

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFMG
CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

MAURÍCIO CANGUSSÚ MAGALHÃES

PROPOSTA DE UM MODELO DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS
PARA CIDADES DE GRANDE PORTE

Belo Horizonte
2024

Maurício Cangussú Magalhães

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS
PARA CIDADES DE GRANDE PORTE**

Versão Final

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes.

Orientador: Prof. Dr. José Elievam Bessa Júnior.

Co-orientador: Prof. Dr. Ronderson Queiroz Hilário.

Belo Horizonte

2024

M188p

Magalhães, Maurício Cangussú.

Proposta de um modelo de gerência de pavimentos urbanos para cidades de grande porte [recurso eletrônico] / Maurício Cangussú Magalhães. - 2024.

1 recurso online (184 f. : il., color.) : pdf.

Orientador: José Elievam Bessa Júnior.

Coorientador: Ronderson Queiroz Hilário.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 146-184

Bibliografia: f. 138-145.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Transportes - Teses. 2. Gerência - Teses. 3. Pavimentos de asfalto - Teses. 4. Pavimentos - Desempenho - Teses. I. Bessa Júnior, José Elievam. II. Hilário, Ronderson Queiroz. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 656(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
COLEGIADO DO CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

FOLHA DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE UM MODELO DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS PARA CIDADES DE GRANDE PORTE

MAURÍCIO CANGUSSÚ MAGALHÃES

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOTECNIA E TRANSPORTES, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOTECNIA E TRANSPORTES, área de concentração TRANSPORTES. Aprovada em 07 de março de 2024, pela banca constituída pelos membros:

Prof. José Elievam Bessa Junior - Orientador (UFMG)
Prof. Ronderson Queiroz Hilario (UFMG)
Prof. Jesner Sereni Ildefonso (Universidade Estadual de Maringá)
Prof. Fábio Zanchetta (UnB)

Belo Horizonte, 07 de março de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Ronderson Queiroz Hilario, Chefe de departamento**, em 08/03/2024, às 10:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jesner Sereni Ildefonso, Usuário Externo**, em 08/03/2024, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Elievam Bessa Junior, Professor do Magistério Superior**, em 08/03/2024, às 22:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Zanchetta, Usuário Externo**, em 10/03/2024, às 05:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3072173** e o código CRC **5093C176**.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre
ombros de gigantes”.

Isaac Newton

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar força e me manter determinado nesta caminhada.

Aos meus pais Otávio e Maria Idelcí, a vocês devo tudo que tenho e que sou. Obrigado por pavimentarem a estrada da minha vida com tanto amor e cuidado.

Aos meus irmãos Júnior e Matheus, sou melhor porque tenho vocês.

À minha esposa Thamise e meus filhos Vítor e Heitor, sempre foi com vocês, por vocês e para vocês.

À toda minha família, cada um tem uma contribuição na construção do meu caráter e das minhas melhores lembranças.

Aos meus amigos, sem citar nomes porque são muitos e posso me esquecer de alguém, por toda a amizade que faz a vida valer a pena.

Ao meu orientador Prof. Elievam e co-orientador Prof. Ronderson, por todo conhecimento compartilhado, pelas correções, ajuda, cumplicidade e paciência, enriquecendo o meu aprendizado e possibilitando a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Jesner Sereni pela relevante contribuição e incentivo à condução do trabalho.

À Universidade Federal de Minas Gerais, onde passei alguns dos melhores momentos da minha vida, pela minha formação acadêmica, profissional e aprendizado ao longo dos anos.

À SUDECAP e SUZURB/SMOBI pelo fornecimento de dados e informações que possibilitaram a realização deste trabalho.

A todos colegas da SUDECAP/PBH, em especial à Diretoria de Manutenção, pelos mais de dezesseis anos de trabalho, amizade, ajuda, compartilhamento de experiências e pela motivação para o desenvolvimento profissional.

RESUMO

Diante do crescimento das cidades e o envelhecimento das redes viárias urbanas, a ausência ou deficiência da gerência dos pavimentos urbanos, comum aos municípios brasileiros, conduz a intervenções mal planejadas, acarretando cenários de precariedade dos pavimentos urbanos, comprometendo as condições de trafegabilidade e a dinâmica do município. Este trabalho foi realizado com o objetivo de propor um modelo de gerência de pavimentos urbanos para cidades de grande porte, através de uma análise exploratória da cidade de Belo Horizonte. De posse do histórico de intervenções de manutenção de pavimentos realizadas pela administração pública municipal, entre os anos de 2009 e 2021, a metodologia utilizada segue as etapas de caracterização da malha viária municipal, como também das ações de manutenção praticadas, permitindo uma análise acerca das etapas de diagnóstico, planejamento e operacionalização da manutenção. Como resultados, tem-se a definição do ciclo de vida útil dos pavimentos, de acordo com a avaliação funcional e a respectiva classificação viária, bem como as diretrizes de estratégias de manutenção e reabilitação para cada estágio de deterioração ao longo do tempo, com ações de natureza preventiva e corretiva de maior desempenho, possibilitando a otimização dos recursos. Através da análise de cenários futuros, considerando o modelo de manutenção de pavimentos urbanos proposto, concluiu-se que ele pode auxiliar o administrador público na tomada de decisões, possibilitando uma previsibilidade orçamentária para manter ou alcançar níveis de serviço desejados para a malha viária, com economia para o município e ganhos de desempenho. Este modelo também pode servir como um exemplo para outras cidades que enfrentam desafios semelhantes na manutenção de suas redes viárias.

Palavras-chave: pavimentos urbanos; gerência; desempenho; benefícios.

ABSTRACT

Given the growth of cities and the aging of urban road networks, the absence or deficiency of urban pavement management, common to Brazilian municipalities, leads to poorly planned interventions, leading to precarious scenarios of urban pavements, compromising traffic conditions and dynamics of the municipality. This work aimed to propose a management model for urban pavements in large cities through an exploratory analysis of the city of Belo Horizonte. Using the history of pavement maintenance interventions conducted by the municipal public administration between 2009 and 2021, the methodology follows the steps of characterizing the municipal road network and the maintenance actions practiced, allowing for a comprehensive analysis of the diagnosis, planning, and operationalization stages of maintenance. The results include defining the life cycle of pavements based on their functional evaluation and respective road classification, as well as guidelines for maintenance and rehabilitation strategies for each stage of deterioration over time. These strategies include preventive and corrective actions with higher performance, enabling resource optimization. By analyzing future scenarios considering the proposed urban pavement maintenance model, it was concluded that it can assist public administrators in decision-making, providing budget predictability to maintain or achieve desired service levels for the road network, with savings for the municipality and performance gains. This model can also serve as an example for other cities facing similar challenges in maintaining their road networks.

Key words: urban pavements; management; performance; benefits.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Níveis de análise	22
Figura 2: Principais atividades de cada nível de análise de um SGP	24
Figura 3: Estruturação de um SGP	25
Figura 4: Etapas para implantação de um SGP	26
Figura 5: Ficha de avaliação de serventia	29
Figura 6: Curva de desempenho de um pavimento ao longo do ciclo de vida útil	31
Figura 7: Definição de estratégias de M&R dentro de um SGP	33
Figura 8: Detalhe do esqueleto mineral SMA	35
Figura 9: Fluxograma do método de pesquisa proposto	40
Figura 10: Disposição da Malha Viária de Belo Horizonte	44
Figura 11: Mapa hipsométrico do município de Belo Horizonte	46
Figura 12: Exemplos de Rampas de Alta Declividade em Belo Horizonte	47
Figura 13: Mapa geológico simplificado do município de Belo Horizonte	48
Figura 14: Fotos da exposição de filito nas Regiões Centro-Sul e Oeste de Belo Horizonte ..	48
Figura 15: Ensaio característicos do subleito viário de Belo Horizonte	49
Figura 16: Mapa hidrográfico de Belo Horizonte	50
Figura 17: Fotos de Inundações e Estragos na Avenida Teresa Cristina em Belo Horizonte ..	51
Figura 18: Características das bases de canga ferruginosa após fresagem do revestimento ...	53
Figura 19: Revestimentos Asfálticos Sobre Pavimentos Existentes em Belo Horizonte	54

Figura 20: Classificação viária de Belo Horizonte.....	55
Figura 21: Representação esquemática dos defeitos de superfície	59
Figura 22: Demarcação de estação de avaliação para pista simples	60
Figura 23: Demarcação de estação de avaliação para pista dupla.....	60
Figura 24: Exemplos de Curvas de Dedução de Defeitos do PCI.....	66
Figura 25: Intervalos de abrangência de trincas.....	68
Figura 26: Intervalos de abrangência de remendos	68
Figura 27: Intervalos de abrangência de panelas	69
Figura 28: Intervalos de abrangência de afundamentos nas trilhas de roda.....	70
Figura 29: Intervalos de abrangência de ondulação/corrugação	71
Figura 30: Intervalos de abrangência de exsudação.....	72
Figura 31: Intervalos de severidade de desgaste	72
Figura 32: Intervalos de abrangência de afundamentos/borrachudos	73
Figura 33: Intervalos de severidade de irregularidade longitudinal e transversal.....	74
Figura 34: Intervalos de abrangência de escorregamentos.....	75
Figura 35: Definição dos Intervalos do ICP por Intervenção Associada	80
Figura 36: Vistorias de campo para avaliação dos métodos do IGG, PCI e ICP-SUDECAP	81
Figura 37: Comparativo dos Métodos de Avaliação Objetiva de Pavimentos IGG, PCI, ICP	82
Figura 38: Determinação do ICP pelo método utilizado pela SUDECAP	84
Figura 39: Escala de Prioridade de Intervenção.....	85

Figura 40: Classificação das vias do município de Belo Horizonte.....	87
Figura 41: Base de dados de tráfego do Município de Belo Horizonte	87
Figura 42: Entrada de dados para geração dos relatórios técnicos.....	88
Figura 43: Mapeamento das operações tapa buracos do município de Belo Horizonte	90
Figura 44: Ranking dos logradouros mais demandados de operações tapa buracos.....	90
Figura 45: Curva de desempenho dos pavimentos de vias locais	95
Figura 46: Curva de desempenho dos pavimentos de vias coletoras	95
Figura 47: Curva de desempenho dos pavimentos das vias arteriais	96
Figura 48: Avaliação funcional dos pavimentos dos principais corredores de transporte de Belo Horizonte	97
Figura 49: Curva de desempenho dos pavimentos das vias arteriais - revisada	98
Figura 50: Malha Assistida M&R 2009-2021	99
Figura 51: Avaliação funcional e estrutural de pavimentos.....	100
Figura 52: Pavimento íntegro sem necessidade de intervenção	101
Figura 53: Reparo pontual no pavimento	102
Figura 54: Selagem de trinca longitudinal	103
Figura 55: Aplicação de microrevestimento asfáltico a frio	104
Figura 56: Recuperação funcional de pavimento através de remendo superficial.....	104
Figura 57: Recuperação estrutural de pavimento através de remendo profundo	105
Figura 58: Estruturas típicas de revestimentos consideradas para as ações de M&R.....	106

Figura 59: Recapeamento com CBUQ convencional faixa C CAP 50/70.....	107
Figura 60: Pavimentação em asfalto borracha - Avenida dos Andradas em 2007.....	108
Figura 61: Condição funcional do pavimento da Avenida dos Andradas em 2023.....	108
Figura 62: Execução de recapeamento asfáltico com asfalto borracha.....	109
Figura 63: Afundamento nas trilhas de roda	109
Figura 64: Aplicação de mistura asfáltica tipo SMA – Avenida do Contorno em 2020.....	110
Figura 65: Condição funcional do pavimento da Avenida do Contorno em 2023.....	110
Figura 66: Aplicação de camada de SMA 0/11S	111
Figura 67: Fresagem a frio de revestimento asfáltico	112
Figura 68: Aplicação de geotêxtil em pavimento recapeado	113
Figura 69: Aplicação de geogrelha como camada inibidora da propagação de trincas	113
Figura 70: Reciclagem de pavimento com adição de cimento e agregados pétreos	114
Figura 71: Reconstrução total de pavimento.....	115
Figura 72: Árvore de decisões para vias locais	116
Figura 73: Árvore de decisões para vias coletoras.....	117
Figura 74: Árvore de decisões para vias arteriais	117
Figura 75: Seções típicas consideradas por tipo de via	118
Figura 76: Curva de degradação dos pavimentos de vias locais e custos associados	120
Figura 77: Curva de degradação dos pavimentos de vias tipo coletoras e custos associados	120

Figura 78: Curva de degradação dos pavimentos de vias tipo arteriais e custos associados	120
Figura 79: Fluxograma do modelo de gerência de pavimentos urbanos proposto.....	122
Figura 80: Análise de cenários para as vias locais: Cenário 1	124
Figura 81: Análise de cenários para as vias locais: Cenário 2	125
Figura 82: Análise de cenários para as vias coletoras: Cenário 1	126
Figura 83: Análise de cenários para as vias coletoras: Cenário 2	127
Figura 84: Análise de cenários para as vias arteriais: Cenário 1.....	128
Figura 85: Análise de cenários para as vias arteriais: Cenário 2.....	129
Figura 86: Aumento da vida útil do pavimento com intervenções de maior desempenho ...	131
Figura 87: Análise de cenários para as vias coletoras considerando o desempenho: Cenário 3	131
Figura 88: Análise de cenários para as vias arteriais considerando o desempenho: Cenário 3	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ensaio de caracterização da canga ferruginosa de Belo Horizonte	53
Tabela 2: Codificação e classificação dos defeitos	58
Tabela 3: Inventário do estado de superfície do pavimento – Método IGG	61
Tabela 4: Valor do fator de ponderação	61
Tabela 5: Planilha de cálculo do IGG	62
Tabela 6: Condição do pavimento em função do IGG	63
Tabela 7: Tipos de defeitos considerados no método do PCI	63
Tabela 8: Planilha de Cálculo do PCI.....	65
Tabela 9: Condições do Pavimento em Função do PCI	66
Tabela 10: Pesos Atribuídos aos Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos.....	77
Tabela 11: Planilha para o Cálculo do ICP	78
Tabela 12: Limites de Avaliação do ICP.....	79
Tabela 13: Comparativo dos Métodos IGG, PCI e ICP	81
Tabela 14: Estabelecimento de Prioridades de Intervenção (PI).....	86
Tabela 15: Análise econômica de cenários para as vias locais	125
Tabela 16: Análise econômica de cenários para as vias coletoras	127
Tabela 17: Análise econômica de cenários para as vias arteriais	129
Tabela 18: Análise econômica de cenários para as vias coletoras considerando o desempenho	132

Tabela 19: Análise econômica de cenários para as vias arteriais considerando o desempenho	133
Tabela 20: Comparativo econômico da análise de cenários considerados.....	133

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASTM - American Society for Testing and Materials

BHTRANS - Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte

CERL - Construction Engineering Research Laboratory

CPGP - Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito

DER-MG - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

FIFA - Fédération Internationale de Football Association

GCTEC - Gerência de Controle Tecnológico

GEMVI - Gerência de Manutenção de Vias Públicas

HDM - Highway Development and Management

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPR - Instituto de Pesquisas Rodoviárias

M&R - Manutenção e Reabilitação

MRAF - Microrevestimento Asfáltico a Frio

PBH - Prefeitura de Belo Horizonte

PRODABEL - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte

SHRP – The Strategic Highway Research Program

SMOBI - Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura

SUDECAP - Superintendência de Desenvolvimento da Capital

SUZURB - Subsecretaria de Zeladoria Urbana

USACE - United States Army Corps of Engineers

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Objetivo geral e objetivos específicos.....	20
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1	Breve histórico sobre os Sistemas de Gerência de Pavimentos	21
2.2	Níveis de análise de um SGP.....	22
2.3	Organização de um SGP	25
2.3.1	Inventário.....	26
2.3.2	Avaliação da condição do pavimento.....	27
2.3.2.1	Avaliação subjetiva de pavimentos	28
2.3.2.2	Avaliação objetiva de pavimentos.....	29
2.3.3	Análise de desempenho dos pavimentos	30
2.3.4	Priorização de estratégias de M&R	32
2.3.5	Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos – SGPU.....	36
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	40
4	CARACTERIZAÇÃO DA MALHA VIÁRIA URBANA	42
4.1	Caracterização do tráfego	44
4.2	Caracterização do relevo.....	45
4.3	Caracterização hidrográfica	50
4.4	Caracterização dos pavimentos da malha viária	51

4.5 Determinação dos critérios técnicos para a avaliação das condições de conservação dos pavimentos.....	56
4.5.1 Terminologia dos defeitos	57
4.5.2 Método do Índice de Gravidade Global (IGG).....	60
4.5.3 Método do <i>Pavement Condition Index</i> (PCI)	63
4.5.4 Método do Índice da Condição do Pavimento (ICP).....	67
4.5.5 Análise comparativa dos métodos do IGG, PCI e ICP.....	80
5 CARACTERIZAÇÃO DA GERÊNCIA E OPERACIONALIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO VIÁRIA.....	85
5.1 Dados de tráfego.....	86
5.2 Condição de conservação dos pavimentos	88
5.3 Histórico de intervenções corretivas (operações tapa buracos).....	89
5.4 Avaliação geral.....	91
6 RESULTADOS	94
6.1 Definição do diagnóstico.....	99
6.2 Definição das estratégias de M&R	100
6.2.1 Nada a Fazer (NF)	101
6.2.2 Conservação Rotineira (CR).....	102
6.2.3 Selagem de Trincas (SEL).....	102
6.2.4 Microrevestimento Asfáltico a Frio (MRAF).....	103
6.2.5 Reparos Parciais (RP).....	104

6.2.6	Recapamento Asfáltico (RE)	105
6.2.7	Fresagem a Frio (FR).....	111
6.2.8	Aplicação de Geotêxtil ou Geogrelha (GEO).....	112
6.2.9	Reciclagem de Pavimento (REC)	114
6.2.10	Reconstrução Total (RT)	115
6.2.11	Resumo das intervenções consideradas	116
6.3	Previsão de desempenho.....	118
7	ANÁLISE DE CENÁRIOS COM O MODELO PROPOSTO	121
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
	REFERÊNCIAS	138
	APÊNDICE A – HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES DE M&R DA REGIONAL PAMPULHA DE BELO HORIZONTE ENTRE 2010 E 2021.....	146
	APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO DO SUBLEITO VIÁRIO DE BELO HORIZONTE	152
	APÊNDICE C – PESQUISA SOBRE A MANUTENÇÃO VIÁRIA DE BELO HORIZONTE	155
	APÊNDICE D – EXEMPLO DE VISTORIAS DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS.....	159
	APÊNDICE E – COMPOSIÇÃO DE PREÇOS UNITÁRIOS DAS AÇÕES DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS	164

1 INTRODUÇÃO

Para a garantia do pleno funcionamento e desenvolvimento das cidades, visando o alcance de um desenvolvimento urbano planejado, a manutenção da infraestrutura urbana ocupa um papel fundamental. Conforme Garcia (2020), a malha viária pavimentada encontra-se entre os ativos públicos mais importantes de muitos países e cidades. Dessa forma, pela importância, a manutenção viária deve ir muito além de se tratar corretivamente os problemas. Ela deve atuar para a garantia da funcionalidade dos equipamentos públicos e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

No Brasil, a grande maioria dos administradores públicos municipais tem enfrentado diversos problemas para gerir a infraestrutura viária. Particularmente, segundo Bertollo (1997), a ausência de uma política formal para a gerência do sistema viário tem contribuído para o desperdício de recursos financeiros, de equipamentos e de mão de obra. Shoji (2000) explica que, mesmo sabendo-se das vantagens proporcionadas pela implantação de um sistema de gerência de pavimentos, ainda existe uma forte resistência por parte dos organismos públicos, uma vez que eles se sentem desconfortáveis diante de mudanças. De acordo com Zanchetta (2017), enquanto a mentalidade dos administradores públicos não evoluir para uma análise de toda a vida útil dos pavimentos, e não apenas tomar decisões nos custos iniciais, as cidades brasileiras podem continuar com vias em condições ruins de tráfego.

Como agravante para o problema da manutenção dos pavimentos urbanos, Lima et al. (2006) explicam a carência de dados históricos e a falta de trabalho integrado entre as diversas áreas do serviço público municipal. A busca de informações é uma barreira para pesquisas na área, visto a carência de informações sobre a malha viária, o histórico de intervenções e os dados de tráfego. Tradicionalmente, a gerência de pavimentos urbanos tem sido baseada na habilidade dos engenheiros municipais, que muitas vezes tomam as decisões de manutenção e reabilitação com base apenas na experiência acumulada, sem utilizar procedimentos formais de gerência (abordagem sistêmica) por falta de recursos, desconhecimento ou preconceito.

É preciso pensar a manutenção de forma sistêmica para garantir a dinâmica do município. Isso se faz através da gerência dos pavimentos com ações bem definidas de planejamento e estruturação detalhada das ações de manutenção. No entanto, conforme explica Shoji (2000),

tão importante quanto a seleção das estratégias, é a definição de “quando” e “onde” aplicá-las, no momento ideal, evitando, através de ações adequadas de manutenção e reabilitação, o colapso das estruturas componentes da malha viária municipal, bem como os prejuízos associados à negligência de qualquer etapa do processo.

A otimização dos investimentos em manutenção viária não apenas melhora a infraestrutura física como também contribui significativamente para o desenvolvimento social, econômico e cultural de uma comunidade. Conforme explica Zanchetta (2017), ações mais eficientes e no momento correto, trazem economia de recursos que podem ser aplicados em setores chave como infraestrutura, saúde e educação. Com isso, tem-se a garantia de acesso equitativo a oportunidades e serviços essenciais, desempenhando um papel crucial na promoção da cidadania e no acesso a diversos serviços e oportunidades, aqui detalhados, incluindo:

- Acesso à educação: Vias urbanas em condições viárias adequadas garantem o pleno acesso a instituições de ensino e centros de pesquisa, tanto por parte dos estudantes, professores e pessoal administrativo, de forma segura e eficiente, sobretudo aqueles que dependem do transporte escolar;
- Acesso à saúde: Para garantir o acesso a serviços de saúde, hospitais e clínicas com a urgência necessária, sobretudo em emergências, pois as condições viárias podem ser decisivas para salvar vidas;
- Acesso à segurança pública: Adequadas condições viárias permitem a rápida resposta de veículos de emergência, como policiais, bombeiros e ambulâncias, contribuindo para a segurança pública;
- Inclusão social e econômica: Condições viárias adequadas facilitam o deslocamento diário dos munícipes para as diversas atividades econômicas e sociais, conectando diferentes regiões e promovendo a inclusão social e econômica;
- Turismo e lazer: O pleno acesso a destinos turísticos, parques e áreas de lazer depende das condições viárias para a promoção de um estilo de vida saudável e atividades recreativas;
- Mobilidade e qualidade de vida: Vias urbanas bem conservadas melhoram a mobilidade urbana, reduzem congestionamentos e tempos de deslocamento, diminuem a emissão

de gases poluentes na atmosfera, pela queima de combustíveis fósseis, o que impacta positivamente na qualidade de vida dos cidadãos.

Nesse cenário, a gerência da manutenção dos pavimentos ocupa um papel fundamental na administração pública municipal, pois é ela que define o planejamento estratégico, organiza os processos e estabelece as metas visando a racionalização dos recursos disponíveis, a qualidade no atendimento e a garantia da dinâmica das cidades. Assim, a implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) torna-se uma necessidade, visto que, conforme explica Zanchetta (2017), é mais comum que as prefeituras realizem apenas operações tapa buracos e recapeamentos, que são mais onerosos se comparados às opções de manutenção que incluem manutenção preventiva e selagem de trincas. Dessa forma, uma mudança de visão do processo de manutenção faz toda a diferença na economia e desempenho dos pavimentos.

Segundo Shoji (2000), é necessária uma política regida por critérios rigorosos que realizem a alocação racional de investimentos, oferecendo pavimentos com a melhor condição possível. No entanto, a realidade dos grandes centros urbanos brasileiros é bem diferente, sobretudo pela ausência de uma política formal de manutenção, o que torna a gerência dos pavimentos um grande desafio que, de certa forma, obriga o profissional da manutenção a se reinventar a cada dia, acompanhando o desenvolvimento das cidades e buscando a melhoria dos processos e a racionalização dos recursos.

