

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Ademar Branco Bandeira Filho
Robinson Samuel Boschetti

Geração do Programa de Manutenção para os Pavimentos das
Rodovias do Lote 01 do DAER – RS (Departamento Autônomo de
Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul)

Trabalho de Graduação

Ano 2005

**Infra –Estrutura
Aeronáutica**

ADEMAR BRANCO BANDEIRA FILHO
ROBINSON SAMUEL BOSCHETTI

**GERAÇÃO DO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PARA OS PAVIMENTOS
DAS RODOVIAS DO LOTE 01 DO DAER – RS (DEPARTAMENTO
AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL)**

Orientador:

Prof. Dr. Régis Martins Rodrigues (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)

Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2005

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Divisão Biblioteca Central do ITA/CTA

Bandeira Filho, Ademar Branco

Geração do Programa de Manutenção para os Pavimentos das Rodovias do Lote 01 do DAER – RS (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul)/ Ademar Branco Bandeira Filho; Robinson Samuel Boschetti.
São José dos Campos, 2005.
107f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia de Infra Estrutura Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2005.
Orientador: Prof. Régis Martins Rodrigues.

I. Pavimentos. 2. Manutenção. 3. Rodovias. I. Robinson Samuel Boschetti
II. Centro Técnico Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica. III. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BANDEIRA FILHO, Ademar Branco; BOSCHETTI, Robinson Samuel. Geração do Programa de Manutenção para os Pavimentos das Rodovias do Lote 01 do DAER – RS (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul). 2005. 92f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

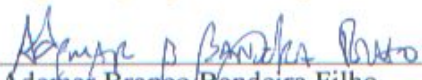
CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ademar Branco Bandeira Robinson Samuel Boschetti.


TÍTULO DO TRABALHO: Geração do Programa de Manutenção para os Pavimentos das Rodovias do Lote 01 do DAER – RS (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul)

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2005

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.



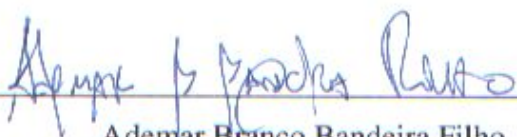
Ademar Branco/Bandeira Filho
Rua Parnaíba, Qd 01, N 07, Ap 201 – São Marcos
São Luis – MA – Brasil. CEP 65076-830.



Robinson Samuel Boschetti
Rua Piauí, 195. Centro.
Candido Rodrigues – SP – Brasil. CEP 15930-000.

**GERAÇÃO DO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PARA OS PAVIMENTOS DAS
RODOVIAS DO LOTE 01 DO DAER – RS (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE
ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL)**

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



Ademar Branco Bandeira Filho

Autor



Robinson Samuel Boschetti

Autor



Prof. Dr. Régis Martins Rodrigues – Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Orientador



Prof. Flávio Mendes Neto

Coordenador do Curso de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

São José dos Campos, 21 de novembro de 2005

AGRADECIMENTOS

Ademar Branco Bandeira Filho

Meu primeiro agradecimento vai para os meus pais, núcleo basal e constitutivo da minha família – e também da minha vida – que ao longo destes 22 anos têm sido o pilar fundamental da minha construção.

Agradeço ainda aos inúmeros e valiosos amigos que fiz durante o meu curso de graduação, que se fosse enumerar tomariam mais páginas do que as que disponho.

Ao meu amigo e companheiro Samuel deixo um agradecimento especial e a certeza de que onde estivermos durante o decorrer das nossas vidas ele será um amigo inesquecível. Aos meus companheiros de apartamento um abraço caloroso e o agradecimento pelas enormes lições de vida aprendidas nesta escola que é o H8.

Aos mestres fica o agradecimento pelas lições aprendidas, sejam elas no ramo da engenharia ou lições de vida. Neste ramo cabe destacar o professor Akio Baba, meu conselheiro e amigo. Sempre disposto a ouvir. Sempre disposto a proferir um conselho.

Por último, ou como diriam os ingleses “last but not least”, deixo um enorme beijo para minha namorada, por todo o apoio que tem me dado em todo o tempo em que estamos juntos e que certamente me dará no futuro glorioso que nos aguarda.

Robinson Samuel Boschetti

Agradeço primeiramente a Deus, que ao longo de minha vida me auxiliou a trilhar os melhores caminhos.

Agradeço imensamente a meu pai Robinson e minha mãe Rita, primeiramente por terem me dado a vida, e principalmente por serem meus maiores suportes ao longo de minha vida, sempre me motivando e incentivando, além dos ótimos conselhos. Pai, Mãe, eu **amo** vocês.

Agradeço a meus irmãos, Emanuel e Emanuele, que também sempre estiveram ao meu lado.

A minha namorada, Melina, pela compreensão quando não pude dar-lhe a atenção merecida, e pelo carinho com que sempre me tratou.

Ao meu colega de trabalho, Ademar, um grande amigo e parceiro ao longo dos três anos da infra, tanto para baladas, micaretas, e malhar.

Aos meus grandes amigos Cássio, Felipe (Sará), Diego (Mutchas) e Andrés (Stress), também companheiros de baladas e outros trabalhos, além de conselheiros.

Ao pessoal do meu apartamento, Orlando, Tadeu e Vampeta, pela amizade.

Ao Professor Akio Baba, meu conselheiro, pelo apoio e ótimas conversas.

Ao Professor Régis, nosso orientador, pelos conselhos e ajuda inestimáveis.

E finalmente a todos que de alguma forma contribuíram em minha formação, desde meus professores do ensino fundamental e médio, até a graduação e também outros familiares.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo a geração de um plano de manutenção de pavimentos, que consiste na determinação das soluções mais adequadas para cada pavimento, levando em conta aspectos funcionais, estruturais e de superfície, de modo a permitir a adequada alocação de recursos ao longo do tempo de modo a manter os pavimentos dentro de requisitos mínimos de preservação. No caso específico, trabalhou-se com dados relativos ao Lote 01 do DAER - RS (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul), com extensão total próxima de 400 km, e recursos da ordem de R\$ 37 milhões a serem utilizados num período de 5 anos.

ABSTRACT

The main goal of this work is to generate a pavement maintenance routine, consisting of the most adequate solutions for each one, taking into account the functional, surface and structural aspects, aiming to spend the budget the best way possible and keeping the pavement conditions over the minimal requisitions. In this specific case, we worked with data from the Lote 01 of DAER - RS (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul, having an extension of 400km and budget of R\$ 37 million to be spent during 5 years.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBUQ	- Concreto Betuminoso Usinado a Quente
FWD	- Falling Weight Deflectometer
ITA	- Instituto Tecnológico de Aeronáutica
PMF	- Pré misturado a Frio
PMQ	- Pré misturado a Quente
PSI	- Present Serviceability Index (Índice de Serventia Atual)
PSI	- Present Serviceability Ratio
TSD	- Tratamento Superficial Duplo
QI	- Medida de irregularidade longitudinal (contagens/km)
SGP	- Sistema de Gerência de Pavimentos
SN	- Structural Number
VS	- Vida de Serviço

ÍNDICE

1	Introdução.....	1
1.1	Pavimentos	1
1.2	Motivação	1
2	Base teórica e conceitos	2
2.1	Sistema de Gerência de Pavimentos.....	2
2.2	Tipos de intervenções	2
2.2.1	Conserva Rotineira	2
2.2.2	Conserva Leve	3
2.2.3	Conserva Pesada.....	3
2.2.4	Restauração.....	3
2.2.5	Reconstrução	3
2.3	Fatores a serem considerados	4
2.4	Definição de Subtrechos Homogêneos.....	5
2.5	Diagnóstico de um Pavimento	5
3	Avaliação dos Pavimentos.....	6
3.1	Avaliação Funcional.....	6
3.2	Avaliação da Degradação da Superfície.....	8
3.3	Avaliação Estrutural do Pavimento	9
3.3.1	Modelos mecanístico-empíricos e cálculos efetuados.....	9
3.4	Critério adotado	13
4	Resultados	16
4.1	Trecho 01	16
4.2	Trecho 02.....	19
4.3	Trecho 03.....	21
4.4	Trecho 04.....	24
4.5	Trecho 05.....	26
4.6	Trecho 06.....	28
4.7	Trecho 07.....	30
4.8	Trecho 08.....	32
4.9	Trecho 09.....	35
4.10	Trecho 10.....	38

4.11	Trecho 11.....	40
4.12	Trecho 12.....	43
4.13	Trecho 13.....	46
4.14	Trecho 14.....	48
4.15	Trecho 15.....	50
4.16	Trecho 16.....	53
4.17	Trecho 17.....	55
4.18	Trecho 18.....	57
4.19	Trecho 19.....	59
4.20	Trecho 20.....	61
4.21	Trecho 21.....	63
4.22	Trecho 22.....	66
4.23	Trecho 23.....	68
4.24	Trecho 24.....	71
4.25	Trecho 25.....	73
4.26	Trecho 26.....	75
4.27	Trecho 27.....	77
4.28	Trecho 28.....	79
4.29	Trecho 29.....	81
4.30	Trecho 30.....	83
4.31	Trecho 31.....	85
4.32	Trecho 32.....	87
5	Conclusões.....	90
6	Apêndice.....	91
7	Referências.....	92

LISTAS DE FIGURAS

Figura 3.1: Modelo de Decaimento do PSI	7
Figura 3.2: Árvore de decisão	14
Figura 4.1: Espessura de CBUQ – Trecho 01	17
Figura 4.2: Vida de Serviço para TSD – Trecho 01	18
Figura 4.3: Espessura de CBUQ – Trecho 02	20
Figura 4.4: Vida de Serviço para TSD – Trecho 02	20
Figura 4.5: Espessura de CBUQ – Trecho 03	22
Figura 4.6: Vida de Serviço para TSD – Trecho 03	23
Figura 4.7 : Espessura de CBUQ – Trecho 04	25
Figura 4.8: Vida de Serviço para TSD – Trecho 04	25
Figura 4.9: Espessura de CBUQ – Trecho 05	27
Figura 4.10: Vida de Serviço para TSD - Trecho 05	27
Figura 4.11: Espessura de CBUQ – Trecho 06	29
Figura 4.12: Vida de Serviço para TSD - Trecho 06	29
Figura 4.13: Espessura de CBUQ – Trecho 07	31
Figura 4.14: Vida de Serviço para TSD - Trecho 07	31
Figura 4.15: Espessura de CBUQ – Trecho 08	33
Figura 4.16: Vida de Serviço para TSD - Trecho 08	34
Figura 4.17: Espessura de CBUQ – Trecho 09	36
Figura 4.18: Vida de Serviço para TSD - Trecho 09	36
Figura 4.19: Espessura de CBUQ – Trecho 10	39
Figura 4.20: : Vida de Serviço para TSD - Trecho 10	39
Figura 4.21: Espessura de CBUQ – Trecho 11	41
Figura 4.22: Vida de Serviço para TSD - Trecho 11	42
Figura 4.23: Espessura de CBUQ – Trecho 12	44
Figura 4.24: Vida de Serviço para TSD - Trecho 12	45
Figura 4.25: Espessura de CBUQ – Trecho 13	47
Figura 4.26: Vida de Serviço para TSD - Trecho 13	47
Figura 4.27: Espessura de CBUQ – Trecho 14	49
Figura 4.28: Vida de Serviço para TSD - Trecho 14	49
Figura 4.29: Espessura de CBUQ – Trecho 15	51
Figura 4.30: Vida de Serviço para TSD - Trecho 15	52
Figura 4.31: Espessura de CBUQ – Trecho 16	54

Figura 4.32: Vida de Serviço para TSD - Trecho 16.....	54
Figura 4.33: Espessura de CBUQ – Trecho 17	56
Figura 4.34: Vida de Serviço para TSD - Trecho 17.....	56
Figura 4.35: Espessura de CBUQ – Trecho 18	58
Figura 4.36: Vida de Serviço para TSD - Trecho 18.....	59
Figura 4.37:Espessura de CBUQ – Trecho 19	60
Figura 4.38: Vida de Serviço para TSD - Trecho 19.....	61
Figura 4.39: Espessura de CBUQ – Trecho 20	62
Figura 4.40: Vida de Serviço para TSD - Trecho 20.....	63
Figura 4.41: Espessura de CBUQ – Trecho 21	65
Figura 4.42: Vida de Serviço para TSD - Trecho 21.....	65
Figura 4.43: Espessura de CBUQ – Trecho 22	67
Figura 4.44: Vida de Serviço para TSD - Trecho 22.....	67
Figura 4.45: Espessura de CBUQ – Trecho 23	70
Figura 4.46: Vida de Serviço para TSD - Trecho 23.....	70
Figura 4.47: Espessura de CBUQ – Trecho 24	72
Figura 4.48: Vida de Serviço para TSD - Trecho 24.....	72
Figura 4.49: Espessura de CBUQ – Trecho 25	74
Figura 4.50: Vida de Serviço para TSD - Trecho 25.....	74
Figura 4.51: Espessura de CBUQ – Trecho 26	76
Figura 4.52: Vida de Serviço para TSD - Trecho 26.....	76
Figura 4.53: Espessura de CBUQ – Trecho 27	78
Figura 4.54: Vida de Serviço para TSD - Trecho 27.....	78
Figura 4.55: Espessura de CBUQ – Trecho 28	80
Figura 4.56: Vida de Serviço para TSD - Trecho 28.....	80
Figura 4.57: Espessura de CBUQ – Trecho 29	82
Figura 4.58: Vida de Serviço para TSD - Trecho 29.....	82
Figura 4.59:Espessura de CBUQ – Trecho 30	84
Figura 4.60: Vida de Serviço para TSD - Trecho 30.....	84
Figura 4.61: Espessura de CBUQ – Trecho 31	86
Figura 4.62: Vida de Serviço para TSD - Trecho 31.....	86
Figura 4.63: Espessura de CBUQ – Trecho 32	88
Figura 4.64: Vida de Serviço para TSD - Trecho 32.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Resultado do Trecho 01	18
Tabela 4.2: Resultado do Trecho 02	21
Tabela 4.3: Resultado do Trecho 03	23
Tabela 4.4: Resultado do Trecho 04	25
Tabela 4.5: Resultado do Trecho 05	28
Tabela 4.6: Resultado do Trecho 06	30
Tabela 4.7: Resultado do Trecho 07	32
Tabela 4.8: Resultado do Trecho 08	34
Tabela 4.9: Resultado do Trecho 09	37
Tabela 4.10: Resultado do Trecho 10	40
Tabela 4.11: Resultado do Trecho 11	42
Tabela 4.12: Resultado do Trecho 12	45
Tabela 4.13: Resultado do Trecho 13	48
Tabela 4.14: Resultado do Trecho 14	50
Tabela 4.15: Resultado do Trecho 15	52
Tabela 4.16: Resultado do Trecho 16	54
Tabela 4.17: Resultado do Trecho 17	57
Tabela 4.18: Resultado do Trecho 18	59
Tabela 4.19: Resultado do Trecho 19	61
Tabela 4.20: Resultado do Trecho 20	63
Tabela 4.21: Resultado do Trecho 21	66
Tabela 4.22: Resultado do Trecho 22	68
Tabela 4.23: Resultado do Trecho 23	70
Tabela 4.24: Resultado do Trecho 24	72
Tabela 4.25: Resultado do Trecho 25	75
Tabela 4.26: Resultado do Trecho 26	76
Tabela 4.27: Resultado do Trecho 27	79
Tabela 4.28: Resultado do Trecho 28	81
Tabela 4.29: Resultado do Trecho 29	83
Tabela 4.30: Resultado do Trecho 30	84
Tabela 4.31: Resultado do Trecho 31	86
Tabela 4.32: Resultado do Trecho 32	88

1 Introdução.

1.1 Pavimentos

Todas as estruturas sofrem um processo gradual de deterioração resultando em sua perda de funcionalidade.

No caso de pavimentos rodoviários, que nada mais são que uma estrutura, esse processo também ocorre, acionado pela ação repetida das cargas do tráfego, pelas intempéries e pelas alterações físicas e químicas naturais dos materiais. A grande diferença dos pavimentos em relação às demais estruturas é que, no primeiro, as velocidades de deterioração tendem a ser maiores em vista de sua grande exposição aos agentes climáticos e ao seu modo de utilização pelas cargas do tráfego.

1.2 Motivação

Sendo os pavimentos estruturas que se deterioram, os mesmos requerem manutenção, ou seja, não basta apenas construí-los adequadamente e ignorar-se as conseqüências econômicas e funcionais de seu desempenho a médio (5-10 anos) e longo (15-20 anos) prazo.

Faz-se mister ressaltar que os custos envolvidos não são apenas os de pavimentação, mas também todas as parcelas do total dos transportes (custos operacionais dos veículos, acidentes, atrasos, deterioração dos veículos, dentre outros). É imprescindível, dessa forma, que a manutenção do pavimento seja feita no momento certo, utilizando-se técnicas adequadas. Aqui entram os conceitos de Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), que serão explicados no tópico seguinte.

2 Base teórica e conceitos

2.1 Sistema de Gerência de Pavimentos

Segundo Régis (2003), a Gerência de Pavimentos, em seu sentido mais amplo, inclui todas as atividades envolvidas no planejamento, no projeto, na construção, na manutenção (conservação e restauração) e na avaliação dos pavimentos que fazem parte da infra-estrutura viária. Um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) é um conjunto de ferramentas ou métodos para auxiliar os que tomam decisões a encontrar estratégias ótimas para construir, avaliar e manter os pavimentos em uma condição funcional aceitável, durante um certo período de tempo.

No caso desse trabalho, o sistema não englobará as questões iniciais referentes ao projeto do pavimento, dado que aqui estamos tratando de pavimentos já implementados, buscando-se soluções de manutenção (intervenção) de modo a trazer os pavimentos em piores condições para condições satisfatórias e conservar aqueles que ainda encontram-se em boas condições.

2.2 Tipos de intervenções

Um pavimento em serviço pode sofrer intervenções de duas naturezas: a manutenção e a reconstrução.

A manutenção de um pavimento corresponde a todas as intervenções que afetem, direta ou indiretamente, o nível de serventia atual ou a vida útil do pavimento. Pode ser de diversos tipos, que serão esmiuçados a seguir.

2.2.1 Conserva Rotineira

A conserva rotineira caracteriza-se por serviços como limpeza da pista, corte de grama, desentupimento de bueiros, manutenção de taludes, etc, serviços estes que não interferem diretamente com o pavimento, mas são importantes para segurança do tráfego.

2.2.2 Conserva Leve

A conserva leve consiste basicamente na execução de remendos, que podem ser superficiais, quando envolve a retirada e recomposição de uma ou mais camadas asfálticas que fazem parte do revestimento, ou remendos profundos, quando a origem do problema que se quer solucionar ocorre em camadas inferiores ao revestimento, necessitando assim de uma reconstrução localizada do pavimento.

2.2.3 Conserva Pesada

A conserva pesada já é uma intervenção que envolve custos relativamente maiores, que visa regularizar superfícies, seja pela fresagem (remoção de alguns milímetros de camada asfáltica) ou por aplicação de camadas de lama asfáltica, que nada mais é que uma mistura de agregados com granulometria uniforme e pequenos diâmetros com emulsão asfáltica, cujo espalhamento pode ser feito com o próprio caminhão, conseguindo espessuras que variam entre 3 e 10 mm.

2.2.4 Restauração

A restauração é uma intervenção que envolve custos bem mais elevados que a conserva pesada. Busca não só corrigir as deficiências existentes, mas também combater os mecanismos que causam a deterioração dos pavimentos. O tipo de restauração mais usual é o recapeamento simples.

2.2.5 Reconstrução

A reconstrução, como o próprio nome sugere, consiste na remoção total do pavimento existente seguido de sua reconstrução. É empregada quando os custos da restauração superam da reconstrução, ou então quando não se pode garantir confiabilidade para o desempenho do pavimento restaurado.

Pode ser remoção e reconstrução parcial das camadas de base ou remoção e reconstrução total, e ainda pode ser por dois métodos: convencional, onde retira-se o material velho e reconstrói-se com novos materiais, ou através de reciclagem in situ, onde reaproveita-se o material existente, apenas corrigindo-se sua granulometria.

2.3 Fatores a serem considerados

Segundo Régis (2003), ao efetuar o projeto de restauração de um pavimento, alguns fatores precisam ser levados em conta. São eles:

- Período de projeto, ou vida de serviço que o pavimento restaurado devera apresentar;
- Deficiências funcionais a serem corrigidas;
- Na hipótese de aproveitamento do pavimento existente, quais os aspectos de degradação estrutural devem ser corrigidos ou estão comprometendo o seu desempenho futuro;
- Qual é a adequação da estrutura existente as solicitações que serão impostas pelas cargas do tráfego;
- As características de severidade e extensão da degradação de superfície, na medida em que os defeitos existentes dão origem ou aceleram a geração de outros defeitos, além de aumentarem a severidade com o tempo;
- Nível de confiabilidade requerido para o projeto, o qual é função da importância da rodovia;
- Práticas construtivas vigentes, equipamentos disponíveis e experiência e habilidade das construtoras para execução das diversas soluções a serem concebidas;
- Tráfego atuante durante o período de projeto;
- Restrições orçamentárias e operacionais;
- Materiais de construção disponíveis a distâncias de transporte economicamente competitivas;
- Condições climáticas do local e sua influencia na deterioração do pavimento existente;

2.4 Definição de Subtrechos Homogêneos

Para proceder no estudo de soluções de restauração, faz-se mister dividir os trechos dos pavimentos em subtrechos homogêneos, dentro dos quais deve haver homogeneidade dos parâmetros que controlam tanto o desempenho do pavimento existente quanto o desempenho das medidas de restauração aplicadas. Vale lembrar que essa homogeneidade é em termos estatísticos, ou seja, na média os subtrechos apresentam as mesmas características, por exemplo, quanto a tráfego, condição de superfície, estrutura do pavimento existente, idade da última camada aplicada, etc.

2.5 Diagnóstico de um Pavimento

Basicamente, para se elaborar o diagnóstico de um pavimento, é preciso compreender os mecanismos que causam sua deterioração ao longo do tempo. Através desse diagnóstico, traça-se uma estratégia de restauração que devem ser capazes tanto de solucionar as deficiências funcionais, como também garantir o desempenho futuro do pavimento, buscando a eficácia do investimento econômico realizado.

Entretanto, a compreensão dos fenômenos que controlam o desempenho de um pavimento não é tão simples como parece, uma vez que existem relações entre os diversos parâmetros (estruturais, funcionais, de deterioração e de tráfego), que são o *input* dos modelos mecanístico-empíricos. Há ainda que se considerar sempre, os efeitos climáticos (variações de temperatura e umidade têm grande influência sobre o desempenho dos pavimentos).

3 Avaliação dos Pavimentos

A avaliação de um pavimento tem por objetivo o levantamento de dados e informações para serem usados como parâmetros durante a implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos. Para o presente trabalho, a avaliação visará à determinação dos parâmetros que importam para se:

- determinar as necessidades atuais e futuras de manutenção dos pavimentos ao longo da rede viária;
- estimar a vida restante dos pavimentos;
- calcular o custo operacional dos veículos;
- determinar índices de condição ou de aptidão dos pavimentos, que possam ser úteis para efeito de priorização de obras de restauração;

Diversos dados acerca das condições de um pavimento podem ser obtidos. Dentre os mais importantes para a correta diagnose de um pavimento, encontram-se os dados de superfície, que fornecem informações sobre a condição funcional do pavimento, e que basicamente são identificados por um técnico experiente percorrendo o pavimento, e os dados que fornecem parâmetros sobre a capacidade estrutural do pavimento, esses obtidos através de ensaios in loco ou em laboratório através de amostras.

3.1 Avaliação Funcional

Nesse tipo de avaliação busca-se basicamente informações quanto ao nível de serviço fornecido pelo pavimento, como o conforto ao rolamento e a segurança da via (coeficientes de atrito adequados, perfis transversais adequados, entre outros).

