

Análise de pavimento para revitalização e melhoramentos de uma rodovia vicinal pavimentada

Pavement analysis for revitalization and improvement of a paved side road

Cláudio Teixeira

Grazielly Karoline Silva Souza

Reinaldo César Flávio

Orientadora: Prof^a. Esp. Fátima Pelisson

Resumo

O presente trabalho apresenta a situação atual da Rodovia "Eugênio Vanzei" que faz a ligação do município de Mira Estrela a Cardoso. O mesmo buscou identificar as patologias existentes em um trecho de 8,00 km da rodovia que pertence à circunscrição do Município de Mira Estrela. Bem como propôs as intervenções necessárias para a revitalização e melhoramentos da pista, visando proporcionar mais conforto e segurança dos usuários, com um orçamento para a total recuperação com um montante de R\$ 3.163.227,73, com base na Tabela de Preços Unitários do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo, com data base em 30/06/2020.

Palavras-chave: Rodovias. Pavimentos. Patologias. Revitalização. Melhoramentos.

Abstract

The present work presents the current situation of the Highway "Eugênio Vanzei" that connects the municipality of Mira Estrela to Cardoso. It sought to identify the pathologies existing in a stretch of 8.00 km of the highway that belongs to the circumscription of the municipality of Mira Estrela. As well as proposed the necessary interventions for the revitalization and improvement of the track, aiming to provide more comfort and safety of users, with a budget for total recovery with an amount of R\$ 3,163,227.73, based on the Unit Price List of the Department of Highways of the State of São Paulo, based on 06/30/2020.

Keywords: Highways. Pavements. Pathologies. Revitalization. Improvements.

1 Introdução

O déficit de qualidade das vias de ligação, cujo tráfego de veículos apresentam um importante fator econômico para o Brasil. Nota-se, que quase todas as cidades brasileiras, enfrentam dificuldades para solucionar problemas técnicos, tais como: a definição das espessuras, a escolha do melhor tipo de manutenção a ser adotado, intervenções imediatas necessárias, entre outros.

O município de Mira Estrela localizado no interior do Estado de São Paulo às margens do Rio Grande, é uma cidade turística que abriga condomínios de lazer e uma praia de água doce que recebe visitantes de várias regiões do Brasil, polo turístico para a região. O município possui ainda um tráfego elevado de caminhões de grande porte e semirreboques devido a existência de dois portos de extração areia, além de ser uma região em plena expansão do cultivo de cana-de-açúcar, cujos transportes solicitam excessivamente o pavimento rodoviário impactando diretamente na conservação das estradas de ligação.

2 Objetivo

O presente trabalho teve a finalidade de analisar as manifestações patológicas da Rodovia Vicinal Pavimentada “Eugênio Vanzei” localizada entre os municípios de Mira Estrela/SP a Cardoso/SP, e propôs soluções para a restauração do pavimento rodoviário a fim de restabelecer a qualidade do tráfego local, promovendo mais conforto e segurança aos usuários da rodovia.

3 Referencial Teórico

Uma boa estrada de rodagem leva em conta vários fatores desde o projeto até a execução. Um bom projeto, por exemplo, deve considerar o menor caminho a ser percorrido, sinalização adequada, curvas seguras, aclives e declives suaves, boa visibilidade, fluidez do tráfego, dentre outros detalhes. Já a execução de qualidade é composta por boas matérias primas e sequência de processos construtivos corretos.

Segundo a ABNT NBR 7207 (1982), o pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem e se destina econômica e simultaneamente, a resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego, melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança, resistir aos esforços horizontais que nele atuam tornando mais durável a superfície de rolamento.

[...] o pavimento é constituído de várias camadas formadas por materiais de diferentes resistências e deformabilidades que quando colocadas em contato resultam num elevado grau de complexidade de cálculo de tensões/deformações atuantes devido às cargas impostas pelo tráfego [...] (DNIT, 2015).

[...] o revestimento CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) é um dos tipos de revestimentos utilizados em estradas. No Brasil é a solução mais empregada nas rodovias e vias urbanas devido a sua robustez e durabilidade [...] (GRANDES CONSTRUÇÕES, 2011).