Este trabalho buscou desenvolver um modelo de gerência de pavimentos urbanos para cidades de grande porte, a partir do estudo de caso de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais. Foram considerados os dados existentes, as especificidades do município, as práticas de gerência dos pavimentos e as atividades operacionais desenvolvidas, subsidiando a modelagem de um sistema que permita, conforme explica Rodrigues (2020), a execução coordenada de todas as atividades envolvidas na manutenção e melhoria da rede de pavimentos viários, gerenciamento de riscos e análise de cenários futuros.

O problema de pesquisa analisado neste trabalho foi a deficiência na gerência e operacionalização da manutenção dos pavimentos de grandes centros urbanos e os sérios problemas que podem ser acarretados, a curto, médio e longo prazos, como o colapso das estruturas de pavimento e a insustentabilidade técnica e econômica da malha viária municipal,

comprometendo assim mobilidade urbana. Logo, têm-se como pergunta de pesquisa: como tornar sustentável, sob o ponto de vista técnico e econômico, a manutenção dos pavimentos viários de um grande centro urbano? Para responder essa pergunta, foram estabelecidas as seguintes hipóteses de pesquisa:

- O emprego das técnicas de gerência e operacionalização da manutenção dentro dos modelos de SGPU oferecem efetivamente vantagens técnicas e econômicas aos municípios;
- Um SGPU desenvolvido em função de características específicas encontradas em grandes centros urbanos pode ser uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisão por parte do poder público.

1.1 Objetivo geral e objetivos específicos

O objetivo geral deste trabalho foi propor um modelo de gerência de pavimentos urbanos para cidades de grande porte. Para isso, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Determinar as curvas de desempenho dos pavimentos viários ao longo do tempo de acordo com os esforços do tráfego;
- Estabelecer adequadas ações de manutenção e reabilitação ao longo do ciclo de vida útil dos pavimentos;
- Determinar cenários futuros da malha viária considerada de acordo com a análise de desempenho dos pavimentos e restrições orçamentárias.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Fernandes Jr. (1994) define que o propósito de uma via urbana é prover um meio seguro, confortável e econômico para o transporte de mercadorias e pessoas. Ainda segundo o autor, um pavimento em bom estado possibilita conforto e segurança ao tráfego e não requer manutenção excessiva. O fim da vida em serviço (ruptura) de um pavimento é alcançado quando um desses três fatores (conforto, segurança e economia) atinge o nível de tolerância máximo, a partir do qual são necessárias intervenções. Daí a necessidade e a importância das ações planejadas de manutenção de forma a garantir a integridade da malha viária em plenas condições. Shahin (1994) complementa que os pavimentos precisam ser gerenciados, não somente mantidos.

Haas *et al.* (1994) definem que um Sistema de Gerência de Pavimentos consiste de um elenco de atividades coordenadas, relacionadas com o planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa de pavimentos. Seu principal objetivo é utilizar informações confiáveis e critérios de decisão para produzir um programa de construção e manutenção de pavimentos que dê o máximo retorno possível de acordo com os recursos disponíveis.

2.1 Breve histórico sobre os Sistemas de Gerência de Pavimentos

Conforme Branco *et al.* (2011), no domínio rodoviário, as primeiras realizações significativas de sistemas de gerência de pavimentos desenvolveram-se a partir da segunda metade da década de 1970, em particular na América do Norte (Estados Unidos e Canadá). De acordo com o autor, o mesmo ocorreu a partir dos anos 1980 na Europa, tendo, por motivação, o envelhecimento da rede rodoviária, a limitação de recursos financeiros, o efeito do estado dos pavimentos ao meio ambiente e custos sociais, a diversidade de materiais para construção e o maior conhecimento e desenvolvimento de tecnologias de construção e conservação de pavimentos.

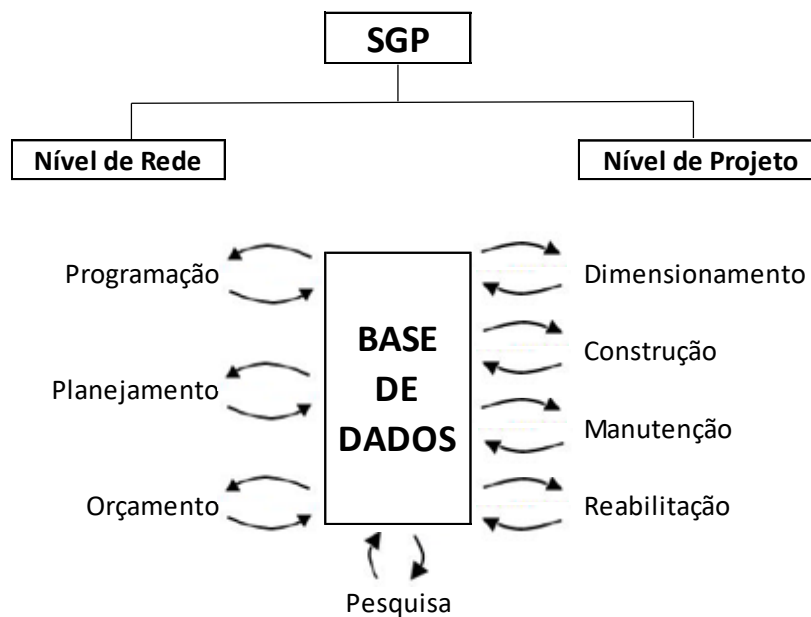
No Brasil, a implantação de um Sistema Gerência de Pavimentos no Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) ocorreu a partir de 1982, por iniciativa do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), que decidiu formalizar a criação da Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos (CPGP) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2011).

De acordo com Zanchetta (2017), as considerações conceituais de um SGP, ainda que desenvolvidas com vistas ao pavimento rodoviário, são válidas para pavimentos urbanos e, com alguns ajustes, pode-se obter um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU). Para vias urbanas, existem diversas especificidades em relação ao meio rodoviário, seja o número de interferências (arborização, obras de arte especiais, concessionárias diversas, etc.), diferenciação de tráfego, baixas velocidades praticadas, grande número de usuários e pedestres, dentre outras. A gestão sustentável da manutenção desse tipo de malha viária é relevante, pois, conforme define Balbo (1998), as vias públicas são um meio de acesso ao trabalho, à economia, à educação, ao lazer e à cultura. Segundo o mesmo autor, inerentes às sociedades antigas e modernas, sua preservação é também um bom indicador de maturidade administrativa, e sua gerência coerente será, no futuro, uma forma de controlar os defeitos, que, ainda que persistam, não se apresentarão como um problema fora de controle.

2.2 Níveis de análise de um SGP

Tradicionalmente, existem dois níveis de análise na gerência de pavimentos: nível de rede e nível de projeto, conforme Figura 1.

Figura 1: Níveis de análise



Fonte: Haas *et al.* (1994) adaptado

Segundo Haas et al. (2011), os sistemas de gerência de pavimentos em nível de rede tem por objetivo definir a política de conservação de maior rentabilidade para a rede em geral, considerando três fatores essenciais: (i) o estado da rede, (ii) os padrões de qualidade definidos para a rede; e (iii) as restrições financeiras existentes. De posse das informações do estado de conservação da malha viária e definido o padrão de qualidade desejado, é possível, de acordo com os recursos disponíveis, traçar as estratégias mais adequadas de M&R e a previsão futura do estado de conservação de toda a rede.

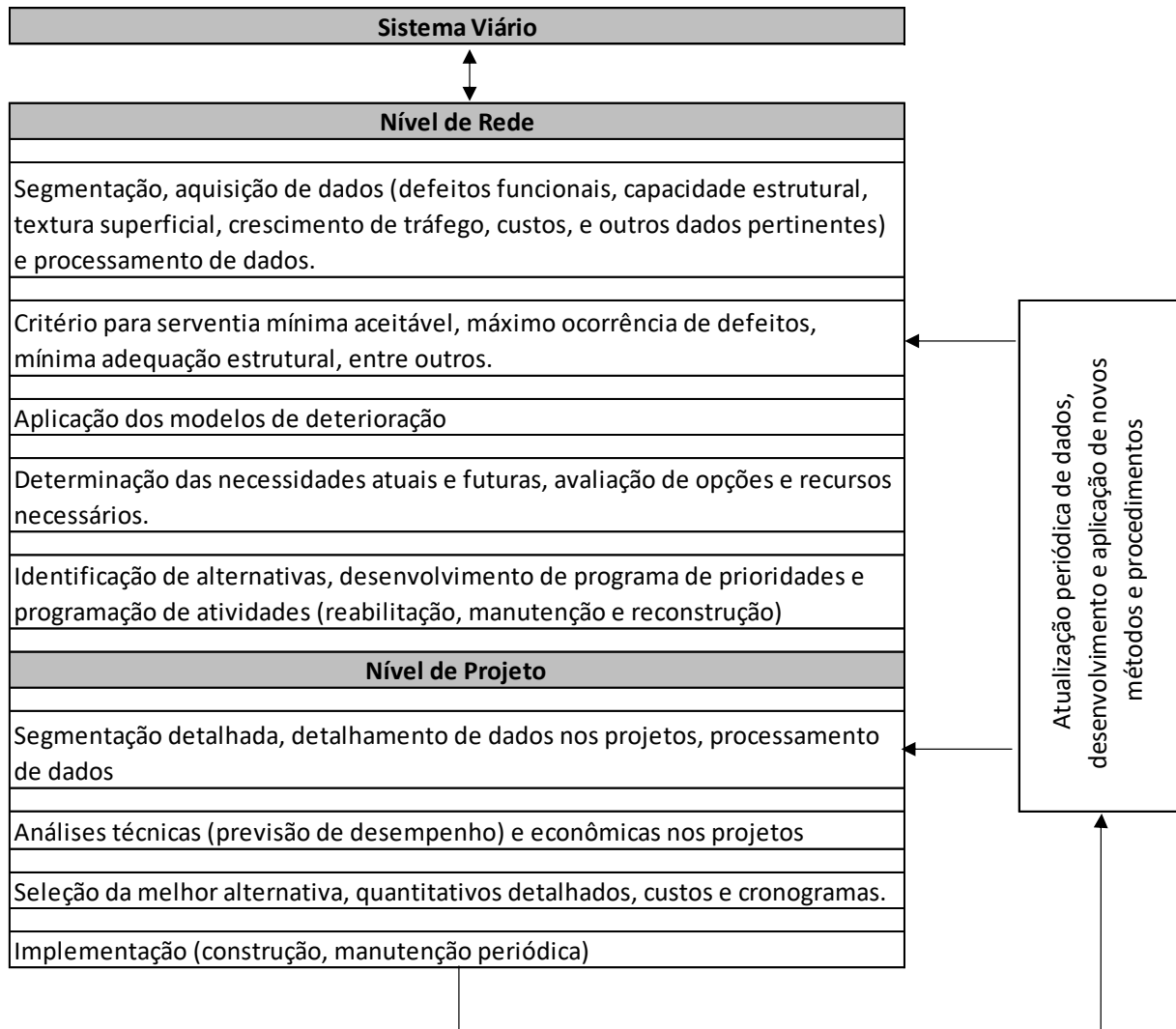
Segundo DNIT (2011), na análise em nível de rede, as informações necessárias devem ser mais simples e demandar um menor intervalo de tempo para a sua obtenção. Nesse nível, preocupa-se com a escolha da melhor estratégia (“o que fazer”), em indicar a atividade mais apropriada (“como fazer”), em selecionar as seções prioritárias (“onde fazer”), em definir a melhor época para execução dos serviços de Manutenção e/ou Restauração (M&R) e a que custo aproximado (“quando fazer”). De Oliveira (2013) afirma que a gerência em nível de rede é o campo onde as decisões tidas como “administrativas” são tomadas e se resume a uma análise superficial de toda a malha que constitui o SGP, mais precisamente a programação, o planejamento e o orçamento.

Na análise em nível de projeto, é feita uma melhor avaliação das causas de deterioração, com a realização de levantamentos e ensaios específicos, ensejando a seleção de estratégias mais adequadas para a manutenção da malha, dentro de uma análise técnico-econômica circunstanciada (DNIT 2011). Segundo Silva (2017), em nível de projeto, os sistemas de gerência de pavimentos utilizam predominantemente os conceitos de dimensionamento de pavimentos, tanto para a construção, quanto para restauração.

Assim, apesar das diferenças importantes entre as análises, mais precisamente no que se refere às informações requeridas, isto é, mais superficiais em nível de rede e mais específicas em nível de projeto, ambas são complementares dentro de um Sistema de Gerência de Pavimentos. Silva (2017) explica que as análises em nível de projeto identificam detalhadamente as necessidades das seções indicadas pela análise em nível de rede, aplicando a melhor solução técnica com o recurso disponível. Simplificadamente, o nível de rede propõe um cronograma de atuações dentro de um determinado orçamento, enquanto o nível de projeto define as atuações a serem

implementadas para atender a estratégia de distribuição de recursos, proposta no nível de rede e cumprir os períodos de vida estabelecidos. Na Figura 2 tem-se as principais atividades de cada nível de análise.

Figura 2: Principais atividades de cada nível de análise de um SGP



Fonte: Silva (2017) adaptado

Resumidamente, Huang (2004) sugere os principais objetivos de cada nível gerencial, sendo:

- 1) Gerência em nível de rede:
 - Identificação das necessidades de manutenção;
 - Determinação dos recursos necessários;

- Seleção das estratégias de financiamento viáveis;
- Determinação dos impactos das estratégias no desempenho e utilização da via; e
- Desenvolvimento de um cenário otimizado de aplicação dos recursos.

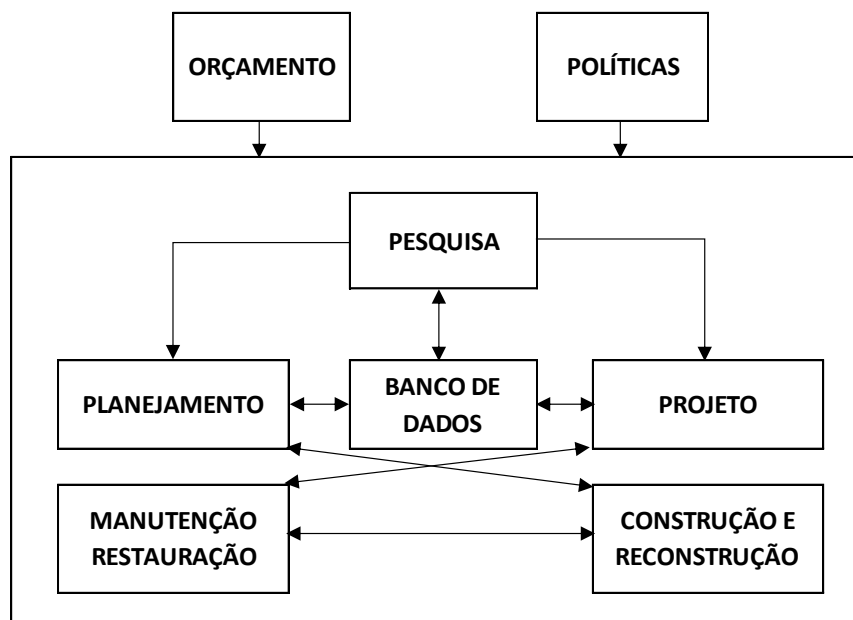
2) Gerência em nível de projeto:

- Definição das necessidades de construção ou causa de deterioração;
- Identificação da viabilidade técnica da estratégia corretiva;
- Análise de diferentes alternativas técnicas de correção; e
- Seleção da técnica mais efetiva dentro dos recursos disponíveis.

2.3 Organização de um SGP

A implementação de um sistema de gerência de pavimentos bem estruturado contribui para a tomada de decisões mais eficazes, prolongando a vida útil e garantindo a sustentabilidade técnica e econômica de toda a malha viária considerada. De acordo com DNIT (2011), um Sistema de Gerência de Pavimentos deve ter componentes que se interagem, como o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos, conforme Figura 3.

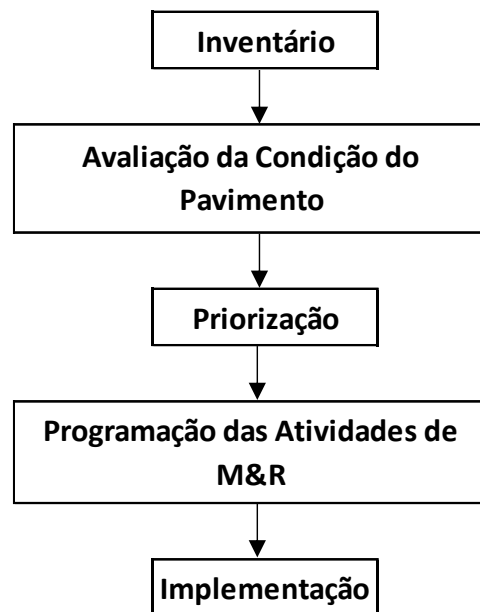
Figura 3: Estruturação de um SGP



Fonte: DNIT (2011) adaptado

O desenvolvimento de um sistema de gerência de pavimentos envolve várias etapas que garantem a eficiência, a segurança e a durabilidade das vias urbanas. Essas etapas são fundamentais para o desenvolvimento de um SGP eficaz e são apresentadas na Figura 4, conforme Haas *et al.* (2004).

Figura 4: Etapas para implantação de um SGP



Fonte: Haas *et al.* (1994) adaptado

2.3.1 Inventário

O inventário da malha viária é parte fundamental de um sistema de gerência de pavimentos, pois fornece as informações detalhadas sobre o tipo, a condição e as particularidades dos pavimentos, sendo essencial para o planejamento de operacionalização eficaz da manutenção. Segundo Zerbini (1999) o inventário, deve conter os seguintes dados:

- Identificação das vias: Nome, localização geográfica, extensão, geometria e outras informações relevantes;
- Tipo de pavimento: Informações sobre o tipo de pavimento presente em cada segmento da malha viária, incluindo as camadas constituintes, espessura, material utilizado e detalhes sobre o projeto original.

- **Condição do pavimento:** Deve ser realizado um levantamento da condição dos pavimentos de toda a malha viária considerada, identificando seus níveis de deterioração de acordo com a metodologia adotada, devendo esta ser suficientemente adequada.
- **Tráfego:** Dados sobre o volume, tipologia do tráfego e classificação viária das vias;
- **Relevo:** Informações importantes, principalmente em relação às rampas;
- **Clima:** Informações sobre as condições climáticas da região que podem afetar o desempenho do pavimento, sobretudo áreas de inundação;
- **Histórico de manutenção e reabilitação (M&R):** Registro de todas as ações de manutenção realizadas por período, natureza e tipologia, com os respectivos custos associados;
- **Diagnósticos e análises anteriores:** Avaliações funcionais e estruturais do pavimento, condições de drenagem e outros aspectos que comprometem o desempenho dos pavimentos;
- **Custos atualizados de M&R:** Registro atualizado dos custos associados à manutenção e reabilitação da malha viária, incluindo materiais, mão de obra e equipamentos.

Desta forma, o nível de detalhamento e a qualidade das informações inventariadas são fundamentais para uma análise coerente dos dados e uma tomada de decisão circunstanciada em parâmetros sólidos que permitam um gerenciamento adequado dos pavimentos de uma determinada malha viária.

2.3.2 Avaliação da condição do pavimento

Conforme Figura 4, passada a etapa de inventário, a próxima etapa é a avaliação da condição do pavimento da rede viária considerada, que é imprescindível para a priorização e seleção de projetos e estratégias de manutenção e reabilitação e para a previsão orçamentária e alocação de recursos (Zerbini, 1999). De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), publicação IPR-720, a condição de um pavimento representa o nível de degradação resultante dos processos associados ao meio ambiente e ao seu uso continuado pelo

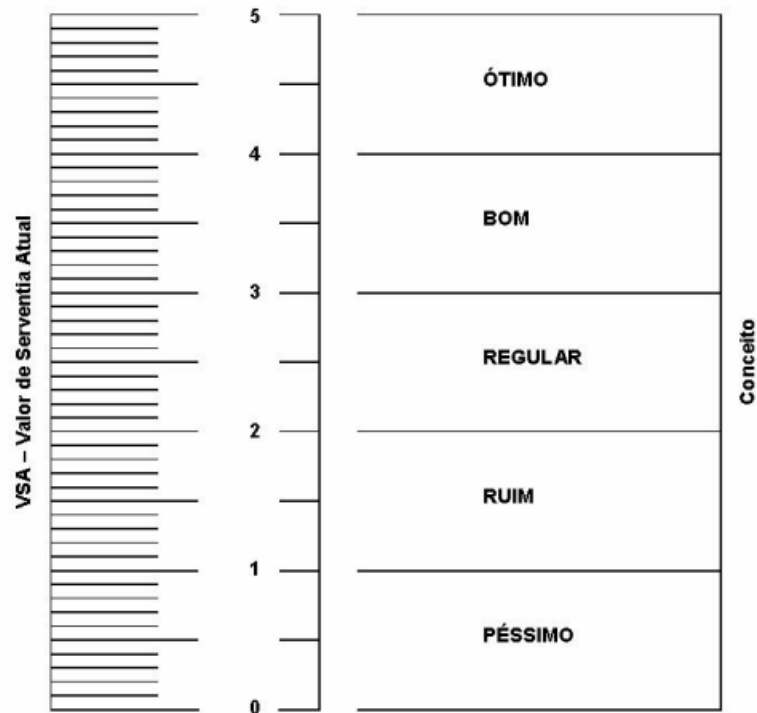
tráfego. A avaliação dessa condição é possível pela determinação das condições de superfície, condições estruturais, condições de rugosidade longitudinais, avaliação das solicitações do tráfego e condições de aderência pneu-pavimento. Cabe ressaltar, no entanto, que a maior parte das pesquisas sobre gerência de pavimentos urbanos no Brasil são baseadas na obtenção de um Índice de Condição do Pavimento a partir dos defeitos de superfície (Zanchetta, 2017).

A partir da coleta dos dados da avaliação da condição dos pavimentos, seja subjetiva ou objetiva, é preciso estabelecer uma base de dados representativa e confiável, delimitando os segmentos homogêneos. A segmentação homogênea, conforme define Silva (2017), é um conceito técnico aplicado para a caracterização de cada segmento de via, sendo que todos os dados relativos a um mesmo segmento são considerados homogêneos e representativos ao longo de toda a extensão do segmento.

2.3.2.1 Avaliação subjetiva de pavimentos

A avaliação subjetiva de pavimentos flexíveis e semi-rígidos está normalizada no Brasil pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2003), especificamente pela norma de procedimento do Instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNIT 009/2003 – PRO, e indica o grau de conforto e suavidade de rolamento proporcionado pelo pavimento. Utiliza-se o Valor de Serventia Atual – VSA, que é uma medida subjetiva definida por um grupo de avaliadores que, após percorrer os segmentos previamente definidos em veículos de passeio, registra numa ficha o conceito de serventia, conforme Figura 5, referente a capacidade do pavimento de atender às exigências do tráfego quanto à suavidade e conforto.

Figura 5: Ficha de avaliação de serventia



Fonte: DNIT (2003)

O Valor de Serventia Atual é dado pela média da nota dada pelos avaliadores, obedecendo uma escala numérica que varia de 0 a 5, com condições variando de excelente a péssimo, conforme Figura 5. Por se tratar de uma avaliação subjetiva, o VSA está sujeito ao fator humano e não diz muito sobre a tipologia e abrangência dos defeitos, oferecendo limitações consideráveis quanto a ocorrência, caracterização e severidade dos defeitos de superfície.

2.3.2.2 Avaliação objetiva de pavimentos

A avaliação objetiva de pavimentos considera a incidência de defeitos de superfície, bem como a extensão e severidade dos mesmos. Dos métodos rodoviários tradicionais, destacam-se o método do IGG, através da norma de procedimento do Instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNIT 006/2003-PRO - Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos e o método do PCI – Pavement Condition Index desenvolvido pelo Construction

Engineering Research Laboratory – CERL, publicado no documento CERL-TR-M-268 pelo United States Army Corp of Engineers – USACE (1982).