Aqui entra um conceito importantíssimo em pavimentos, o de PSI (*Present Serviceability Index*) ou Índice de Serventia Atual, em Português. Trata-se de um valor, numa escala de zero a cinco, que dá idéia da condição superficial do pavimento. Pode ser obtido através de uma correlação com a Irregularidade Superficial (QI), um valor obtido por equipamentos tipo-resposta que detecta vibrações de alta frequência e amplitude elevada, medido em contagens/km. A relação entre esses parâmetros é apresentada a seguir:

$$PSI = 5 \cdot \text{EXP}\left(\frac{-QI}{71,5}\right) \quad \text{Eq. 1}$$

Pode-se, de modo geral, construir uma curva com decaimento exponencial que ilustra a evolução do PSI com as repetições das cargas do tráfego, como na figura que segue:

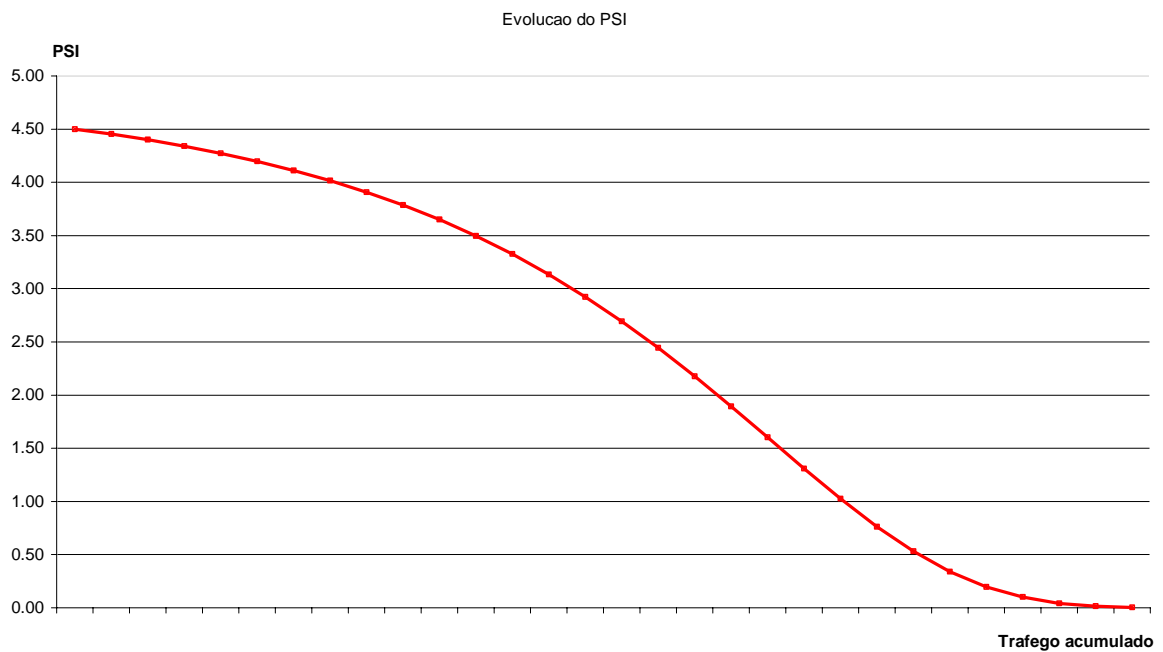


Figura 3.1: Modelo de Decaimento do PSI

Do gráfico acima, percebe-se que apesar de teoricamente o PSI poder assumir o valor 5, na prática o que se observa é que para pavimentos recém construídos o valor máximo que se atinge fica por volta de 4,5. Isto se deve pois mesmo em pavimento novos existem pequenas irregularidades e o valor 5 só seria atingido por um pavimento absolutamente perfeito.

3.2 Avaliação da Degradação da Superfície

Como já ressaltado anteriormente, esse tipo de informação é obtido por um técnico experiente que percorre os trechos anotando os principais defeitos de superfície observados. Os principais defeitos são:

- Couro de crocodilo
- Trincamento de blocos
- Trinca transversal
- Trinca longitudinal
- Trinca de escorregamento
- Trinca de bordo
- Painelas
- Desgaste
- Desagregação superficial
- Bombeamento de finos
- Descapamento da capa selante
- Remendo
- Afundamento em trilha de roda
- Corrugações longitudinais
- Escorregamento de massa
- Depressões localizadas
- Expansão localizada

Todos os defeitos anteriores são caracterizados segundo sua severidade, que retrata o grau com que o mesmo afeta a estrutura do pavimento ou compromete seu desempenho. Também são identificados por sua extensão, para se ter uma idéia da percentagem da área afetada.

3.3 Avaliação Estrutural do Pavimento

Esses são os dados mais importantes, pois indicam como a condição funcional do pavimento evoluirá ao longo do tempo, caso nenhuma intervenção seja feita, ou permite a previsão do desempenho futuro para as diversas alternativas de restauração. Em um sentido amplo, a análise estrutural de um pavimento consiste no cálculo das respostas da estrutura à passagem das cargas do tráfego, na forma de tensões, deformações e deflexões nos pontos críticos da estrutura, de modo que se possa avaliar sua capacidade de resistir aos mecanismos de degradação provocados pela ação repetida das cargas do tráfego.

A principal informação utilizada nesse trabalho foi a deflexão do pavimento, medido pelo método FWD (*Falling Weight Deflectometer*), onde se aplicam cargas impulsivas por meio da queda de um conjunto de pesos sobre um sistema que amortece e transfere as cargas aplicadas a uma placa circular ($R=15$ cm), apoiada sobre o pavimento. A carga aplicada ρ equivale a $5,6$ kgf/cm².

3.3.1 Modelos mecanístico-empíricos e cálculos efetuados

O processo inicial consistiu em organizar os dados recebidos em diversas planilhas e com grande diversidade de intervalos de medição. Assim, de modo a não se descartar nenhuma informação, padronizou-se todas as informações em intervalos de 200 m, a menor divisão contida nos arquivos. Assim, para cada trecho construíram-se planilhas utilizando o Software MS Excel, contendo apenas os dados de interesse na solução do problema e em intervalos de 200 m.

A partir dessas planilhas, e utilizando os modelos mecanístico-empíricos, pode-se efetuar dois cálculos de interesse.

No primeiro cálculo, verificou-se qual seria a necessidade em termos de centímetros de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) para a execução de um recapeamento simples que atendesse às condições funcionais por um período de oito anos, basicamente com o objetivo de proteger as camadas de base de deformações plásticas excessivas. O modelo utilizado pode ser expresso pela seguinte equação:

$$W_{18} = \left(\frac{SN + 1}{1,05} \right)^{9,36} \cdot \left(\frac{PSI - PSI_t}{2,7} \right)^{\frac{1}{\beta}} \cdot \left(\frac{E}{3000} \right)^{2,32} \quad \text{Eq. 2}$$

Na equação acima, temos:

- W_{18} é o número de repetições do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf acumulado ao longo dos 8 anos, considerando-se um crescimento anual do tráfego de 1,5 %;
- SN é o chamado *Structural Number*, que é um parâmetro de ensaio que mede a capacidade estrutural do pavimento;
- PSI já foi explicado no item 3.1;
- PSI_t é o PSI terminal, ou seja, aquele apresentado na situação última do pavimento, na situação até a qual eu permito que o pavimento chegue antes de uma intervenção mais drástica. É um critério de projeto, entretanto, normalmente o valor 2,5 é considerado como limite, pois abaixo disso, restaurações podem não ser eficazes, necessitando já de reconstruções devido ao avançado estado de deterioração;
- β é um número obtido através da seguinte relação:

$$\beta = \left(\frac{1094}{(1 + SN)^{5,19}} \right) + 0,4 \quad \text{Eq. 3}$$

- E é o módulo de elasticidade do pavimento sujeito a cargas dinâmicas, também chamado de módulo de resiliência equivalente do pavimento (M_R), enquanto estrutura. É obtido através da deflexão do pavimento, D_0 , através da seguinte relação, onde ρ e R são os parâmetros do FWD discutidos no item 3.3 e ν é o coeficiente de Poisson:

$$E = \frac{(1 - \nu^2) \cdot \rho \cdot R}{D_0} \quad \text{Eq. 4}$$

Para se obter a espessura de CBUQ desejada (H_R), deve-se observar que essa variável não está explícita na Eq. 2. Na verdade, o SN é uma função do H_R , daí a necessidade, por se tratar de uma equação não-linear implícita, de utilizar-se a ferramenta Solver do MS Excel, que permitiu a realização de tal cálculo por métodos numéricos iterativos.

Finalmente, pode-se plotar então gráficos com H_r no trecho das ordenadas e a divisão do trecho a cada 200 m no eixo das abscissas, isso para cada um dos 32 trechos. Os gráficos serão apresentados na posterior discussão individual de cada trecho. Alguns valores observados de E são relativamente baixos, o que, de modo geral, implica em grandes espessuras de CBUQ, que tem custo elevado, sugerindo assim que em alguns trechos será necessária a reconstrução das camadas de base.

Além dos cálculos já descritos acima, também como solução alternativa, verificou-se a possibilidade da aplicação de um novo revestimento em TSD (Tratamento Superficial Duplo). Isso porque, de modo geral, o tráfego nos trechos em questão é considerado médio e leve. Basicamente, esse tipo de revestimento está sujeito a dois mecanismos chefes de deterioração: o trincamento por fadiga e o desgaste.

O modelo de previsão de trincamento prevê que o ano em que se dá o início do trincamento severo é dado por:

$$TY_{cr2} = 13,6 \cdot EXP[-2,70 \cdot (1 + CQ) \cdot YE_4 \cdot DEF] \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

- CQ é uma variável do tipo Bernoulli, referente a existência (=1) ou não (=0) de defeitos de natureza construtiva no tratamento. Em nosso trabalho foi adotado zero, supondo adequação nos processos construtivos;

- YE_4 é o número de repetições do eixo de 8,2 tf ao ano por faixa de tráfego;

- DEF é a deflexão do pavimento. Nos casos onde houver necessidade da reconstrução das camadas de base, a deflexão em um pavimento novo depende das espessuras adotadas em sua construção, e certamente são menores que as deflexões anteriores à reconstrução.

Da Eq. 5 pode-se perceber que mesmo sem tráfego significativo ($YE_4 \approx 0$), o modelo prevê início de trincamento após 13,6 anos de serviço. Tal efeito é explicado pela oxidação natural do ligante betuminoso e das tensões criadas pela movimentação térmica.

Dependendo da percentagem de área trincada que se admite (TR), temos que a vida de serviço em relação ao trincamento em anos é dada por:

$$V_T = TY_{cr2} + \Delta V(TR) \quad \text{Eq. 6}$$

Na equação acima, $\Delta V(TR)$ é igual a 3 anos para $TR = 20\%$ e igual a 5 anos para $TR = 50\%$. Isso quer dizer que, após o início do trincamento, em 3 anos, 20% da área estará trincada. Nesse projeto, adotou-se como critério aceitação de 20% de área trincada.

Para cada trecho será construído um gráfico de V_T x km, demonstrando a vida restante em relação trincamento caso seja aplicado um TSD. Entretanto, como será visto posteriormente, no critério de geração de soluções será levado em conta o tempo necessário para o início do trincamento, ou seja, TY_{cr2} .

Existe também um modelo para a previsão do início do arrancamento de agregados da superfície devido à abrasão pelo tráfego. O tempo TY_{rav} em anos é dado pelo seguinte modelo:

$$TY_{rav} = 10,5 \cdot \text{EXP}(-0,655 \cdot CQ - 0,156 \cdot YAX) \quad \text{Eq. 7}$$

Onde:

- CQ é do mesmo tipo da Eq. 5;
- YAX é a frequência anual de eixos de todos os veículos por faixa de tráfego, em milhões;

Assim, com todos esses cálculos, já se tem boa idéia das soluções finais que serão adotadas. O critério de solução adotado será explicitado no item próximo e os resultados das aplicações dos modelos descritos anteriormente serão mostrados em posterior discussão trecho a trecho. Todas as planilhas que foram elaboradas encontram-se disponíveis para consulta em um CR-ROM em anexo.

3.4 Critério adotado

Utilizando-se o conceito de subdivisão em subtrechos homogêneos descrita no item 2.4, foi feita tal subdivisão de modo a otimizar a utilização de recursos através da discretização das soluções para subtrechos com diferentes necessidades. Para tal, foi necessário adotar um critério, definir parâmetros de modo a se poder decidir quando determinada solução seria conveniente.

Como já descrito no item 3.3, inicialmente verificou-se as necessidades de revestimento em termos de centímetros de CBUQ para o caso de um simples recapeamento com esse material, visando um horizonte de oito anos. Tal solução indicou, de modo geral, espessuras elevadas, mesmo tratando-se de trechos de tráfego leve a médio, o que chama a atenção para possíveis problemas estruturais de boa parte dos trechos.

A seguir, aplicou-se o modelo de previsão para estimativa de vida útil no caso da aplicação de um TSD, também descrito no item 3.3.

Assim, o critério adotado foi o seguinte:

- i. Primeiramente é necessário verificar se a vida de serviço no caso da aplicação de TSD é superior a 8 anos e se é possível a aplicação direta do TSD, ou seja, o pavimento não encontra-se num estado tal de deterioração que impeça a simples aplicação de um TSD. Caso essas duas condições sejam satisfeitas, então a aplicação de um TSD é a solução a ser adotada. Para o caso de uma das condições não serem satisfeitas, deve-se proceder de acordo com os itens seguintes.
- ii. Se a vida de serviço do TSD for inferior a 8 anos, mas a superfície encontra-se em boas condições, então deve-se aplicar um recapeamento simples em CBUQ.
- iii. Caso o problema seja a superfície, que se encontra em condições precárias, pode-se proceder de duas formas distintas, onde a análise econômica determinara a execução de uma ou outra. As formas são as seguintes:
 - Caso o problema seja corrugações excessivas na superfície, pode-se executar uma reperfilagem com massa fina de PMQ e em seguida aplicar um

revestimento em TSD caso a vida de serviço seja superior a 8 anos, ou então um recapeamento em CBUQ caso contrario;

- Se o problema for mais grave, com a superfície em avançado estado de deterioração, pode-se executar uma remoção e reconstrução parcial das camadas de base, seguido da aplicação de um TSD caso a vida de serviço seja superior a 8 anos, ou recapeamento simples em CBUQ caso contrario. Vale ressaltar que a remoção e reconstrução parcial podem ser feitas através de reciclagem a frio in situ se a base for de brita graduada ou então deve ser feita pelos métodos de reconstrução convencionais com retirada de material e reconstrução com material novo nos lugares onde a base for de Macadame Seco (MS), que apresenta pedras de diâmetro excessivamente grande, inviabilizando a utilização de máquinas recicladoras in situ.

A seguir, é apresentada uma árvore de decisão que esclarece o critério anteriormente descrito:

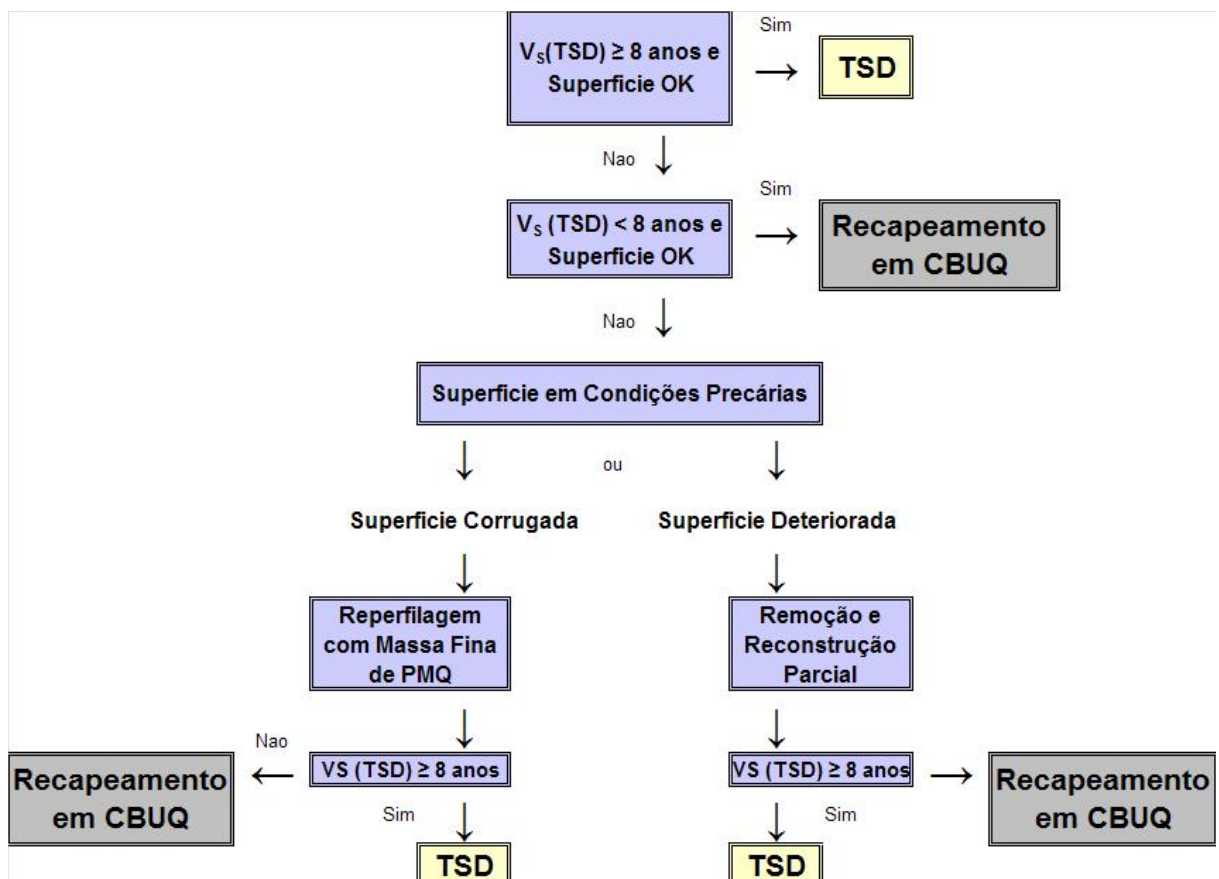


Figura 3.2: Árvore de decisão

Finalmente, aplicando-se os critérios anteriores a todos os trechos, pode-se elaborar um manual de solução para os 32 trechos estudados.

A seguir, será apresentada uma discussão detalhada de cada trecho, relatando-se os principais defeitos encontrados, mostrando-se os resultados obtidos como descrito no item 3.3.1, e finalmente apresentando a solução final para cada subtrecho homogêneo escolhido.

4 Resultados

A seguir, apresentaremos detalhadamente uma descrição sobre a situação atual de cada trecho, mostraremos os resultados obtidos pelos métodos de previsão de desempenho e finalmente, como base no critério descrito no item 3.4, proporemos diversas soluções pra cada trecho.

4.1 Trecho 01

Trata-se de um trecho da rodovia RS/126, localizado entre a entrada da BR/285 (Lagoa Vermelha) e a entrada da RS/467 (Três Porteiras). Foi pavimentado no ano de 1987 e possui um volume diário médio bidirecional de 1288 veículos.

Este trecho teve alguns segmentos restaurados recentemente, apesar disso, apresenta muita irregularidade. Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a média e severidade aceitável a grave.
- apresenta algumas panelas, de baixa extensão e severidade aceitável a grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade que varia de aceitável a grave.
- desagregação superficial em alguns pontos isolados, de severidade que varia de aceitável a grave.
- existe um ponto isolado que apresenta bombeamento de finos de severidade grave.
- apresenta remendos mal executados que causam desconforto ao rolamento.
- apresenta afundamentos em trilha de roda de media extensão, porém de severidade aceitável.
- em pontos isolados pode-se perceber a presença de corrugações longitudinais, de extensão baixa a media, e severidade variando de aceitável a grave.

- possui também em alguns pontos depressões localizadas, de baixa extensão e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

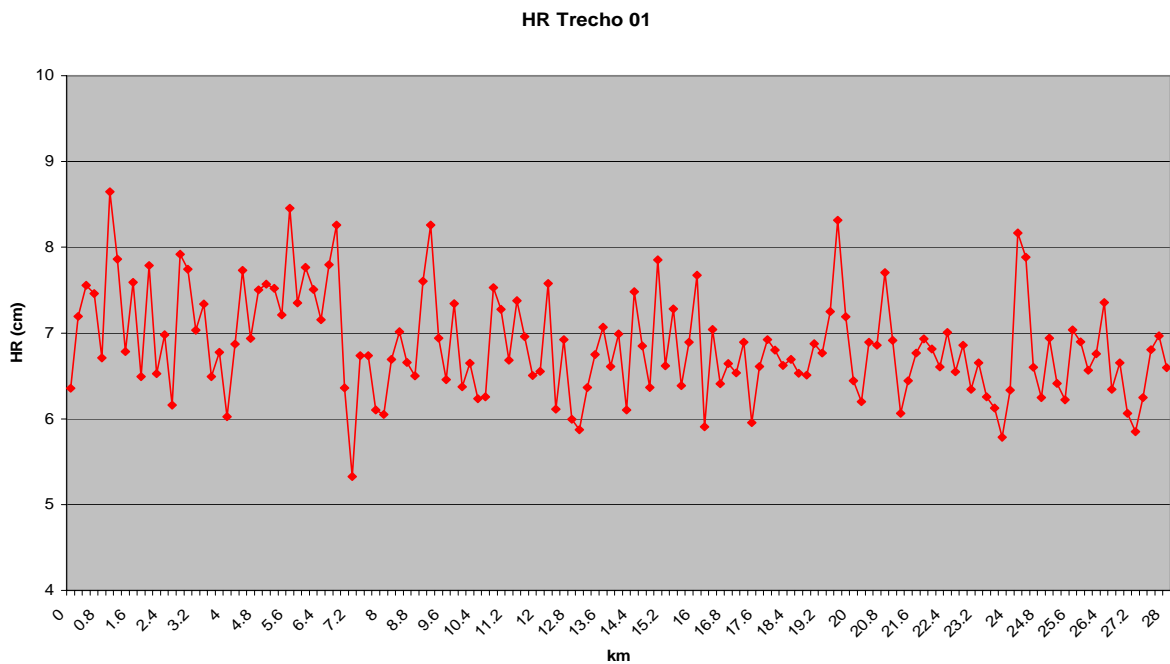


Figura 4.1: Espessura de CBUQ – Trecho 01

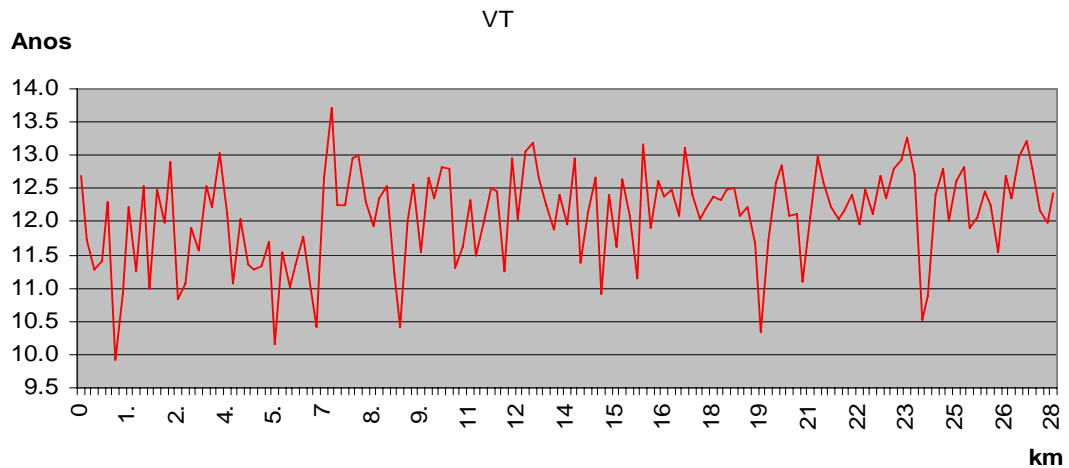


Figura 4.2: Vida de Serviço para TSD – Trecho 01

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.1: Resultado do Trecho 01

Trecho					1
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,8	TSD	N	-	-
0,8	1,2	CBUQ	N	-	8,00
1,2	2,6	TSD	N	-	-
2,6	2,8	CBUQ	N	-	7,00
2,8	5,4	TSD	N	-	-
5,4	5,6	CBUQ	N	-	8,00
5,6	6,4	TSD	N	-	-
6,4	6,8	CBUQ	N	-	8,00
6,8	9,0	TSD	N	-	-

9,0	9,2	CBUQ	N	-	8,00
9,2	14,8	TSD	N	-	-
14,8	15,0	CBUQ	N	-	7,00
15,0	19,4	TSD	N	-	-
19,4	19,6	CBUQ	N	-	8,00
19,6	24,0	TSD	N	-	-
24,0	24,4	CBUQ	N	-	8,00
24,4	28,0	TSD	N	-	-

4.2 Trecho 02

Trata-se de um trecho da rodovia RS/126, localizado entre a entrada da RS/467 (Três Porteiras) e a entrada da RS/343 (Sananduva). Foi pavimentado no ano de 1987 e possui um volume diário médio bidirecional de 2627 veículos.