[...] desenvolvido na Europa no final dos anos 90, a mistura asfáltica morna, nome dado ao CBUQ, foi uma solução ao protocolo de Kyoto por contribuir na preservação do meio ambiente ao ser comparado com os pavimentos da época. Isso porque a temperatura de trabalho é mais baixa que outros métodos da época, o que gera economia de energia e menor emissão de gases poluentes. A vantagem prática desse composto é a grande durabilidade devido a diminuição do envelhecimento do ligante asfáltico, mantendo sua elasticidade por mais tempo [...] (GRANDES CONSTRUÇÕES, 2011).

Existem vários fatores que podem diminuir a vida útil e qualidade do pavimento, desde falhas no processo de execução, até condições climáticas e de uso extremo. Quando observadas anomalias na pista deve-se executar manutenção imediata. Segundo a Confederação Nacional do Transporte – CNT (CNT, 2018) as principais manifestações patológicas que os pavimentos apresentam são:

- **Fissuras:** são fendas no revestimento visíveis a pelo menos 1,5m de distância, com comprimento menor que 30cm. As principais causas são erro na dosagem do asfalto, excesso de material de enchimento (areia ou pedra) ou ainda compactação em desacordo com a necessidade.

- **Trinca Transversal:** são fendas perpendiculares ao sentido da via com tamanho superior a 30cm, sendo um problema funcional uma vez que causam irregularidade na pista e compromete a estrutura da rodovia. Suas causas podem ser a contração da manta asfáltica devido à baixa temperatura, endurecimento da mistura e em decorrência de trincas nas camadas de fundação do material.

- **Trincas Longitudinais:** essas são fendas paralelas ao sentido da via com comprimento superior a 30cm, também sendo um problema funcional devido a irregularidade na pista e ao comprometimento estrutural. As causas são a contração da manta asfáltica devido a temperatura baixa, trincas no solo que sustenta o revestimento e endurecimento da manta asfáltica.

- **Trincas em Malha tipo “couro de jacaré”:** tem esse nome devido ao aspecto parecido com o couro do animal, são um defeito funcional. O colapso do asfalto acontece devido ao fluxo do tráfego, devido ao subdimensionamento ou baixa qualidade de uma das camadas do revestimento, solo comprometido, endurecimento da manta asfáltica ou fim da vida útil do composto.

- **Trincas em Malha tipo “bloco”**: são conjuntos de trincas formando blocos retangulares com lados bem definidos. É um defeito funcional pois além de causar irregularidade também reduz a integridade do pavimento. Suas principais causas são a contração da capa asfáltica devido alternância de temperatura, e baixa resistência à tração da mistura asfáltica.

- **Afundamento Plástico**: deformação permanente no asfalto ocasionada por depressão da superfície junto com solevamento (compensação de volume lateral). É causado pelo escoamento de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, erro na dosagem da mistura, carga de rodagem superior ao dimensionamento.

- **Afundamento de Consolidação**: deformação permanente no asfalto sem a incidência de solevamento (compensação de volume lateral). É causado pelo escoamento de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, instabilidade do solo sob o pavimento, erro na compactação, falha na drenagem.

- **Ondulação ou Corrugação**: movimentação do revestimento, caracterizado por ondulações ou enrugamentos transversais na superfície do revestimento. Suas causas podem ser a umidade excessiva no solo base, contaminação da mistura ou falha na ventilação durante a produção da massa.

- **Escorregamento**: rompimento do revestimento com aparecimento de fendas meia lua. Suas causas são construtivas ou nos pontos de ligação das malhas.

- **Exsudação**: material betuminoso aparente na superfície do pavimento criando uma pele luminosa. É causada pelo excesso de ligante na mistura.

- **Desgaste**: perda contínua do agregado do pavimento causando aspereza na superfície do asfalto. As causas são: falha na adesividade do ligante, existência de água entre as camadas do revestimento, erro na mistura da massa.

- **Panela ou Buraco**: cavidade de vários tamanhos no pavimento. As principais causas são trincas de fadiga (esforço contínuo do tráfego sobre o revestimento), falha na compactação, umidade excessiva do solo, falha na mistura da massa.

- **Trinca de Bordo**: desfragmentação da extremidade do asfalto, é uma falha funcional de grande risco pois diminui a área útil de rodagem. É causada principalmente por alto acesso de veículos na lateral da pista, e por falha no solo nos arredores do pavimento.

- **Remendo, panela ou buraco:** preenchido com material asfáltico, mesmo sendo um agente de reparo é considerado defeito por deixar uma fragilidade na camada do pavimento, além de interferir no conforto da rodagem.