Ambos os métodos apresentam uma escala para a qualificação funcional de pavimentos, definida através da combinação dos principais defeitos de superfície, atribuindo fatores de ponderação a cada defeito. Em comparação à avaliação subjetiva, a avaliação objetiva oferece uma abordagem mais específica, com o mapeamento dos principais defeitos e a condição de rolamento, requerendo acurácia para a coleta e o tratamento dos dados, necessitando de uma equipe de campo bem treinada.

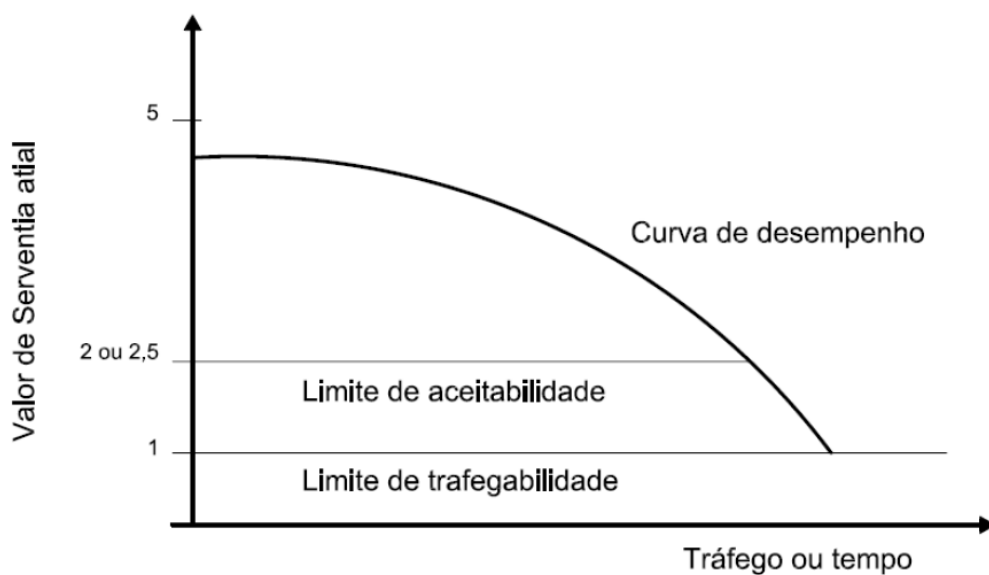
2.3.3 Análise de desempenho dos pavimentos

Modelos de desempenho são ferramentas utilizadas para a previsão da condição de uma seção de pavimento em tempo futuro, vitais para o planejamento de atividades de manutenção e reabilitação, para a estimativa de recursos necessários para a preservação do pavimento, para análise das consequências de determinada condição do pavimento sob diferentes cenários orçamentários e para análise econômica dos custos que ocorrem durante o ciclo de vida do pavimento (Karnikowski, 2019). Para Zerbin (1999), um modelo de desempenho é um componente essencial dos Sistemas de Gerência de Pavimentos, pois, ao prever a evolução da condição do pavimento, permite não só a estimativa das datas e dos custos de intervenções de manutenção e reabilitação, como também a quantificação dos custos de operação dos veículos ao longo do tempo em função da condição dos pavimentos.

Para a previsão de desempenho a longo prazo, considerando as estratégias de M&R com intervenções mais duráveis, é necessária, conforme explica Serigos et al. (2014), a contínua obtenção de dados das condições dos pavimentos, pois ela retroalimenta o sistema, monitorando a efetividade do modelo utilizado. De acordo com Silva (2017), a implantação de um sistema de gerência de pavimentos implica na necessidade de modelos específicos de desempenho, os quais podem advir da calibração de modelos existentes, ou da definição de novos modelos. No entanto, eles devem, necessariamente, refletir a realidade da rede gerida, além de ser indispensável a atualização. Ainda segundo a autora, os dados necessários para a modelagem da deterioração advêm de medidas diretas ou indiretas das alterações nas condições dos pavimentos como efeito do tempo ou tráfego.

Segundo Silva (2017), os modelos de desempenho devem estar associados ao nível de análise proposto no sistema de gerência de pavimentos. Em nível de projeto, os modelos podem estar associados ao método de projeto de dimensionamento de pavimentos empregado, com o detalhamento desejado. Em nível de rede, espera-se que as variáveis de interesse possam indicar a estimativa da vida útil associada à gatilhos de intervenção para toda a malha analisada durante vários ciclos de vida. Esses modelos podem ser representados graficamente, conforme Figura 6.

Figura 6: Curva de desempenho de um pavimento ao longo do ciclo de vida útil



Fonte: DNIT (2011)

Diversos fatores, como a qualidade de construção, os materiais utilizados, as cargas do tráfego, o meio ambiente (temperatura, umidade, tipo de solo, etc.) e o dimensionamento estrutural, influenciam no desempenho do pavimento (Shogi, 2000). Ainda segundo a autora, modelar o desempenho do pavimento é uma atividade essencial de um SGP.

Os modelos de desempenho podem ser classificados em quatro categorias, segundo Haas *et al.* (1994):

- Mecanístico: com base em respostas estruturais, tais como tensão, deformação ou deflexão do pavimento;

- Empírico-mecanístico: relacionam respostas estruturais com a deterioração funcional ou estrutural através de equações de regressão;
- Empírico ou de regressão: nesse caso, as variáveis dependentes, funcionais e estruturais são relacionadas a uma ou mais variáveis independentes, como a capacidade de suporte do subleito, aplicações de carga por eixo, características e espessuras das camadas do pavimento, fatores ambientais e suas interações;
- Subjetivo: com base nas experiências de profissionais, é formalizada através de processos de transição, como o de Markov, podendo se obter modelos de desempenho sem a necessidade de séries históricas.

2.3.4 Priorização de estratégias de M&R

Após as etapas de inventário e avaliação da condição dos pavimentos, têm-se a etapa seguinte de priorização das intervenções, que visa identificar os trechos viários com maior necessidade de intervenção de acordo com a análise dos critérios adotados. Segundo Silva (2017), o processo de tomada de decisão vem sendo refinado com o objetivo de direcionar mais adequadamente os resultados deste processo e coordenar com estratégias e políticas, inserindo argumentos mais confiáveis e se utilizando de ferramentas lógicas, procurando o equilíbrio entre “arte” e “ciência”.

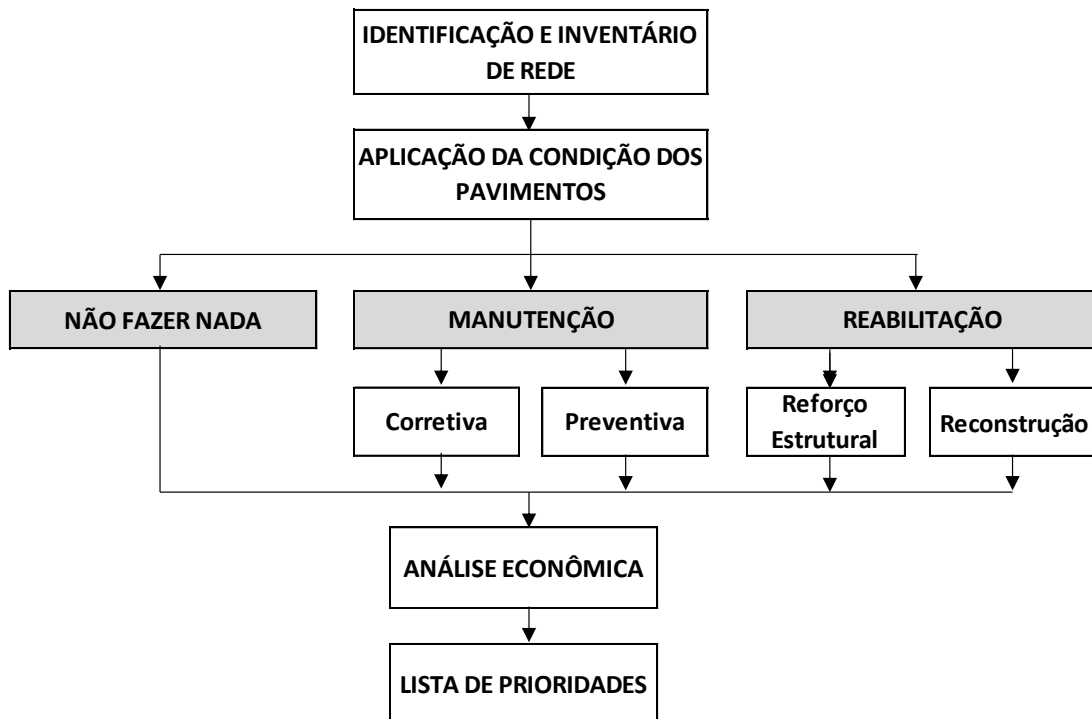
Uma vez concebidos, os pavimentos iniciam um processo de degradação ao longo do tempo, sob a ação do tráfego e intempéries. Isso resulta na queda da qualidade funcional e estrutural e, tendo em vista esta evolução contínua, é fundamental o estabelecimento de um programa de acompanhamento e operação de M&R para apoio à tomada de decisão no que diz respeito à definição da intervenção mais adequada para cada intervalo evolutivo de deterioração. Segundo Ildefonso (2013), para que um sistema de gerência de pavimentos seja eficiente, também devem ser eficientes as atividades por ele indicadas para a conservação da qualidade da via, e isso se reflete não somente por meio de intervenções, mas também que estas sejam feitas ao menor custo possível.

Dentro da análise de multicritérios, deve-se estabelecer metas claras para se atingir o objetivo principal dentro do sistema de gerência de pavimentos, que é a manutenção da rede viária em condições funcionais e estruturais adequadas à necessidade dos usuários, de forma que a

priorização das intervenções esteja coerente com o planejamento definido, visando o melhor retorno possível, isto é, melhoria da qualidade e durabilidade dos pavimentos através da otimização de recursos. Aliado ao uso inteligente dos dados de desempenho dos pavimentos, é possível, mediante o estabelecimento de uma árvore de decisões, priorizar intervenções de maior desempenho e menor custo, prolongando a vida útil dos pavimentos e garantindo a funcionalidade de toda a rede viária gerida.

A análise e seleção das estratégias de M&R, no entanto, depende da definição do padrão de qualidade futuro da malha viária e das restrições orçamentárias, e deve levar em consideração a análise da condição da rede viária, importância em termos de mobilidade (hierarquização viária), recorrência de ações de M&R, análise de cenários futuros da rede viária, dentre outras variáveis. De acordo com De Oliveira (2013), de maneira geral, a gerência de pavimentos começa com a coleta e análise de dados e termina com a seleção das estratégias de manutenção e reabilitação e a previsão orçamentária para o período de análise. A Figura 7 ilustra, a relação de estratégias de M&R e outras etapas de um Sistema de Gerência de Pavimentos.

Figura 7: Definição de estratégias de M&R dentro de um SGP



Fonte: MAPC (1986) adaptado

Considerando os recursos disponíveis, deve-se proceder com a análise econômica e priorização das intervenções. De acordo com Fernandes Jr. (2001), a estratégia ótima é aquela que, dentre as diversas alternativas consideradas, maximiza a realização dos objetivos da gerência, considerando as restrições impostas. Assim, a versatilidade de um SGPU está condicionada ao elenco de estratégias de M&R consideradas, sobretudo para a camada de revestimento que, por ser mais nobre e de alto valor agregado, deve contar com o desempenho satisfatório para cada situação, sobretudo quanto à tipologia do tráfego.

Para a definição das intervenções realmente eficientes do ponto de vista técnico e econômico, Branco et al. (2011) ressalta que, de modo a apoiar o desenvolvimento de diferentes estratégias de conservação (combinação de técnicas de conservação), é fundamental obter um conhecimento aprofundado da constituição de cada técnica e, em particular, do seu comportamento ao longo do tempo.

Assim, dentre as estratégias de manutenção e reabilitação de pavimentos urbanos, tem-se a intervenção por recapeamento asfáltico como a mais comum. Quanto às misturas asfálticas mais utilizadas, cabe ressaltar as misturas asfálticas densas convencionais, as modificadas por polímeros e misturas descontínuas. De acordo com Bernucci et al. (2022), os concretos asfálticos densos são as misturas asfálticas usinadas a quente ou mornas mais utilizadas como revestimentos asfálticos de pavimentos no Brasil. Suas propriedades, no entanto, são muito sensíveis à variação do teor de ligante asfáltico.

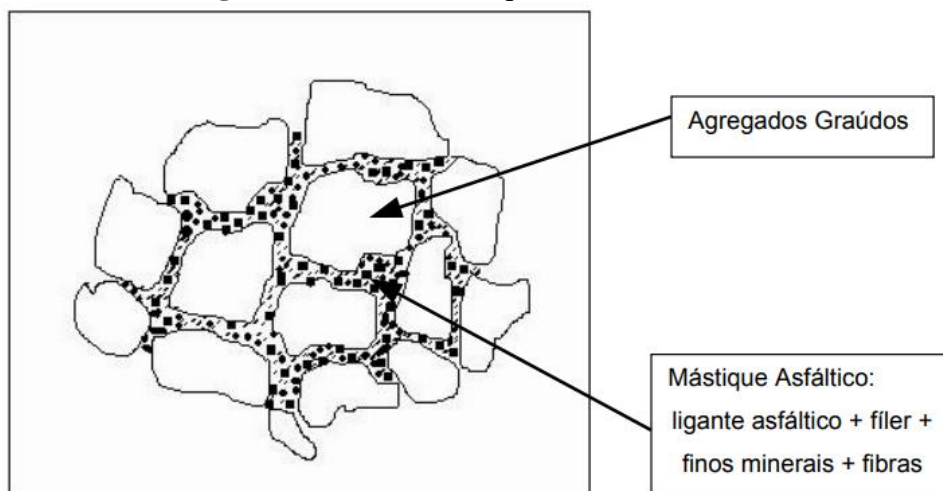
O concreto asfáltico convencional é uma mistura homogênea de agregados minerais britados, material fino de enchimento (filer) e cimento asfáltico de petróleo (CAP), sendo este último resultante do refinamento do petróleo. Normalmente, o CAP utilizado no concreto asfáltico convencional é o de classificação CAP 50/70, classificação tradicional no Brasil quanto à penetração norma DNIT 095/2006 – EM.

Já as misturas asfálticas modificadas por polímeros, de acordo com Balbo (2007), a busca por processos de modificação dos CAP passa necessariamente por tornar o material mais rígido ao receber esforços (sofrendo menores deformações) e mais mole ao aliviar os mesmos esforços (apresentando maior recuperação elástica). Bernucci et al. (2022) esclarece que essa substituição, em geral, promoverá revestimentos asfálticos mais resistentes aos afundamentos

em trilha de roda, sobretudo com a utilização de misturas de curvas granulométricas mais abertas, e ao trincamento por fadiga, pela sua característica elástica.

As misturas asfálticas descontínuas, geralmente são indicadas para vias com maior solicitação de tráfego, sobretudo nas faixas exclusivas de ônibus, com esforços dinâmicos direcionados, onde tem-se o surgimento de afundamento nas trilhas de roda. Esse defeito compromete, além do conforto ao rolamento, o escoamento superficial transversal de águas pluviais. Outra questão a ser considerada é o atrito pneu-pavimento, sobretudo quando na incidência de chuvas “aquaplanagem”, que compromete a segurança dos usuários. Das misturas descontínuas mais usadas, tem-se o Stone Mastic Asphalt (SMA) que, segundo Oliveira Filho (2007), assim como o tradicional CBUQ, o SMA é uma mistura asfáltica densa. Sua granulometria, porém, é descontínua. Ainda segundo o autor, pelo fato de o SMA ter como características o elevado volume de vazios entre os agregados graúdos e um alto consumo de CAP, tal condição torna esse tipo de mistura propícia ao escorrimento do ligante por entre seus agregados durante os períodos de usinagem, transporte e aplicação. Para a correção do problema, são utilizadas fibras que, conforme explica Mourão (2003), podem ser oriundas de celulose (orgânica), vidro (inorgânica) ou material mineral e tem a função de evitar a segregação da mistura em seu transporte, facilitar a aplicação e evitar o escorrimento do ligante asfáltico, conforme esquema da Figura 8.

Figura 8: Detalhe do esqueleto mineral SMA



Fonte: Mourão (2003)

Sobre as características de desempenho do SMA, Reis (2002) ressalta a boa resistência aos afundamentos nas trilhas de roda, com excelente durabilidade a trincamentos e desagregações, aumento da segurança, drenagem superficial e redução de ruídos, todas em função das características intrínsecas da mistura. Mourão (2003) afirma que misturas tipo SMA têm provado ser excelente opção para vias de tráfego pesado, entre outras utilizações, como vias de alta frequência de caminhões, interseções, áreas de carregamento e descarregamento de cargas, rampas, pontes, paradas de ônibus, faixa exclusiva, pista de aeroportos, estacionamentos e portos.

2.3.5 Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos – SGPU

De acordo com Paéz (2015), apesar do gerenciamento de pavimentos ser inicialmente concebido para a administração de aeroportos para posteriormente ser aplicado nas rodovias, no meio urbano, conforme explica De Oliveira (2013), os SGPU conseguem elevar a qualidade e durabilidade de toda a rede viária, como também podem reduzir os custos totais (incluindo os custos de operação dos veículos), desenvolver um inventário das vias e justificar eventuais aumentos no orçamento, gerados pelas atividades de manutenção e reabilitação.

Bertollo (1997) afirma que uma das principais diferenças entre sistemas de gerência de pavimentos rodoviários e urbanos são as interferências das redes de infraestrutura que correm paralelas ou cruzando o pavimento das vias urbanas e que, para sua construção e manutenção, promovem a escavação do pavimento. Danieleski (2004) complementa de uma forma mais detalhada:

- As interseções entre vias urbanas correspondem grande percentual de área, sendo que o grande número de frenagens e acelerações acabam solicitando mais o pavimento;
- Ocorrem grandes interferências entre o sistema viário e outros sistemas de infraestrutura urbana, como rede sanitária, de energia e de comunicação;
- Existência de segregação de tráfego, com faixas exclusivas para ônibus, por exemplo;
- Em algumas seções, a diferença de material ou alguma intervenção realizada causa descontinuidades e até alterações no comportamento estrutural do pavimento;

- Presença de árvores junto a borda do pavimento, cujas raízes podem interferir na estrutura do pavimento;
- Grande interferência no trânsito de pedestres, que exige sinalização horizontal e para tal implantação requer adaptações no pavimento;
- Em cidades com topografia acidentada, é necessária a adaptação do projeto geométrico à topografia dos arruamentos existentes, gerando inclinações elevadas;
- O sistema de microdrenagem, adjunto à rede de pavimentos, deve funcionar em plenas condições, posto que o acúmulo de água sobre o pavimento é prejudicial e principal fator desencadeador da sua deterioração.

Quanto às interferências com as concessionárias prestadoras de serviços de infraestrutura urbana, cabe ressaltar conforme Stuchi (2005), que grande parte dos remendos nos pavimentos é causada pelas concessionárias de água e esgoto, sendo assim, indispensável a compatibilização da gerência de pavimentos com a gerência de outras infraestruturas urbanas, além da elaboração de instruções, normas ou manuais com adequadas diretrizes técnicas para a recomposição dos pavimentos.

A alta densidade de infraestrutura viária inserida na rede viária municipal, e conseqüente a operação e manutenção destas, acarreta, de forma recorrente, uma série de intervenções que devem estar compatibilizadas com os planos de manutenção viária do município e com adequados padrões de qualidade, de forma a atender a necessidade dos usuários com eficiência, garantindo um desempenho satisfatório das intervenções. Além da gestão compartilhada com as concessionárias, o sistema de gerência de pavimentos urbanos deve estar integrado com o planejamento urbano do município e do sistema de transportes, garantindo maior coerência, eficácia e abrangência das ações.

Para uma manutenção adequada da malha viária municipal, a melhor opção é utilizar um sistema organizado de tomada de decisões com base na estrutura de um SGPU (Zanchetta, 2017). De acordo com Páez (2015), por um lado o SGPU deve respeitar conceitos gerais, por outro deve ser desenvolvido considerando as condições particulares de projeto, materiais, técnicas construtivas, controle de qualidade e políticas de manutenção e reabilitação da cidade que está sendo implantado.

A implantação de um SGPU apresenta particularidades em função do porte do município, pois, especificamente em cidades de maior porte, onde a base cartográfica e a aquisição do SIG possuem custos menos relevantes, o principal investimento é feito na contratação e formação da equipe de avaliadores de campo (De Oliveira, 2013). Geralmente, nesses municípios, existem estudos de tráfego, registro e mapeamento de intervenções e maior acesso a tecnologias que facilitam a implantação de um SGPU estruturado.

Uma variável importante e fundamental para a eficácia de um SGPU é o método utilizado para a avaliação dos defeitos de superfície dos pavimentos, o Índice da Condição do Pavimento (ICP). Segundo Paéz (2015), na maioria das vezes, o ICP é o único indicador da qualidade para muitos sistemas de gerência de pavimentos urbanos. Este por sua vez, deve traduzir de forma coerente o estado atual de conservação do pavimento, através da avaliação funcional do mesmo em campo por caminhamento, com o registro dos defeitos de superfície. Segundo o autor, um fator importante dentro do sistema de gerência de pavimentos para uma cidade é o treinamento contínuo dos profissionais que fazem o levantamento da condição do pavimento. Ressalta-se que a elaboração de um manual de defeitos e a constante avaliação dos especialistas proporcionará resultados menos variáveis e, conseqüentemente, mais confiáveis.

No que diz respeito ao estado da rede, Rodrigues (2020) esclarece que as atividades de planejamento são executadas com base em dados suficientemente simplificados e de levantamento expedito para que sejam disponíveis para toda a rede de forma atualizada, idealmente ano a ano. Assim, deve-se considerar, através da avaliação de superfície dos pavimentos, um diagnóstico preciso e contínuo de toda a malha viária, disponíveis num banco de dados acessível, viabilizando planos de M&R cada vez mais adequados à realidade do município, garantindo um planejamento arrojado para as intervenções.

No entanto, tão importante quanto a implantação de um SGPU é a definição de um conjunto de indicadores para a avaliação do desempenho das ações de manutenção e a mensuração dos aspectos positivos e negativos. O sistema de indicadores permite uma análise abrangente sobre a efetividade da gerência e seus resultados (Garcia, 2020).

A definição dos padrões de qualidade futuros para a rede é fundamental para o planejamento estratégico e econômico das ações de M&R. É uma decisão relativa à política do órgão, no nível

mais elevado da administração, através da qual são definidas as estratégias e ferramentas necessárias para atingir o objetivo traçado. Com o diagnóstico da rede e definidos os padrões de qualidade da malha viária, considera-se, ainda na etapa de planejamento, as restrições financeiras do órgão. Tais restrições, conseqüentemente, conduzem à simulação de estratégias alternativas, otimizando as prioridades, possibilitando o desenvolvimento um plano estratégico de manutenção e reabilitação de pavimentos a curto, médio e longo prazo, coerente com a realidade do município e de maior retorno possível, isto é, com ganho significativo de desempenho para toda a rede.

No que tange à análise econômica, Zanchetta (2017) ressalta que, sem um orçamento robusto e continuado ao longo dos anos, é difícil ao administrador planejar adequadamente as atividades de M&R da malha viária. O autor ressalta que se pode aumentar a eficiência da tomada de decisão com atividades de M&R que vão além do convencional “primeiro o pior”. A gestão dos pavimentos busca exatamente qual o momento ideal para restauração dos mesmos, e, tão logo definido, qualquer negligência no processo acarreta sérias conseqüências à malha viária, tornando-a insustentável economicamente.