Os principais defeitos apresentados pelo trecho são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a média e severidade aceitável a grave;
- apresenta algumas panelas, de baixa extensão e severidade de aceitável.
- desgaste da camada de revestimento em praticamente todo o trecho, de extensão média e severidade que varia de aceitável a grave;
- apresenta remendos mal executados, inclusive alguns de alta extensão e severidade grave;
- apresenta afundamentos em trilha de roda no final do trecho de media extensão, porém de severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários. Porém, no final do trecho, existe uma região muito deteriorada onde o

revestimento inclusive já foi arrancado, necessitando de uma reconstrução parcial desta parte, que pode ser feita pelo método da reciclagem, pois a base é de brita graduada.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

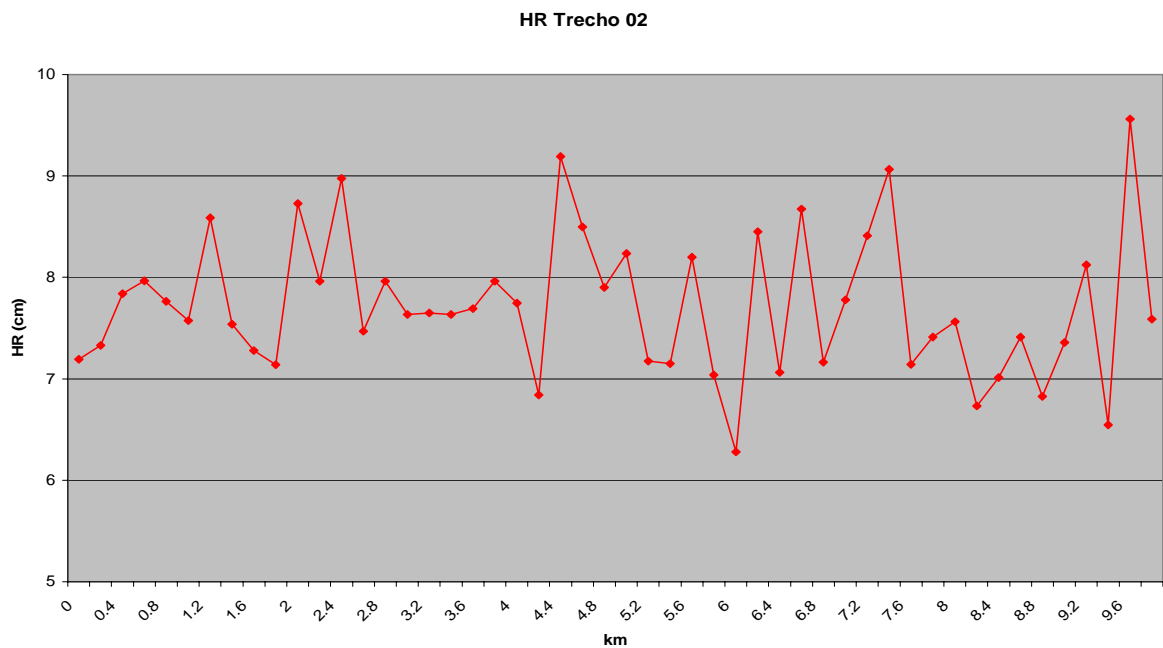


Figura 4.3: Espessura de CBUQ – Trecho 02

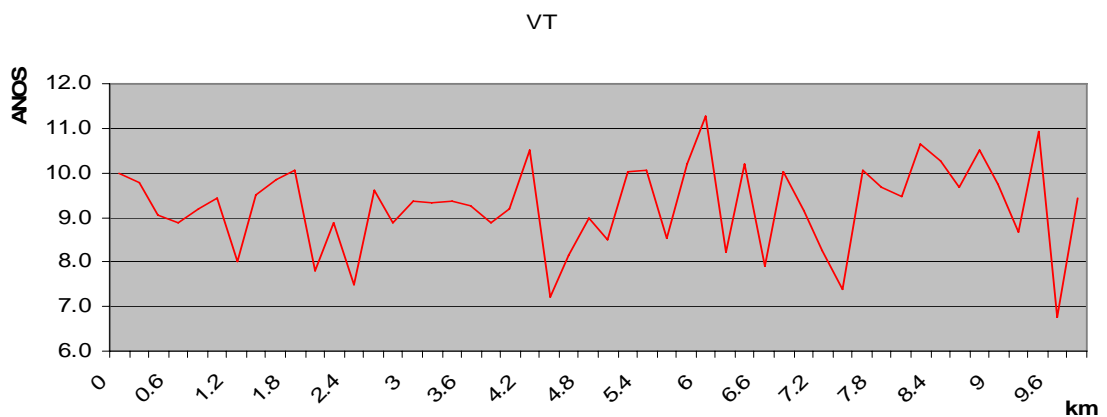


Figura 4.4: Vida de Serviço para TSD – Trecho 02

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 9,7$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.2: Resultado do Trecho 02

Trecho					2
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	5,8	CBUQ	N	-	8,00
5,8	6,0	TSD	N	-	-
6,0	9,4	CBUQ	N	-	7,00
9.4	9,8	CBUQ	S	RECL.	5,00

4.3 Trecho 03

Trata-se de um trecho da rodovia RS/126, localizado entre a entrada da RS/343 (Sananduva) e a entrada da RS/475 (para Getulio Vargas). Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 2061 veículos.

Este trecho está totalmente inserido no perímetro urbano de Sananduva. Por fazer a ligação entre duas rodovias e estar localizado próximo à Cooperativa da cidade (grande movimentação de caminhões), apresenta intenso tráfego pesado e lento. Assim, trata-se de um trecho em condições que necessitam intervenção imediata. Os principais defeitos observados são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a média e severidade grave a inaceitável.

- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade que varia de aceitável a grave.

- apresenta remendos mal executados em praticamente todo trecho, de média extensão e severidade que varia de aceitável a grave;

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:



Figura 4.5: Espessura de CBUQ – Trecho 03

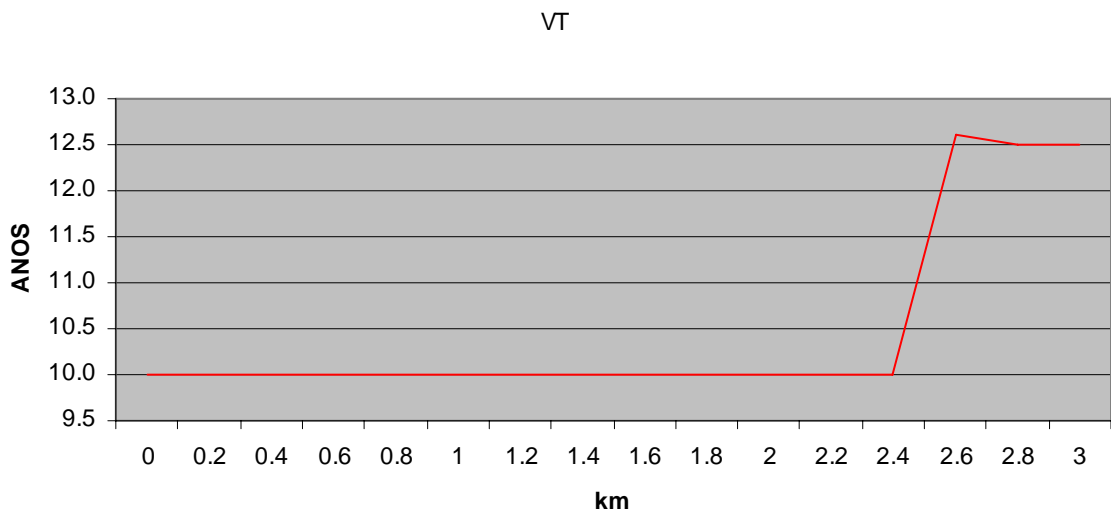


Figura 4.6: Vida de Serviço para TSD – Trecho 03

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 9,9$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.3: Resultado do Trecho 03

Trecho					3
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	2,4	CBUQ	N	-	8,00
2,4	3,0	TSD	N	-	-

4.4 Trecho 04

Trata-se de um trecho da rodovia RS/126, localizado entre a entrada da RS/475 (para Getulio Vargas) e São João da Urtiga. Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 1024 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a média e severidade aceitável a inaceitável.
- apresenta algumas painelas, de baixa extensão e severidade aceitável e apenas em pontos isolados do trecho.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.
- desagregação superficial em praticamente toda a extensão.
- apresenta afundamentos em trilha de roda de severidade aceitável em apenas um ponto.
- possui também em depressão localizada em apenas um ponto e de severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

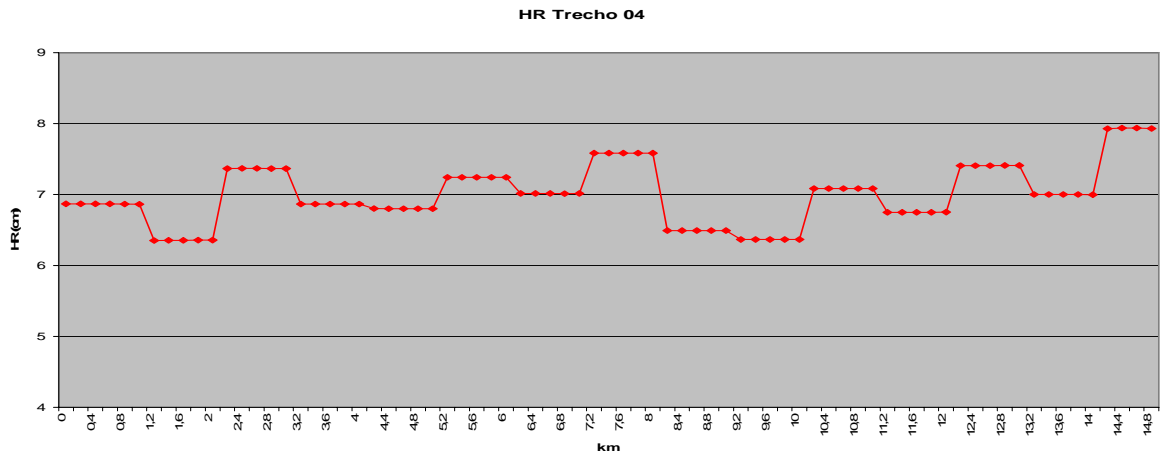


Figura 4.7: Espessura de CBUQ – Trecho 04

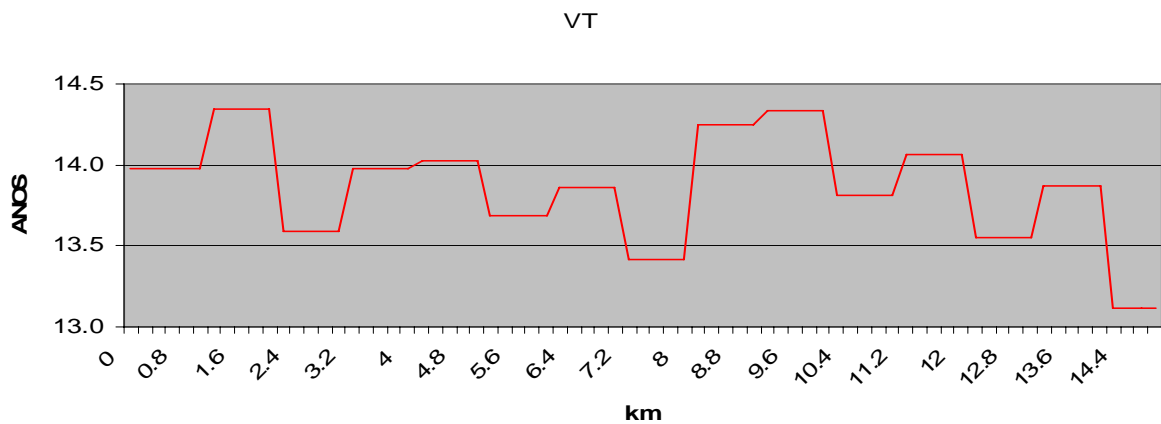


Figura 4.8: Vida de Serviço para TSD – Trecho 04

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,2$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.4: Resultado do Trecho 04

Trecho					4
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	14,8	TSD	N	-	-

4.5 Trecho 05

Trata-se de um trecho da rodovia RS/126, localizado entre São João da Urtiga e a entrada da RS/477 (para Paim Filho). Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 657 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a média e severidade aceitável.
- apresenta algumas panelas em pontos isolados.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade que varia de aceitável.
- desagregação superficial de extensão mediana.
- apresenta afundamentos em trilha de roda de media extensão, porém de severidade aceitável em uma parte considerável do trecho.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

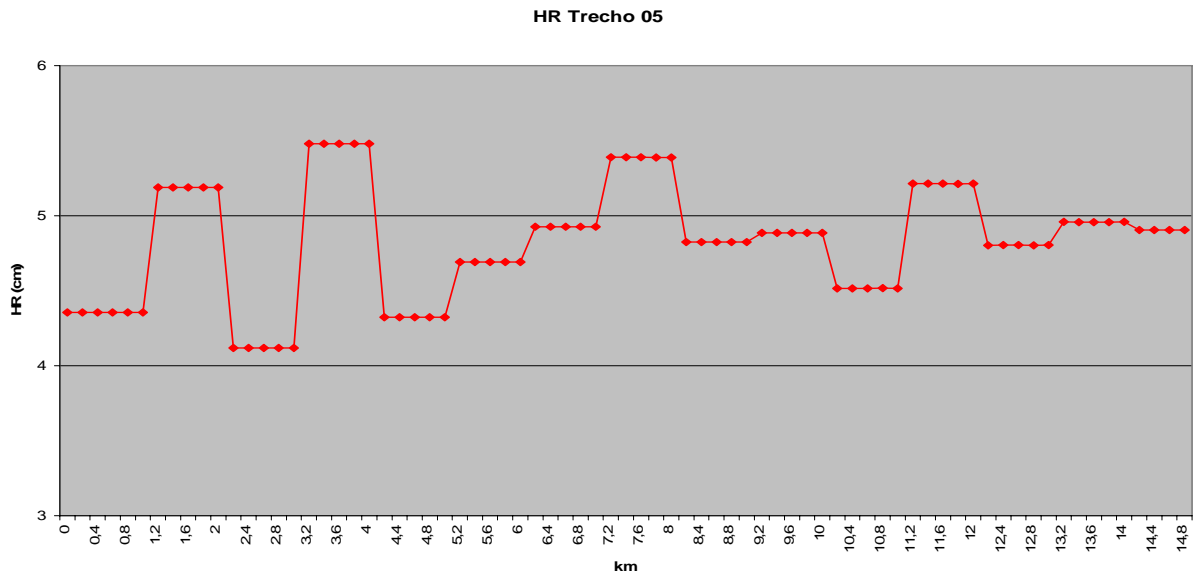


Figura 4.9: Espessura de CBUQ – Trecho 05

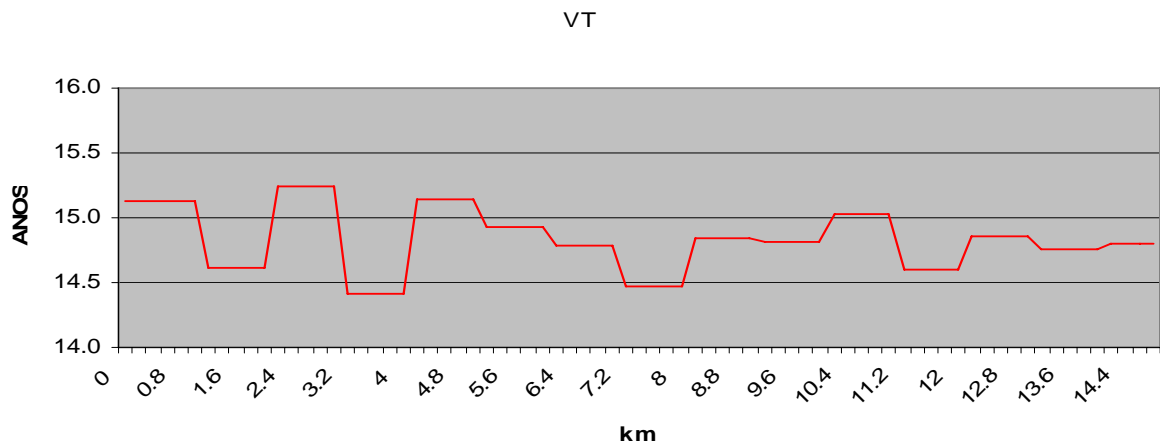


Figura 4.10: Vida de Serviço para TSD - Trecho 05

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.5: Resultado do Trecho 05

Trecho					5
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	14,8	TSD	N	-	-

4.6 Trecho 06

Trata-se de um trecho da rodovia RS/126, localizado entre a entrada da RS/477 (para Paim Filho) e a entrada da RS/208 (Maximiliano de Almeida). Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 651 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão média e severidade aceitável.
- apresenta painelas em pontos esparsos, de baixa extensão e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.
- desagregação superficial na primeira parte do trecho, sempre de extensão mediana.
- apresenta afundamentos em trilha de roda de extensão média na primeira parte do trecho e em alguns pontos isolados no restante deste.
- em um ponto isolado pode-se perceber a presença de corrugação longitudinal, de extensão baixa e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

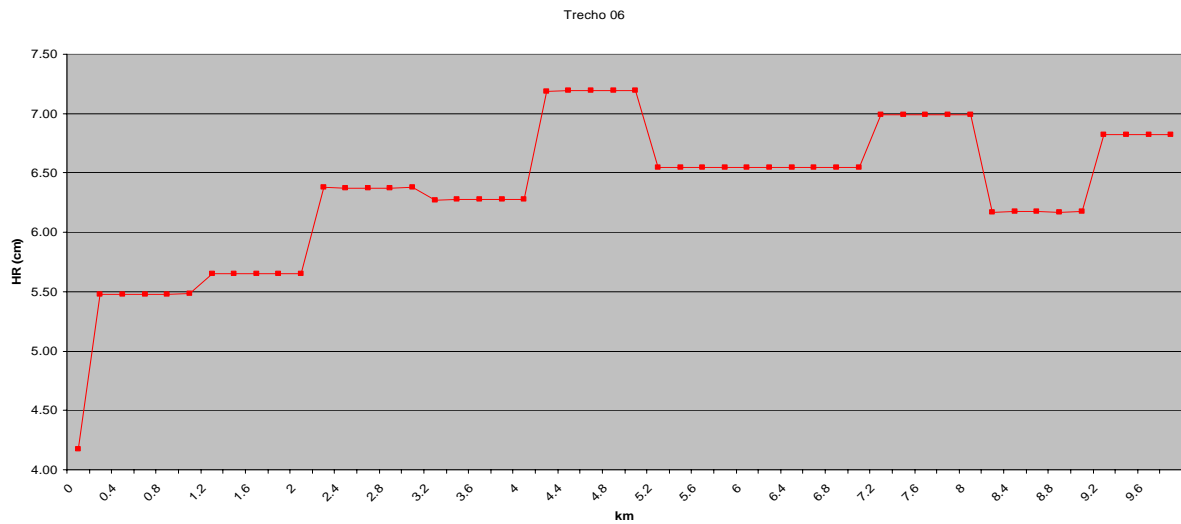


Figura 4.11: Espessura de CBUQ – Trecho 06

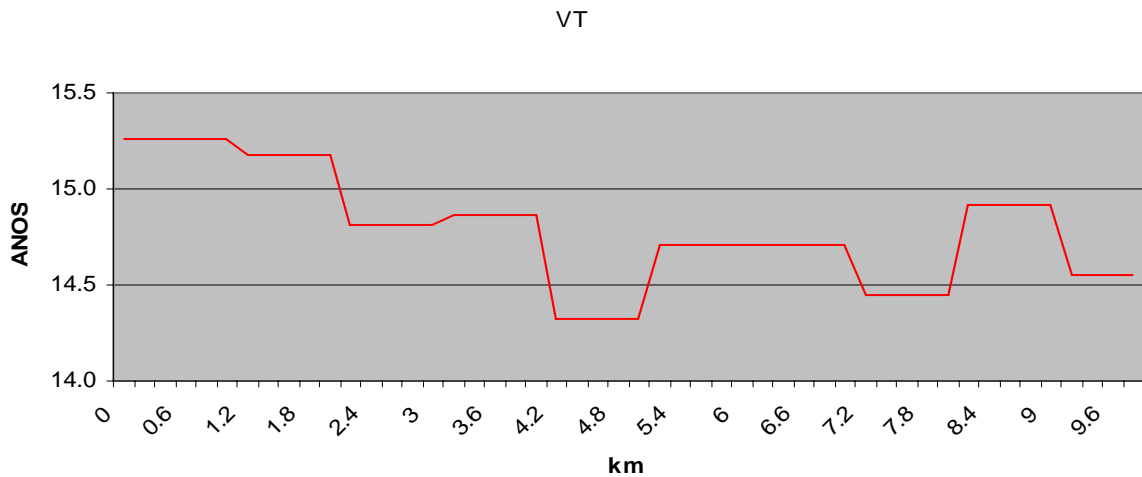


Figura 4.12: Vida de Serviço para TSD - Trecho 06

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.6: Resultado do Trecho 06

Trecho					6
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	9,8	TSD	N	-	-

4.7 Trecho 07

Trata-se de um trecho da rodovia RS/126, localizado entre Marcelino Ramos e a entrada da RS/331. Foi pavimentado no ano de 1995 e possui um volume diário médio bidirecional de 517 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão média e severidade aceitável a grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.
- desagregação superficial em todo o trecho de extensão mediana.
- existe um ponto isolado que apresenta erosão de bordos, causado pela ausência de acostamento.
- apresenta remendos mal executados em todo o trecho, com extensão variando de baixa a alta (em um único ponto) e severidade de aceitável a grave.
- apresenta um único ponto com depressão localizada de baixa extensão e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

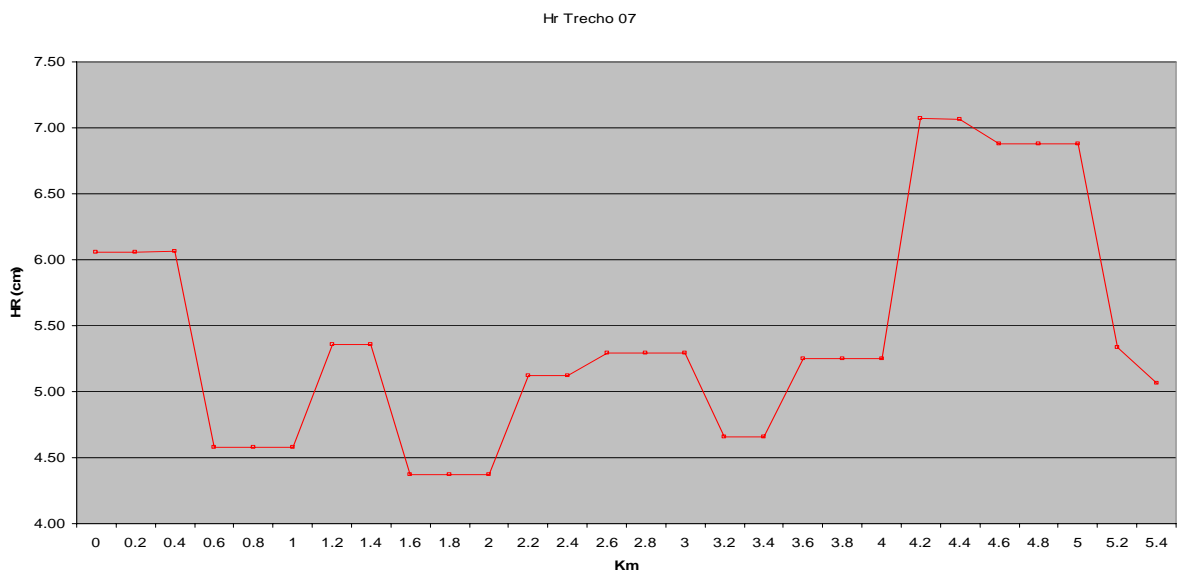


Figura 4.13: Espessura de CBUQ – Trecho 07

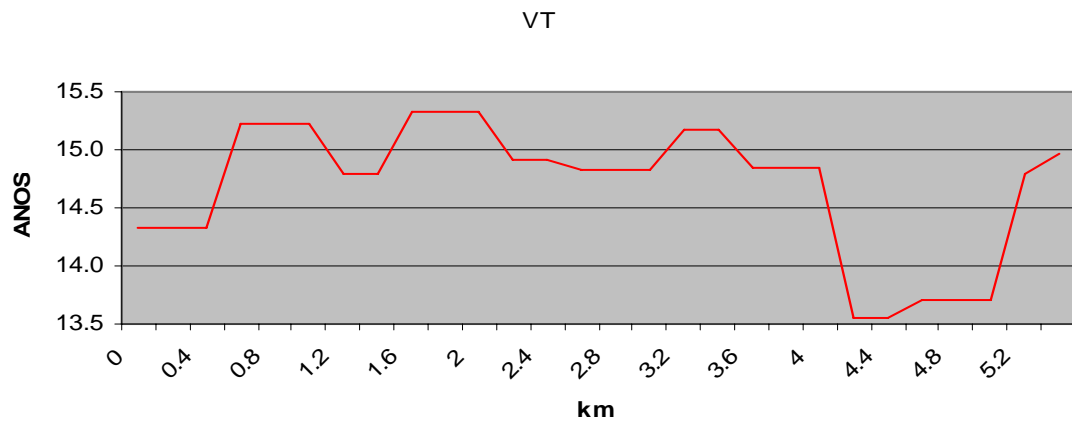


Figura 4.14: Vida de Serviço para TSD - Trecho 07

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.7: Resultado do Trecho 07

Trecho					7
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	5,4	TSD	N	-	-

4.8 Trecho 08

Trata-se de um trecho da rodovia RS/211, localizado entre Campinas do Sul e Jacutinga. Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 1316 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a média e severidade grave a inaceitável.
- apresenta um ponto isolado com trinca de escorregamento de baixa extensão e severidade grave.
- apresenta painelas em boa parte do trecho (especialmente na parte central), de baixa extensão e severidade aceitável a grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade grave.
- desagregação superficial em todo o trecho, de extensão variando de média a alta.
- apresenta remendos mal executados em boa parte do trecho cuja extensão varia de baixa a média e severidade variando de aceitável a grave.