4 Estudo de Caso

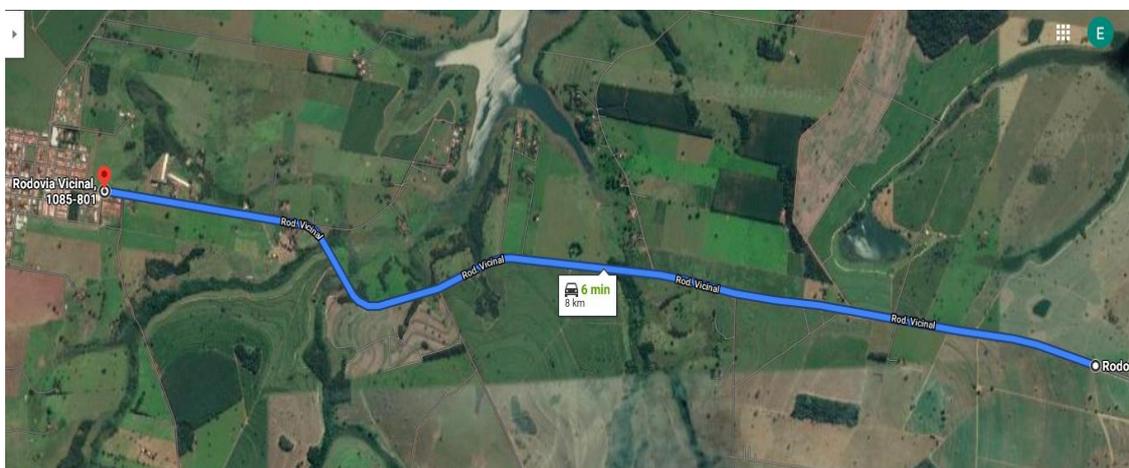
Inaugurada em 26 de setembro de 1987, a Rodovia Vicinal Pavimentada “Eugênio Vanzei” é uma rodovia de pista simples de Classe III. que tem importante papel no interior do Estado de São Paulo por fazer a ligação entre os municípios de Mira Estrela a Cardoso atravessando o distrito de São João do Marinheiro numa extensão de aproximadamente 28,4 quilômetros.

O último recapeamento realizado na vicinal foi feito em 2008, ou seja, é necessária uma nova reforma para a prevenção de acidentes que podem ser ocasionados devido ao extremo desgaste da pista, como: buracos, afundamento de rodas e falta de sinalização em todo o percurso.

No presente trabalho será considerado apenas um trecho de 8 km da rodovia, cuja jurisdição pertence à Prefeitura Municipal de Mira Estrela. O trecho de interesse foi escolhido devido à grande quantidade de manifestações patológicas do pavimento onde se constatou a ocorrência de afundamento de trilha de rodas, trincas longitudinais, trincas tipo couro de jacaré, buracos e deformações localizadas, desagregação de camadas em vários pontos no trecho rodoviário analisado.

Na Figura 1, é possível visualizar o trecho avaliado com extensão total de 8 km demarcado numa imagem aérea do local.

Figura 1 – Trecho de 8 km em estudo para reparação



Fonte: Adaptado do Google Maps.

4.1 Manifestações patológicas verificadas no local

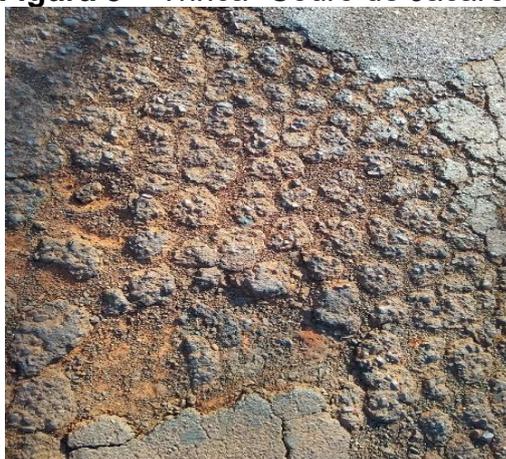
Em visita no dia 7 de setembro de 2020 ao trecho de 8,00 km escolhido para a análise técnica, foram observados em toda a extensão do percurso os problemas e patologias existentes através de registro fotográfico cujas amostras das manifestações patológicas estão exemplificadas nas Figuras de 2 a 11:

Figura 2 – Escorregamento de massa



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 3 – Trinca “Couro de Jacaré”