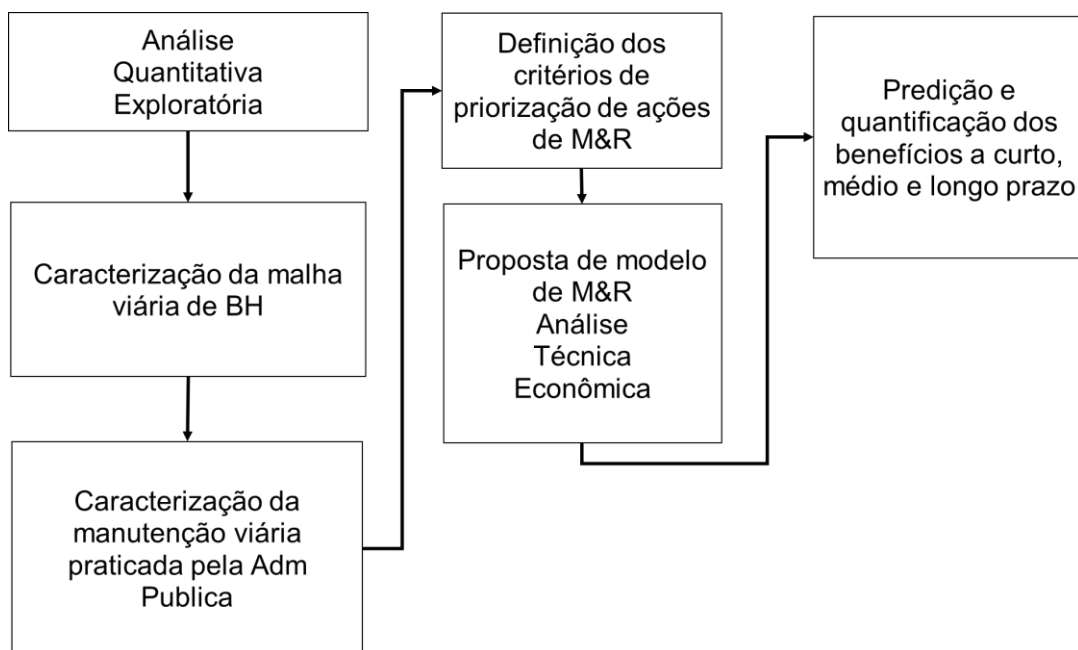
Zanchetta (2017) apresenta uma série de estudos e modelagens de ações de manutenção e reabilitação de pavimentos (M&R) em estados norte americanos que apresentam vantagens da adoção de estratégias de manutenção de natureza preventiva, em termos técnicos e econômicos, em relação à adoção de estratégias de manutenção de natureza corretiva, culminando com o aumento da vida útil dos pavimentos em até 4 anos, com economia de até 3,65 vezes num período analisado de 24 anos.

Dessa forma, deve-se ter uma base de dados bem definida, com inventário da malha viária e a avaliação dos pavimentos. É importante o estabelecimento de critérios técnicos adequados e a definição de um modelo de previsão de desempenho e registro das ações de manutenção e reabilitação e monitoramento da malha viária. Assim, é possível a calibração do modelo de desempenho adotado com ações eficientes de M&R, juntamente com a implantação de um SGPU coerente com a realidade de cidades de grande porte e com o estabelecimento de gatilhos sistemáticos de manutenção a cada estágio de deterioração, evitando assim maiores custos associados a manutenções tardias.

3 MÉTODO DE PESQUISA

No intuito de subsidiar o desenvolvimento de um modelo de gerência da manutenção de pavimentos urbanos para cidades de grande porte, nesta dissertação foi considerado, como estudo de caso, o município de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais. O fluxograma da Figura 9 resume as etapas metodológicas da pesquisa, em que se busca avaliar as necessidades do município, as vantagens técnicas e econômicas quando no emprego de adequadas técnicas de gerência da manutenção. O objetivo é garantir que haja uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisão por parte do poder público, justificando a importância de se ter um modelo de gerência da manutenção que garanta a sustentabilidade da infraestrutura de transportes municipal.

Figura 9: Fluxograma do método de pesquisa proposto



Para o desenvolvimento da pesquisa, inicialmente é preciso realizar uma análise exploratória sobre a gerência de pavimentos e dos dados disponibilizados (série histórica de M&R de Belo Horizonte entre 2009 e 2021), com a definição do objeto de estudo, problema de pesquisa e hipóteses.

A etapa seguinte é caracterizar o objeto da pesquisa, isto é, a malha viária de uma cidade de grande porte, no caso a de Belo Horizonte, e suas especificidades, tais como as características

do tráfego, relevo, geotecnia, hidrografia, tipologia dos pavimentos, materiais empregados e as condições de conservação da malha, através de vistorias de campo. Tal etapa é fundamental para o conhecimento aprofundado do problema da gestão e operação da manutenção dos pavimentos viários do município.

A próxima etapa refere-se à caracterização da gestão e operação da manutenção dos pavimentos viários por parte da Administração Pública Municipal, isto é, como o problema é enfrentado, como é feito o diagnóstico dos pavimentos, quais os critérios de priorização de intervenções, qual a natureza e a característica das principais técnicas de manutenção e reabilitação de pavimentos utilizadas, os investimentos na manutenção da infraestrutura do município e a percepção por parte do usuário do sistema de transporte, parte afetada.

Após a caracterização da malha viária e, conseqüentemente, da gestão e operação da manutenção dos pavimentos, e observadas as necessidades, têm-se a etapa da definição de adequados critérios de priorização de ações de manutenção e restauração dos pavimentos, desde o diagnóstico, planejamento e a operação propriamente dita.

A proposta do modelo de gerência de pavimentos urbanos se dá após a definição do ciclo de vida útil dos pavimentos de Belo Horizonte e dos custos associados a cada estágio de deterioração dos pavimentos ao longo do tempo, seguida da análise de cenários futuros para o nível de serviço definido, com a predição e quantificação de benefícios técnicos e econômicos a curto, médio e longo prazo.

4 CARACTERIZAÇÃO DA MALHA VIÁRIA URBANA

Para a caracterização da malha viária urbana de Belo Horizonte, e, conseqüentemente, o estabelecimento do desempenho e do custo associado ao ciclo de vida útil dos pavimentos, foi utilizada uma série histórica de intervenções de manutenção e restauração de pavimentos de 2009 a 2021, bem como as práticas de diagnóstico dos pavimentos, gerência e operação da manutenção viária, além dos investimentos realizados. Os dados foram disponibilizados pela Gerência de Manutenção de Vias Públicas (GEMVI) da Subsecretaria de Zeladoria Urbana (SUZURB) da Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura (SMOBI) da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH).

Fundada em 1897, Belo Horizonte foi uma das primeiras cidades brasileiras planejadas. Projetada pelo engenheiro Arão Reis, entre 1894 e 1897, para ser a capital política e administrativa do estado mineiro, a capital mineira foi disposta inicialmente numa área de 8,815 km² com avenidas e ruas largas e bem orientadas se cruzando em ângulos retos e de 45°, numa concepção que fundia as tradições urbanísticas americanas e europeias do século XIX (PBH 2023).

Hoje, com uma população de cerca de 2,3 milhões de habitantes, disposta numa área em torno de 331 km² (IBGE 2022), Belo Horizonte representa o quarto maior PIB entre os municípios brasileiros. Como todo grande centro urbano, a cidade apresenta problemas característicos como congestionamento, superlotação de transporte público e atrasos.

Com uma expansão urbana que extrapolou muito o plano original, a malha viária do município cresceu e, de acordo com os materiais e técnicas disponíveis, a construção dos pavimentos veio se diversificando ao longo do tempo, conforme histórico abaixo:

- 1897: Pavimentos em terra, macadame hidráulico, paralelepípedo, alvenaria poliédrica com base e colchão de canga ferruginosa (PBH, 2008);
- 1940: Pavimentação com revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ (PBH, 2008);

- 1969: Fundação da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP), contratação de consultorias, implantação de grandes avenidas, recapeamento de vias com CBUQ, uso de asfalto pré-misturado a frio (PMF) para implantação de vias locais (PBH, 2008);
- 1982: Construção da Via Expressa (pavimento rígido) pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais - DER-MG, recapeamento asfáltico com CBUQ do hipercentro (PBH, 2008);
- 1994: Programa de recuperação de vias, uso de material fresado e resíduo da construção civil como camada de base de pavimentos, implantação do programa de operações tapa-buraco, primeiro diagnóstico da via expressa (PBH, 2008);
- 2000: Hierarquização viária (levantamento das vias expressas, arteriais, coletoras e locais), análise da necessidade de gerenciamento de pavimentos e monitoramento das vias (PBH, 2008);
- 2008: Iniciativa de implantação de um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos com testes com o programa *Highway Development and Management* - HDM-III (PBH, 2008);
- 2013: Implantação de conceitos gerais de Sistema de Gerência de Pavimentos pela Superintendência de Desenvolvimento da Capital - SUDECAP para abarcar a demanda FIFA para avaliação das rotas protocolares e execução das obras necessárias (SUDECAP/PBH, 2013);

Belo Horizonte tem como grande desafio o gerenciamento da sua malha viária, que por sua vez objetiva, conforme explica DNIT (2011), alcançar a melhor aplicação possível para os recursos públicos disponíveis e oferecer um transporte viário seguro, compatível e econômico. A malha viária urbana de Belo Horizonte tem 4.922,64 quilômetros de vias públicas implantadas. Elas são, majoritariamente, em pavimento flexível, com ocorrência de pavimentos rígidos, alvenaria poliédrica e paralelepípedos, blocos intertravados de concreto e vias em terra, conforme Figura

10, que ilustra os dados fornecidos pela Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (PRODABEL, 2021).

Figura 10: Disposição da Malha Viária de Belo Horizonte



Fonte: PRODABEL (2021)

Dessa forma, com uma infraestrutura viária que representa cerca de 2,13 km/1.000 habitantes e cerca de 14,85 km/km², Belo Horizonte figura-se como um grande centro urbano brasileiro, com todos os problemas associados aos municípios deste porte, sobretudo o seu crescimento desproporcional. Esse cenário naturalmente demanda mais e melhores investimentos em mobilidade urbana, sendo de fundamental importância o gerenciamento e a manutenção adequada da infraestrutura viária já consolidada, especialmente os pavimentos urbanos, que garantem a dinâmica do sistema de transportes.

4.1 Caracterização do tráfego

De acordo com o balanço anual de mobilidade urbana de Belo Horizonte, disponibilizados pela Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS, 2021), mesmo com os investimentos em mobilidade nos últimos anos, os dados apontam para um cenário de queda do uso de transporte coletivo, dando lugar ao uso de automóveis de transporte particular (aplicativos) e motocicletas, com velocidades médias baixas.

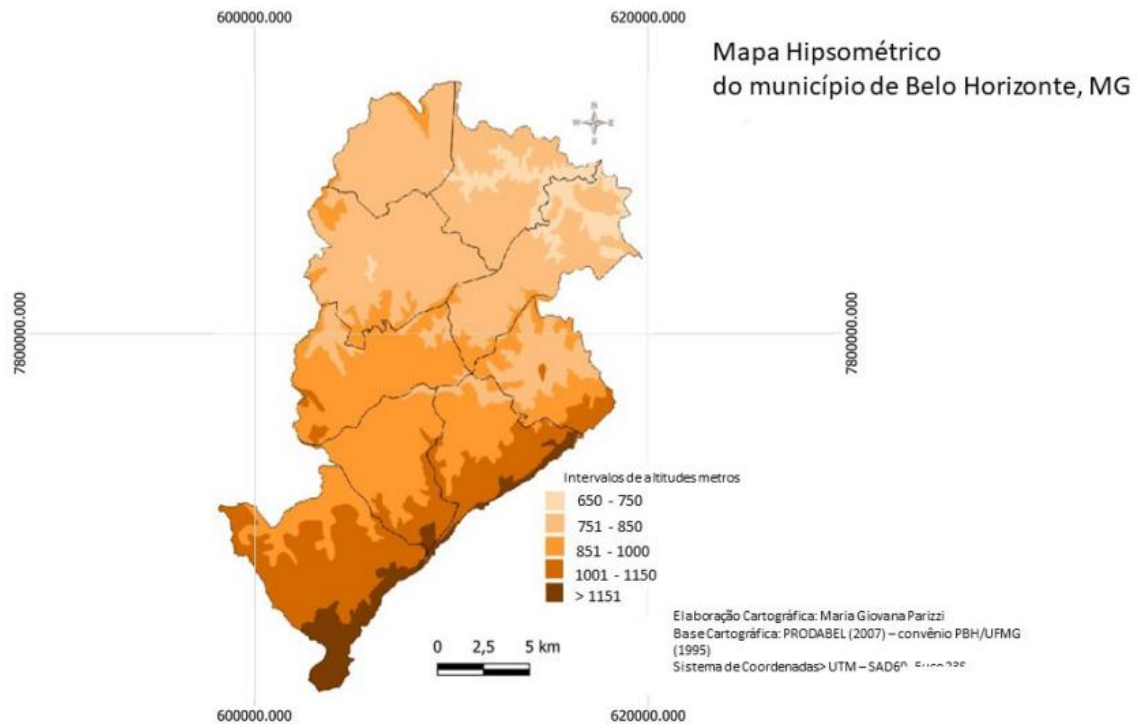
Dotada de uma única linha de metrô em operação (Vilarinho/Eldorado), num total de 28,1 km e atendendo 24 mil passageiros por hora, segundo a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (PBH, 2023), o transporte público na cidade, em sua grande maioria, é feito por ônibus. Com uma malha viária de cerca de 4.922,64 km de vias públicas e uma frota de veículos que cresceu mais de 1 milhão em 10 anos, passando de cerca de 1,5 milhão em 2012 para quase 2,6 milhões em 2022, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), um aumento de cerca de 71%.

Essas informações revelam o grande desafio para tornar o transporte público mais atrativo para os usuários, aumentando a qualidade dos serviços, melhoria da qualidade de vida, meio ambiente e contribuindo para o desenvolvimento econômico e inclusão social. Sob o ponto de vista do desempenho dos pavimentos viários, os esforços de tráfego são o fator de maior preponderância para a deterioração dos pavimentos viários do município, visto a reincidência de serviços de manutenção e reabilitação de pavimentos em faixas exclusivas de ônibus e corredores de transporte mais carregados.

4.2 Caracterização do relevo

A forte declividade em Belo Horizonte se explica devido a fatores geológicos e geomorfológicos que condicionam a esculturação das formas de relevo. De acordo com um levantamento realizado pelo setor de Geoprocessamento da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (PRODABEL, 2017), a variação entre os pontos dentro do município supera 800 metros. Na porção sul da cidade, a Serra do Curral possui os pontos mais elevados, que atingem até 1.395 metros acima do nível do mar. Na porção norte, os pontos mais baixos do terreno chegam a 543 metros, próximo aos leitos fluviais do Ribeirão Isidoro e dos Córregos Calazans e Lagoa Grande, conforme Figura 11.

Figura 11: Mapa hipsométrico do município de Belo Horizonte



Fonte: Parizzi (2021)

Para os pavimentos viários, o relevo acidentado é um fator geométrico restritivo para viabilidade de projetos. Após implantados, dependendo das características do revestimento, as vias possuem problemas de atrito pneu-pavimento com risco de acidentes por escorregamentos e derrapagens. Outros problemas ocorrem devido à formação de enxurradas quando na incidência de chuvas fortes que, pela velocidade, produzem o carregamento de materiais provenientes dos deslocamentos de revestimentos asfálticos, sobretudo aqueles com trincamento interligado com erosão nos bordos. As chuvas chegam aos fundos de talvegues com muita velocidade, obstruindo os dispositivos de drenagem pluvial e ocasionando problemas hidrológicos como alagamentos e inundações, acelerando assim a deterioração dos pavimentos. Nas Figura 12, é possível observar as características do relevo acidentado de Belo Horizonte e perceber os problemas de macrotextura do revestimento asfáltico, aplicado com misturas asfálticas densas convencionais em vias de alta declividade, prejudicando o atrito pneu-pavimento pela deterioração natural do revestimento e polimento dos agregados, comprometendo a funcionalidade do pavimento, sobretudo a segurança.

Figura 12: Exemplos de Rampas de Alta Declividade em Belo Horizonte

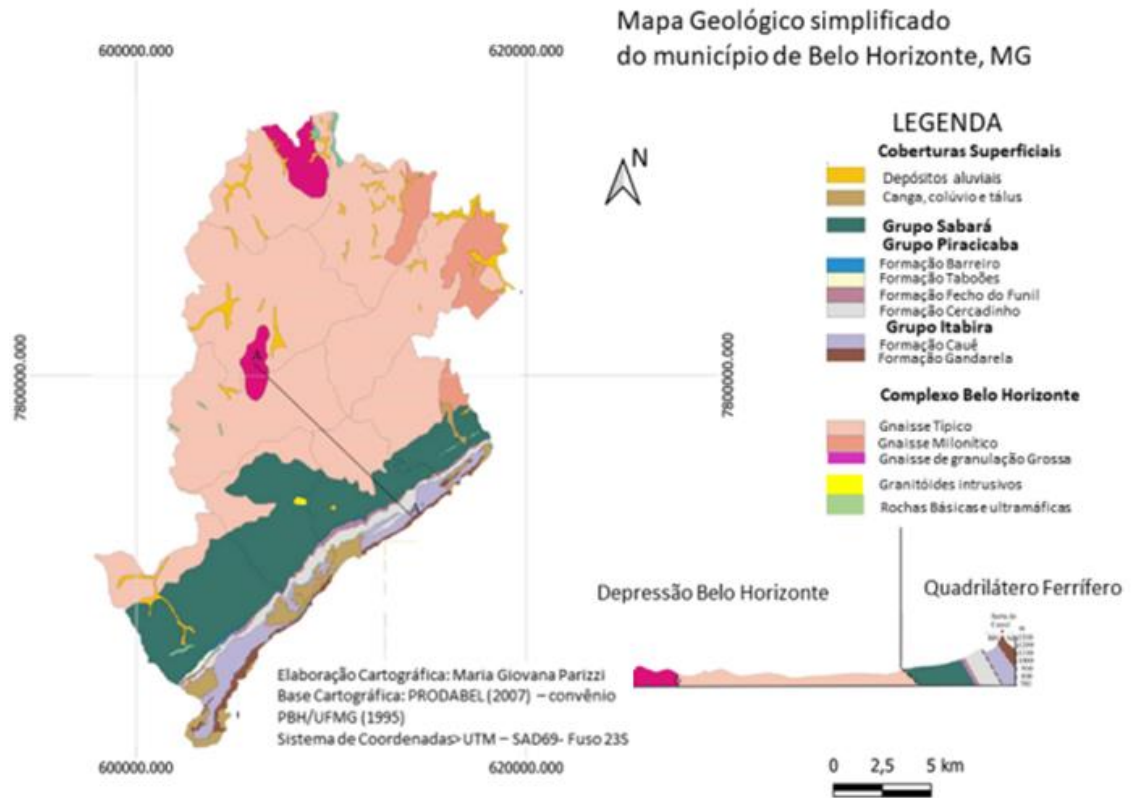


Caracterização geológica e geotécnica

Segundo Parizzi (2021), o território do município de Belo Horizonte exibe variada constituição geológica dividida em dois grandes domínios litológicos e geomorfológicos. O primeiro domínio, conhecido por Complexo Belo Horizonte, abrange cerca de 70% do território municipal e, segundo Ramos (1999), predominam as rochas gnáissicas e migmatíticas de composição granítica. Os solos residuais derivados destas rochas apresentam espessuras variadas, podendo ser muito espessos ou quase ausentes. Segundo o mesmo autor, em geral o solo é espesso e de textura silto-argilosa nas áreas de relevo muito suave, e silto-arenoso de alta erodibilidade nas áreas de relevo acidentado dos espigões.

O segundo domínio, o Supergrupo Minas, composto pelos grupos Itabira, Piracicaba e Sabará, representa 30% do território. De acordo com Ramos (1999), é representado por itabiritos, dolomitos, quartzitos, filitos e xistos diversos, que geram solos bastante argilosos em função do intemperismo. Segundo o autor, neste domínio, o solo é, em geral, ausente a pouco espesso e as formações superficiais constituídas, fundamentalmente, de canga e depósitos de vertentes do tipo *talus*. Na Figura 13 e 14 tem-se o mapa geológico simplificado do município de Belo Horizonte e uma ilustração de ocorrência de solos no Grupo Minas.

Figura 13: Mapa geológico simplificado do município de Belo Horizonte



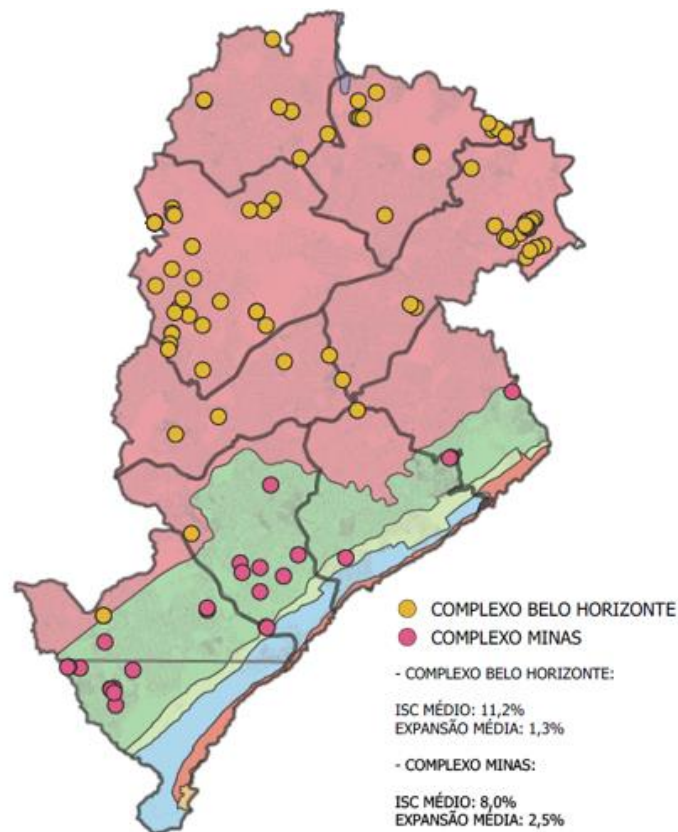
Fonte: Parizzi (2021) adaptado

Figura 14: Fotos da exposição de filito nas Regiões Centro-Sul e Oeste de Belo Horizonte



Visando uma classificação geotécnica dos solos de Belo Horizonte, foi solicitado à Gerência de Controle Tecnológico (GCTEC) da SUDECAP/PBH um histórico da caracterização dos subleitos viários para fins de pavimentação e restauração de pavimentos, sendo disponibilizado no Apêndice B. Assim, na Figura 15 apresenta-se a localização dos ensaios característicos do subleito viário de Belo Horizonte, bem como os valores médios do Índice de Suporte Califórnia (ISC) e expansão.

Figura 15: Ensaio característicos do subleito viário de Belo Horizonte

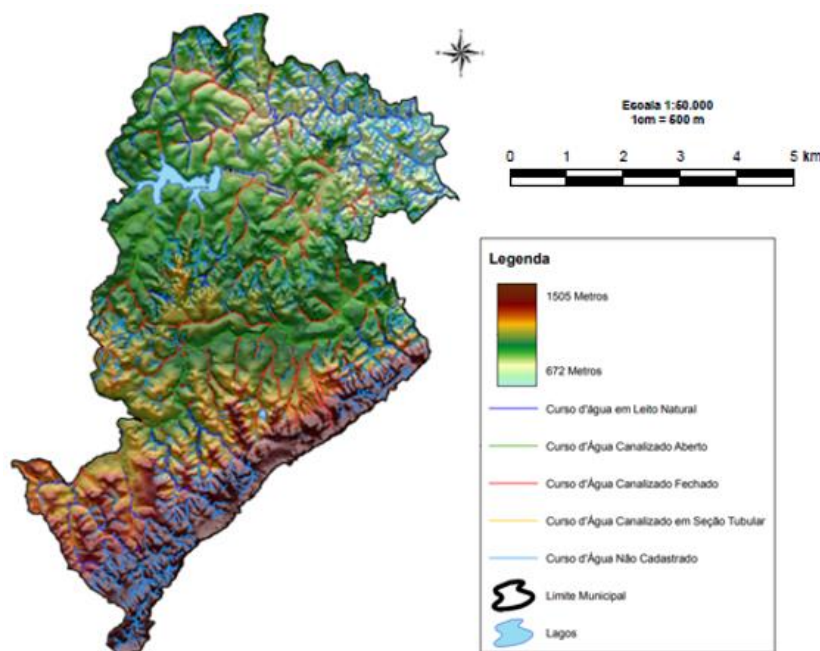


Assim, a presença de solos com baixa capacidade de suporte (ISC) e alta expansibilidade influenciam diretamente o desempenho dos pavimentos viários por serem as suas fundações, principalmente quando localizados em talvegues e regiões baixas com afloramento de lençol freático. Tais características do subleito viário de Belo Horizonte naturalmente demandam estruturas de pavimentos mais robustas, compatíveis com as cargas dinâmicas do tráfego e com o solo de fundação, para oferecer pavimentos duráveis em plenas condições de trafegabilidade e segurança.