- apresenta afundamentos em trilha de roda em um ponto isolado de média extensão e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

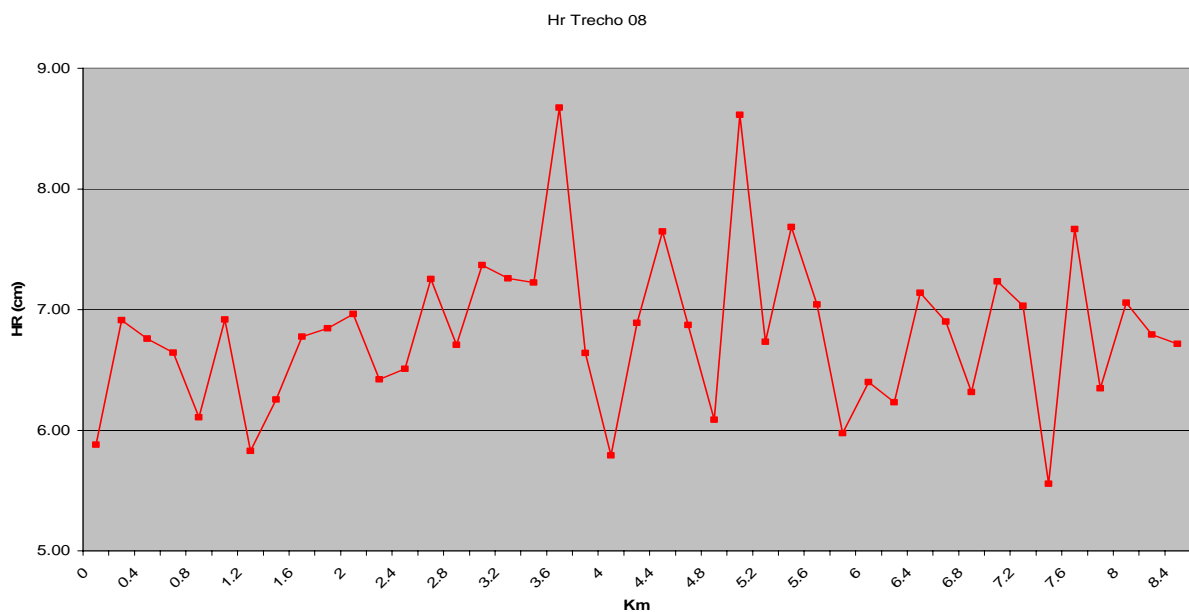


Figura 4.15: Espessura de CBUQ – Trecho 08

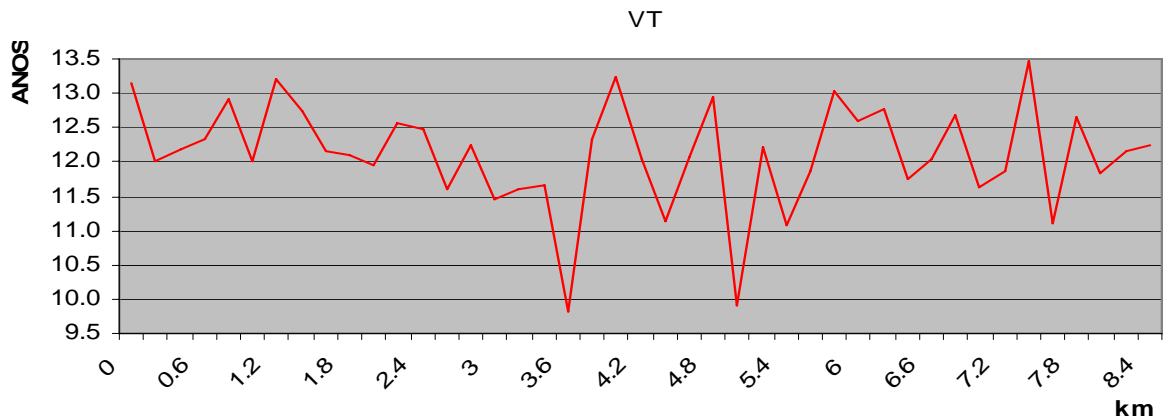


Figura 4.16: Vida de Serviço para TSD - Trecho 08

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.8: Resultado do Trecho 08

Trecho					8
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	3,4	TSD	N	-	-
3,4	3,6	CBUQ	N	-	8,00
3,6	4,8	TSD	N	-	-
4,8	5,0	CBUQ	N	-	8,00
5,0	8,4	TSD	N	-	-

4.9 Trecho 09

Trata-se de um trecho da rodovia RS/211, localizado entre Jacutinga e a entrada da BR/153 (Erechim). Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 1470 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em todo o trecho, de extensão de média a alta e severidade grave a inaceitável.

- apresenta painelas em todo o trecho e das mais diversas extensões e severidades, com a maioria apresentando severidade inaceitável.

- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade grave.

- desagregação superficial em todo o trecho com extensão de média a alta.

- apresenta remendos mal executados, especialmente na parte final do trecho, com extensão média a alta e severidade grave a inaceitável.

- apresenta afundamentos em trilha de roda em algumas partes do trecho de média extensão, porém de severidade aceitável.

- possui também em alguns pontos depressões localizadas, de baixa extensão e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

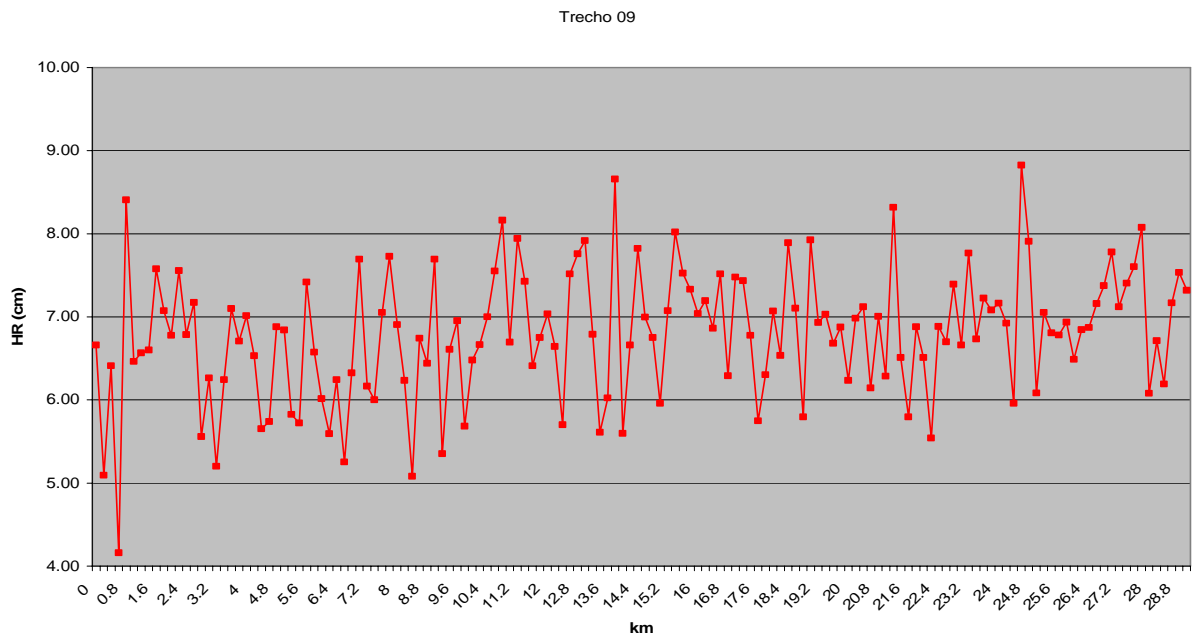


Figura 4.17: Espessura de CBUQ – Trecho 09

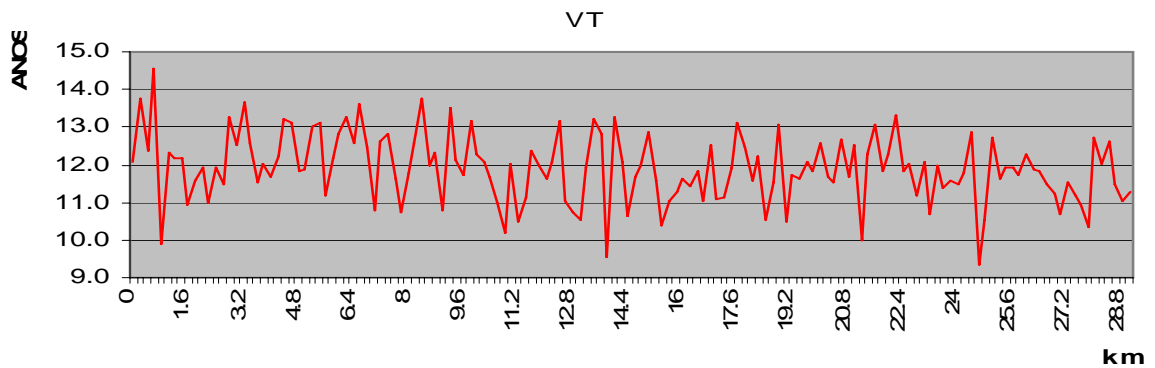


Figura 4.18: Vida de Serviço para TSD - Trecho 09

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.9: Resultado do Trecho 09

Trecho					9
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,6	TSD	N	-	-
0,6	0,8	CBUQ	N	-	8,00
0,8	1,4	TSD	N	-	-
1,4	1,6	CBUQ	N	-	8,00
1,6	2,0	TSD	N	-	-
2,0	2,2	CBUQ	N	-	7,00
2,2	6,8	TSD	N	-	-
6,8	7,0	CBUQ	N	-	8,00
7,0	7,6	TSD	N	-	-
7,6	7,8	CBUQ	N	-	8,00
7,8	8,8	TSD	N	-	-
8,8	9,0	CBUQ	N	-	8,00
9,0	10,4	TSD	N	-	-
10,4	10,8	CBUQ	N	-	8,00
10,8	11,0	TSD	N	-	-
11,0	11,2	CBUQ	N	-	8,00
11,2	12,6	TSD	N	-	-
12,6	13,0	CBUQ	N	-	8,00
13,0	13,6	TSD	N	-	-
13,6	13,8	CBUQ	N	-	9,00
13,8	14,2	TSD	N	-	-
14,2	14,4	CBUQ	N	-	8,00
14,4	15,2	TSD	N	-	-
15,2	15,4	CBUQ	N	-	8,00
15,4	18,2	TSD	N	-	-

18,2	18,4	CBUQ	N	-	8,00
18,4	18,8	TSD	N	-	-
18,8	19,0	CBUQ	N	-	8,00
19,0	21,0	TSD	N	-	-
21,0	21,2	CBUQ	N	-	8,00
21,2	23,0	TSD	N	-	-
23,0	23,2	CBUQ	N	-	8,00
23,2	24,4	TSD	N	-	-
24,4	24,8	CBUQ	N	-	8,00
24,8	26,8	TSD	N	-	-
26,8	27,0	CBUQ	N	-	8,00
27,0	27,4	TSD	N	-	-
27,4	27,8	CBUQ	N	-	8,00
27,8	29,0	TSD	N	-	-

4.10 Trecho 10

Trata-se de um trecho da rodovia RS/331, localizado entre Erechim e a entrada da BR/153 (para Erechim). Foi pavimentado no ano de 1983 e possui um volume diário médio bidirecional de 2244 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- desgaste da camada de revestimento na parte final do trecho, de extensão média e severidade aceitável.

- apresenta remendos mal executados na parte final do trecho, de extensão mediana e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

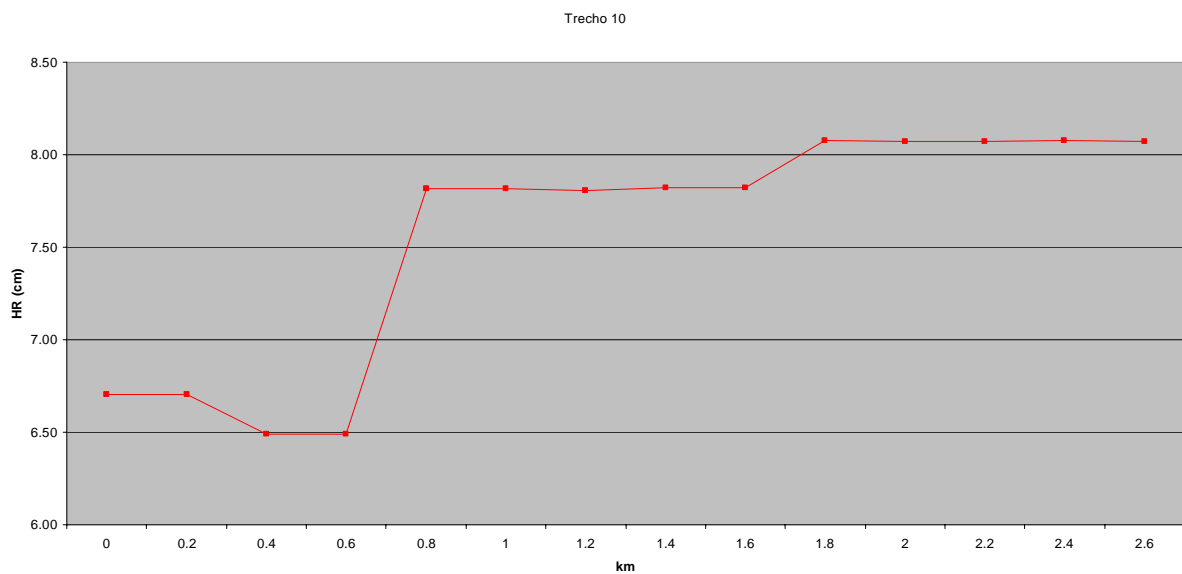


Figura 4.19: Espessura de CBUQ – Trecho 10

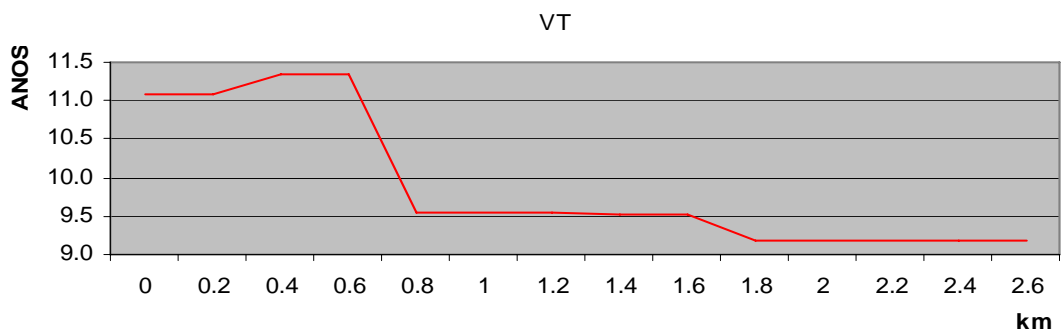


Figura 4.20: : Vida de Serviço para TSD - Trecho 10

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 9,9$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.10: Resultado do Trecho 10

Trecho					10
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,6	TSD	N	-	-
0,6	2,6	CBUQ	N	-	8,00

4.11 Trecho 11

Trata-se de um trecho da rodovia RS/331, localizado entre a entrada da BR/153 (para Erechim) e Gaurama. Foi pavimentado no ano de 1983 e possui um volume diário médio bidirecional de 2360 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de média a alta e severidade inaceitável.
- apresenta painelas em todo o trecho, de extensão que varia de baixa a média e severidade grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média a alta e severidade grave.
- desagregação superficial em todo o trecho de extensão alta.
- erosão de bordos no centro do trecho, e extensão mediana.

- apresenta remendos mal executados em todo o trecho, de extensão variando de média a alta e severidade grave.

- apresenta afundamentos em trilha de roda em praticamente todo o trecho, de extensão variando de média a alta e severidade grave.

- possui também em alguns pontos depressões localizadas, de baixa extensão e severidade inaceitável.

Da análise dos defeitos acima, percebe-se que se trata de um trecho em avançado estágio de deterioração em alguns subtrechos, necessitando de uma remoção e reconstrução parcial das camadas de base, que pode ser feito por reciclagem a frio in situ devido a base ser de brita graduada.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

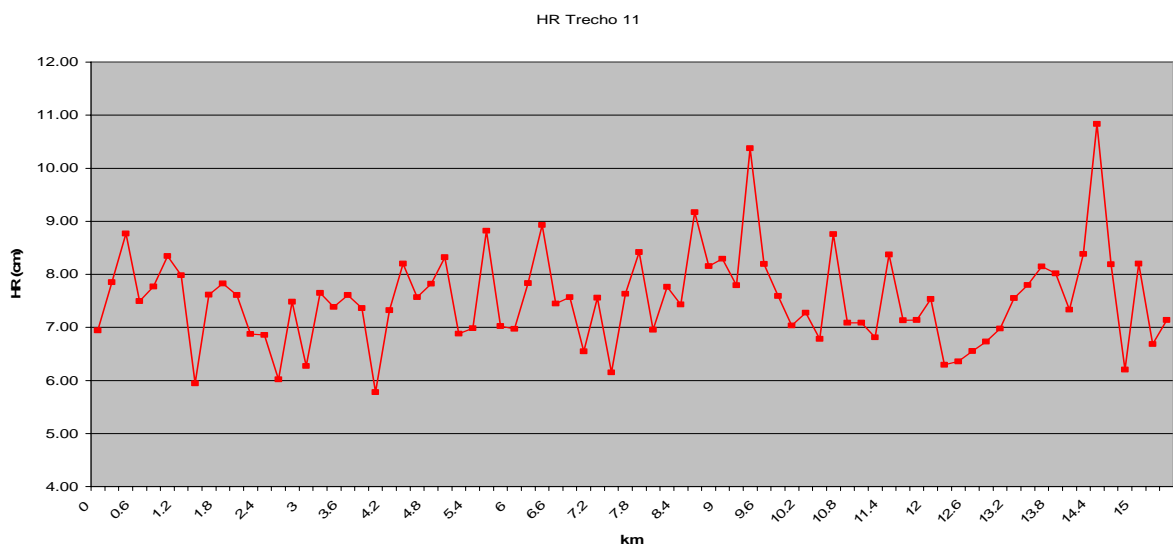


Figura 4.21: Espessura de CBUQ – Trecho 11

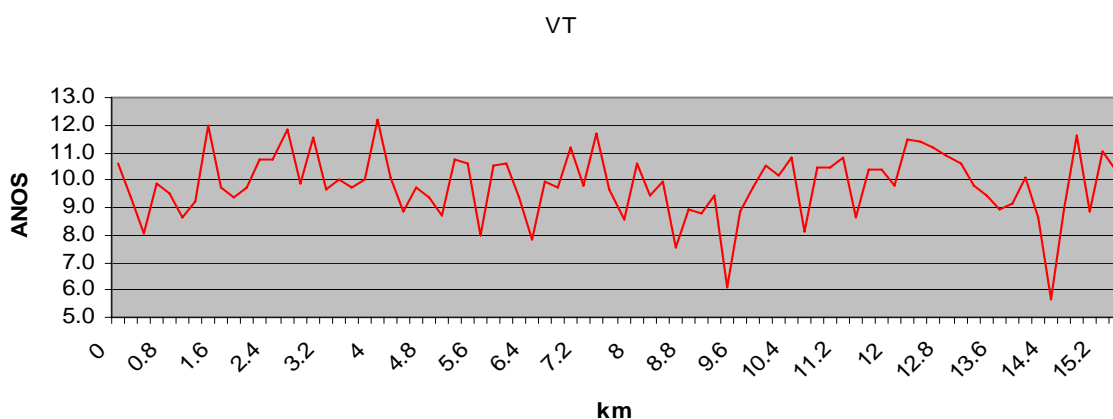


Figura 4.22: Vida de Serviço para TSD - Trecho 11

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 9,8$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.11: Resultado do Trecho 11

Trecho					11
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	1,2	CBUQ	S	RECL.	5,00
1,2	1,4	TSD	N	-	-
1,4	1,6	CBUQ	N	-	8,00
1,6	2,4	CBUQ	S	RECL.	5,00
2,4	2,6	TSD	N	-	-
2,6	2,8	CBUQ	N	-	7,00
2,8	3,0	TSD	N	-	-
3,0	3,8	CBUQ	S	RECL.	5,00
3,8	4,0	TSD	N	-	-
4,0	6,8	CBUQ	S	RECL.	5,00

6,8	7,0	TSD		N	-	-
7,0	7,2	CBUQ		N	-	8,00
7,2	7,4	TSD		N	-	-
7,4	12,0	CBUQ	S		RECL.	5,00
12,0	12,6	TSD		N	-	-
12,6	14,6	CBUQ	S		RECL.	5,00
14,6	14,8	TSD		N	-	-
14,8	15,0	CBUQ		N	-	8,00
15,0	15,2	TSD		N	-	-
15,2	15,4	CBUQ		N	-	7,00

4.12 Trecho 12

Trata-se de um trecho da rodovia RS/331, localizado entre Gaurama e Viadutos. Foi pavimentado no ano de 1983 e possui um volume diário médio bidirecional de 1556 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão alta e severidade grave a inaceitável.