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 4 – Remendo mal executado



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 5 – Trilha de roda



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 6 – Deformação permanente



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 7 – Trinca longitudinal curta



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020

Figura 8 – Represa ao lado esquerdo da rodovia



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 9 – Ruptura de borda



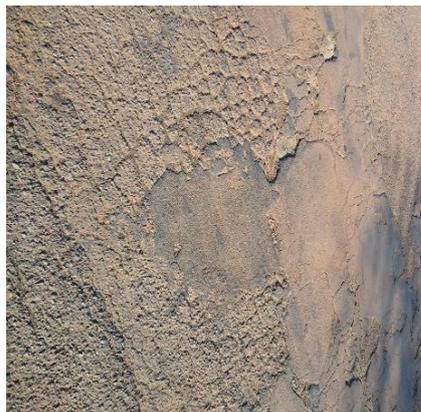
Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 10 – Desagregação



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 11 – Trincas transversais

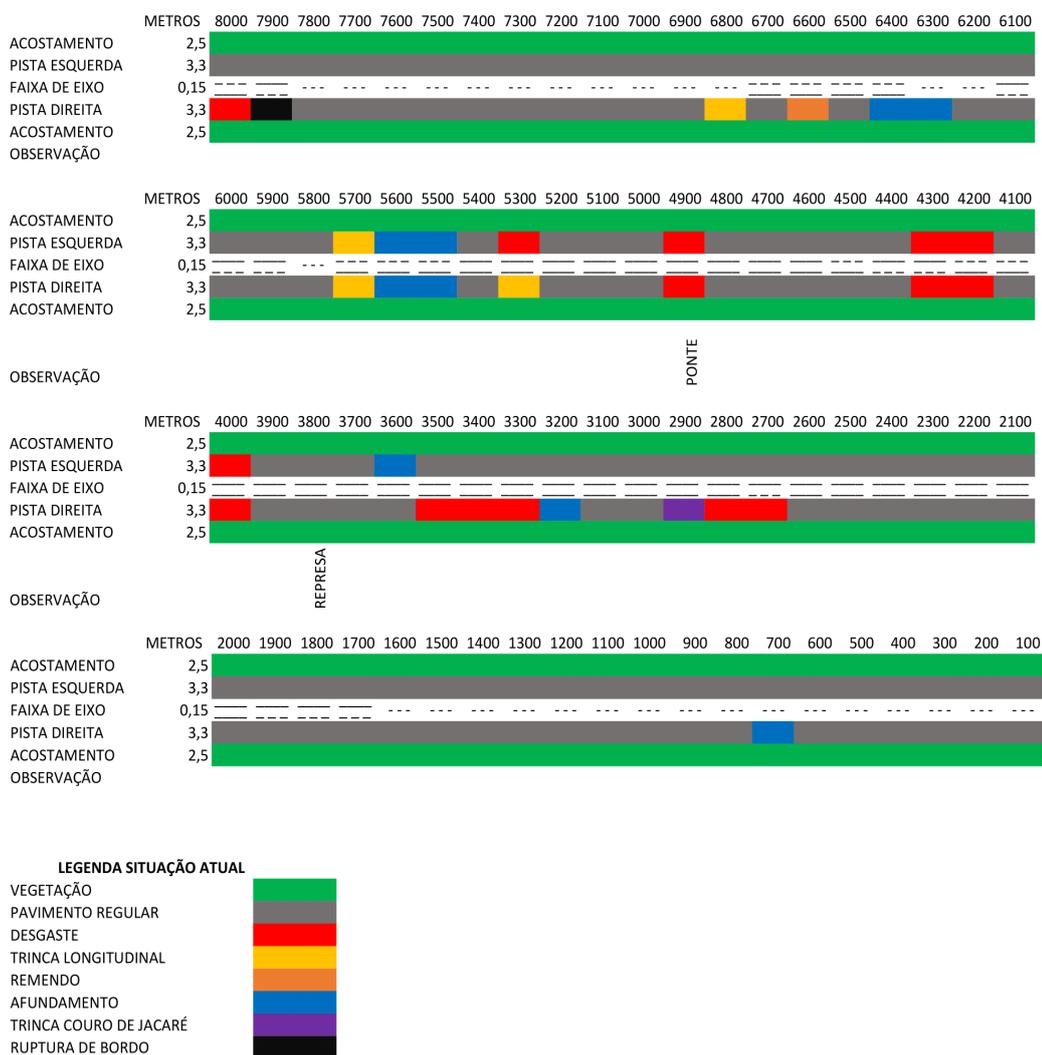


Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

4.2 Locação das manifestações patológicas na vicinal

Ao realizar a visita à rodovia foram identificadas várias manifestações patológicas por todo o percurso, a maioria dos defeitos provoca desconforto e coloca em risco a segurança do usuário da via. O Gráfico 1 apresenta o retográfico detalhado do trecho de 8 km detalhado a cada 100 metros, ilustrando a localização e os tipos de defeitos, bem como ilustra toda a sinalização horizontal do trecho da estrada avaliado.

Gráfico 1 – Retiqráfico da situação atual do km 8000 ao km 0



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

5 Proposta de recuperação

Para a revitalização da rodovia ficou definido que deverão ser adotados os seguintes serviços de manutenção:

- Limpeza das laterais da pista, recomposição do revestimento primário com solo fino e pavimentação com tratamento superficial simples, na largura de 2,5 metros, nos dois lados da pista.