4.3 Caracterização hidrográfica

De acordo com a Instrução Para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem da PBH (PBH, 2022), o território do município de Belo Horizonte se divide, principalmente, entre as bacias dos ribeirões da Onça e Arrudas. A topografia acidentada influencia na formação de córregos e pequenos cursos d'água, conforme Figura 16, muitos dos quais foram canalizados ao longo dos anos para a construção e expansão urbana.

Figura 16: Mapa hidrográfico de Belo Horizonte



Fonte: PBH (2010)

Atualmente, a capital mineira apresenta 180 km de canais de macrodrenagem, sendo 140 km de canais fechados e 40 km de canais abertos e 18 bacias de retenção de cheias (PBH 2022), condições que são bastante alteradas em relação às condições hidrográficas naturais.

Com a expansão urbana e a consequente impermeabilização do solo, aliado aos recentes fenômenos naturais, cabendo ressaltar um dos fenômenos mais intensos de incidência de chuvas em 2020 “chuva dos 100 anos”, em 2021 com o fevereiro mais chuvoso dos últimos 42 anos e em 2023, o janeiro com mais dias de chuva consecutivos. Assim, são cada vez mais frequentes esses fenômenos naturais que provocam transbordamentos dos cursos d'água e focos de

inundações e alagamentos. Na Figura 17, tem-se evidenciados os estragos provenientes dos fenômenos climáticos ocorridos em 2020 na Avenida Teresa Cristina de Belo Horizonte.

Figura 17: Fotos de Inundações e Estragos na Avenida Teresa Cristina em Belo Horizonte



De acordo com a citada instrução (PBH, 2022), entre as causas das deficiências de funcionamento do sistema de drenagem de Belo Horizonte, estão as metodologias de dimensionamento empregadas nos projetos mais antigos, o acelerado processo de urbanização, as interferências com outros componentes da infraestrutura urbana, além dos problemas decorrentes do acúmulo de resíduos sólidos e de sedimentos, da ocupação das margens dos cursos d'água, falta de manutenção adequada das redes e galerias de águas pluviais e retificação dos cursos d'água. Assim, apesar dos problemas climáticos serem fatores externos e não propriamente de pavimentos, torna-se um verdadeiro desafio a garantia de pavimentos em plenas condições de funcionalidade em condições adversas com precipitações em períodos bem definidos, sempre no fim e início de ano, principalmente nos fundos de talwegues, com problemas crônicos de drenagem, aliados à presença de solo mole e afloramento de lençóis freáticos.

4.4 Caracterização dos pavimentos da malha viária

Com um crescimento acelerado da frota de veículos e ônibus sobre uma estrutura consolidada dos pavimentos viários, aliado ao relevo acidentado, com incidência de solos frágeis e

problemas hidrológicos, certamente têm-se uma situação com diversos problemas nos pavimentos viários de Belo Horizonte. Há necessidade de ações bem coordenadas de manutenção geridas por um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), com um banco de dados atualizado, para assegurar a segurança e a economia do sistema de transporte e maior eficiência na tomada de decisões. Além do SGPU, há necessidade de um plano de atualização do sistema de drenagem de forma a prevenir o impacto de agentes externos na qualidade do pavimento.

Com relação às estruturas típicas dos pavimentos de Belo Horizonte, é importante ressaltar a heterogeneidade das concepções de projeto ao longo do tempo, de acordo com a disponibilidade de materiais e técnicas, desde as camadas estruturantes, com a utilização de canga, escória, reciclado de construção civil, materiais britados, mistura de solos, dentre outros, até as camadas de rolamento, passando por alvenaria poliédrica, paralelepípedo, uso de asfalto pré-misturado a frio (PMF), tratamentos superficiais, concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), peças intertravadas de concreto de cimento Portland e pavimentos de concreto de cimento Portland (CCP).

Quando na construção do município, com a grande disponibilidade de canga na região, grande parte dos pavimentos foi constituída com uma ou mais camadas de canga, seja como sub-base, base ou colchão de assentamento para alvenaria poliédrica e paralelepípedos, material este com ótimas características para a pavimentação, o que é um ponto estruturalmente positivo e notavelmente comprovado, comparativamente com pavimentos de bases granulares com materiais britados (rochas gnáissicas ou calcáreas disponíveis na região), sobretudo pela boa característica estrutural e impermeabilidade.

De acordo com Castro (2008), o significado geológico mais preciso do termo canga foi estabelecido por Dorr (1964), que é uma rocha formada por material detrítico derivado de itabiritos e hematitas, cimentado por limonita. Ela é moderadamente dura, bem consolidada, levemente permeável e muito resistente à erosão e ao intemperismo químico. A canga forma extensos depósitos em ou próximo de superfícies erosivas atuais ou antigas. Tais formações são comumente encontradas capeando substratos geológicos ricos em ferro (formações de ferro

bandeadas), que no Brasil ocorrem principalmente nas regiões do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais (Reis et al., 2014).

Na Figura 18, tem-se ilustrado o aspecto das bases de pavimento de cangas ferruginosas e na Tabela 1 um ensaio de caracterização física da canga ferruginosa, evidenciando as boas características estruturais, quando empregada na pavimentação.

Figura 18: Características das bases de canga ferruginosa após fresagem do revestimento

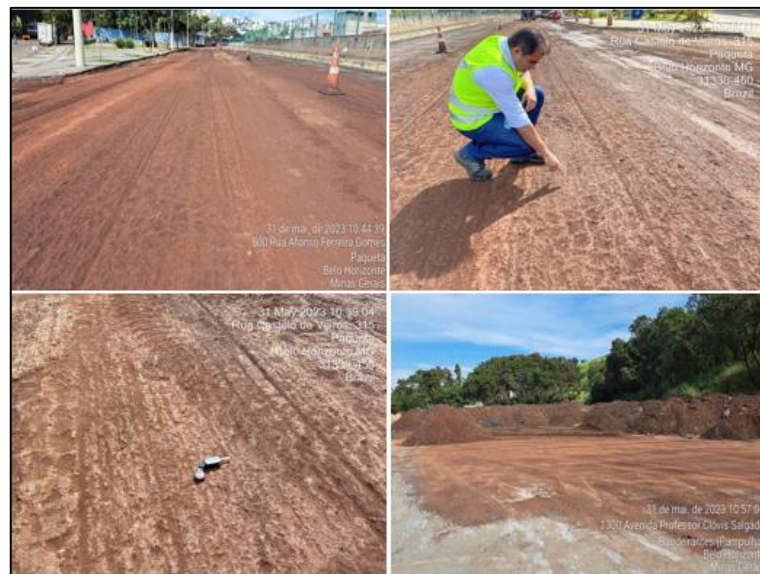


Tabela 1: Ensaio de caracterização da canga ferruginosa de Belo Horizonte

FOLHA RESUMO DE ENSAIOS EM SOLOS - Nº: 1													
TRECHO:	AVENIDA ABÍLIO MACHADO - ALÍPIO DE MELO (REGIONAL NOROESTE)												
LOCAL DE COLETA	LIMITES				IG	CLASSIFICAÇÃO HRB	COMPACTAÇÃO			CBR	EXP.	EQ. DE AREIA	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
	LL	LP	IP	Dmax			Oti	Golp					
Nº 682	NL	NP	NP	0		A-2-4	2,513	9,8	55	70,98	0,37	***	MINÉRIO
BASE	0,10 - 0,38 m												
Nº 4020	NL	NP	NP	0		A-2-4	3,124	7,1	55	122,12	0,22	***	MINÉRIO ESCURO
BASE	0,10 - 0,45 m												
Nº 1545	NL	NP	NP	0		A-2-4	2,713	9,3	55	109,29	0,23	***	MINÉRIO
BASE	0,10 - 0,28 m												

Fonte: PBH 2023

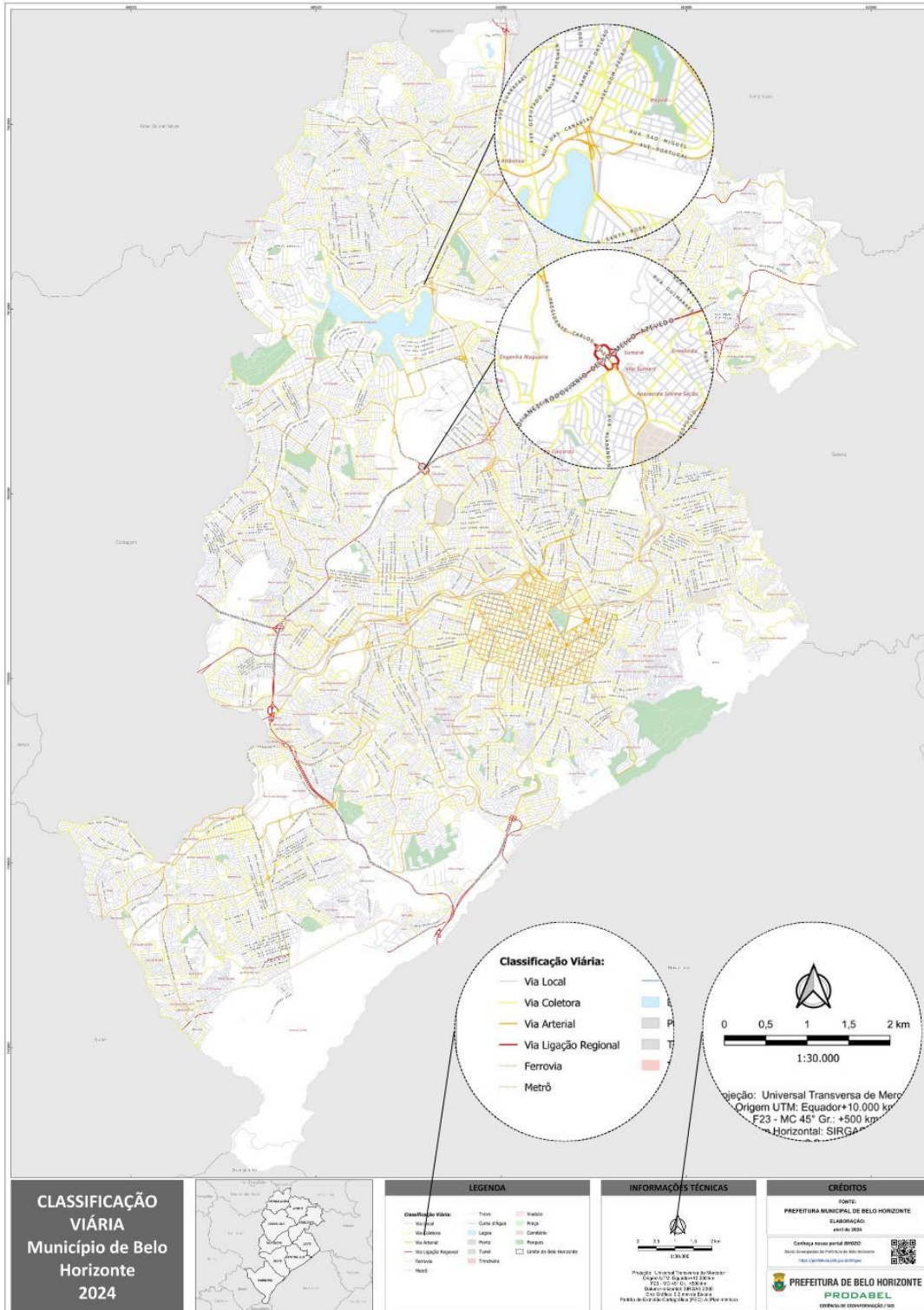
Com a indisponibilidade das cangas ferruginosas ao longo dos anos, fruto das atividades mineradoras, os materiais britados, cimentados e reciclados foram amplamente utilizados na concepção dos pavimentos viários do município. A partir da década de 1940, com a expansão demográfica e o aumento do tráfego, ações de M&R para reforço dos pavimentos foram necessárias para garantir o desempenho necessário, sendo aplicadas sucessivas camadas de CBUQ sobre os pavimentos existentes. Hoje, tem-se uma rede heterogênea com pavimentos com múltiplas camadas de CBUQ aplicadas sobre os revestimentos originais, conforme Figura 19.

Figura 19: Revestimentos Asfálticos Sobre Pavimentos Existentes em Belo Horizonte



Quanto ao estado de conservação da malha viária municipal, notavelmente têm-se uma situação mais cômoda nas vias arteriais e de maior importância em termos de mobilidade. No entanto, a situação se inverte quando nos acessos aos bairros e regiões de periferia, vias locais de menor importância em termos de mobilidade, mas que abarcam a maior parte da malha viária municipal, conforme representação no mapa da Figura 20.

Figura 20: Classificação viária de Belo Horizonte



Fonte: PBH 2024

4.5 Determinação dos critérios técnicos para a avaliação das condições de conservação dos pavimentos

Gontijo (2022) explica que, quanto aos parâmetros de comportamento necessários para uma boa avaliação de pavimentos viários, deve-se enquadrá-los em dois grupos: aqueles que traduzem as características funcionais (degradações de superfície, deformações permanentes e deformabilidade elástica) e aqueles que definem as características estruturais (perfil construtivo, espessura das camadas, módulos de rigidez, resiliência à tração e o coeficiente de Poisson). Para tanto, existe um conjunto de soluções técnicas para a avaliação adequada dos pavimentos com ferramentas computacionais otimizadas, ensaios não destrutivos, escaneamento a laser e análise detalhada de imagens.

No entanto, para a grande maioria dos municípios brasileiros, com a restrição de recursos para a manutenção e reabilitação de pavimentos, as etapas de diagnóstico, na maior parte das vezes, são negligenciadas e, conforme ressalta Garcia (2020), verifica-se que as decisões, em relação às ações de M&R, geralmente são tomadas por representantes políticos nomeados para áreas nas quais eles não são especialistas.

Assim, é necessária a representação das condições de superfície das vias através de um indicador que permita, através de vistorias de campo, a caracterização adequada dos pavimentos de acordo com o seu estado de conservação. De acordo com Ildefonso (2013), a decisão de qual tipo de intervenção é a mais adequada em cada caso pode ser tomada com base em índices que representem a condição ou qualidade do pavimento ou mesmo a evolução de determinado defeito, e a concepção de índices de qualidade pode ser um fator chave em um sistema de gerência de pavimentos. Ainda sobre a importância da escolha de índices adequados de avaliação, Matos (2004) complementa que as avaliações de campo para a coleta de dados é a mais importante etapa para a implantação de um SGPU, pois dela dependem todas as etapas seguintes.

Para o desenvolvimento desta dissertação, foi considerada a avaliação funcional dos pavimentos através da análise dos defeitos de superfície para a caracterização da condição dos pavimentos por meio de vistorias de campo, pela facilidade e melhor dinâmica para a caracterização dos pavimentos urbanos, através da determinação de um índice que represente adequadamente a

condição dos pavimentos. Para tanto, de forma preliminar, foram considerados os seguintes procedimentos:

- Procedimento e defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia - DNIT (2003), através da norma DNIT 005/2003 – TER;
- Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento – DNIT (2003), através da norma DNIT 006/2003 – PRO (determinação do Índice de Gravidade Global – IGG);
- Método do PCI – *Pavement Condition Index*, desenvolvido pelo *Construction Engineering Research Laboratory* – CERL, publicado no documento CERL-TR-M-268 pelo *United States Army Corp of Engineers* – USACE (1982).
- Método do ICP-SUDECAP – Índice da Condição do Pavimento da Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP/PBH 2013;

Assim, foram comparados, neste estudo, a utilização de 3 métodos de avaliação de pavimentos, a saber: o Índice de Gravidade Global - IGG (DNIT), o Pavement Condition Index - PCI (USACE) e o Índice da Condição do Pavimento - ICP (utilizado pela SUDECAP/PBH), por se tratarem de métodos tradicionais para avaliação de pavimentos urbanos e para definir qual critério melhor se aplica para a adequada avaliação dos pavimentos urbanos, sendo as avaliações realizadas em campo, por caminhamento, para a coleta de dados e posterior análise. Para a determinação de um índice eficiente para a realidade do município, foi feita uma análise comparativa entre os métodos do IGG, PCI e o ICP utilizado pela SUDECAP.

4.5.1 Terminologia dos defeitos

DNIT (2003), através da norma DNIT 005/2003-TER define os termos técnicos empregados em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos e serve para padronizar a linguagem adotada na elaboração das normas. A referida norma caracteriza os defeitos de superfície dos pavimentos e atribui uma codificação própria, bem como uma representação gráfica a esses defeitos. No caso específico das trincas, sejam isoladas ou interligadas, a norma atribui classes a elas de acordo com as aberturas e a presença de erosão nas bordas.

Na Tabela 2 são representados o resumo dos defeitos, bem como a respectiva codificação e classificação dos mesmos e na Figura 21 a representação esquemática dos defeitos de superfície.

Tabela 2: Codificação e classificação dos defeitos

FENDAS		CODIFICAÇÃO		CLASSE DAS FENDAS			
Fissuras		FI		-	-	-	
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno da fadiga	Trincas isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas interligadas	“Jacaré”	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno da fadiga	Trincas isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas interligadas	“Bloco”	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada	TBE	-	-	FC-3
OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO			
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ALP		
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ATP		
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ALC		
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ATC		
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O		
Escorregamento (do revestimento betuminoso)					E		
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento					EX		
Desgaste acentuado na superfície do revestimento					D		
“Painéis” ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores					P		
Remendos	Remendo Superficial				RS		
	Remendo Profundo				RP		

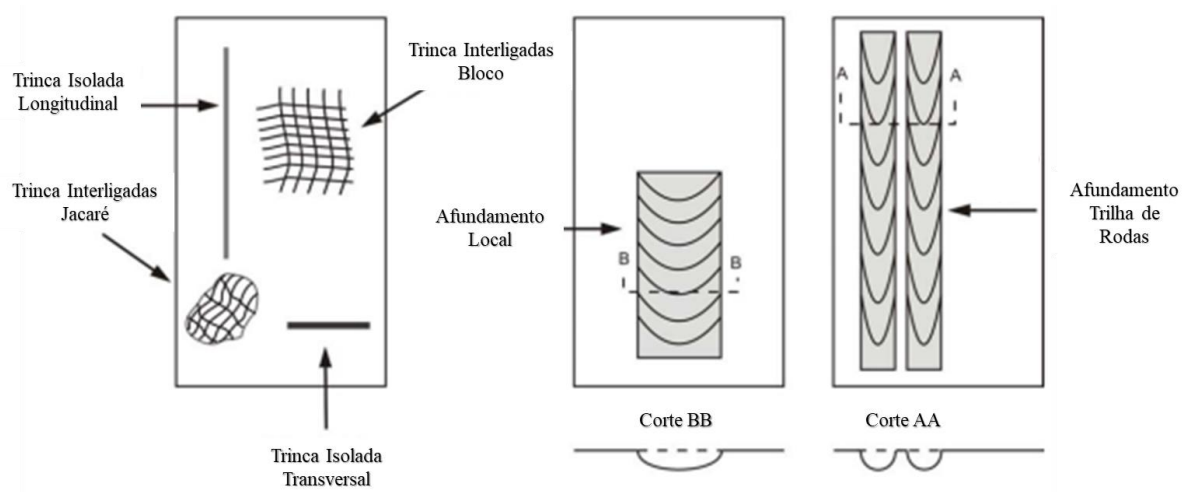
Fonte: DNIT (2003) adaptado

As classes das trincas isoladas são:

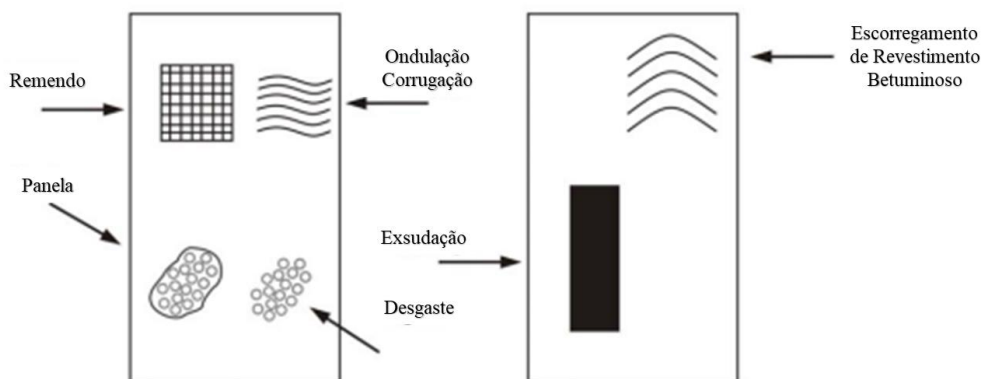
- FC-1: são trincas com abertura superior às das fissuras e menor que 1,0 mm;
- FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0 mm e sem erosão nas bordas;
- FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0 mm e com erosão nas bordas.

Por sua vez, as trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2, caso apresentem, ou não, erosão nas bordas.

Figura 21: Representação esquemática dos defeitos de superfície



OUTROS DEFEITOS



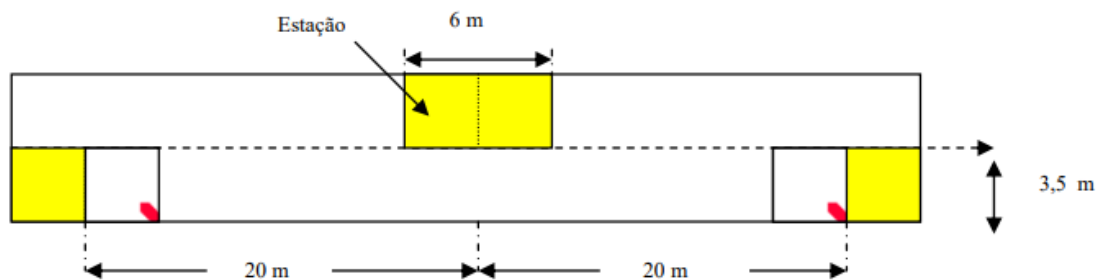
Fonte: DNIT (2003) adaptado

4.5.2 Método do Índice de Gravidade Global (IGG)

O Índice de Gravidade Global (IGG), preconizado pelo procedimento normativo do DNIT (2003), através da norma DNIT 006/2003 – PRO, é o mais conhecido método de avaliação de pavimentos flexíveis rodoviários no Brasil. Conforme preconizado pelo DNIT (2006), o IGG permite classificar o estado geral de um determinado trecho homogêneo de pavimento em função da incidência de defeitos de superfície. Ele é um indicador das condições do pavimento, muito útil para a tomada de decisões quanto às intervenções de restauração necessárias.

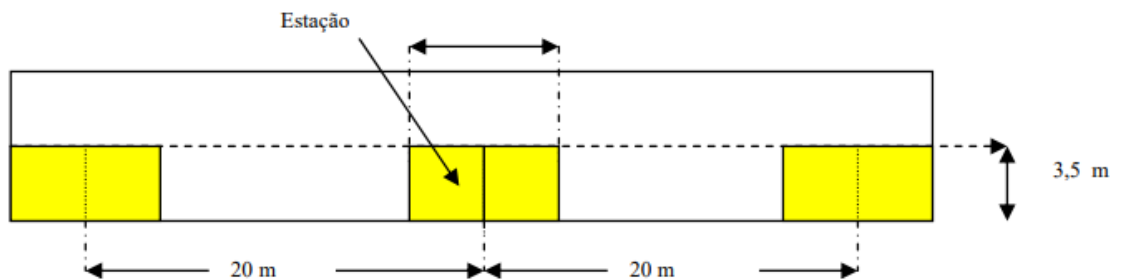
A norma DNIT (2003) fixa as condições exigíveis para a avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários, dos tipos flexíveis e semirrígidos, mediante a contagem e a classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda. O IGG é determinado de forma amostral através do estabelecimento de estações com distanciamento prefixados, da seguinte forma explicitada nas Figuras 22 e 23.