- apresenta panelas em todo o trecho, de extensão média e severidade grave.

- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade grave.

- desagregação superficial em todo o trecho, de extensão variando de média a grave.

- existe um ponto isolado que apresenta bombeamento de finos de severidade grave.

- apresenta remendos mal executados em todo o trecho, de extensão entre mediana e alta e severidade grave.

- apresenta afundamentos em trilha de roda de extensão de média a alta e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários e também devido a grande presença de remendos mal executados criando ondulações, será necessário a reperfilagem com massa fina de PMQ em boa parte do trecho.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

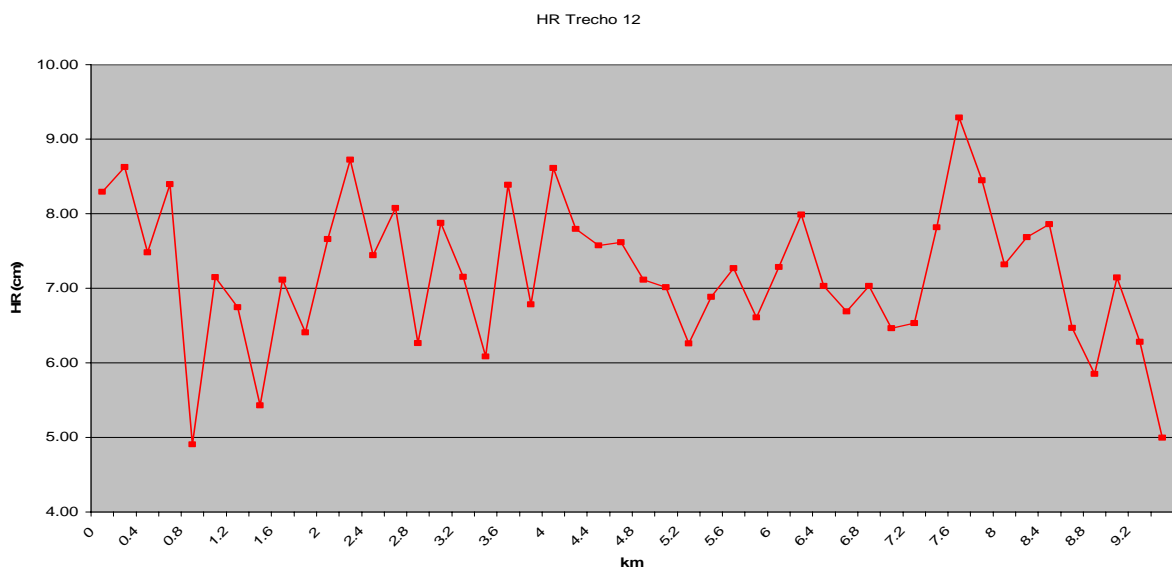


Figura 4.23: Espessura de CBUQ – Trecho 12

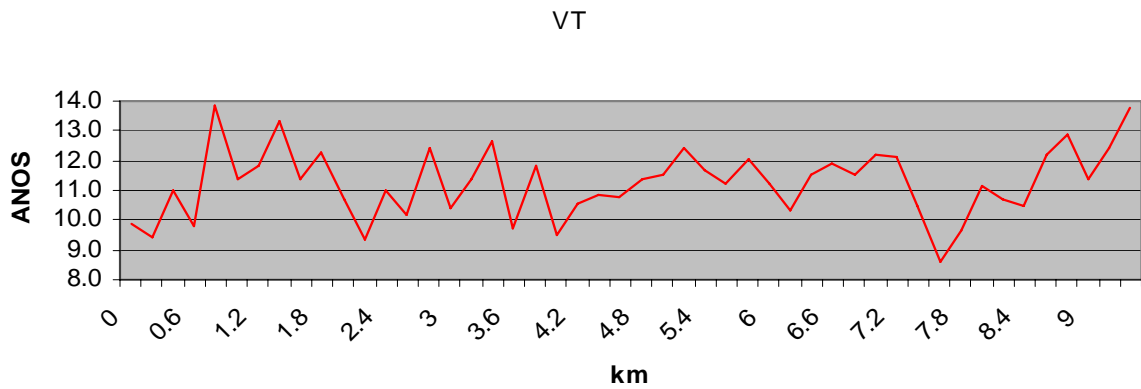


Figura 4.24: Vida de Serviço para TSD - Trecho 12

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,0$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.12: Resultado do Trecho 12

Trecho					12
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,6	CBUQ	N	-	8,00
0,6	1,8	TSD	N	MF PMQ	-
1,8	2,6	CBUQ	N	-	8,00
2,6	2,8	TSD	N	MF PMQ	-
2,8	3,0	CBUQ	N	-	8,00
3,0	3,4	TSD	N	MF PMQ	-
3,4	3,6	CBUQ	N	-	8,00
3,6	3,8	TSD	N	MF PMQ	-
3,8	4,6	CBUQ	N	-	8,00
4,6	6,0	TSD	N	MF PMQ	-

6,0	6,2	CBUQ	N	-	8,00
6,2	7,2	TSD	N	MF PMQ	-
7,2	7,8	CBUQ	N	-	8,00
7,8	8,0	TSD	N	MF PMQ	-
8,0	8,4	CBUQ	N	-	8,00
8,4	9,4	TSD	N	MF PMQ	-

4.13 Trecho 13

Trata-se de um trecho da rodovia RS/331, localizado entre Viadutos e Pinhalzinho. Foi pavimentado no ano de 1995 e possui um volume diário médio bidirecional de 807 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de média a alta e severidade variando de grave a inaceitável.

- apresenta painelas em praticamente todo o trecho, de média e alta extensão e severidade grave.

- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e alta, e severidade que varia de grave a inaceitável.

- desagregação superficial em todo o trecho, de extensão média a alta;

- apresenta remendos mal executados em todo o trecho, de extensão de média a alta e severidade grave a inaceitável;

- apresenta afundamentos em trilha de roda em pontos isolados na região central do trecho, de baixa e média extensão, porém de severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

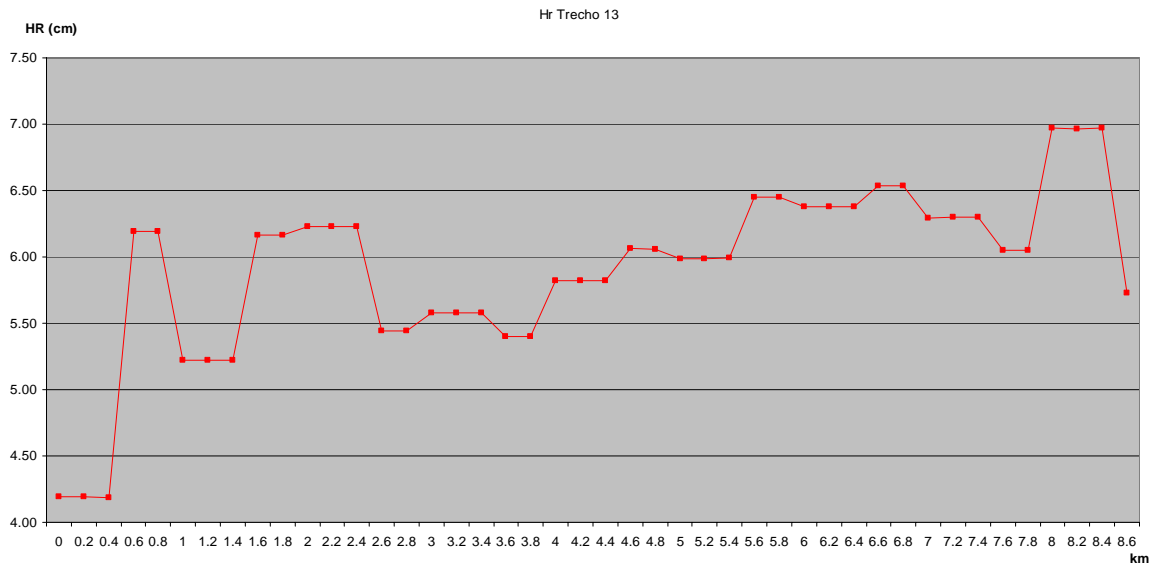


Figura 4.25: Espessura de CBUQ – Trecho 13

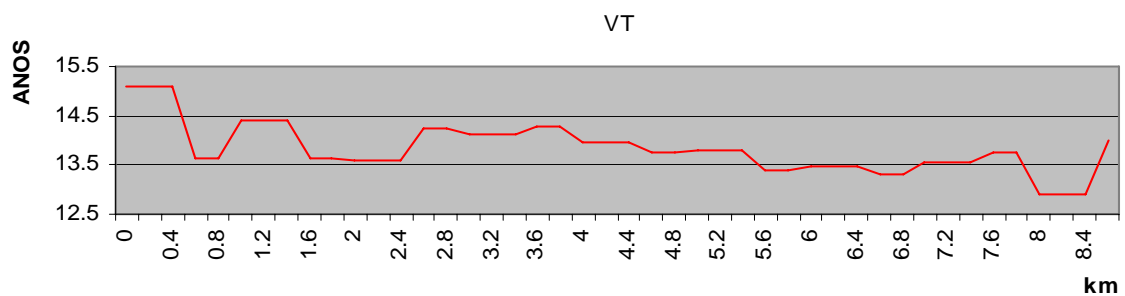


Figura 4.26: Vida de Serviço para TSD - Trecho 13

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.13: Resultado do Trecho 13

Trecho					13
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	8,0	TSD	N	-	-
8,0	8,6	TSD	N	MF PMQ	-

4.14 Trecho 14

Trata-se de um trecho da rodovia RS/331, localizado entre Pinhalzinho e a entrada da RS/126 (Marcelino Ramos). Foi pavimentado no ano de 1995 e possui um volume diário médio bidirecional de 700 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de média a alta e severidade grave.
- apresenta painelas ao longo de todo o trecho, de baixa e alta extensão e severidade aceitável a grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade que varia de aceitável a grave.
- desagregação superficial em praticamente todo o trecho, de extensão que varia de aceitável a grave.
- apresenta remendos mal executados em praticamente todo o trecho, de extensão variando de baixa a alta e severidade grave.
- apresenta afundamentos em trilha de roda em pontos isolados, de media extensão, porém de severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

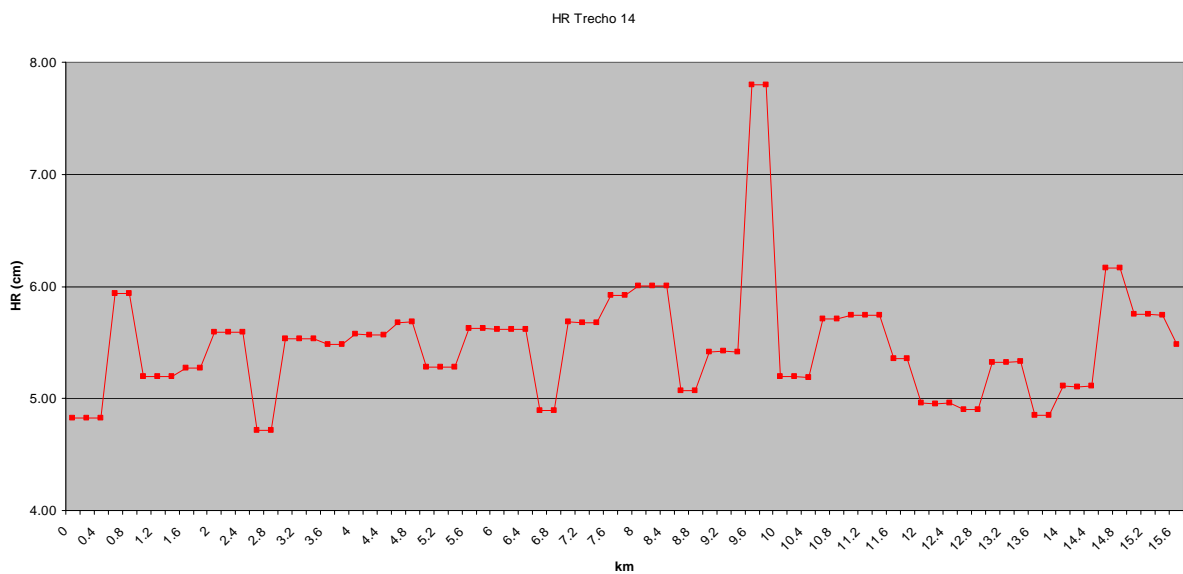


Figura 4.27: Espessura de CBUQ – Trecho 14

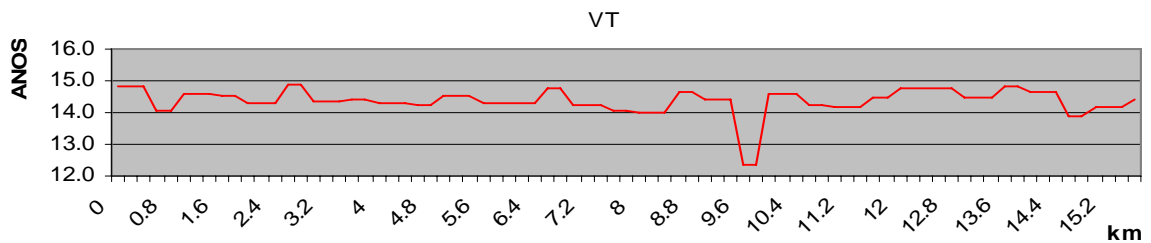


Figura 4.28: Vida de Serviço para TSD - Trecho 14

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.14: Resultado do Trecho 14

Trecho					14
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	15,6	TSD	N	-	-

4.15 Trecho 15

Trata-se de um trecho da rodovia RS/343, localizado entre a entrada da BR/470 (Barrancão) e a entrada da RS/442 (São José do Ouro). Foi pavimentado no ano de 1993 e possui um volume diário médio bidirecional de 1416 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a média e severidade aceitável a grave.
- apresenta painelas em pontos esparsos, de baixa extensão e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.
- desagregação superficial em praticamente todo o trecho, de extensão média a baixa.
- apresenta alguns remendos mal executados, de baixa extensão e severidade aceitável e grave.
- apresenta afundamentos em trilha de roda em todo trecho, de media extensão, porém de severidade aceitável a grave.

- em um único ponto pode-se perceber a presença de corrugações longitudinais, de extensão média e severidade aceitável.

- possui também em um ponto depressões localizadas, de baixa extensão e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários e também devido à presença de corrugações longitudinais em um subtrecho, será necessário a reperfilagem com massa fina de PMQ.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

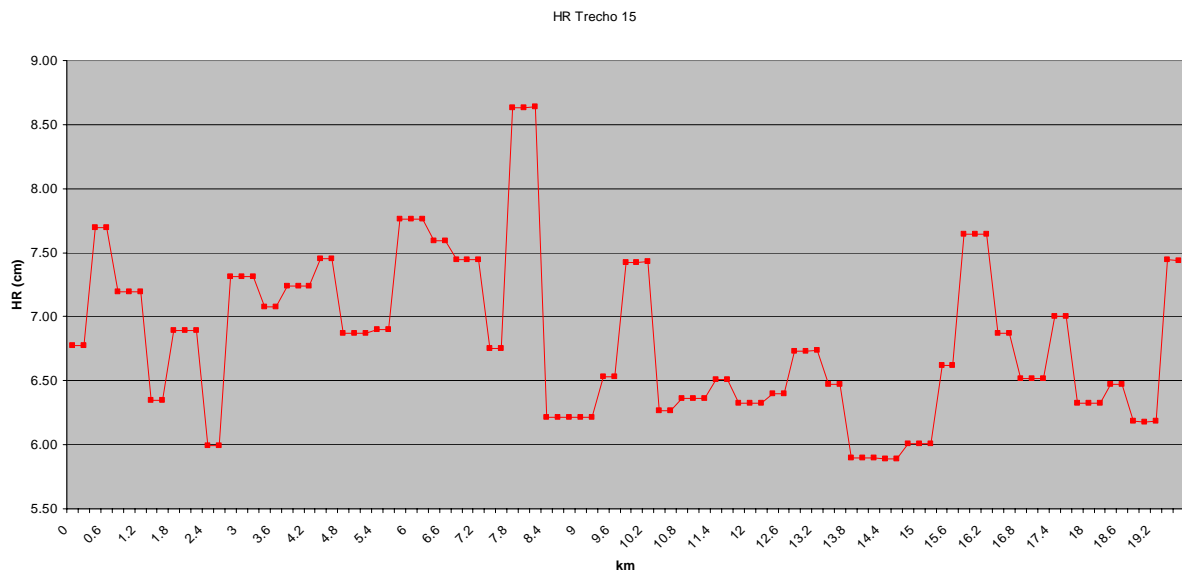


Figura 4.29: Espessura de CBUQ – Trecho 15

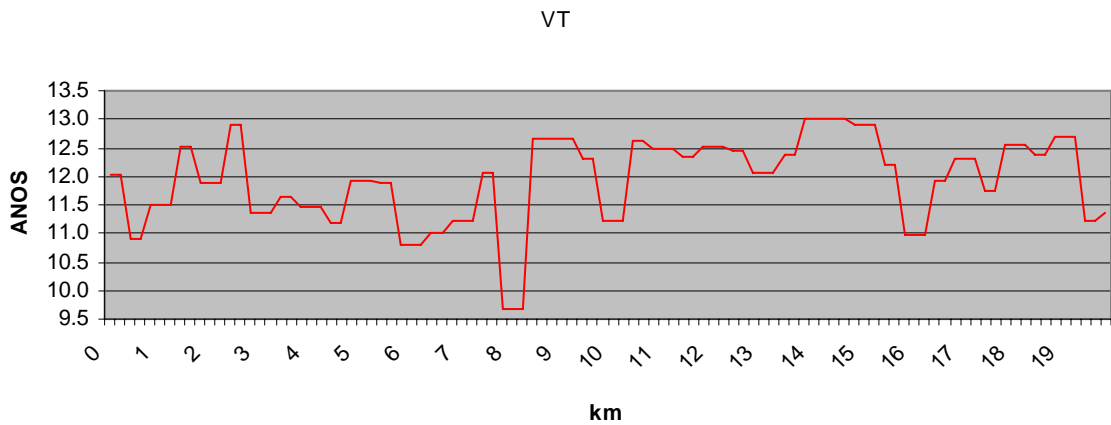


Figura 4.30: Vida de Serviço para TSD - Trecho 15

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.15: Resultado do Trecho 15

Trecho					15
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,2	TSD	N	MF PMQ	-
0,2	0,6	CBUQ	N	-	7,00
0,6	5,6	TSD	N	-	-
5,6	6,2	CBUQ	N	-	8,00
6,2	7,6	TSD	N	-	-
7,6	8,2	CBUQ	N	-	9,00
8,2	15,6	TSD	N	-	-
15,6	16,2	CBUQ	N	-	8,00
16,2	19,8	TSD	N	-	-

4.16 Trecho 16

Trata-se de um trecho da rodovia RS/343, localizado entre a entrada da RS/442 (São José do ouro) e a entrada da RS/477 (Cacique Double). Foi pavimentado no ano de 1998 e possui um volume diário médio bidirecional de 2500 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão média e severidade aceitável.
- apresenta painelas em pontos isolados, de baixa extensão e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão baixa e média e severidade aceitável.
- desagregação superficial em alguns pontos isolados, de extensão baixa e severidade aceitável.
- apresenta subtrechos com afundamentos em trilha de roda de media extensão, porém de severidade aceitável.
- possui também depressões localizadas em um único subtrecho, de baixa extensão e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

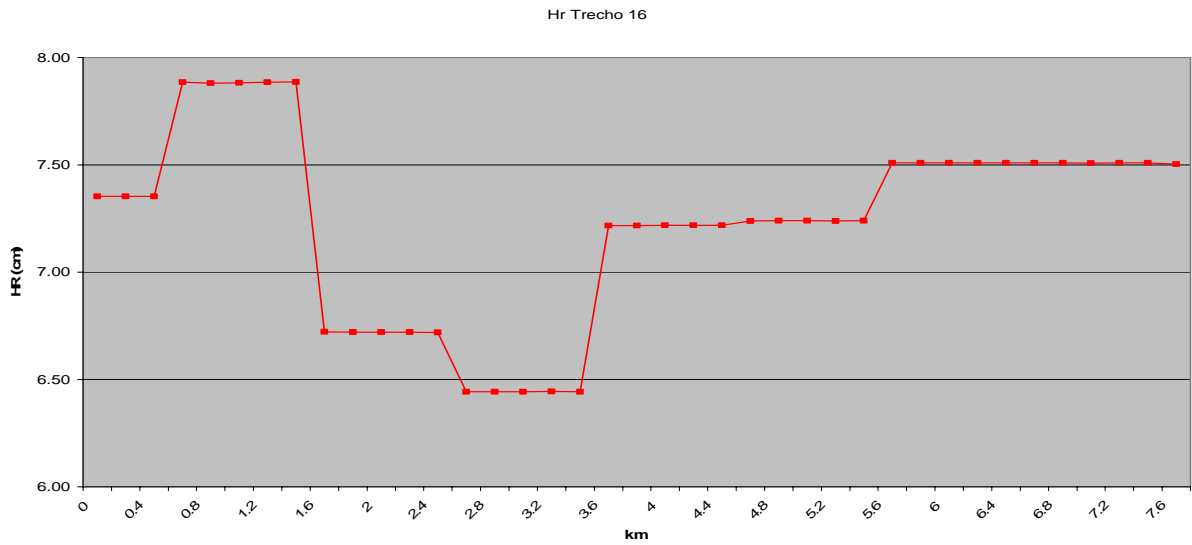


Figura 4.31: Espessura de CBUQ – Trecho 16

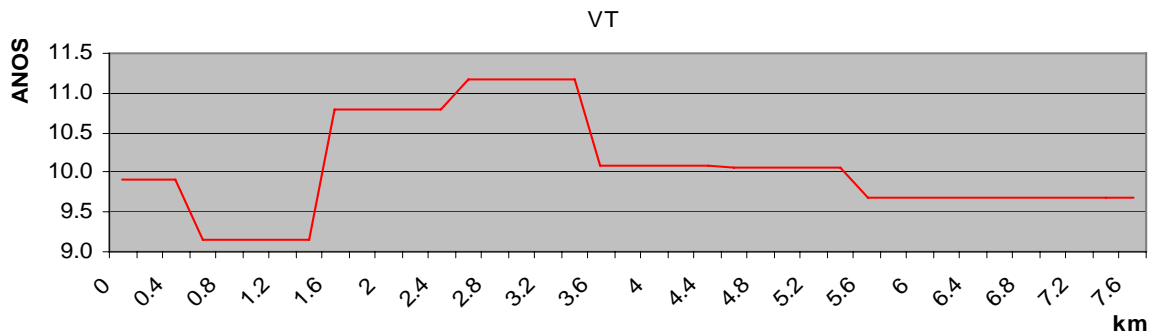


Figura 4.32: Vida de Serviço para TSD - Trecho 16

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.16: Resultado do Trecho 16

Trecho					16
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)