- Os trechos que apresentaram manifestações patológicas mais brandas ainda condições favoráveis ao tráfego serão regularizadas com 2,00 cm de microrrevestimento asfáltico modificado por polímero;

- As regiões que apresentaram defeitos intermediários como desgaste e trincas serão fresadas e reconstituídas com 3,00 cm de revestimento asfáltico em Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ. Por fim, será aplicado 2,00 cm de microrrevestimento asfáltico modificado por polímero para uniformidade do revestimento.

- Locais pontuais que apresentaram defeitos estruturais como afundamento e ruptura de bordo será executada a reciclagem do pavimento onde serão compostas a base e sub-base e aplicado o revestimento com CBUQ com 5,00 cm de espessura. Na sequência, será aplicado 2,00 cm de microrrevestimento asfáltico modificado por polímero para uniformidade do revestimento.

- No trecho da represa existente ao lado da pista de rolamento no km 3,80, será executado o levantamento do greide da pista um aterro com 0,60 metros de altura e largura de 15 metros, com extensão de 120 metros, refazimento da base com brita graduada simples – BGS, na espessura de 0,20 m e executada a nova camada de revestimento com CBUQ, na espessura de 5,00 cm, e sobre o CBUQ ainda será aplicada uma camada de 2,00 cm de microrrevestimento asfáltico modificado por polímero para uniformidade do revestimento. Será retirado o asfalto e colocado um dreno com tubo diâmetro de 20 cm para, caso a água da represa subir além do atual nível do greide da pista, ela extravase sem comprometer a nova base que será executada.