Figura 22: Demarcação de estação de avaliação para pista simples



Fonte: Matos (2004)

Figura 23: Demarcação de estação de avaliação para pista dupla



Fonte: Matos (2004)

Ainda segundo DNIT (2003), após determinar as estações, procede-se com o inventário de defeitos em um formulário de campo próprio ilustrado na Tabela 3, bem como a medição dos afundamentos nas trilhas de roda, com auxílio de uma treliça com base de 1,20 metros, expressos numericamente em milímetros.

Tabela 3: Inventário do estado de superfície do pavimento – Método IGG

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																						
RODOVIA:					OPERADOR:					FOLHA:												
TRECHO:					REVESTIMENTO TIPO:					ESTACA OU KM												
SUBTRECHO:					DATA:																	
		TRINCAS					AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS				TRILHAS RODAS		Obs.					
Estaca ou Km	Seção Terr	OK	ISOLADAS					INTERLIGADAS		PLÁSTICO		CONSOLID		O	P	E	Ex	D	R	TRI	TRE	
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2	FC-3	ALP	ATP	ALC									ATC
			1	1	1	1	1	1	J	TB	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8	mm	mm
									2	2												
									3	3												

Fonte: DNIT (2003) adaptado

Os defeitos são classificados em 8 grupos, estabelecendo fatores de ponderação para cada grupo, calculando-se a frequência absoluta e relativa de cada tipo de defeito, codificados segundo DNIT (2003), norma DNIT 005/2003 TER, conforme ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4: Valor do fator de ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia"	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	
	FC-3 (JE e TBE)	
3	Nota: Para efeito de ponderação, quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em porcentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT (2003) adaptado

Assim, o cálculo do IGG é obtido pelo somatório de todos os valores dos Índices de Gravidade Individuais – IGI, considerando os fatores de ponderação dos defeitos, conforme ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5: Planilha de cálculo do IGG

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data:	Folha:
RODOVIA:		TRECHO:			Estaca ou km	Estaca ou km	
SUB-TRECHO:		REVESTIMENTO TIPO:					
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR				0,20		
2	(FC - 2) J, TB				0,50		
3	(FC - 3) JE, TBE				0,80		
4	ALP, ATP, ALC, ATC				0,90		
5	O, P, E				1,00		
6	EX				0,50		
7	D				0,30		
8	R				0,60		
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()		
10	Média aritmética das varianças das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv =	TRIV =	Fv =	2 A () 2 B ()		CONCEITO:
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		n =	\sum IND. GRAVID. IND. = IGG				
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$		2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$			Operador		
1B) IGI = 40 quando $F > 30$		2B) IGI = 50 quando $FV > 50$			Cálculo		
					Visto		

Fonte: DNIT (2003) adaptado

Dessa forma, de acordo com os intervalos do IGG, são definidos os conceitos de conservação conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Condição do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} < 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} < 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT (2006) adaptado

4.5.3 Método do *Pavement Condition Index* (PCI)

O *Pavement Condition Index* (PCI) foi desenvolvido na década de 1970 pelo *United States Army Corps of Engineers* (USACE), objetivando classificar a condição dos pavimentos de estradas militares, ruas e áreas de estacionamento (ASTM D6433-18). O método consiste em inspecionar amostras de pavimentos, subdivididas em seções com áreas de aproximadamente 225 metros quadrados, de forma a inventariar a incidência e abrangência dos defeitos de superfície dos pavimentos, num total de dezenove, além da consideração de nível de severidade para cada tipo de defeito. Na Tabela 7 tem-se a relação dos tipos de defeitos de pavimentos considerados no método para a sua respectiva classificação.

Tabela 7: Tipos de defeitos considerados no método do PCI

Tipos de Defeitos	
1 Couro de Jacaré	11 Remendos
2 Exsudação	12 Agregado polido
3 Fissuras em blocos	13 Painelas
4 Elevações recalques	14 Cruzamento
5 Corrugação	15 Afundamento de trilha
6 Afundamento localizado	16 Escorregamento de
7 Fissura de borda	17 Fissura devido
8 Fissura por reflexão de juntas	18 Inchamento
9 Desnível de pavimento/acostamento	19 Desgaste
10 Fissura longitudinal e transversal	

Fonte: ASTM D6433-18 adaptado

Para o cálculo do PCI, deve-se fazer conforme a planilha do cálculo do valor do PCI e a Equação 1:

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{mi} a(Ti, Sj, Dij)F(t, q) \quad (1)$$

Em que:

p = número total de tipos de defeitos para o pavimento analisado;

i = contador dos tipos de defeitos;

mi = número do nível de severidade para o i ésimo

tipo de defeito;

j = contador dos níveis de severidade;

$a()$ = valor de dedução;

$F(t, q)$ = função de ajuste para defeitos múltiplos que varia com a soma dos valores de dedução e o número de deduções;

Ti = tipos de defeitos;

Sj = níveis de severidade;

Dij = densidade.

Na Planilha de Cálculo do PCI, ilustrada na Tabela 8, os valores de dedução (a) e a função para ajuste de múltiplos defeitos (F) estão disponíveis graficamente sob forma de curvas nos manuais de USACE (1982), conforme ilustração da Figura 24, em que se tem as curvas para fissuras tipo “couro de jacaré”. Após isso, é necessário realizar o somatório desses valores deduzidos para se obter o Valor Deduzido Total (VDT), que é um valor estabelecido para cada tipo de defeito.

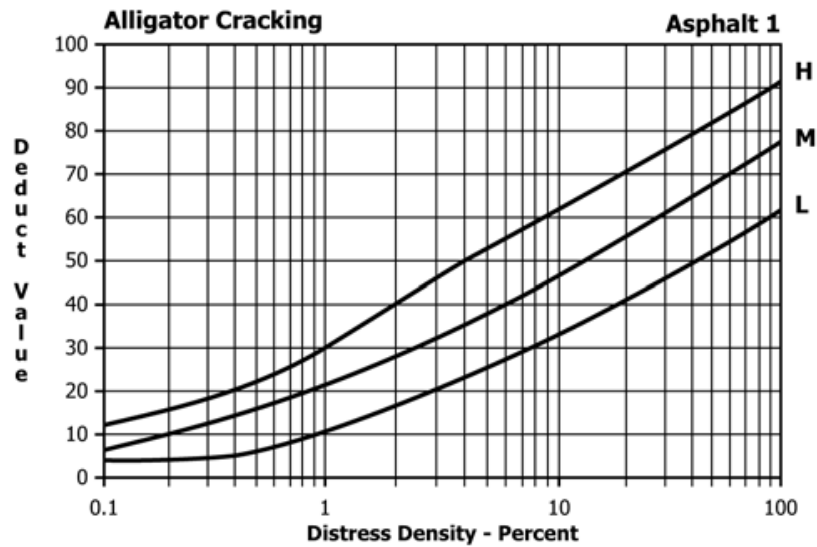
Tabela 8: Planilha de Cálculo do PCI

Cálculo do PCI			
Via:	Seção:		
Data:	Amostra nº:		
Avaliador:	Área da amostra:		
Tipos de Defeitos			
1 Couro de Jacaré	11 Remendos	Esboço:	
2 Exsudação	12 Agregado polido		
3 Fissuras em blocos	13 Painelas		
4 Elevações recalques	14 Cruzamento ferroviário		
5 Corrugação	15 Afundamento de trilha de roda		
6 Afundamento localizado	16 Escorregamento de massa		
7 Fissura de borda	17 Fissura devido escorregamento de massa		
8 Fissura por reflexão de juntas	18 Inchamento		
9 Desnível de pavimento/acostamento	19 Desgaste		
10 Fissura longitudinal e transversal			
Tipos de Defeitos Existentes			
nº defeito			
área e severidade	_____		

Severidade	_____		

Cálculo do PCI			
Tipo do defeito	Densidade	Severidade	Valor dedução
			PCI = 100 - CDV
			100 -
			PCI = 100
			Condições do pavimento:
Total de Dedução (TDV)			
Valor de Dedução Corrigido (CDV)			

Fonte: ASTM D6433-18 adaptado

Figura 24: Exemplos de Curvas de Dedução de Defeitos do PCI.

Fonte: ASTM D 6433-18

Após definição do Valor de Deduzido Corrigido (VDC), têm-se o valor do PCI por meio da Equação 2 e as condições do pavimento conforme Tabela 9:

$$PCI = 100 - VDC \quad (2)$$

Em que:

PCI = índice de condição do pavimento;

VDC = valor deduzido corrigido.

Tabela 9: Condições do Pavimento em Função do PCI

PCI	Conceito
100 – 86	Excelente
85 – 71	Muito Bom
70 – 56	Bom
55 – 41	Regular
40 – 26	Ruim
25 – 11	Muito Ruim
10 – 0	Péssimo

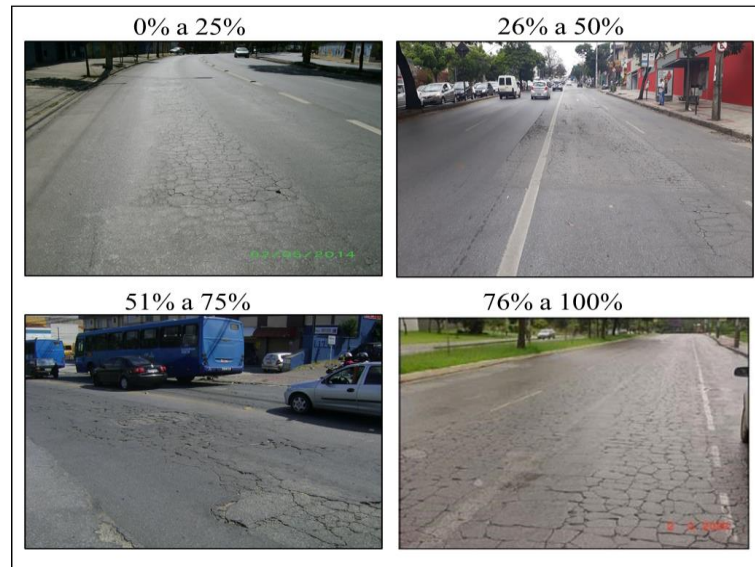
Fonte: ASTM D6433-18 adaptado

4.5.4 Método do Índice da Condição do Pavimento (ICP)

Baseado no método de determinação do índice da Condição do Pavimento (ICP) proposto por Bertollo (1997), por meio da adaptação do Instituto do Asfalto de 1981, que contém 15 defeitos considerados, o ICP utilizado pela SUDECAP traz uma simplificação do método, agrupando um conjunto de 10 (dez) defeitos de superfície, a saber: trincas, remendos, panelas, afundamentos as trilhas de roda, ondulação/corrugação, exsudação, desgaste superficial, “afundamento/borrachudo”, irregularidade longitudinal/transversal (conforto) e escorregamento. O método propõe o registro de defeitos em intervalos percentuais de abrangência em relação à área total da via, a exceção do desgaste superficial e irregularidade longitudinal e transversal. Esses defeitos levam em consideração o percentual de severidade e, para cada um deles, são atribuídos pesos que totalizam um número de defeitos combinados. A escala do ICP varia de 0 a 100, em que 100 representa um pavimento em plenas condições funcionais com ausência de defeitos de superfície e 0 o fim da vida útil. O cálculo é feito considerando o limite superior do intervalo, multiplicando-se pelo respectivo peso atribuído e, para o cálculo do ICP, considera-se o somatório de todos os defeitos acumulados, subtraindo-se de 100 (pavimento em plenas condições de conservação). Os defeitos considerados para o cálculo do ICP são definidos conforme DNIT (2006), e as considerações acerca da abrangência ou severidade dos mesmos são definidas da seguinte forma:

1. Trincas: São chamadas de fendas quaisquer descontinuidade na superfície do pavimento podendo assumir a feição de fissuras, trincas isoladas longitudinais ou transversais e trincas interligadas tipo couro de jacaré ou tipo bloco (DNIT 2006). As considerações sobre os intervalos de abrangência encontram-se ilustradas na Figura 25.

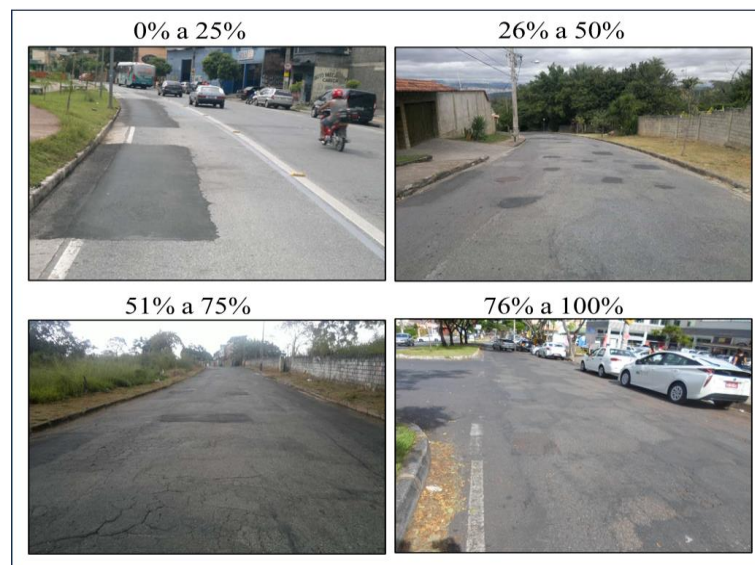
Figura 25: Intervalos de abrangência de trincas



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

2. Remendos: São uma porção do revestimento em que o material original foi removido e substituído por outro material (similar ou diferente). Remendos existentes são em geral considerados falhas, uma vez que refletem o mau comportamento da estrutura original, gerando normalmente incremento na irregularidade longitudinal (DNIT 2006). As considerações sobre os intervalos de abrangência encontram-se ilustradas na Figura 26.

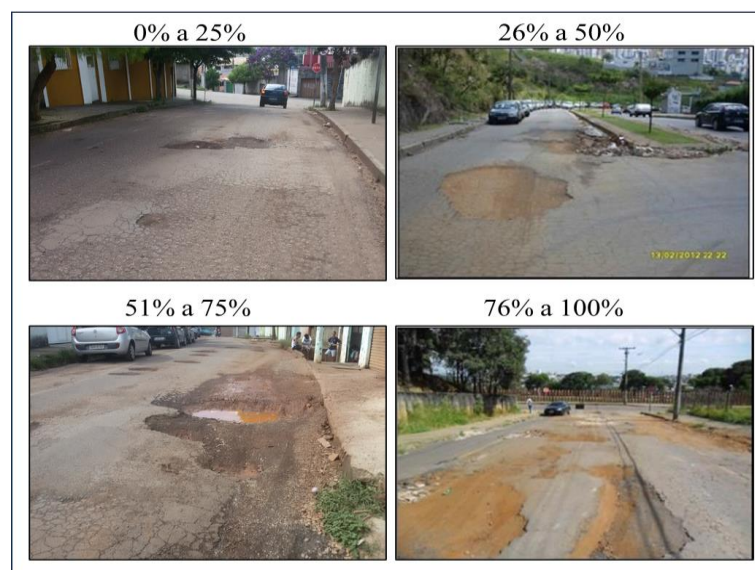
Figura 26: Intervalos de abrangência de remendos



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

3. **Panelas:** As panelas são cavidades formadas inicialmente no revestimento do pavimento e que possuem dimensões e profundidades variadas. O defeito é muito grave pois afeta estruturalmente o pavimento, permitindo o acesso das águas superficiais ao interior da estrutura. Também é grave do ponto de vista funcional, já que afeta a irregularidade longitudinal e, como consequência, a segurança do tráfego, e o custo do transporte (DNIT 2006). As considerações sobre os intervalos de abrangência encontram-se ilustradas na Figura 27.

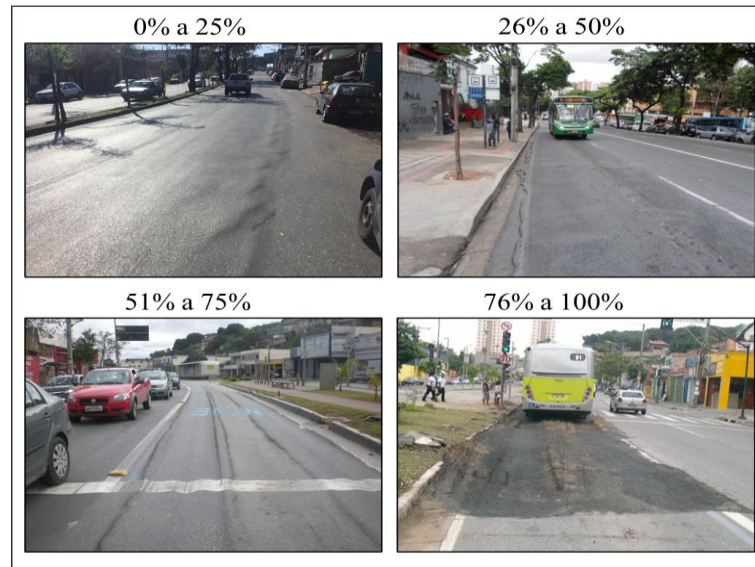
Figura 27: Intervalos de abrangência de panelas



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

4. **Afundamentos nas trilhas de roda:** É uma deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico, causado pela influência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou de subleito, e afundamento de consolidação, causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas de pavimento ou de subleito. Nas trilhas de roda são caracterizados por extensões contínuas superiores a 6 metros (DNIT 2006). As considerações sobre os intervalos de abrangência encontram-se ilustradas na Figura 28.

Figura 28: Intervalos de abrangência de afundamentos nas trilhas de roda

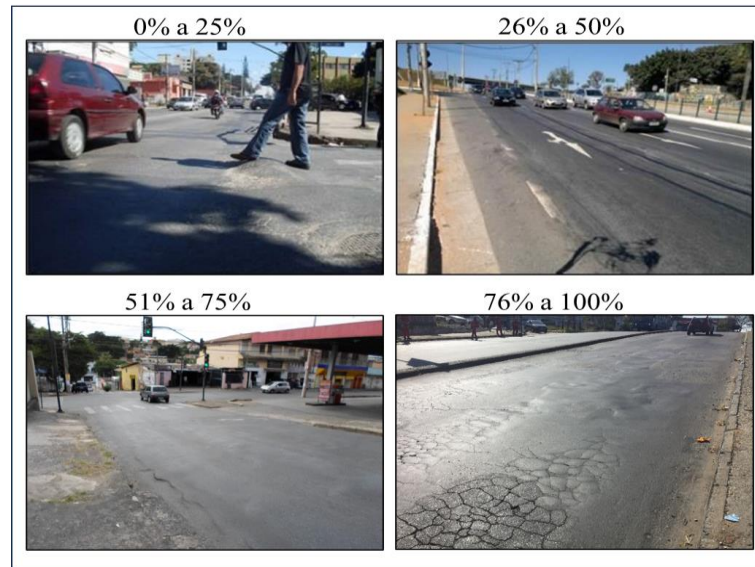


Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

Ondulação/corrugação:

De acordo com Bernucci (2022), as corrugações são deformações transversais ao eixo da pista, em geral compensatórias, com depressões intercaladas de elevações, com comprimento de onda entre duas cristas de alguns centímetros ou dezenas de centímetros. As ondulações são também deformações transversais ao eixo da pista, em geral decorrentes da consolidação diferencial do subleito, diferenciadas da corrugação pelo comprimento de onda entre duas cristas da ordem de metros. Normalmente apresentam-se nas regiões de aceleração ou de frenagem dos veículos. As considerações sobre os intervalos de abrangência encontram-se ilustradas na Figura 29.

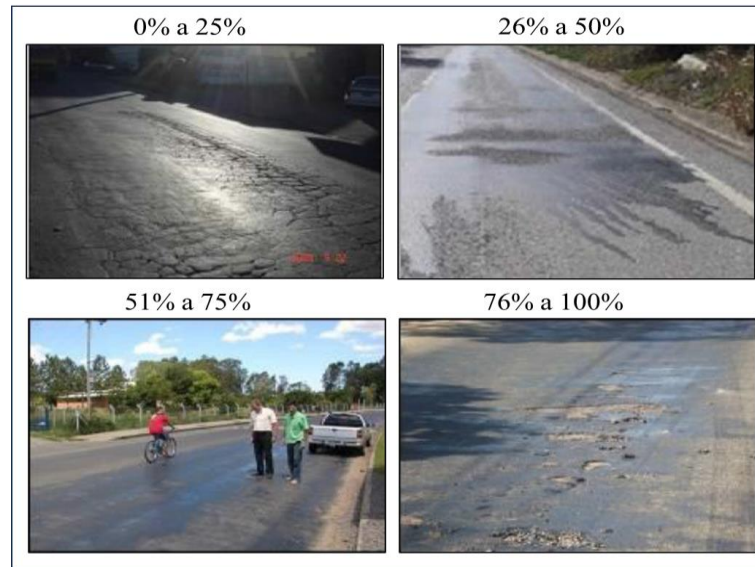
Figura 29: Intervalos de abrangência de ondulação/corrugação



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

5. Exsudação: É uma ocorrência ocasionada pela formação de uma película ou filme de material betuminoso na superfície do pavimento e se caracteriza por manchas de variadas dimensões. Estas manchas resultantes comprometem seriamente a aderência do revestimento aos pneumáticos, principalmente sob tempo chuvoso, caracterizando um sério problema funcional (DNIT 2006). As principais causas estão atribuídas à problemas relacionados à usinagem (excesso de ligante asfáltico), ou à operação, quando imposta energia de compactação superior à necessária (excesso de compactação). As considerações sobre os intervalos de abrangência encontram-se ilustradas na Figura 30.

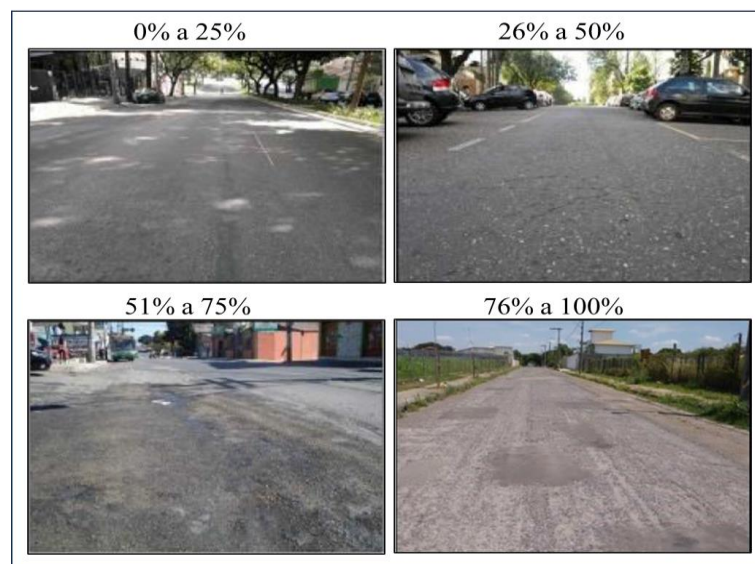
Figura 30: Intervalos de abrangência de exsudação



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

6. Desgaste: Desgaste é a perda de agregados e/ou argamassa fina do revestimento asfáltico e caracteriza-se pela aspereza superficial anormal, com perda do envolvimento betuminoso e arrancamento progressivo dos agregados (DNIT 2006). As considerações sobre os intervalos de severidade encontram-se ilustradas na Figura 31.