0,0	1,4	CBUQ	N	-	8,00
1,4	2,4	CBUQ	N	-	7,00
2,4	3,4	TSD	N	-	-
3,4	5,4	CBUQ	N	-	7,00
3,4	7,6	CBUQ	N	-	8,00

4.17 Trecho 17

Trata-se de um trecho da rodovia RS/343, localizado entre a entrada da RS/477 (Cacique Double) e a entrada da RS/126 (Sananduva). Foi pavimentado no ano de 1998 e possui um volume diário médio bidirecional de 1221 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a alta e severidade grave.
- apresenta algumas panelas, de baixa extensão e severidade aceitável a inaceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade que varia de aceitável a grave.
- desagregação superficial em boa parte do trecho, de extensão variando entre mediana e alta.
- apresenta remendos mal executados em boa parte dos subtrechos, de extensão baixa e severidade variando entre aceitável e grave.
- apresenta afundamentos em trilha de roda em praticamente todo o trecho, de extensão variando entre baixa e média e severidade aceitável.
- possui também em alguns pontos esparsos, depressões localizadas, de baixa extensão e severidade variando entre grave e inaceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

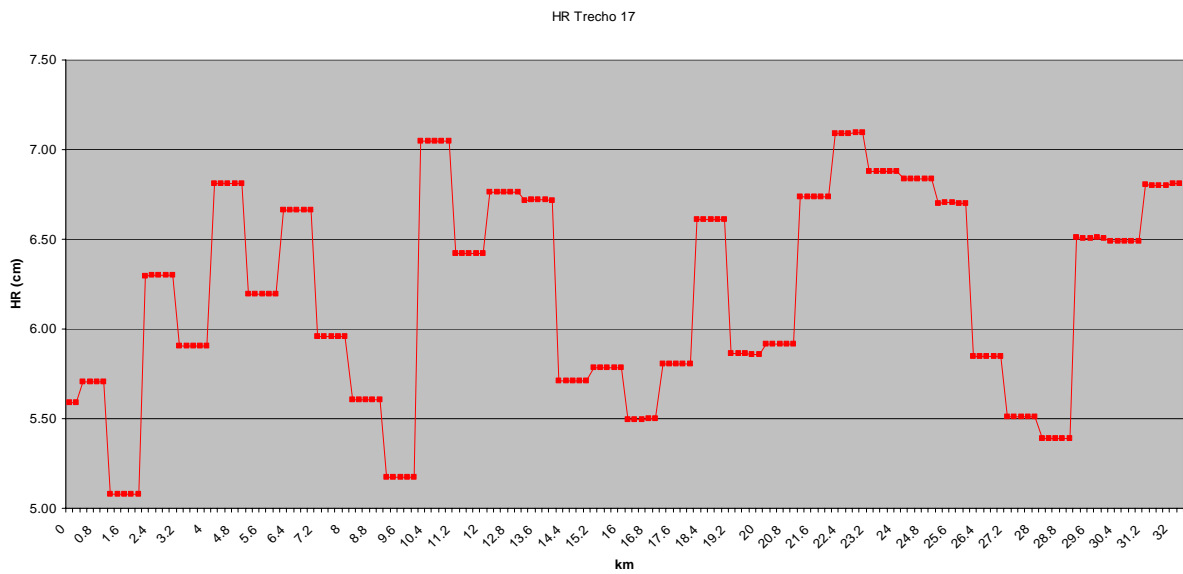


Figura 4.33: Espessura de CBUQ – Trecho 17

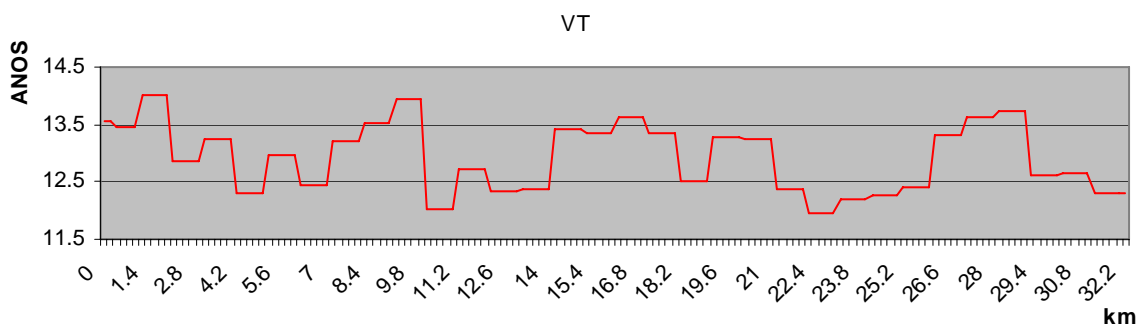


Figura 4.34: Vida de Serviço para TSD - Trecho 17

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.17: Resultado do Trecho 17

Trecho					17
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,4	TSD	N	MF PMQ	-
0,4	32,2	TSD	N	-	-

4.18 Trecho 18

Trata-se de um trecho da rodovia RS/420, localizado entre a entrada da BR/331 (Erechim) e Aratiba. Foi pavimentado no ano de 1999 e possui um volume diário médio bidirecional de 807 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a média e severidade aceitável a grave.
- apresenta pontos isolados de trincas longitudinais de baixa extensão e severidade aceitável.
- apresenta pontos isolados de trincas de escorregamento longitudinais de baixa extensão e severidade grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade que varia de aceitável a grave.
- desagregação superficial na maior parte do trecho, de extensão que varia de baixa a grave.
- apresenta remendos mal executados em pontos isolados de baixa extensão e severidade aceitável e grave.

- em pontos isolados pode-se perceber a presença de corrugações longitudinais, de extensão baixa e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

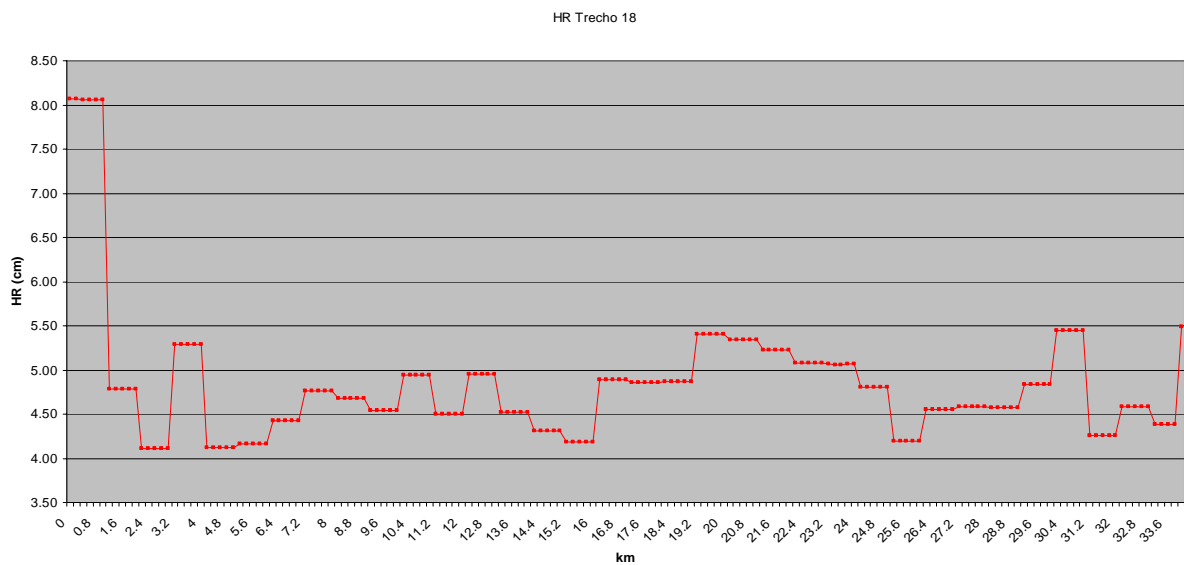


Figura 4.35: Espessura de CBUQ – Trecho 18

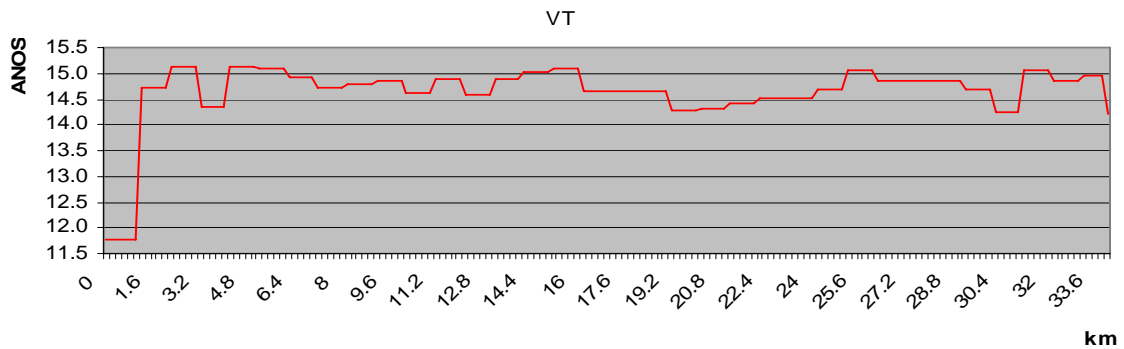


Figura 4.36: Vida de Serviço para TSD - Trecho 18

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,0$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.18: Resultado do Trecho 18

Trecho					18
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	4,6	TSD	N	-	-
4,6	5,0	TSD	N	MF PMQ	-
5,0	34,0	TSD	N	-	-

4.19 Trecho 19

Trata-se de um trecho da rodovia RS/426, localizado entre Severino de Almeida e a entrada da BR/153 (para Erechim). Foi pavimentado no ano de 1982 e possui um volume diário médio bidirecional de 1051 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de média e alta e severidade grave a inaceitável.
- apresenta algumas panelas, de baixa extensão e severidade aceitável a grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade grave.
- existe um ponto isolado que apresenta erosão de bordo de média extensão.
- apresenta um remendo mal executado de alta extensão e severidade grave.
- apresenta afundamentos em trilha de roda na sua maior parte, de media extensão e severidade aceitável e grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

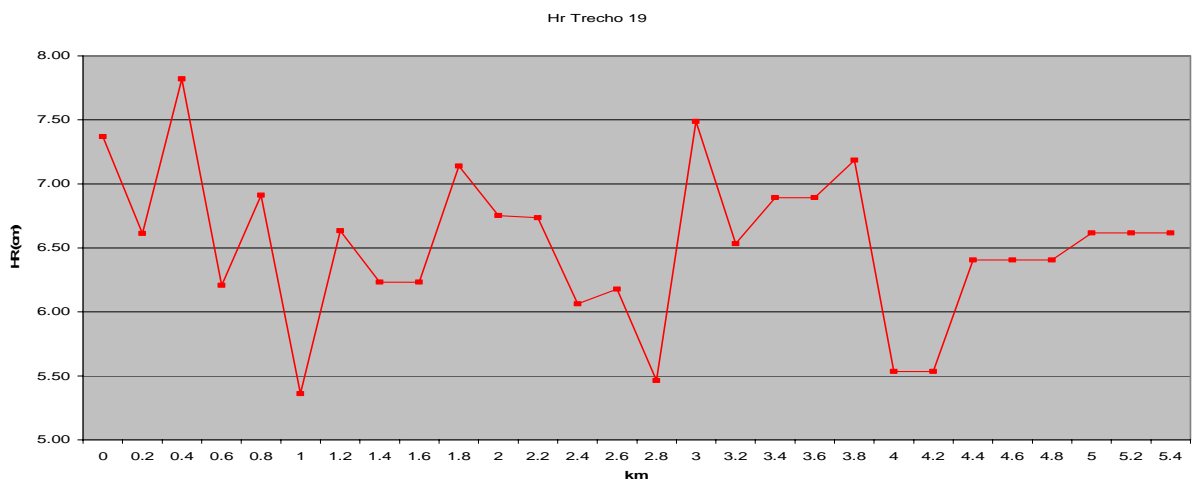


Figura 4.37: Espessura de CBUQ – Trecho 19

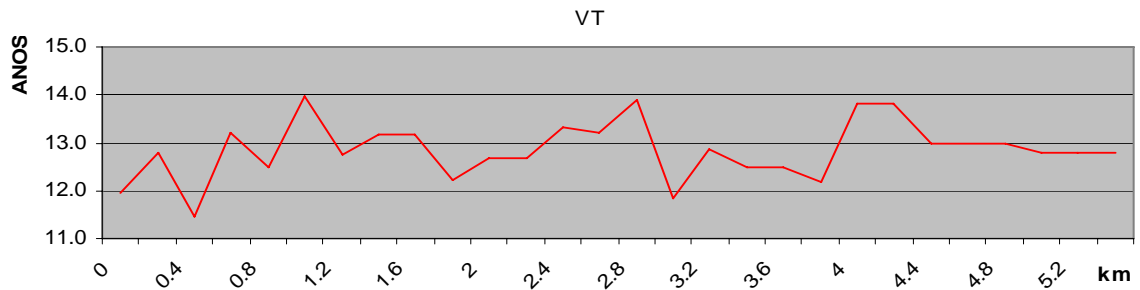


Figura 4.38: Vida de Serviço para TSD - Trecho 19

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,2$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.19: Resultado do Trecho 19

Trecho					19
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	5,4	TSD	N	-	-

4.20 Trecho 20

Trata-se de um trecho da rodovia RS/467, localizado entre a entrada da RS/430 (Tapejara) e a entrada da RS/463 (contorno para Tapejara). Foi pavimentado no ano de 1993 e possui um volume diário médio bidirecional de 2107 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão baixa e média e severidade aceitável e grave.

- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.

- apresenta remendos mal executados em pontos localizados, de baixa extensão e severidade grave.

- em pontos isolados pode-se perceber a presença de corrugações longitudinais, de extensão baixa, e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

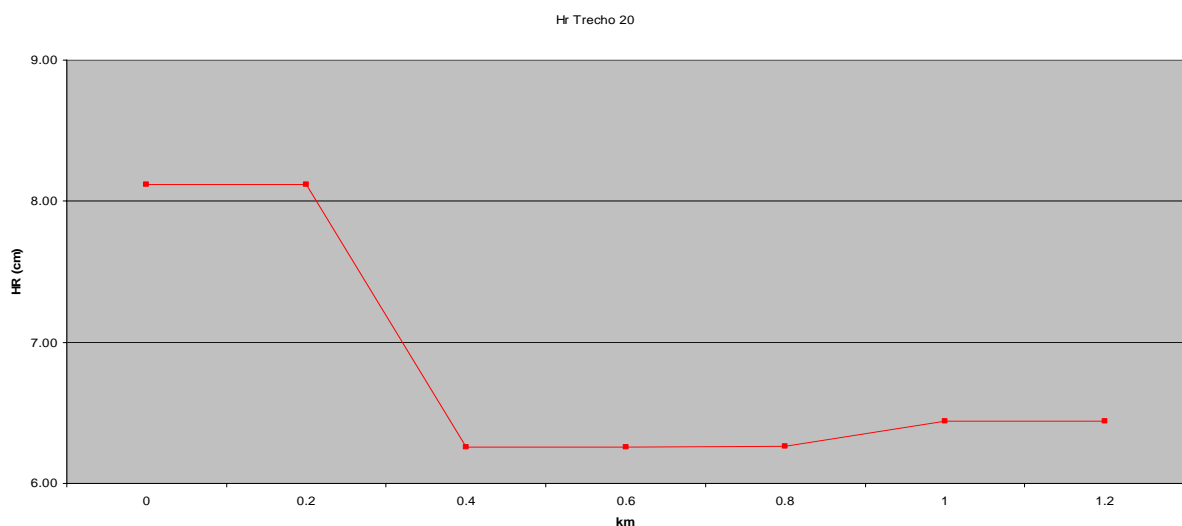


Figura 4.39: Espessura de CBUQ – Trecho 20

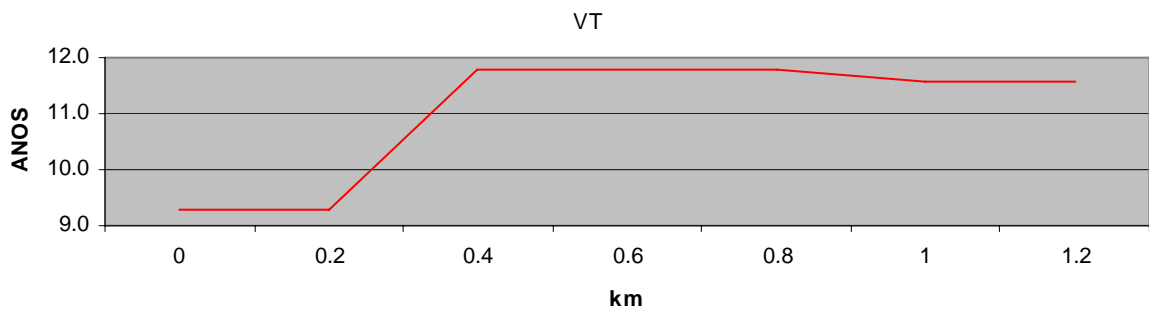


Figura 4.40: Vida de Serviço para TSD - Trecho 20

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 9,9$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.20: Resultado do Trecho 20

Trecho					20
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,2	CBUQ	N	-	8,00
0,2	1,2	TSD	N	-	-

4.21 Trecho 21

Trata-se de um trecho da rodovia RS/467, localizado entre a entrada da RS/463 (contorno para Tapejara) e Ibiaão. Foi pavimentado no ano de 1993 e possui um volume diário médio bidirecional de 1798 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR), de extensão de baixa a alta e severidade aceitável a grave.

- apresenta painelas em praticamente todo o trecho, de baixa e média extensão e severidade aceitável a grave.

- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade que varia de aceitável a grave.

- desagregação superficial em alguns pontos isolados, de extensão baixa e média.

- apresenta remendos mal executados em parte significativa do trecho, de extensão baixa e média, e severidade grave.

- apresenta afundamentos em trilha de roda de baixa e media extensão, porém de severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

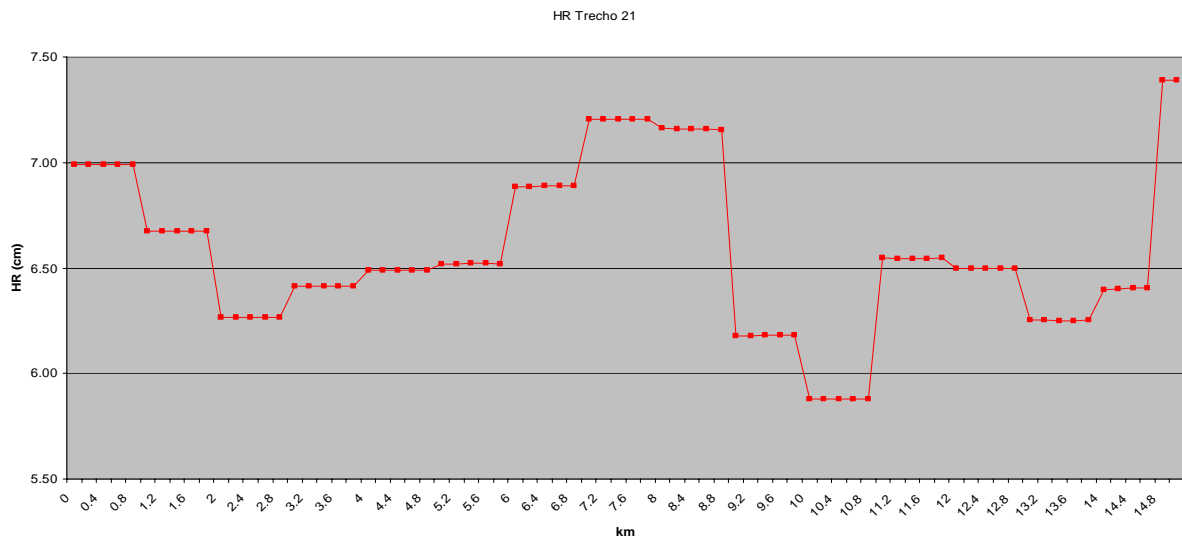


Figura 4.41: Espessura de CBUQ – Trecho 21

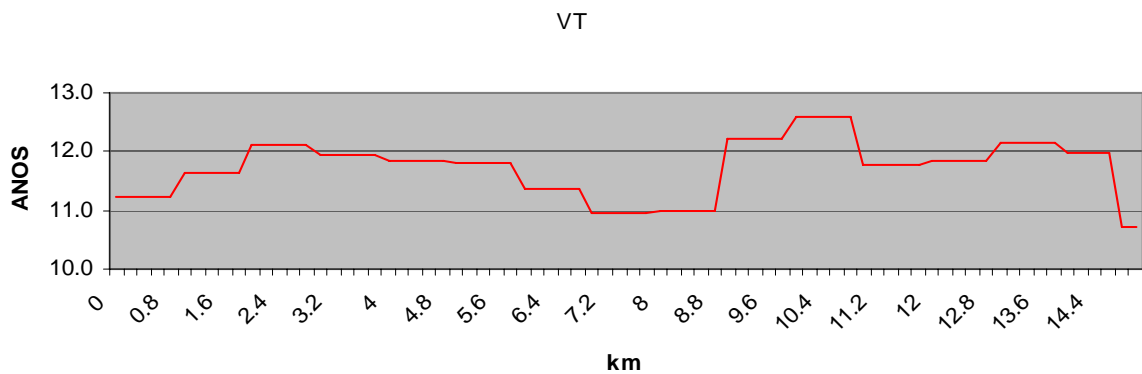


Figura 4.42: Vida de Serviço para TSD - Trecho 21

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,0$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.21: Resultado do Trecho 21

Trecho					21
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	6,8	TSD	N	-	-
6,8	7,8	CBUQ	N	-	7,00
7,8	14,6	TSD	N	-	-
14,6	15,0	CBUQ	N	-	7,00

4.22 Trecho 22

Trata-se de um trecho da rodovia RS/467, localizado entre Ibiaçá e a entrada da RS/126 (Três Porteiras). Foi pavimentado no ano de 1991 e possui um volume diário médio bidirecional de 1701 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em todo o trecho, de extensão de mediana e severidade variando de grave a inaceitável.
- apresenta painelas em praticamente todo o trecho, de extensão variando de baixa a média e severidade aceitável a grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade grave.
- desagregação superficial em todo o trecho, de extensão alta.
- apresenta remendos mal executados em todo o trecho, de extensão variando de baixa a média e severidade grave.
- apresenta afundamentos em trilha de roda em todos os trechos, na grande maioria dos casos de extensão mediana e severidade aceitável, mas em uns poucos casos temos extensão baixa e severidade inaceitável.

