 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 19,6 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 43,6 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 38,8 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 33,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 30 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 26,1 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 23,4 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 21,1 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 18,1 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 43 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 37,1 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 32,1 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 28,1 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 25,2 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 22,1 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 20 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 17,2 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 41,3 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 35,6 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 31,6 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 26,6 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 23,9 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 21,6 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 18,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 16 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 39,4 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 34,9 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 30,7 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 25,9 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 23,3 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 19,8 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 18 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 15,6 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 39,2 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 33,9 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 29,4 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 25,6 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 22,3 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 19,1 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 17,3 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 15 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia BR-386, quando a base = 50 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 47,4 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 39,4 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 34,1 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 29,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 24,7 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 19,8 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 16,1 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 10,6 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 41,5 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 34,6 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 29,2 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 24,6 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 20,5 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 16,6 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 12,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 8,6 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 37,5 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 31,4 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 26,5 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 22,5 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 18,1 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 14,8 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 11,2 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 8,1 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 35,7 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 29,5 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 24,9 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 19,9 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 16,2 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 13,4 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 10,3 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 6,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 34,8 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 28,6 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 22,7 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 19,4 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 15,8 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 11,7 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 9,2 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 6,1 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 33 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 26,9 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 21,4 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 17,3 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 14,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 11,9 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 8,5 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,9 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 31,3 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 26,4 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 21 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 17 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 14 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 10,6 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 7,8 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,7 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 31,2 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 24,6 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 19,7 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 16 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 13,3 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 10,2 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 7,6 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 30,1 | 5000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 23,8 | 6000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 19,1 | 7000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 15,6 | 8000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 12,9 | 9000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 9 | 10000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 7 | 11000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,3 | 12000 | 50 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia RS-377, quando a base = 10 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 40,3 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 35,9 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 33,1 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 31,4 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 29,6 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 28,3 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 27,1 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 25,9 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 37,2 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 33,4 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 30,5 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 28,7 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 27,2 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 25,8 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 24,5 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 23,4 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 34,6 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 31,4 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 28,6 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 26,7 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 25,3 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 24,1 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 22,9 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 21,8 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 32,7 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 29,7 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 27,2 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 25,4 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 23,9 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 22,7 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 21,6 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 20,6 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 31,1 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 28,3 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 25,9 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 24,2 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 23,1 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 21,9 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 20,6 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 19,7 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 29,7 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 27,4 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 25,3 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 23,4 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 22,1 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 21 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 20 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 19 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 28,7 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 26,5 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 24,5 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 22,6 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 21,5 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 20,3 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 19,4 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 18,4 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 27,5 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 25,4 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 23,5 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 21,9 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 20,8 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 19,7 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 18,8 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 17,9 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 26,6 | 5000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 24,8 | 6000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 22,8 | 7000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 21,3 | 8000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 20,2 | 9000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 19,2 | 10000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 18,4 | 11000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 17,5 | 12000 | 10 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia RS-377, quando a base = 20 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 28 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 24,4 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 21,2 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 19,1 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 17,3 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 15,5 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 13,9 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 12,5 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 25,5 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 21,7 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 18,8 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 16,9 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 15,2 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 13,6 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 12,3 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 10,9 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 23,9 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 20,1 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 17,5 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 15,4 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 13,8 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 12,4 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 11,1 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 9,9 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 22,8 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 19,2 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 16,6 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 14,4 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 12,9 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 11,5 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 10,3 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 9,1 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 21,8 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 18,4 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 15,7 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 13,7 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 12,1 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 10,8 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 9,5 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 8,4 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 21 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 17,9 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 15,1 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 13 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 11,5 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 10,3 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 9,2 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 8 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 20,2 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 17,4 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 14,6 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 12,5 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 11,1 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 9,8 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 8,6 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 7,7 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 20 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 16,9 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 14,4 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 12,2 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 10,8 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 9,4 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 8,3 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 7,3 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 19,7 | 5000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 16,5 | 6000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 14 | 7000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 11,9 | 8000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 10,4 | 9000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 9,2 | 10000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 8 | 11000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 7,1 | 12000 | 20 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia RS-377, quando a base = 30 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 17 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 12,9 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 9 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 14,9 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 10,9 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 7,6 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,3 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,3 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,3 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 13,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 9,8 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 6,8 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 12,6 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 9,1 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 6 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 11,9 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 8,5 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,4 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 11,4 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 7,8 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,4 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 11,1 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 7,5 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 10,8 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 7,2 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,3 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 10,5 | 5000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 6,9 | 6000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 7000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 8000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 9000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 10000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 11000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 12000 | 30 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

Resultados do SisPav para a rodovia RS-377, quando a base = 40 cm.

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 2000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 2000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 3000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 3000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 4000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 4000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 5000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 5000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 6000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 6000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 7000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 7000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 8000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 8000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 9000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 9000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |

| CAMADA | Revestimento | | Base | | Sub-base | | Subleito | |
|--------|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) | MR (Mpa) | E (cm) |
| | 10000 | 5,5 | 5000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 6000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 7000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 8000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 9000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 10000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 11000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |
| | 10000 | 5,5 | 12000 | 40 | 150 | 30 | 50 | ∞ |