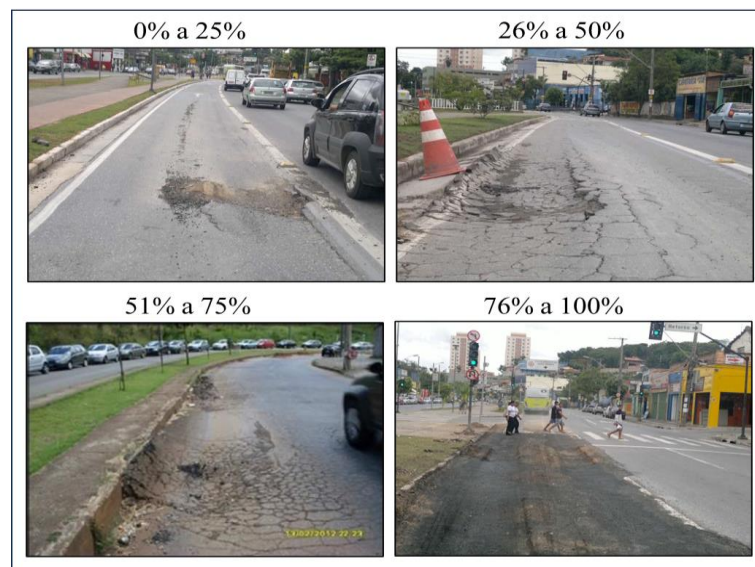
Figura 31: Intervalos de severidade de desgaste



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

7. Afundamento/borrachudo: É uma deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento em função de fragilidade estrutural e do excesso de umidade. Quando ocorrem com extensões até 6 metros são chamados de afundamentos locais (DNIT, 2006). É de fundamental importância o diagnóstico desse defeito pois, além da consideração do mesmo no cálculo do ICP, quando na elaboração da planilha para a M&R do pavimento, devem constar os respectivos serviços de reparo desses defeitos. Esses reparos são realizados através de remendos profundos e reconstruções parciais, que, por sua vez, impactam de maneira significativa nos custos de M&R, devendo ser preliminares e obrigatórios antes de qualquer restauração superficial, seja através de MRAF ou recapeamento asfáltico. As considerações sobre os intervalos de abrangência encontram-se ilustradas na Figura 32.

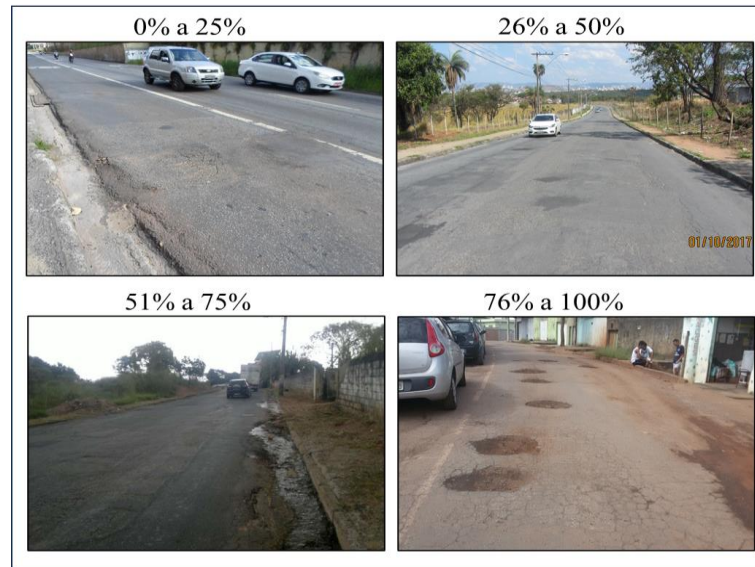
Figura 32: Intervalos de abrangência de afundamentos/borrachudos



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

8. Irregularidade longitudinal e transversal: É o conjunto dos desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência, que afetam a qualidade do rolamento e a ação dinâmica das cargas sobre a via. É uma grandeza mensurável empiricamente por severidade em relação ao conforto ao rolamento em função dos defeitos existentes. As considerações sobre os intervalos de severidade encontram-se ilustradas na Figura 33.

Figura 33: Intervalos de severidade de irregularidade longitudinal e transversal



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

9. Escorregamento: É um movimento horizontal do revestimento ocasionado pelos esforços tangenciais transmitidos pelos eixos dos veículos (frenagem e aceleração) ou pela força centrípeta e que produzem uma ondulação curta e abrupta na superfície do pavimento em forma de meia lua. Pode ser encontrado nas regiões de aceleração e de desaceleração, como rampas acentuadas (aclives ou declives), curvas horizontais de raio pequeno, interseções e próximo a paradas de ônibus ou obstáculos (lombadas ou sonorizadores) (DNIT 2006). As considerações sobre os intervalos de abrangência encontram-se ilustradas na Figura 34.

Figura 34: Intervalos de abrangência de escorregamentos

Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

Em resumo, essa simplificação traz maior agilidade para as avaliações de campo, atendendo, anualmente, cerca de 2.000 vistorias, segundo a PBH (2022). Em 2013, tendo como demanda, à época, a preparação da Copa do Mundo da *Fédération Internationale de Football Association* - FIFA de 2014, o ICP foi utilizado como método para a caracterização das rotas principais e secundárias estabelecidas pela federação, e, conseqüentemente, para a estimativa de serviços e custos para as obras de mobilidade necessárias para receber o evento. A metodologia tem se mostrado uma ferramenta ágil e prática, atendendo aos critérios estipulados à época, uma vez que caracteriza o estado de conservação do pavimento e estabelece os serviços necessários e custos associados numa única etapa.

Quanto aos pesos atribuídos aos defeitos considerados, cabe ressaltar a maior ponderação (pesos) às trincas, por agrupar as diversas causas da ocorrência, a saber: trincas por fadiga, por envelhecimento do ligante, por reflexão, em bloco, transversais, longitudinais, isoladas ou interligadas, além de ser responsável pela ocorrência de grande parte de outros defeitos por permitir a entrada de água para as camadas inferiores.

Outra consideração importante é acerca da menor ponderação de peso atribuída às “panelas” (buracos), uma vez que o respectivo defeito compromete a funcionalidade dos pavimentos, sobretudo a segurança. Tal consideração é atribuída à modelagem dos contratos de manutenção

corretiva de pavimentos “tapa buracos” vigentes no município de Belo Horizonte. Os contratos são por desempenho/performance e dispõem de um sistema de monitoramento georreferenciado contínuo de toda a malha viária, com levantamento cadastral dos buracos e prazo máximo de atendimento em 5 dias úteis, sendo glosadas as áreas desassistidas ou atendidas em prazo superior ao estipulado. Toda a operacionalização dos serviços é padronizada e conta com equipamentos e ferramental adequados, além de treinamento e capacitação dos operários, levando em consideração as etapas de corte do revestimento numa figura geométrica definida, remoção do resíduo, limpeza da cava, pintura de ligação na taxa adequada, lançamento e compactação da mistura asfáltica.

Com esse formato, tem-se um atendimento ágil para a correção dos buracos e conseqüentemente uma menor ponderação (peso) para as “painéis” e uma maior consideração aos remendos (intervenção para a correção dos buracos), no cálculo do ICP.

Nas Tabelas 10 tem-se a atribuição dos pesos aos defeitos considerados, na Tabela 11 o cálculo do ICP, na Tabela 12 as características de acordo com os limites do ICP e na Figura 35 a ilustração da aplicação do método na rede viária.

Tabela 10: Pesos Atribuídos aos Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos

FENDAS				CODIF.	CLASSE DAS FENDAS			PESO
Fissuras				FI	-	-	-	
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno da fadiga	Trincas isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3	5
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3	5
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3	5
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3	5
	Trincas interligadas	“Jacaré”	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-	5
			Com erosão acentuada	JE	-	-	FC-3	5
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno da fadiga	Trincas isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3	-
	Trincas interligadas	“Bloco”	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-	5
			Com erosão acentuada	TBE	-	-	FC-3	5
TOTAL								40
OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO	PESO	OBSERVAÇÕES		
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP	5	Afundamento das Trilhas de Roda + Afundamento/Borrachudo		
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP				
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC	10			
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC				
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O	10	Ondulação/Corrugação + Irregularidade		
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E	5			
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX	5			
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D	5			
“Painelas” ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P	5			
Remendos	Remendo Superficial			RS	10			
	Remendo Profundo			RP	5			
TOTAL								60

Fonte: DNIT (2003) adaptado

Tabela 11: Planilha para o Cálculo do ICP

PLANILHA PARA AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS				
RESPONSABILIDADE DA INFORMAÇÃO				
TÉCNICO RESPONSÁVEL:				
IDENTIFICAÇÃO DO SUBTRECHO				
DATA:				
NOME DO LOGRADOURO:				
TRECHO:				
NOME DA REGIONAL:				
LARGURA DA PISTA:				
EXTENSÃO DO SUBTRECHO:				
CÓDIGO LOGRADOURO:				
ANÁLISE				
	DEFEITO	PESO	OBSERVAÇÃO	%
1	TRINCAS	40		
2	REMENDOS	15		
3	PANELAS	5		
4	AFUNDAMENTO DAS TRILHAS DE RODA	5		
5	ONDULAÇÃO / CORRUGAÇÃO	5		
6	EXSUDAÇÃO	5		
7	DESGASTE SUPERFICIAL	5		
8	AFUNDAMENTO / BORRACHUDO	10		
9	IRREGULARIDADE LONGITUDINAL/TRANSVERSAL	5		
10	ESCORREGAMENTO	5		
RESULTADOS				
ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO				
ICP = 100 - SOMA DOS DEFEITOS				
SOMA DOS DEFEITOS:				
ICP:				
RESULTADO:	0 - 30	RECONSTRUÇÃO		
	31 - 80	RECAPEAMENTO		
	81 - 90	LAMA ASFÁLTICA/MRAF		
	91 - 100	CONSERVAÇÃO ROTINEIRA		
OBSERVAÇÃO GERAL				

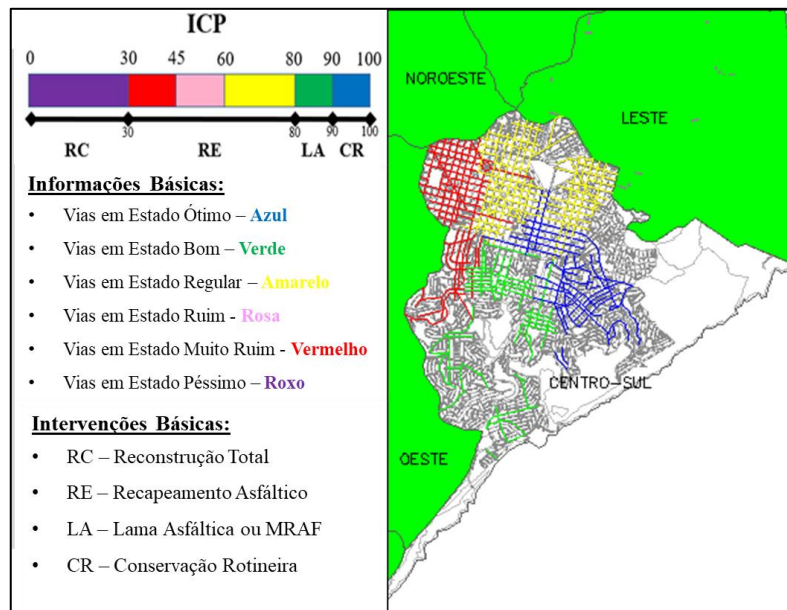
Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

Tabela 12: Limites de Avaliação do ICP

ICP	Estado de Conservação	Definição de Cor	Características
$0 \leq \text{ICP} \leq 30$	Péssimo	Roxo	Fim da vida útil do pavimento - Restrição e/ou interdição do tráfego em função dos severos defeitos na pista, com risco a segurança dos usuários.
$30 < \text{ICP} \leq 45$	Muito Ruim	Vermelho	Obriga a redução da velocidade em todo o trecho em função dos defeitos na pista, com prejuízo significativo ao conforto e segurança dos usuários - Defeitos generalizados (trincas severas acompanhadas do bombeamento de finos, buracos/"panelas", deformações significativas, escorregamentos, deslocamentos, etc.)
$45 < \text{ICP} \leq 60$	Ruim	Rosa	Obriga a redução da velocidade em alguns trechos em função de defeitos na pista, com considerável prejuízo ao conforto e segurança dos usuários - Defeitos severos a moderados (desgaste superficial, trincas, bombeamento de finos, afundamentos, exsudação, escorregamentos, estriagem, remendos, etc.)
$60 < \text{ICP} \leq 80$	Regular	Amarelo	Razoável prejuízo ao conforto e segurança dos usuários, obrigando a redução da velocidade em determinados trechos em função de defeitos na pista - Defeitos moderados (desgaste superficial, trincas, bombeamento de finos, afundamentos, exsudação, escorregamentos, estriagem, remendos, etc.)
$80 < \text{ICP} \leq 90$	Bom	Verde	Sem prejuízo ao conforto e segurança dos usuários - Possui desgaste superficial brando e trincas não muito severas em áreas não muito extensas
$90 < \text{ICP} \leq 100$	Ótimo	Azul	Pavimento íntegro - Ausência de defeitos significativos

Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

Figura 35: Definição dos Intervalos do ICP por Intervenção Associada



Fonte: SUDECAP (2016) adaptado

4.5.5 Análise comparativa dos métodos do IGG, PCI e ICP

Após aplicação dos métodos de avaliação dos pavimentos flexíveis em campo, em segmentos viários com condições distintas de conservação, tem-se que os métodos do IGG e PCI apresentam-se mais conservadores comparativamente ao método do ICP. Isso ocorre, possivelmente, por serem concebidos para avaliação de pavimentos aeroportuários e rodoviários, em que se têm velocidades praticadas mais elevadas e ponderação mais severa para determinados defeitos que em meio urbano não são tão relevantes, seja pela tipologia ou característica do tráfego. Outro fator a ser considerado é o tempo dispendido para as avaliações de campo, em que o ICP se mostra muito mais ágil em relação aos demais métodos de avaliação, possibilitando uma varredura de malha viária bem mais abrangente, com resultados de caracterização, estimativa de serviços e custos de forma dinâmica. Na Tabela 13, tem-se um resumo das características observadas nas avaliações e nas Figuras 36 e 37 as avaliações de campo e os resultados comparativos dos métodos considerados.

Tabela 13: Comparativo dos Métodos IGG, PCI e ICP

Características	IGG (DNIT)	PCI (USACE)	ICP (SUDECAP)
Diversidade de defeitos	Grande	Grande	Restrita
Níveis de severidade	Não	Considera	Parcial
Abrangência da avaliação	Parcial	Total	Total
Influência do fator humano	Sim	Sim	Sim
Interpretação dos resultados	Requer acurácia	Requer acurácia	Imediato
Resultados	Mais conservador	Mais conservador	Menos conservador
Indicação de intervenção	Não	Não	Sim
Estimativa de custos	Não	Não	Sim

Figura 36: Vistorias de campo para avaliação dos métodos do IGG, PCI e ICP-SUDECAP

Figura 37: Comparativo dos Métodos de Avaliação Objetiva de Pavimentos IGG, PCI, ICP

IGG	PCI	ICP - SUDECAP
ÓTIMO 0 < IGG ≤ 20	EXCELENTE 86 ≤ PCI ≤ 100	ÓTIMO 90 < ICP ≤ 100
BOM 20 < IGG ≤ 40	MUITO BOM 71 ≤ PCI ≤ 85 BOM 56 ≤ PCI ≤ 70	BOM 80 < ICP ≤ 90
REGULAR 40 < IGG ≤ 80	REGULAR 41 ≤ PCI ≤ 55	REGULAR 60 < ICP ≤ 80
RUIM 80 < IGG ≤ 160	RUIM 26 ≤ PCI ≤ 40	RUIM 45 < ICP ≤ 60
PÉSSIMO IGG > 160	MUITO RUIM 11 ≤ PCI ≤ 25 PÉSSIMO 0 ≤ PCI ≤ 10	MUITO RUIM 30 < ICP ≤ 45 PÉSSIMO 0 ≤ ICP ≤ 30

Todos os métodos avaliados possuem erros que, conforme explica Marcon (1996), são inerentes ao ser humano, como a tendência de avaliar muito alto ou baixo, hesitação em fazer julgamentos nos extremos e tender a avaliar o valor próximo da média, avaliação contaminada por uma impressão geral da via, pressuposições lógicas na mente do avaliador e a proximidade física de defeitos, entre outros. Assim, independentemente do método de avaliação, os avaliadores devem ser submetidos a treinamentos periódicos e avaliação crítica dos resultados, visando uniformizar os procedimentos com resultados coerentes sobre a condição dos pavimentos.

Com isso, nesta dissertação, o ICP utilizado pela SUDECAP foi considerado como o método mais apropriado para a avaliação das condições de conservação de pavimentos urbanos em nível de rede e especificamente para a realidade do município de Belo Horizonte. Justifica-se essa escolha em função desse método ter uma maior agilidade e por ser um parâmetro de simples entendimento, consolidado há mais de 10 anos para a avaliação da condição dos pavimentos urbanos e, conseqüentemente, para indicação de intervenções. Por sua vez, as intervenções são aplicadas diretamente nas obras de manutenção e reabilitação de pavimentos do município.

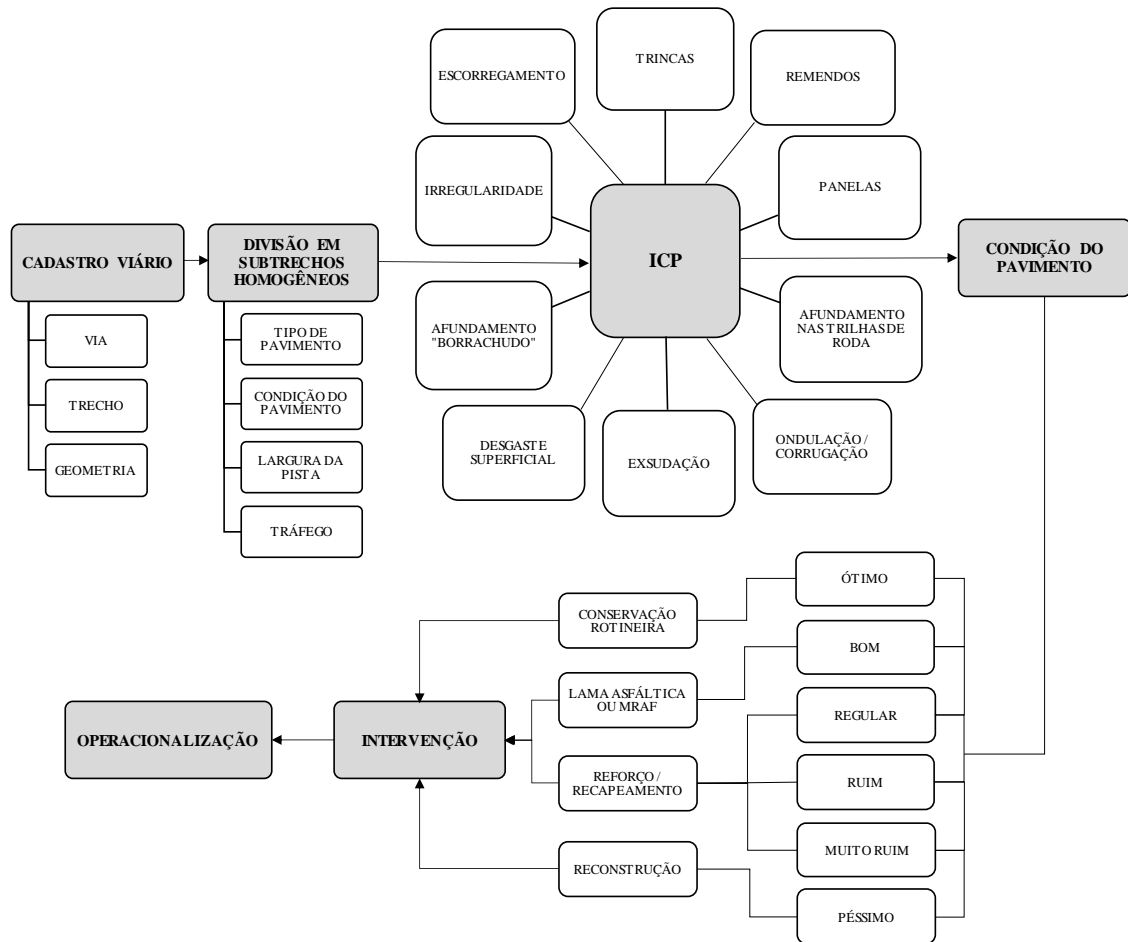
De Oliveira (2013) reforça que, com todas as peculiaridades dos municípios, os fatores de correção para os defeitos devem ser estudados e definidos para cada município especificamente, pois pode haver discrepâncias consideráveis entre duas cidades, como por exemplo: na sua

concepção urbanística, intempéries (clima), solo, materiais disponíveis para pavimentação, tipo de frota, tecnologia, mão de obra e equipamentos disponíveis para execução de obras, dentre outras.

Por sua vez, a indicação das intervenções sugeridas pelo ICP utilizado pela SUDECAP não elimina a necessidade, quando na aprovação da intervenção, de estudos mais minuciosos em nível de projeto, como a prospecção e caracterização das camadas constituintes do pavimento, ensaio defletoométrico, análise do histórico de intervenções, sondagens para avaliação da profundidade do lençol freático, dentre outras, para a adequada caracterização estrutural e funcional dos pavimentos.

O método de avaliação de pavimentos através da determinação do ICP pode ser empregado em pavimentos asfálticos urbanos admitindo a abrangência e severidade dos defeitos de superfície. Para tanto, deve-se identificar corretamente o segmento objeto de análise, bem como a área considerada, subdividir em subtrechos homogêneos em termos de tipo e condição do pavimento, largura da via e condições de tráfego. Posteriormente, procede-se com a avaliação dos defeitos de superfície e a determinação o Índice da Condição do Pavimento – ICP, bem como a intervenção associada a cada intervalo, conforme ilustrado no fluxograma da Figura 38.

Figura 38: Determinação do ICP pelo método utilizado pela SUDECAP

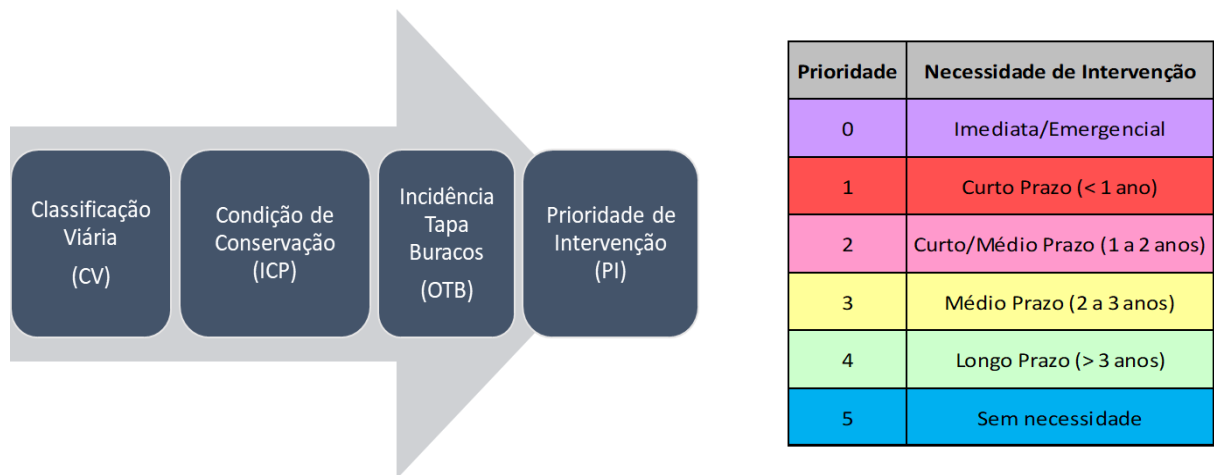


5 CARACTERIZAÇÃO DA GERÊNCIA E OPERACIONALIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO VIÁRIA

Em Belo Horizonte, as iniciativas para a implantação de um sistema de gerência de pavimentos se deram em 2008, através de um teste utilizando-se o software HDM III. A partir daí, passos importantes foram dados para o estabelecimento de critérios de priorização de intervenções de manutenção e reabilitação de pavimentos, como a hierarquização viária e a utilização do ICP (SUDECAP) e, em 2013, esses princípios foram utilizados para a preparação da Copa do Mundo FIFA de 2014. Já em 2016, foi publicado o Manual Prático de Manutenção Viária da SUDECAP, que dispõe de todos os procedimentos de diagnóstico, avaliação funcional e estrutural de pavimentos, priorização de intervenções, execução e fiscalização de obras de manutenção e restauração de pavimentos.