- possui também em alguns subtrechos depressões localizadas, de baixa extensão e severidade inaceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

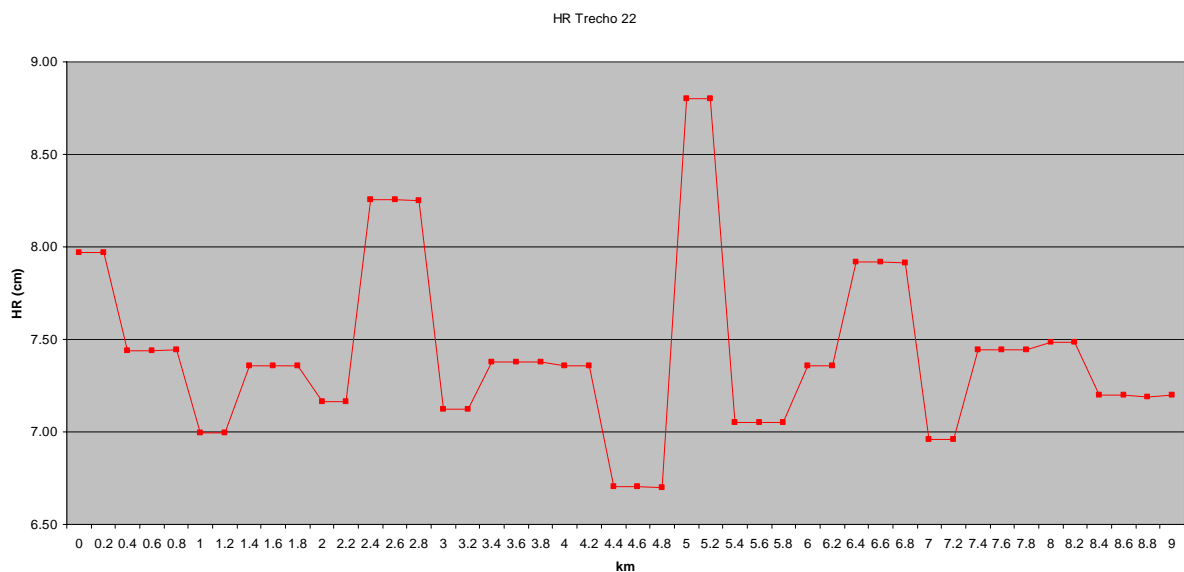


Figura 4.43: Espessura de CBUQ – Trecho 22

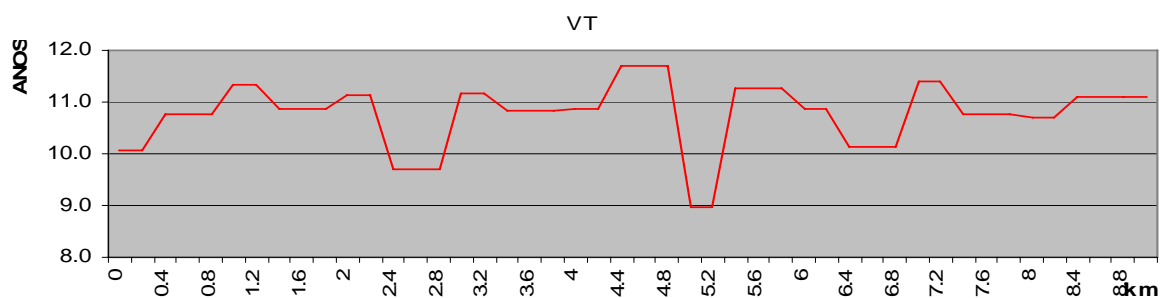


Figura 4.44: Vida de Serviço para TSD - Trecho 22

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,0$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.22: Resultado do Trecho 22

Trecho					22
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,8	CBUQ		-	8,00
0,8	1,2	TSD	N	-	-
1,2	1,8	CBUQ		-	7,00
1,8	2,2	TSD	N	-	-
2,2	2,8	CBUQ		-	8,00
2,8	3,2	TSD	N	-	-
3,2	4,2	CBUQ		-	7,00
4,2	4,8	TSD	N	-	-
4,8	5,2	CBUQ		-	9,00
5,2	5,8	TSD	N	-	-
5,8	6,8	CBUQ		-	8,00
6,8	7,2	TSD	N	-	-
7,2	8,2	CBUQ		-	7,00
8,2	9,0	TSD	N	-	-

4.23 Trecho 23

Trata-se de um trecho da rodovia RS/469, localizado entre a entrada da BR/153 (para Erechim) e Ipiranga do Sul. Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 575 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em todo o trecho, de extensão de baixa a média e severidade variando de aceitável a grave.
- apresenta painelas em um único subtrecho, de baixa extensão e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.
- desagregação superficial em praticamente todo o trecho, de extensão variando de baixa a mediana.
- apresenta remendos mal executados em subtrechos esparsos, de extensão variando de baixa a média e severidade grave.
- apresenta afundamentos em trilha de roda em alguns subtrechos esparsos de média extensão, porém de severidade aceitável.
- possui também em alguns subtrechos corrugações longitudinais, de baixa a média extensão e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários e também haverá necessidade de realizar reperfilagem com massa fina de PMQ em alguns subtrechos.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

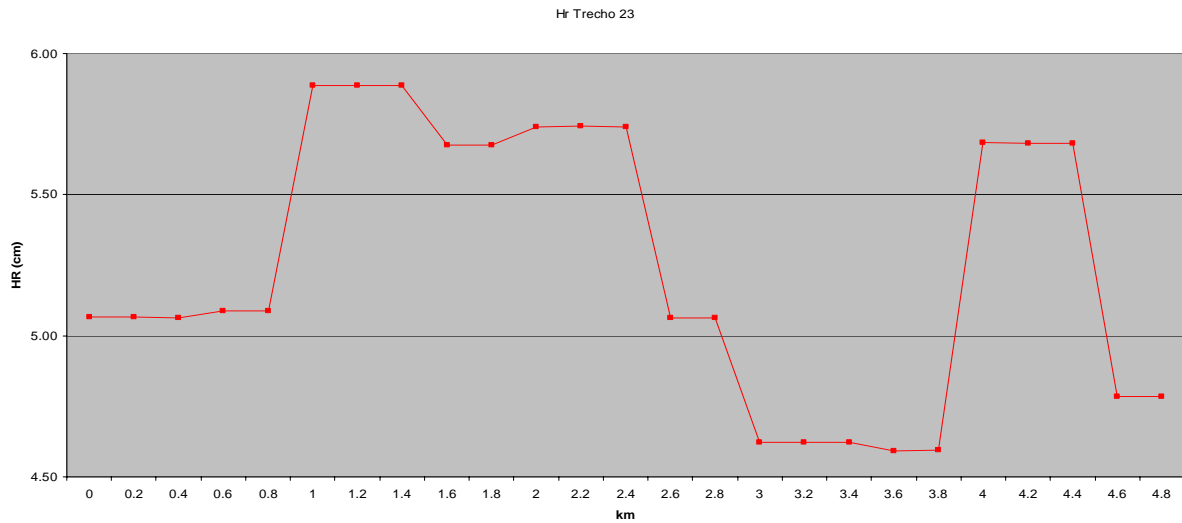


Figura 4.45: Espessura de CBUQ – Trecho 23

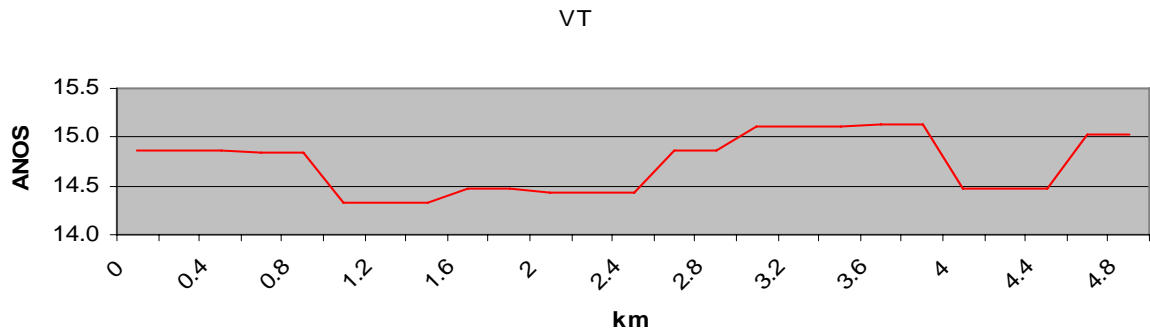


Figura 4.46: Vida de Serviço para TSD - Trecho 23

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.23: Resultado do Trecho 23

Trecho					23
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	1,0	TSD	N	MF PMQ	-

1,0	4,0	TSD	N	-	-
4,0	4,8	TSD	N	MF PMQ	-

4.24 Trecho 24

Trata-se de um trecho da rodovia RS/475, localizado entre Estação e a entrada da RS/328 (para Erebangó). Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 1492 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em dois terços do trecho, de extensão mediana e severidade variando de grave a inaceitável.

- desgaste da camada de revestimento em dois terços do trecho, de extensão média e severidade aceitável.

- desagregação superficial em dois terços do trecho, de extensão baixa.

- apresenta afundamentos em trilha de roda no subtrecho inicial de média extensão, porém de severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

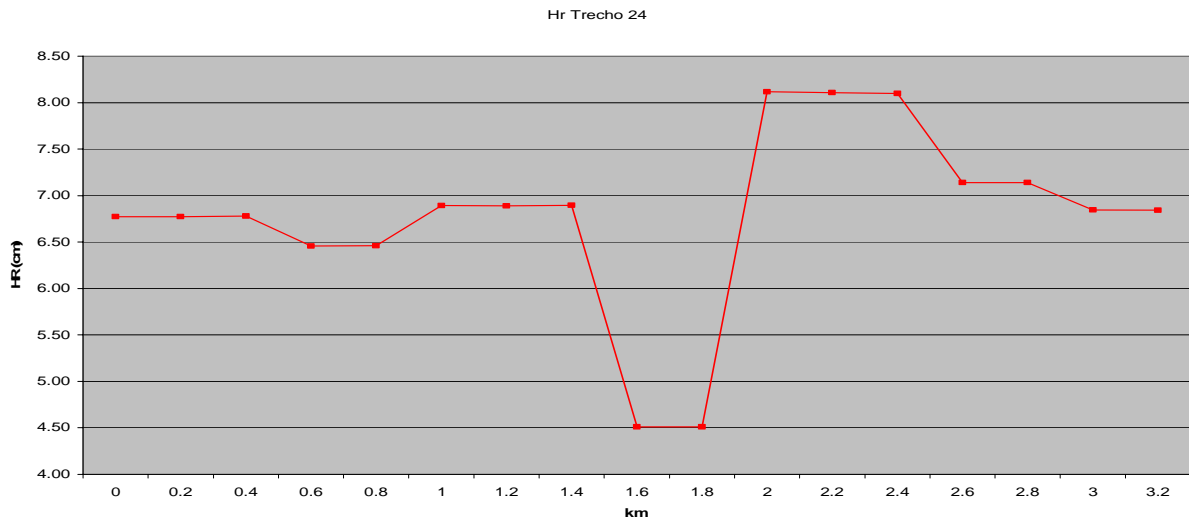


Figura 4.47: Espessura de CBUQ – Trecho 24

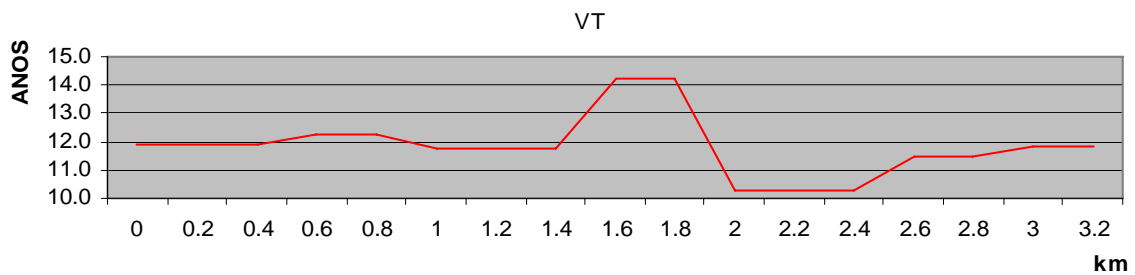


Figura 4.48: Vida de Serviço para TSD - Trecho 24

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.24: Resultado do Trecho 24

Trecho					24
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	1,8	TSD	N	-	-
1,8	2,4	CBUQ	N	-	8,00

2,4

3,2

TSD

N

-

-

4.25 Trecho 25

Trata-se de um trecho da rodovia RS/475, localizado entre a entrada da RS/328 (para Erebangó) e a entrada da BR/153 (para Erechim). Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 619 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em praticamente todo o trecho, de extensão de baixa a média e severidade variando entre aceitável e grave.

- apresenta painelas em apenas dois subtrechos, de baixa extensão e severidade aceitável.

- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade variando de aceitável a grave.

- desagregação superficial em boa parte do trecho, de extensão variando de baixa a alta.

- apresenta descapamento da capa selante em um único subtrecho, de extensão média.

- apresenta remendos mal executados em alguns pontos, de extensão variando entre média e alta e severidade grave.

- apresenta afundamentos em trilha de roda em alguns subtrechos de média extensão, porém de severidade aceitável.

- possui também em alguns subtrechos corrugações longitudinais, de extensão variando de baixa a média e severidade entre aceitável e grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários e também a execução de reperfilagem com massa fina de PMQ nos trechos com corrugações.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

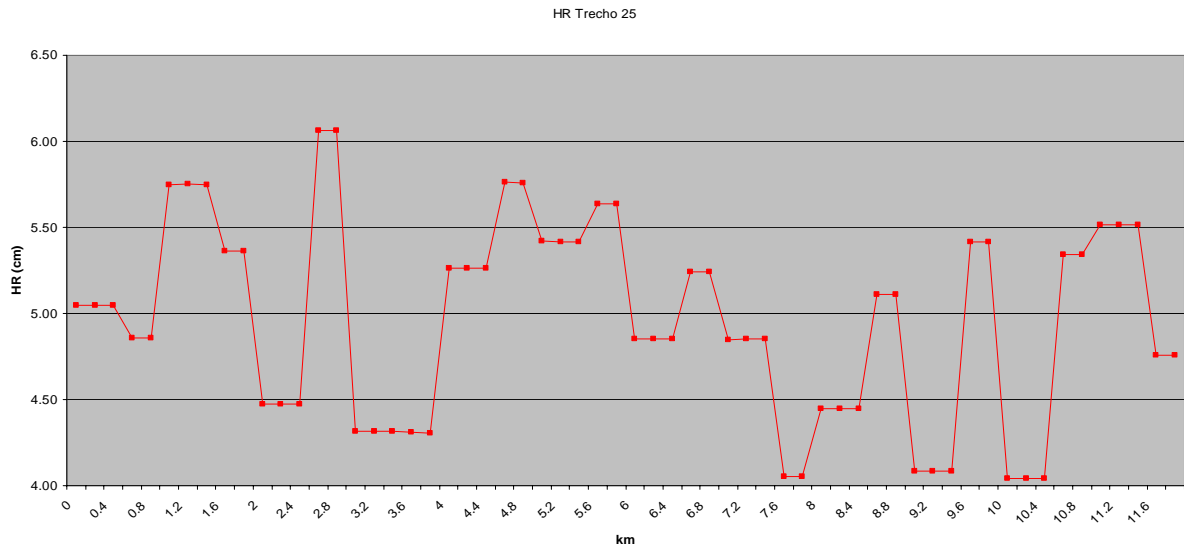


Figura 4.49: Espessura de CBUQ – Trecho 25

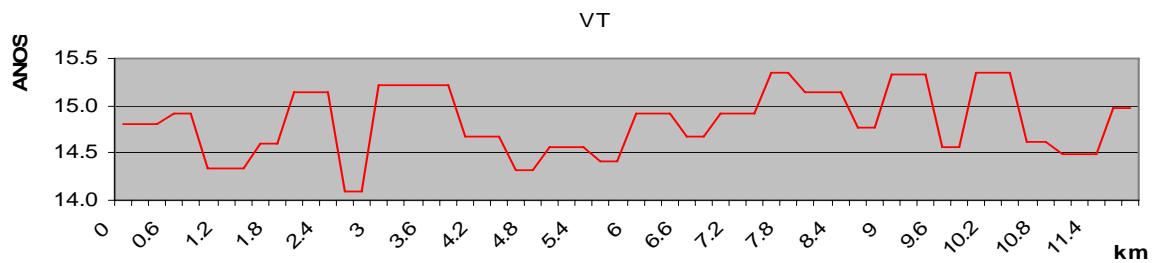


Figura 4.50: Vida de Serviço para TSD - Trecho 25

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.25: Resultado do Trecho 25

Trecho					25
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	3,0	TSD	N	MF PMQ	-
3,0	11,8	TSD	N	-	-

4.26 Trecho 26

Trata-se de um trecho da rodovia RS/477, localizado entre a entrada da RS/126 (para Maximiliano de Almeida) Paim Filho. Foi pavimentado no ano de 1992 e possui um volume diário médio bidirecional de 694 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em todo o trecho, de extensão de baixa a média e severidade aceitável.
- apresenta panelas em um único subtrecho, de baixa extensão e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.
- desagregação superficial em praticamente todo o trecho, de extensão mediana.
- apresenta afundamentos em trilha de roda em dois terços do trecho, de média extensão e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

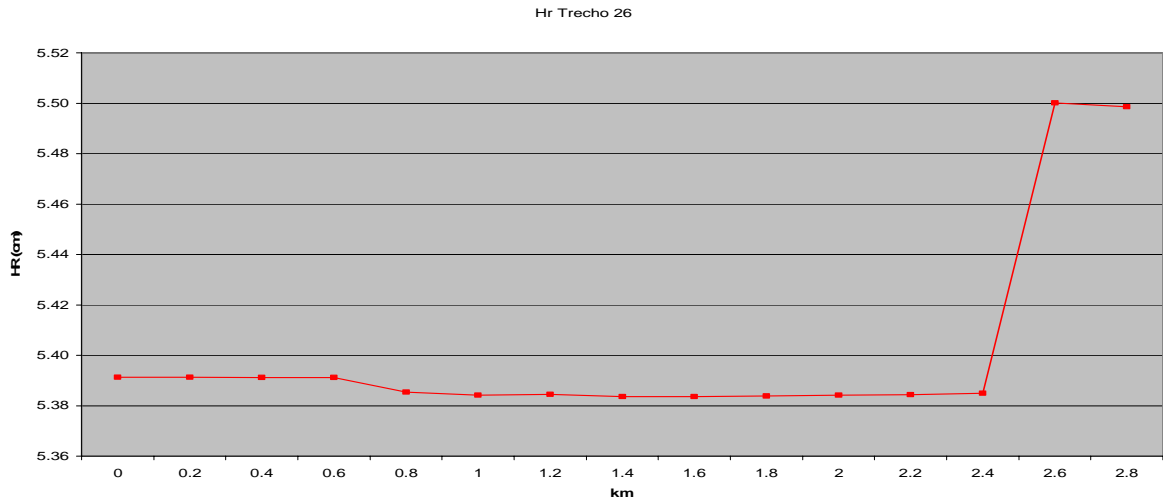


Figura 4.51: Espessura de CBUQ – Trecho 26

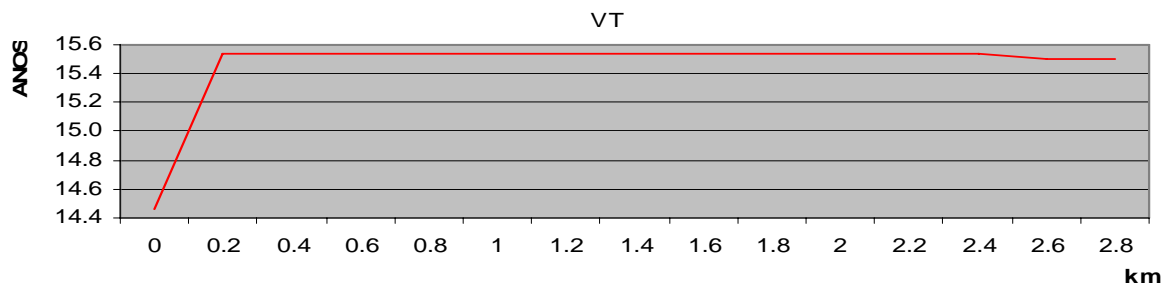


Figura 4.52: Vida de Serviço para TSD - Trecho 26

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.26: Resultado do Trecho 26

Trecho	26
--------	----

km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	2,8	TSD	N	-	-

4.27 Trecho 27

Trata-se de um trecho da rodovia RST/470, localizado entre a divisa dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (rio Pelotas) e a entrada da RS/343 (Barrancão). Foi pavimentado no ano de 2000 e possui um volume diário médio bidirecional de 515 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em boa parte do trecho, de extensão baixa e severidade aceitável.
- apresenta painelas em único subtrecho, de baixa extensão e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão variando de baixa a média e severidade aceitável.
- apresenta remendos mal executados em um único subtrecho, com extensão baixa e severidade grave.
- apresenta afundamentos em trilha de roda em boa parte do trecho, de média extensão, porém de severidade aceitável.
- possui também em um único subtrecho corrugação longitudinal, de extensão média e severidade aceitável.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

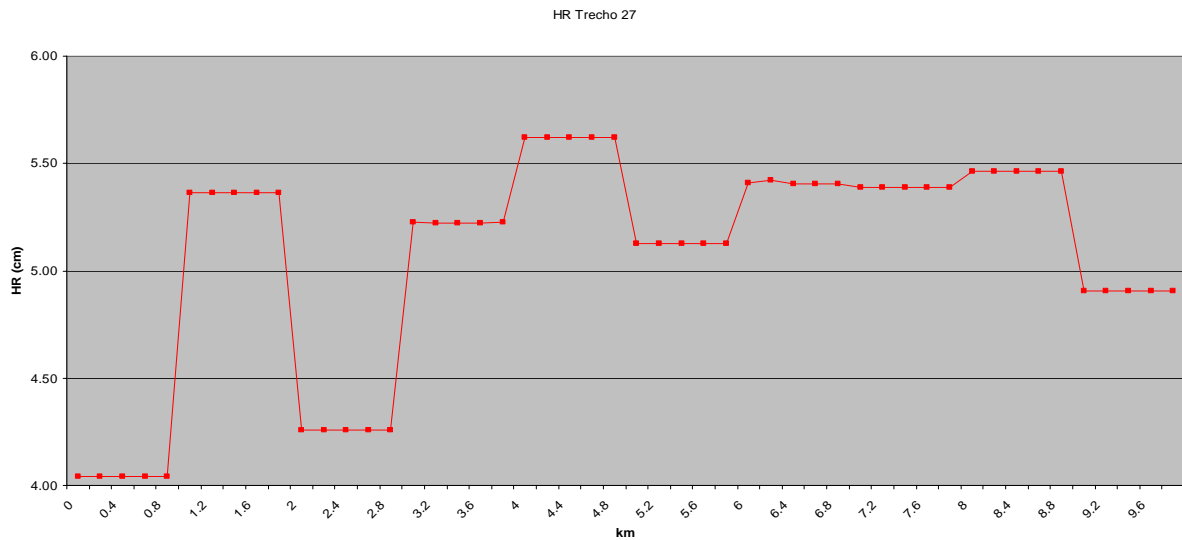


Figura 4.53: Espessura de CBUQ – Trecho 27

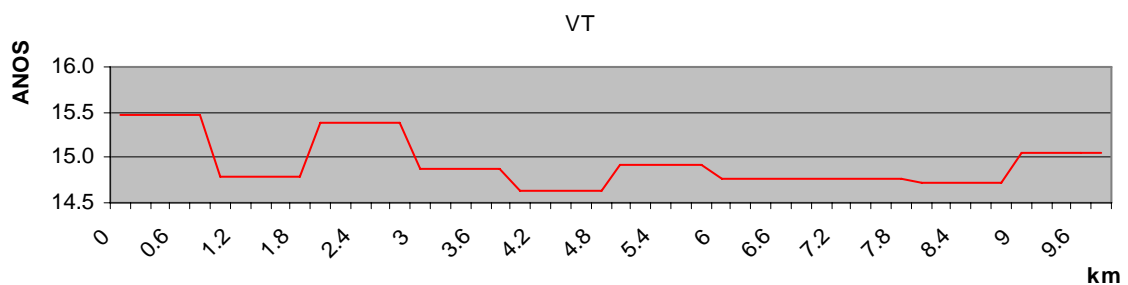


Figura 4.54: Vida de Serviço para TSD - Trecho 27

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.27: Resultado do Trecho 27

Trecho					27
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	1,0	TSD	N	MF PMQ	-
1,0	9,8	TSD	N	-	-

4.28 Trecho 28

Trata-se de um trecho da rodovia RST/480, localizado entre a entrada da RS/406 (Goio En) e Eral Grande. Foi pavimentado no ano de 1995 e possui um volume diário médio bidirecional de 2184 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincas longitudinais em boa parte do trecho, de extensão mediana e severidade aceitável.
- apresenta panelas em alguns subtrechos, de extensão variando entre baixa e media e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade grave.
- desagregação superficial em todo o trecho, de extensão mediana.
- apresenta remendos mal executados em pontos esparsos, com extensões variando de baixa a alta e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