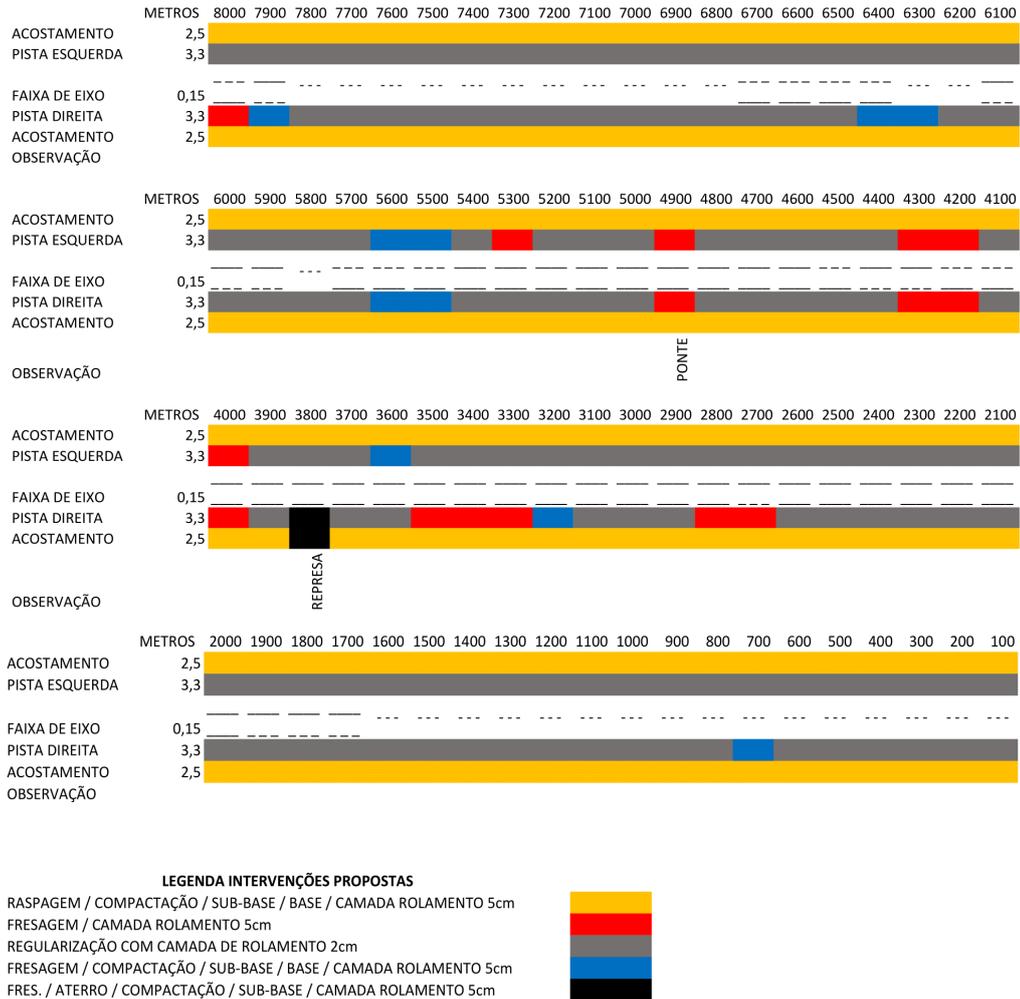
- Após a camada superficial de microrrevestimento será implantada em todo o trecho a sinalização horizontal no eixo (amarela) e nos bordos (branca), com largura de 12 cm e também serão implantadas tachas refletivas bidirecionais (no eixo) e mono direcionais (nos bordos).

- No entorno do aterro proposto serão instaladas defensas metálicas dos dois lados numa extensão de 130 metros garantindo a segurança dos usuários no trecho em questão.

- No solo lateral do aterro será plantado grama em placas com adubo para proteção da saia do aterro contra erosões.

O Gráfico 2, apresenta as intervenções propostas para cada trecho específico:

Gráfico 2 – Retigráfico do km 8000 ao km 0



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

6 Orçamento da obra de revitalização

Para elaboração do orçamento foi utilizada a Tabela de Preços Unitários – TPU do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP, 2020) com data base em 30/06/2020, conforme o Quadro 1, cujo valor orçado para a total recuperação o montante de R\$ 3.163.227,73.

Quadro 1 - Orçamento para a total recuperação o montante

FASE 22 - LIMPEZA

CÓDIGO	NOME REDUZIDO	UN.	VAL. UN.	QTD.	AJ.	TOTAL
22.03.12	TRANSPORTE MATERIAL DE LIMP.ALEM DE 1 KM	m ³ km	R\$ 3,44	30	IGC	R\$ 103,20
TOTAL R\$						103,20

FASE 23 - PAVIMENTAÇÃO

CÓDIGO	NOME REDUZIDO	UN.	VAL. UN.	QTD.	AJ.	TOTAL
23.05.01	IMPRIMADURA BETUMINOSA IMPERMEABILIZANTE	m ²	R\$ 8,31	40000	EP5	R\$ 332.400,00
23.05.04	IMPRIM. BET. LIGANTE MODIF. POLIMERO	m ²	R\$ 3,79	40000	EP5	R\$ 151.600,00
23.06.01	TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES	m ²	R\$ 7,03	40000	EP6	R\$ 281.200,00
23.06.04.07.01	MICROREVESTIMENTO ASFALTICO A FRIO COM POLIMERO SEM FIBRA	m ²	R\$ 19,26	52800	EP6	R\$ 1.016.928,00
23.08.03.03	CAMADA ROLAMENTO - CBUQ - GRAD.C - COM DOP	m ³	R\$ 1.087,80	237	EP7	R\$ 257.808,60
23.10.01	FRESAGEM CONTINUA DE PAV., INDEPENDENTE DA ESPESSURA	m ³	R\$ 250,05	412,5	IGP	R\$ 103.145,63
23.13.07.05	RECICLAGEM DE PAVIMENTO COM ADICAO DE 20% BRITA.	m ³	R\$ 106,92	412,5	IGP	R\$ 44.104,50
23.04.01.11.01	SUB BASE OU BASE SOLO CIM.3%-PULVEMIST.-COM TRANSP.JAZIDA ATE LOCAL APLICACAO	m ³	R\$ 85,25	240	IGT	R\$ 20.460,00
TOTAL R\$						2.207.646,73