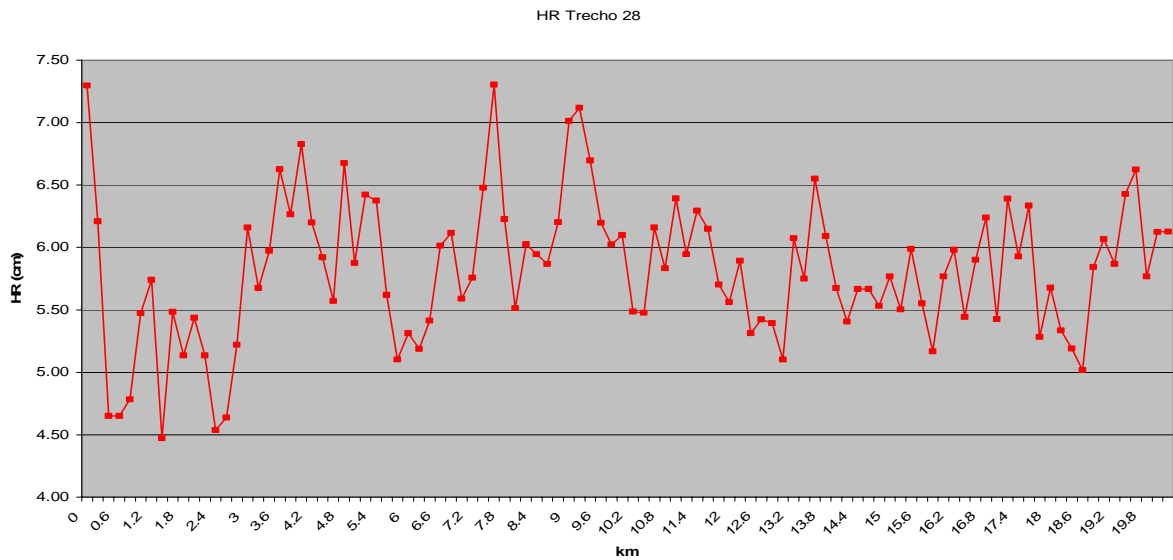


Figura 4.55: Espessura de CBUQ – Trecho 28

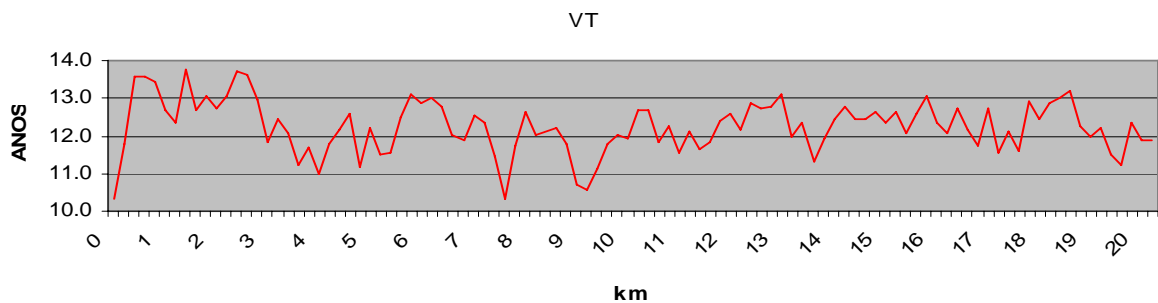


Figura 4.56: Vida de Serviço para TSD - Trecho 28

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.28: Resultado do Trecho 28

Trecho					28
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	0,2	CBUQ	N	-	7,00
0,2	3,8	TSD	N	-	-
3,8	4,0	CBUQ	N	-	7,00
4,0	7,4	TSD	N	-	-
7,4	7,6	CBUQ	N	-	7,00
7,6	8,8	TSD	N	-	-
8,8	9,2	CBUQ	N	-	7,00
9,2	20,2	TSD	N	-	-

4.29 Trecho 29

Trata-se de um trecho da rodovia RST/480, localizado entre Erval Grande e a entrada da RS/487 (para Faxinalzinho). Foi pavimentado no ano de 1999 e possui um volume diário médio bidirecional de 545 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- apresenta painelas em alguns subtrechos, de baixa extensão e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média a alta e severidade grave.
- desagregação superficial em todo o trecho, de extensão variando entre mediana e alta.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

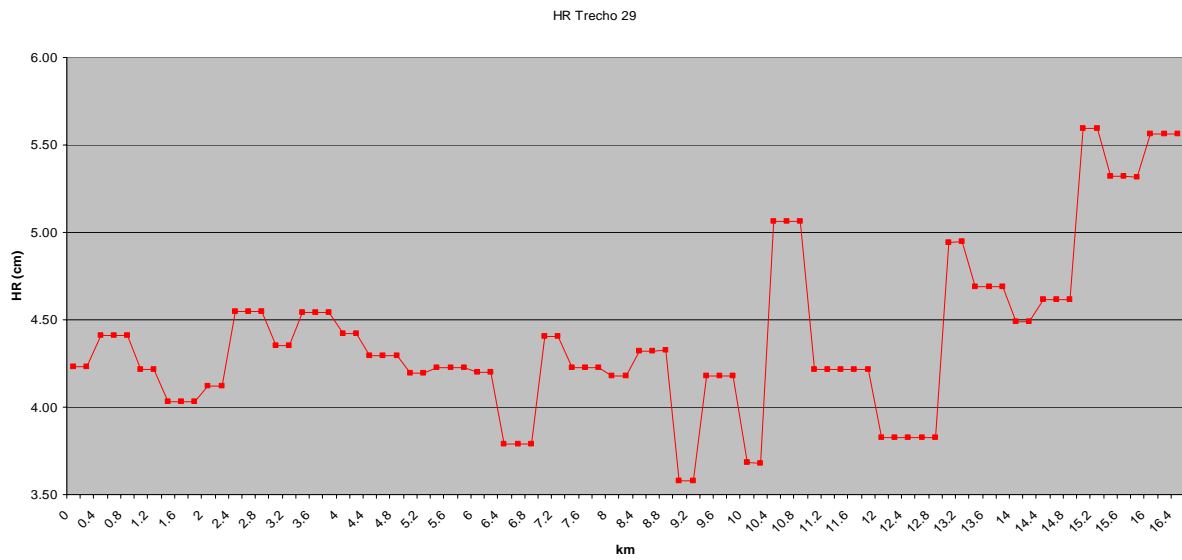


Figura 4.57: Espessura de CBUQ – Trecho 29

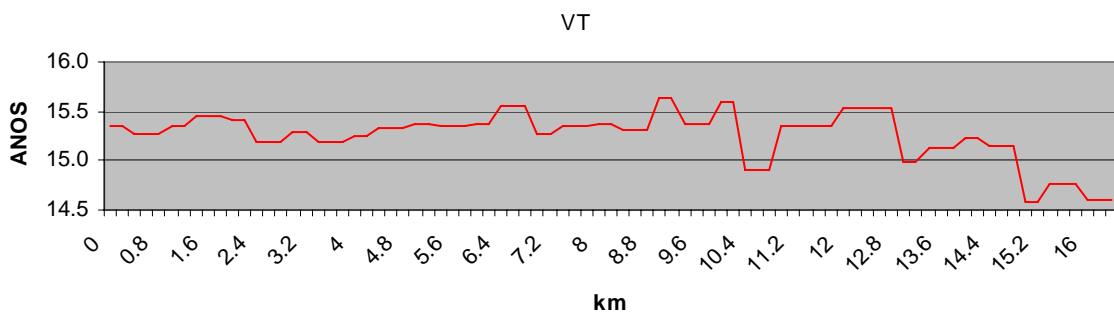


Figura 4.58: Vida de Serviço para TSD - Trecho 29

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.29: Resultado do Trecho 29

Trecho					29
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	16,4	TSD	N	-	-

4.30 Trecho 30

Trata-se de um trecho da rodovia RST/480, localizado entre a entrada da RS/487 (para Faxinalzinho) e São Valentim. Foi pavimentado no ano de 1999 e possui um volume diário médio bidirecional de 792 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em boa parte do trecho, de extensão baixa e severidade aceitável.
- apresenta painelas em alguns subtrechos, de baixa extensão e severidade aceitável.
- desgaste da camada de revestimento presente em quase todo o trecho, de extensão média e severidade grave.
- desagregação superficial em praticamente todo o trecho, de extensão mediana.
- apresenta remendos mal executados em subtrechos esparsos, de extensão baixa e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

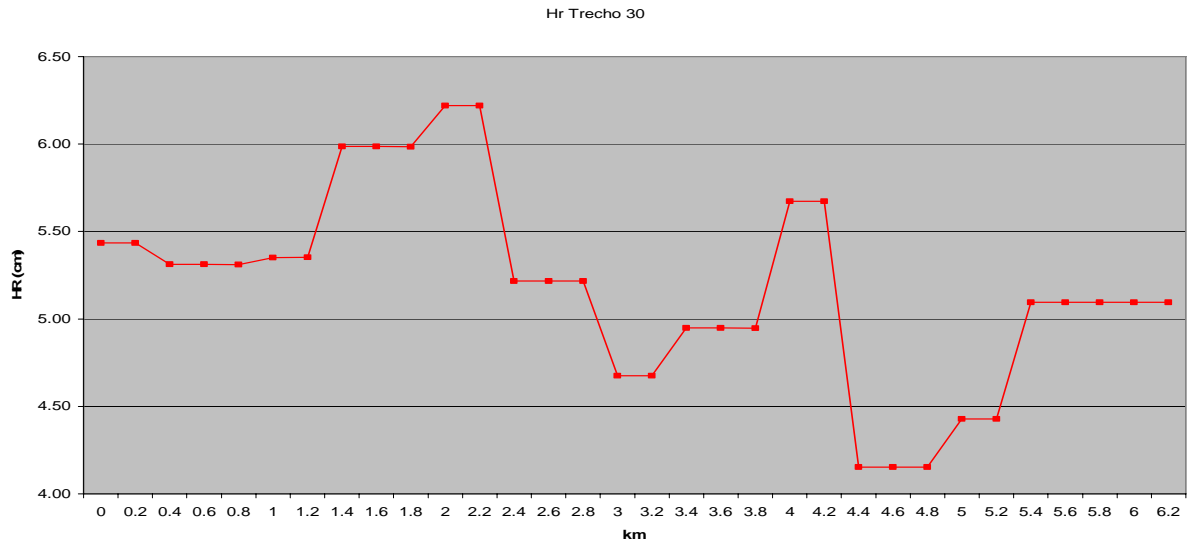


Figura 4.59: Espessura de CBUQ – Trecho 30

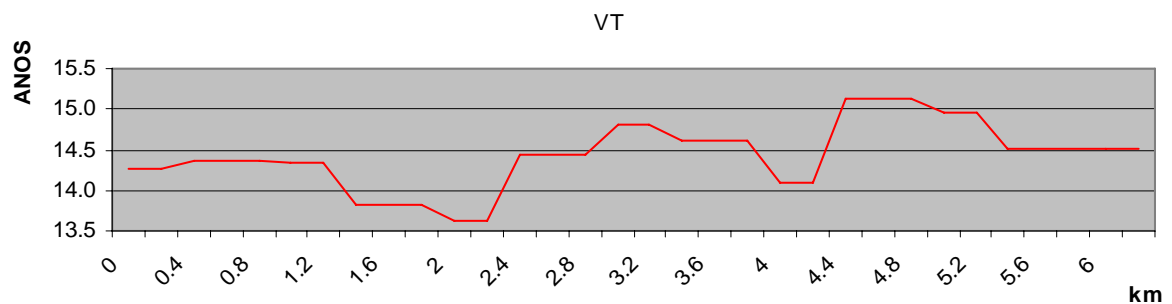


Figura 4.60: Vida de Serviço para TSD - Trecho 30

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rdv} = 10,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.30: Resultado do Trecho 30

Trecho					30
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)

0,0

6,2

TSD

N

-

-

4.31 Trecho 31

Trata-se de um trecho da rodovia RST/480, localizado entre Erechim (acesso) e a entrada da BR/153 (para Erechim). Foi pavimentado no ano de 1984 e possui um volume diário médio bidirecional de 1500 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em todo o trecho, de extensão baixa e severidade grave.
- apresenta trinca longitudinal em um subtrecho, de extensão baixa e severidade grave.
- apresenta trinca de escorregamento em um único subtrecho, de extensão baixa e severidade grave.
- apresenta painelas em um subtrecho, de baixa extensão e severidade grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.
- apresenta remendos mal executados em um subtrecho, sendo de baixa extensão e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

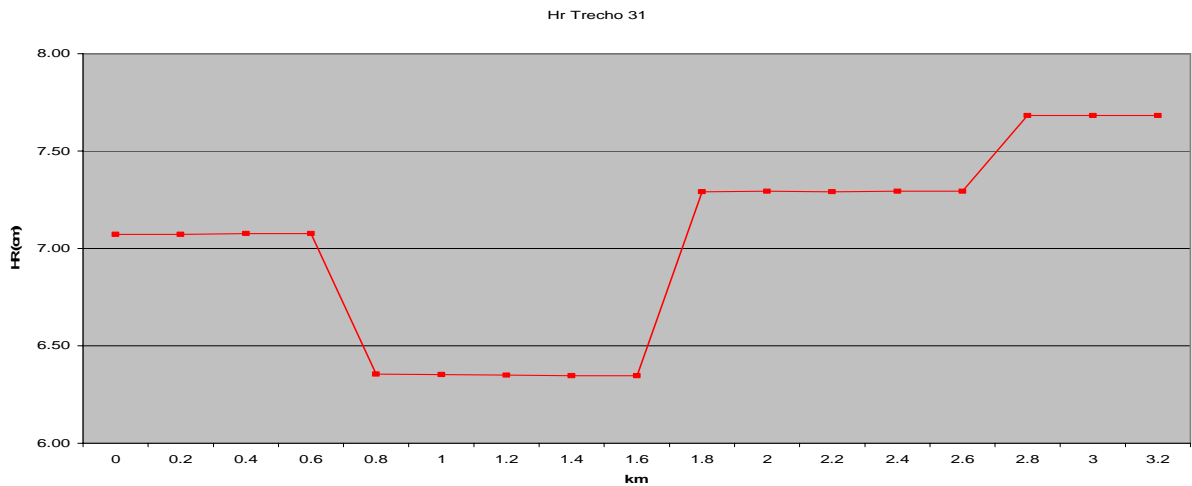


Figura 4.61: Espessura de CBUQ – Trecho 31

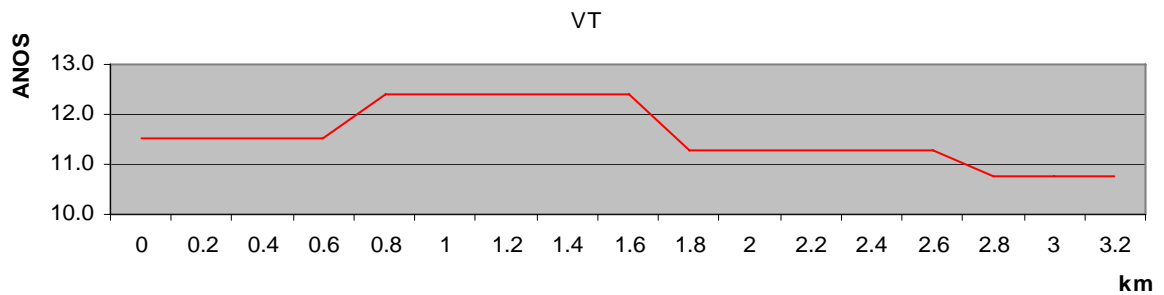


Figura 4.62: Vida de Serviço para TSD - Trecho 31

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 10,1$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.31: Resultado do Trecho 31

Trecho					31
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)
0,0	2,6	TSD	N	-	-

2,6	3,2	CBUQ	N	-	8,00
-----	-----	------	---	---	------

4.32 Trecho 32

Trata-se de um trecho da rodovia VRS/328, localizado entre a entrada da RS/475 (Estação) e Erebango. Foi pavimentado no ano de 1989 e possui um volume diário médio bidirecional de 4319 veículos.

Os principais defeitos, que podem ser obtidos das planilhas de estado de superfície são:

- trincamento na forma de couro de crocodilo (CR) em todo o trecho, de extensão de baixa a média e severidade inaceitável.
- apresenta painelas em todo o trecho, de baixa extensão e severidade aceitável a grave.
- desgaste da camada de revestimento presente em todo o trecho, de extensão média e severidade aceitável.
- desagregação superficial em alguns pontos, de extensão mediana.
- apresenta erosão de bordos em boa parte do trecho, de extensão baixa e severidade variando de aceitável a grave.
- apresenta afundamentos em trilha de roda em alguns subtrechos esparsos de média extensão, porém de severidade aceitável.
- possui também em alguns subtrechos depressões localizadas, de média extensão e severidade grave.

Da análise dos defeitos acima, conclui-se que a superfície está em condições de aplicação direta de uma nova camada de revestimento, a menos de alguns reparos localizados que serão necessários.

A partir dos modelos descritos no item 3.3.1, obtivemos os seguintes gráficos, que retratam, respectivamente, a espessura de CBUQ necessária para um recapeamento simples e a vida útil restante a cada subtrecho no caso da aplicação de um novo revestimento em TSD:

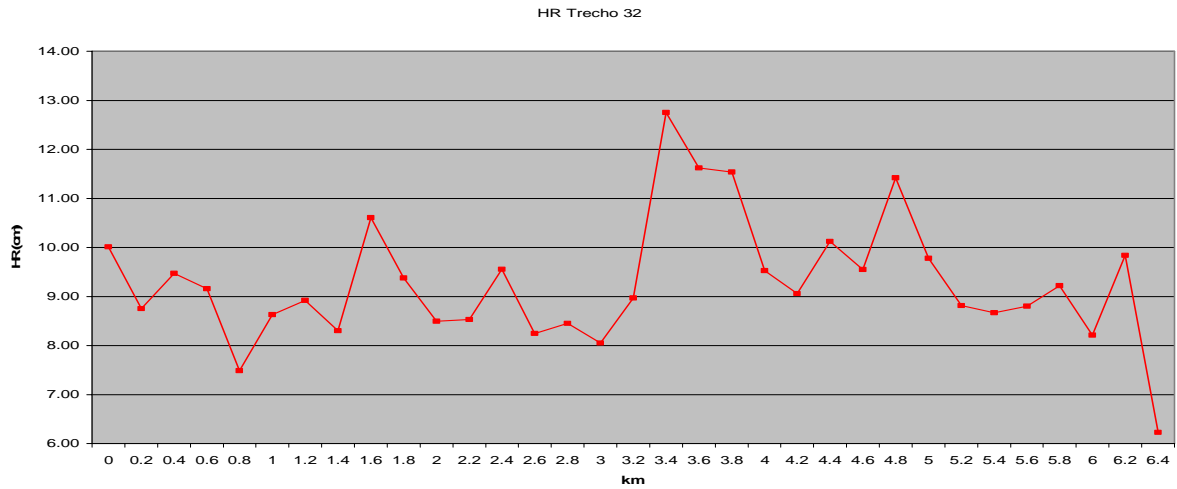


Figura 4.63: Espessura de CBUQ – Trecho 32

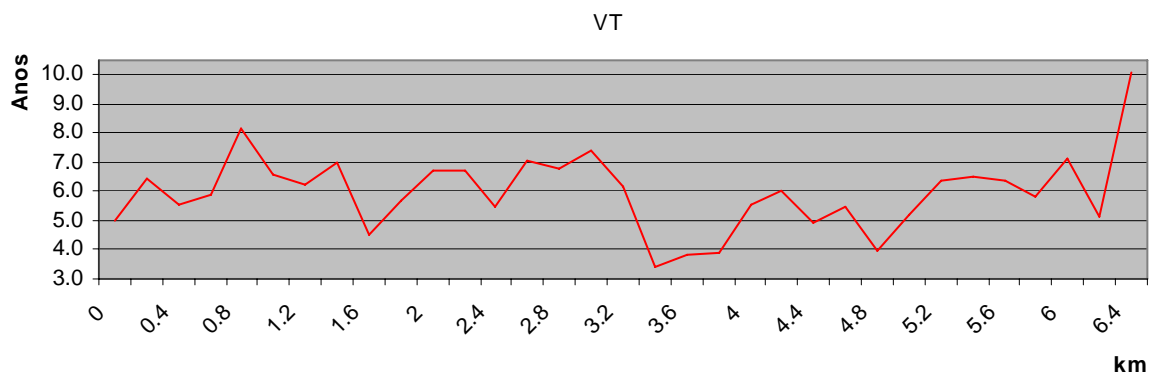


Figura 4.64: Vida de Serviço para TSD - Trecho 32

A vida restante esperada em relação ao fenômeno de arrancamento de agregados, dada pela Eq. 7, só depende do total de veículos, e nesse trecho temos $TY_{rav} = 9,3$ anos.

Finalmente, aplicando-se o critério definido no item 3.4, pode-se montar a seguinte tabela que indica as soluções que deverão ser adotadas em cada trecho:

Tabela 4.32: Resultado do Trecho 32

Trecho					32
km inicial	km final	solução	Reconstrução (S/N)	Método	espessura (cm)

0,0	3,2	CBUQ	N	-	8,00
3,2	5,2	CBUQ	N	-	10,00
5,2	6,4	CBUQ	N	-	9,00

5 Conclusões

O objetivo principal do trabalho, que era elaborar um conjunto de soluções para a malha viária do lote 01 do DAER – RS, foi plenamente alcançado. A partir de uma base de dados diversa sobre condições estruturais e superficiais dos pavimentos, utilizaram-se modelos mecanístico-empíricos para prever o comportamento das diferentes soluções. A partir de então, utilizando-se dos conceitos de sistema de gerência de pavimentos (SGP), pôde-se escolher dentre as soluções as mais econômicas.

A importância da utilização de um SGP justifica-se pelos altos valores financeiros envolvidos na construção e restauração de pavimentos, e intervenções corretas nos momentos adequados podem significar economias consideráveis para os cofres públicos ou empresas concessionárias de rodovias públicas, responsáveis por sua exploração e conservação.

As maiores dificuldades encontradas pelos autores foram na compatibilização dos dados recebidos, uma vez que estes se encontravam subdivididos em intervalos diferentes num mesmo trecho, tomando assim grande tempo para correta compatibilização.

Na parte conceitual, não foram encontradas grandes dificuldades, principalmente pela qualidade dos cursos de projeto e gerência de pavimentos ministrados pelo orientador deste trabalho, Prof. Régis Martins Rodrigues, que forneceram praticamente todos os subsídios necessários a realização deste trabalho.

6 Apêndice

A. Suplementos

Este trabalho teve seus resultados baseados em planilhas de cálculo em MS Excel, que por questões de não poluir texto de trabalho, foram disponibilizadas para consulta em um CD-ROM anexo a este trabalho, intitulado “SUPLEMENTOS”.

Também constam deste CD, algumas fotos mostrando as situações em cada trecho.

7 Referências

- [1] Martins Rodrigues, R. **GEO-51 Gerência de Pavimentos**. Apostila, ITA, 2003

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;">TC</p>	2. DATA <p style="text-align: center;">04 de novembro de 2005</p>	3. DOCUMENTO N° <p style="text-align: center;">CTA/ITA-IEI/TC-004/2005</p>	4. N° DE PÁGINAS <p style="text-align: center;">107</p>
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Geração do Programa de Manutenção para os Pavimentos das Rodovias do Lote 01 do DAER – RS (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul)			
6. AUTOR(ES): <p style="text-align: center;">Ademar Branco Bandeira Filho; Robinson Samuel Boschetti</p>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura – ITA/IEI			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Pavimentos, Gerência, Otimização, Transporte Rodoviário			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Pavimentos; Manutenção; Rodovias; Otimização; Administração de transportes; Transportes			
10. APRESENTAÇÃO: <p style="text-align: right;">X Nacional</p> Internacional Trabalho de Graduação, ITA, São José dos Campos, 2005. 107 páginas.			
11. RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo a geração de um plano de manutenção de pavimentos, que consiste na adequada alocação de recursos ao longo do tempo de modo a manter os pavimentos dentro de requisitos mínimos de preservação. No caso específico, trabalhou-se com dados que relativos ao Lote 01 do DAER - RS (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul), com extensão total próxima de 400 km, e recursos da ordem de R\$ 37 milhões a serem utilizados num período de 5 anos.			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			