FASE 24 - OBRAS DE ARTE CORRENTE E DRENAGEM

CÓDIGO	NOME REDUZIDO	UN.	VAL. UN.	QTD.	AJ.	TOTAL
24.19.03.01	GUIA PRE-FABRICADA CONCRETO FCK 20 MPA	m	R\$ 57,71	280	IGC	16.158,80
24.15.02	TUBO DRENO CONCRETO 20CM	m	R\$ 73,66	11,6	IGC	854,46
TOTAL R\$						17.013,26

FASE 25 - ATERRO

CÓDIGO	NOME REDUZIDO	UN.	VAL. UN.	QTD.	AJ.	TOTAL
25.20.01	SOLO REFORCADO TIPO GREIDE COM ALTURA DE 0 A 6 METROS.	m ²	R\$ 753,23	450	IGP	R\$ 338.953,50
TOTAL R\$						338.953,50

FASE 28 - SINALIZAÇÃO E ELEMENTOS DE SEGURANÇA

CÓDIGO	NOME REDUZIDO	UN.	VAL. UN.	QTD.	AJ.	TOTAL
28.03.07	SINALIZ.HOR.ACRILICA BASE AGUA	m ²	R\$ 27,38	1447,5	IGC	39.632,55
28.03.14	TACHA BIDIRECIONAL REFLETIVO PLASTICO	un	R\$ 19,49	8000	IGC	155.920,00
28.03.15.01	TACHA REFLETIVA MONODIRECIONAL TIPO III OU IV ABNT (VIDRO OU PRISMÁTICO)	un	R\$ 24,94	16000	IGC	399.040,00
28.05.01	DEFENSA-MALEAVEL SIMPLES	m	R\$ 421,20	260	IGC	
TOTAL R\$						594.592,55

FASE 30 - PAISAGISMO

CÓDIGO	NOME REDUZIDO	UN.	VAL. UN.	QTD.	AJ.	TOTAL
30.01.02	GRAMA PLACA COM ADUBO	m ²	R\$ 10,93	450	IGC	R\$ 4.918,50
TOTAL R\$						4.918,50

VALOR TOTAL DA OBRA R\$ 3.163.227,73

Fonte: Adaptado de acordo com a Tabela de Preços Unitários do DER-SP, 2020.

7 Considerações finais

O estudo realizado no trabalho expressou e especificou a técnica de como corrigir as patologias dos pontos críticos, no qual foi elaborada uma análise crítica e bibliográfica das intervenções a solução dos problemas visando a revitalização e melhoramentos da Rodovia Vicinal Pavimentada "Eugênio Vanzei", bem como foi elaborada uma estimativa de custos para a execução da obra.

Observa-se que o recapeamento asfáltico é bastante satisfatório nos resultados de aplicação, aumentando os níveis de qualidade do pavimento, maior vida útil, influenciando diretamente nos custos de transporte nacional, resultando na diminuição das despesas com manutenção.

Sendo assim de forma fundamental e importante em um país que é dependente do modal rodoviário sem possuir perspectivas de mudança desta cultura, as aplicações tecnológicas que realcem o desenvolvimento, não se esquecendo do meio ambiente, torna-se um grande diferencial econômico, político e social.

8 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7207**: Terminologia e classificação de pavimentação: artigo em publicação periódica científica impressa: apresentação. Rio de Janeiro, 1982 a. 3 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. 2018. Acesso em 09/10/2020, disponível em <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento>.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO – DER/SP. Tabela de Preços Unitários. Data base: 30/06/2020. Disponível em: <https://200.144.30.103/tpu-internet/>. Acesso em: 06/10/2020

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Pavimentos Flexíveis: Concreto asfáltico. Especificação de serviço. Brasília: 2015.

GOOGLE, INC. Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-19.9811048,-50.1297823,1399m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 07/10/2020.

GRANDES CONTRUÇÕES. O asfalto mudou para melhor. Ed. 20 – 10/2011, pág. 43. Acesso em: 07/10/2020. Disponível em: <http://www.grandesconstrucoes.com.br/Materiais/Exibir/o-asfalto-mudou-para-melhor>