Para a priorização das intervenções de manutenção viária do município, após a determinação do ICP, tem-se o cruzamento com os dados de tráfego da malha viária e o histórico de manutenções corretivas (tapa buracos), determinando-se a prioridade de intervenção (PI). Com essa ferramenta, é possível a elaboração de programas de manutenção viária de forma setorizada, atendendo às principais demandas de cada região do município, simplesmente filtrando os dados de forma crescente de prioridade. Na Figura 39 e na Tabela 14, são apresentadas as escalas de prioridade de intervenção de acordo com a condição de conservação, o tráfego e o histórico de ações de manutenção corretiva.

Figura 39: Escala de Prioridade de Intervenção



Fonte: SUDECAP (2022)

Tabela 14: Estabelecimento de Prioridades de Intervenção (PI)

TABELA DE PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES (PI)						
VIA	$0 \leq ICP \leq 30$	$30 < ICP \leq 45$	$45 < ICP \leq 60$	$60 < ICP \leq 80$	$80 < ICP \leq 90$	$90 < ICP \leq 100$
V-1 Local Residencial	0	2	2	3	5	5
V-2 Via Local (1 Linha de Ônibus)	0	2	2	3	4	5
V-3 Via Coletora (< 3 Linhas de Ônibus)	0	1	2	3	4	5
V-4 Via Coletora (> 3 Linhas de Ônibus)	0	1	1	2	3	4
V-5 Via Arterial	0	1	1	2	3	4
V-6 Via Arterial Principal ou Expressa	0	1	1	2	3	4

Fonte: SUDECAP (2022)

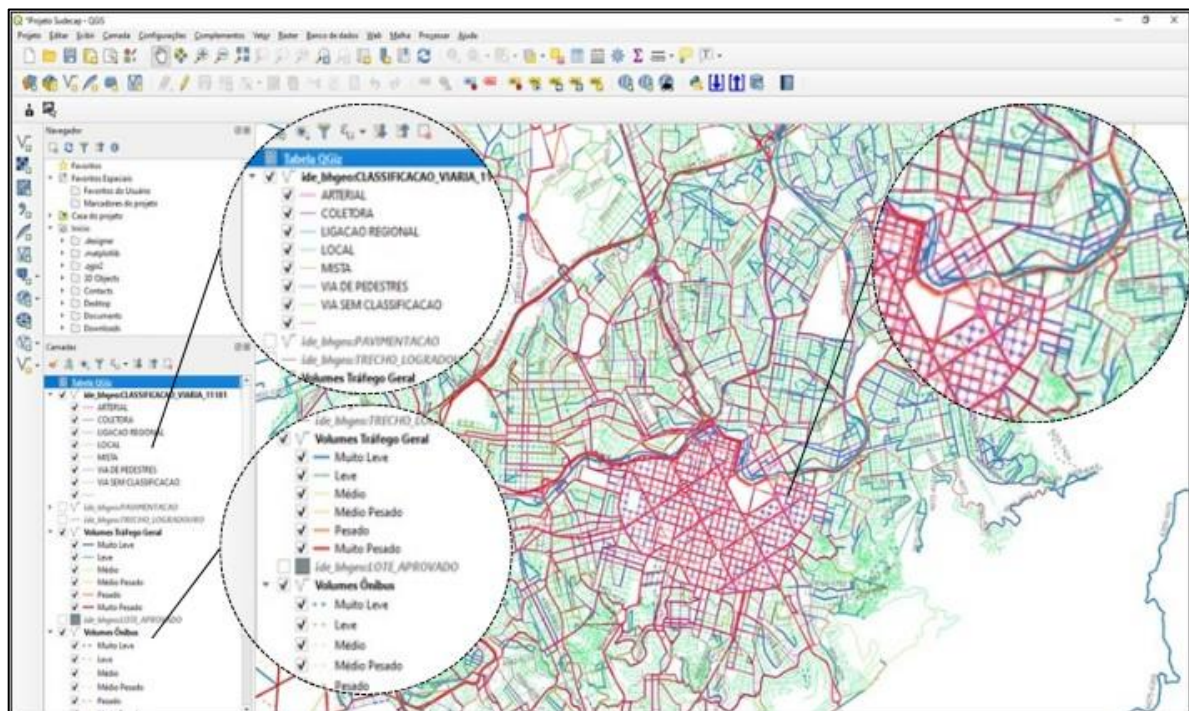
5.1 Dados de tráfego

O levantamento dos dados de tráfego para a priorização de intervenções, e, conseqüentemente, a consolidação dos planos de manutenção viária do município, são definidos pela Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS) através da classificação do tráfego da malha viária municipal. Isso possibilita a hierarquização viária, seguindo a classificação viária da SUDECAP (2002) (Figura 40). Com isso, gera-se um banco de dados georreferenciado com a classificação atualizada do tráfego geral, conforme ilustrado na Figura 41.

Figura 40: Classificação das vias do município de Belo Horizonte

Tipo de Via	Classificação	Função Predominante	Tráfego Previsto	Velocidade (Km/h)	VDM inicial na faixa mais carregada		Nº "N"
					Veículos Leves	Ônibus e Caminhões	
Local	V-1	Local residencial	Muito Leve	30	100	3 a 20	1×10^3 a 3×10^4
	V-2	Via Local 1 Linha de Ônibus	Leve	30	101 a 400	21 a 100	4×10^4 a 3×10^5
Coletora	V-3	Via Coletora < 3 Linha de Ônibus	Médio	40	401 a 1.500	101 a 500	4×10^5 a 3×10^6
	V-4	Via Coletora > 3 Linha de Ônibus	Médio Pesado	40	1.501 a 5.000	501 a 1.000	4×10^6 a 1×10^7
Arterial	V-5	Via Arterial	Pesado	60	5.001 a 10.000	1.001 a 1.999	2×10^7 a 3×10^7
	V-6	Via Arterial Principal ou Expressa	Muito Pesado	80	> 10.000	≥ 2.000	4×10^7 a 2×10^8

Fonte: SUDECAP (2002)

Figura 41: Base de dados de tráfego do Município de Belo Horizonte

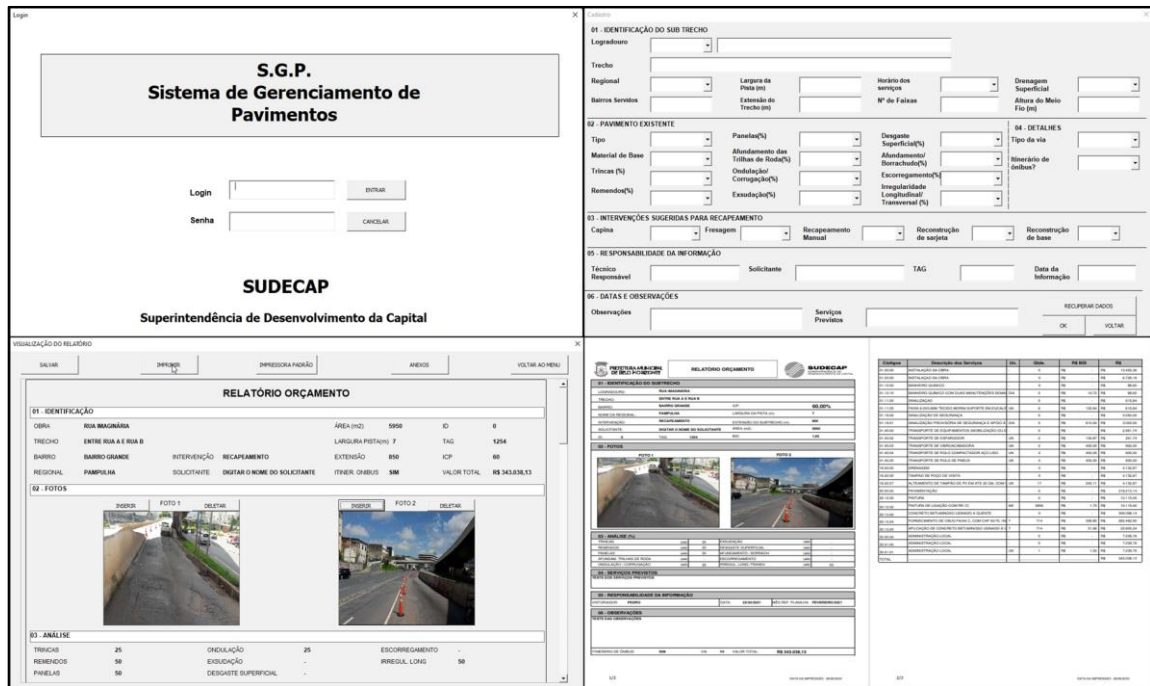
Fonte: BHTRANS (2020)

5.2 Condição de conservação dos pavimentos

Conforme já exposto, a condição de superfície dos pavimentos é dada através da determinação do ICP, gerando relatórios de vistorias e estimativas de custos para a manutenção e restauração dos pavimentos, subdivididos em segmentos homogêneos. Após vistoria de campo, os dados são coletados via aplicativo móvel ou formulário físico. Por meio disso, são gerados, automaticamente, relatórios de vistoria com a condição de conservação de cada segmento, os aspectos gerais, o tipo de pavimento, o percentual de cada defeito, as condições gerais dos dispositivos viários (sistema de drenagem, contenções, obras de arte especiais, dentre outros), a previsão de serviços para a M&R dos pavimentos, a estimativa de quantitativos e custos, com a possibilidade de adequação deste pelo técnico responsável (acréscimo/supressão de serviço).

A condição da rede viária é a variável mais relevante para priorização das intervenções de M&R de pavimentos, devendo oferecer informações confiáveis e o seu conceito deve estar bem consolidado em todas as escalas da administração. Na Figura 42, tem-se ilustrada a etapa de entrada de dados para a geração do relatório de vistoria, avaliação e estimativa de custos para a manutenção e reabilitação de pavimentos.

Figura 42: Entrada de dados para geração dos relatórios técnicos



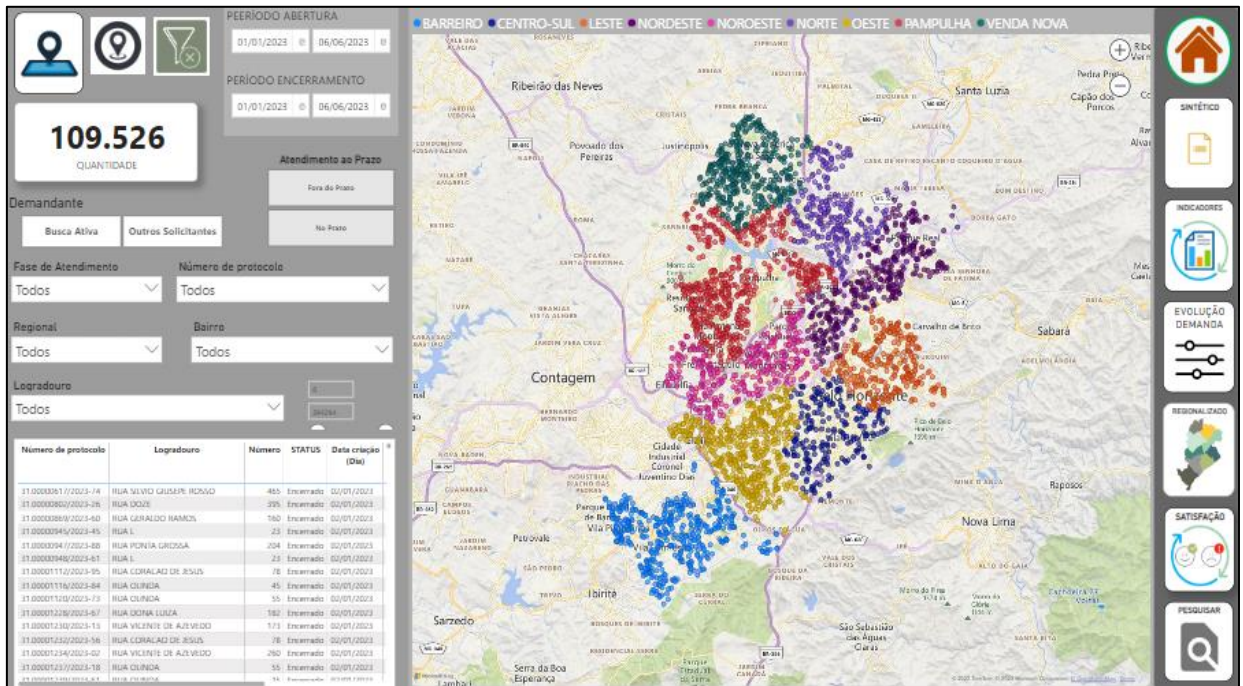
Fonte: SUDECAP (2022)

5.3 Histórico de intervenções corretivas (operações tapa buracos)

Os contratos de manutenção corretiva de pavimentos “tapa buracos” de Belo Horizonte têm uma modelagem diferenciada da maioria dos municípios. Como trata-se de um contrato por desempenho/performance, compreendendo rondas sistemáticas para o monitoramento mensal de toda a malha viária, com levantamento de defeitos e atendimento às solicitações feitas pelos munícipes, via aplicativo móvel (PBH App) ou site de portal de serviços da prefeitura, todas georreferenciadas, em que se tem um registro de todas as demandas de serviços.

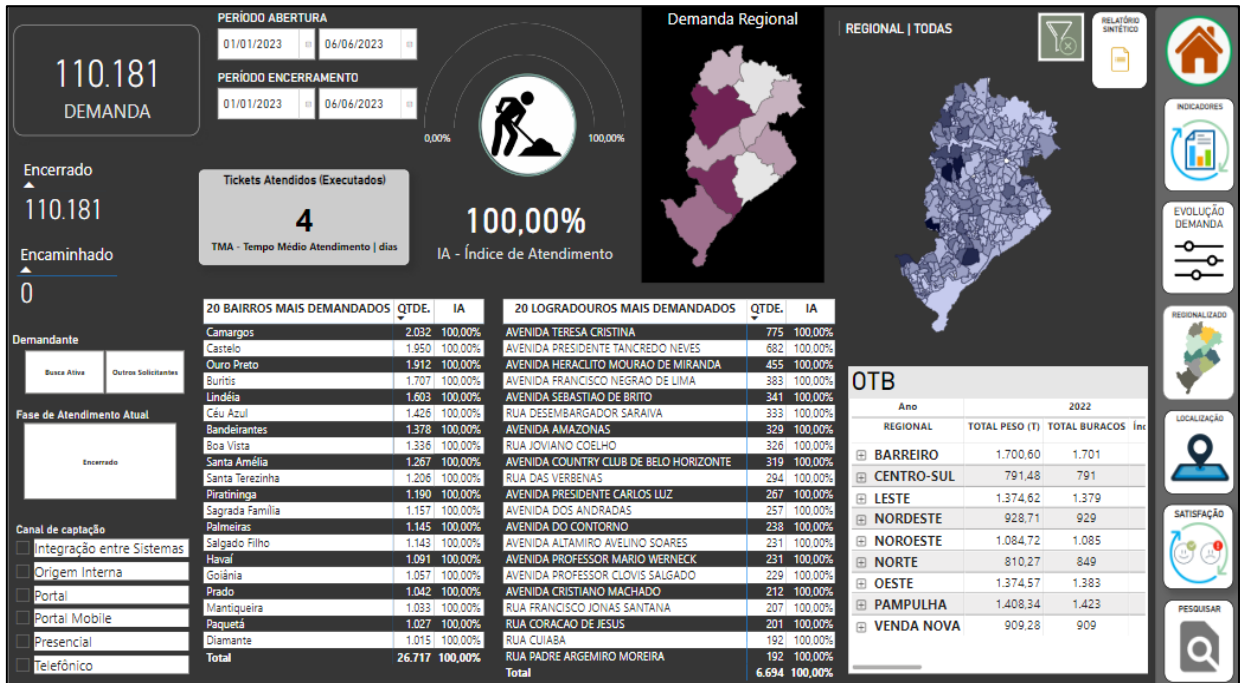
Todos os dados são disponibilizados numa plataforma acessível e são controlados os prazos de atendimento (máximo 5 dias úteis), sujeitos à glosas das microrregiões desassistidas ou com prazo de atendimento superior ao estipulado contratualmente. Tratam-se de contratos regionais, nove ao todo, onde cada regional é subdividida em microrregiões de acordo com uma logística de atendimento. Levando em consideração a reincidência dos serviços em determinados segmentos viários que, conseqüentemente, tem um maior dispêndio financeiro. Esta variável é de suma importância para a constatação de problemas específicos, análise e adoção de soluções diferenciadas, e para o indicativo de prioridade de intervenções mais robustas (restauração). Com o abastecimento de dados, são gerados relatórios com um ranking das vias mais demandadas do município, região ou bairro, sendo balizador para o processo de priorização de intervenções explicitado nas Figuras 43 e 44.

Figura 43: Mapeamento das operações tapa buracos do município de Belo Horizonte



Fonte: PBH (2023)

Figura 44: Ranking dos logradouros mais demandados de operações tapa buracos



Fonte: PBH (2023)

Dessa forma, os buracos não deixam de ser um problema, mas tem-se uma resposta rápida para a correção e um diagnóstico geral e atualizado das demandas relativas ao serviço. Isso possibilita ações mais adequadas para segmentos onde as operações tapa buracos demonstram ser ineficientes para a solução do problema, demandando análises de maior acurácia em nível de rede e projeto.

5.4 Avaliação geral

Conforme Rodrigues (2020), por mais bem elaborados e consistentes que sejam os projetos, procedimentos construtivos e controle de qualidade de obras de infraestrutura viária, eles não são capazes de levar em conta a complexidade de interação entre a estrutura implantada, as condições ambientais, o tráfego efetivamente imposto (cargas, frequência de operações e velocidades) e os efeitos de longo prazo da idade e intemperismo. O gerenciamento do risco é a chave para lidar com esta complexidade. Para avaliar a eficácia da gestão e operação dos pavimentos urbanos, é preciso definir primeiramente o estado geral de conservação da malha viária, pois o reflexo de um bom gerenciamento reflete direta e justamente na condição dos pavimentos.

No intuito de elucidar tal diagnóstico, foi realizada uma pesquisa com usuários do sistema de transporte da Belo Horizonte entre os dias 14 e 22 de novembro de 2022 via formulário Google (Apêndice C), para a avaliação da manutenção da malha viária de Belo Horizonte.

Sob o ponto de vista do usuário, foi obtido um total de 415 respostas sobre as condições de conservação da malha viária, a atuação da Administração Pública Municipal, as consequências da negligência das etapas de gestão da malha viária e a solicitação de sugestões para a melhoria dos processos de gestão e operação da manutenção viária. Os resultados obtidos foram:

Quesito 1: Qual o seu perfil de usuário do sistema de transporte de Belo Horizonte?

Respostas: Do total de entrevistados, a grande maioria são motoristas, seguidos de usuários de transporte coletivo, motociclistas e ciclistas. Perfis heterogêneos para a avaliação da manutenção viária do município de Belo Horizonte.

Quesito 2: Como você avalia o estado de conservação dos pavimentos viários de Belo Horizonte?

Respostas: Quase 73% dos usuários entrevistados classificam o estado de conservação da malha viária de Belo Horizonte como regular, ruim e péssimo, o que reflete o quão necessárias são as melhorias da gestão e operação da manutenção dos pavimentos urbanos para a garantia da mobilidade urbana com conforto e segurança.

Quesito 3: Como você avalia a manutenção dos pavimentos viários de Belo Horizonte feita pela Administração Pública Municipal?

Respostas: Quase 40% dos usuários entrevistados reconhecem a manutenção feita pela Administração Pública Municipal como boa e ótima, o que reflete um reconhecimento dos esforços para com as ações de M&R.

Quesito 4: Já ocorreu algum atraso de deslocamento em função das condições de conservação dos pavimentos viários de Belo Horizonte?

Respostas: A maioria dos usuários entrevistados afirmam que já tiveram atrasos em deslocamentos em função do estado de conservação dos pavimentos viários, o que reflete maiores tempos de deslocamentos, maior emissão de CO₂ na atmosfera, alternância de comportamento dos usuários (stress), comprometimento de ações de interesse público (serviço ambulatorio, segurança, etc.).

Quesito 5: Já teve algum prejuízo (dano veicular) em função das condições de conservação dos pavimentos viários de Belo Horizonte?

Respostas: A maioria dos usuários entrevistados afirmam que já tiveram prejuízos em função do estado de conservação dos pavimentos, o que reflete um custo de operação alto.

Quesito 6: Quais os defeitos que considera de maior relevância nos pavimentos viários de Belo Horizonte?

Respostas: Dos defeitos listados, a grande maioria dos usuários entrevistados têm como defeito de maior relevância os buracos (48,4%), seguidos dos remendos (25,6%), irregularidades

(22,5%) e trincas (3,5%), o que claramente demonstra a necessidade de melhorias no atendimento dos serviços de manutenção corretiva, seja para reparo de defeitos diversos como os serviços de recomposição de valas (concessionárias), tanto do ponto de vista da agilidade, abrangência e qualidade do serviço prestado.

Quando questionados sobre as possíveis melhorias que podem ser feitas na gestão e operação da manutenção viária de Belo Horizonte para a melhoria da eficácia das ações, as opiniões são bem diversificadas. Há sugestões de melhorias na abrangência do atendimento (principalmente áreas periféricas), qualidade (sobretudo executiva) tanto da Administração Municipal quanto concessionárias, maiores investimentos, adoção de investimentos em ações de natureza preventiva (menor custo em relação à corretiva), monitoramento da condição de conservação dos pavimentos, maior agilidade no atendimento, emprego de novas tecnologias, melhoria da fiscalização dos serviços e carga dos veículos, maior transparência com os recursos públicos, melhorias na sinalização viária, nivelamento dos tampões existentes, priorização em vias com itinerário de transporte coletivo, implementação tecnológica, melhoria e ampliação dos canais de comunicação, utilização de materiais de maior desempenho, utilização de ferramentas tecnológicas para uma gestão mais adequada dos serviços, etc.

Outra forma de caracterização da gestão e operação da manutenção viária tratada na presente dissertação é o desenvolvimento de uma pesquisa que acerca do estado de conservação atual dos pavimentos das vias objeto de intervenção no período de 2009 a 2021, através de vistorias de campo e projeções futuras para a estimativa da vida útil dos pavimentos, e, conseqüentemente, a mensuração da real eficácia de cada ação de manutenção destinada a cada tipo de via.

6 RESULTADOS

Nesta pesquisa, foi determinada a vida útil dos pavimentos viários de Belo Horizonte, realizada através de uma pesquisa de campo para diagnóstico do atual estado de conservação das vias objeto de M&R, com um campo amostral restrito à região da Pampulha de Belo Horizonte entre 2010 e 2021. Nesse campo amostral, as intervenções utilizadas para a restauração dos pavimentos foram basicamente recapeamentos asfálticos convencionais e reconstruções de pavimentos, utilizando materiais tradicionais, a saber: misturas asfálticas convencionais com cimento asfáltico de petróleo tipo - CAP 50/70 (classificação quanto à penetração segundo a norma DNIT 095/2006 - EM) e agregados pétreos do tipo brita bica corrida.

Nas vistorias, foram determinados os Índices da Condição do Pavimento (ICP) atual dos segmentos viários restaurados, conforme exemplificado no Apêndice D. De acordo com o decréscimo do ICP desde a última restauração, foi definida a curva de desempenho dos pavimentos. Da avaliação dos resultados, inicialmente é possível diferenciar 3 padrões de desempenho, de acordo com a tipologia das vias. Conforme análise gráfica das Figuras 45, 46 e 47, tem-se:

- Para as vias locais, um ciclo de vida médio (até ICP de 30) de cerca de 19 anos;
- Para as vias coletoras, um ciclo de vida médio de cerca de 15 anos;
- Para as vias arteriais, um ciclo de vida médio de cerca de 12 anos.

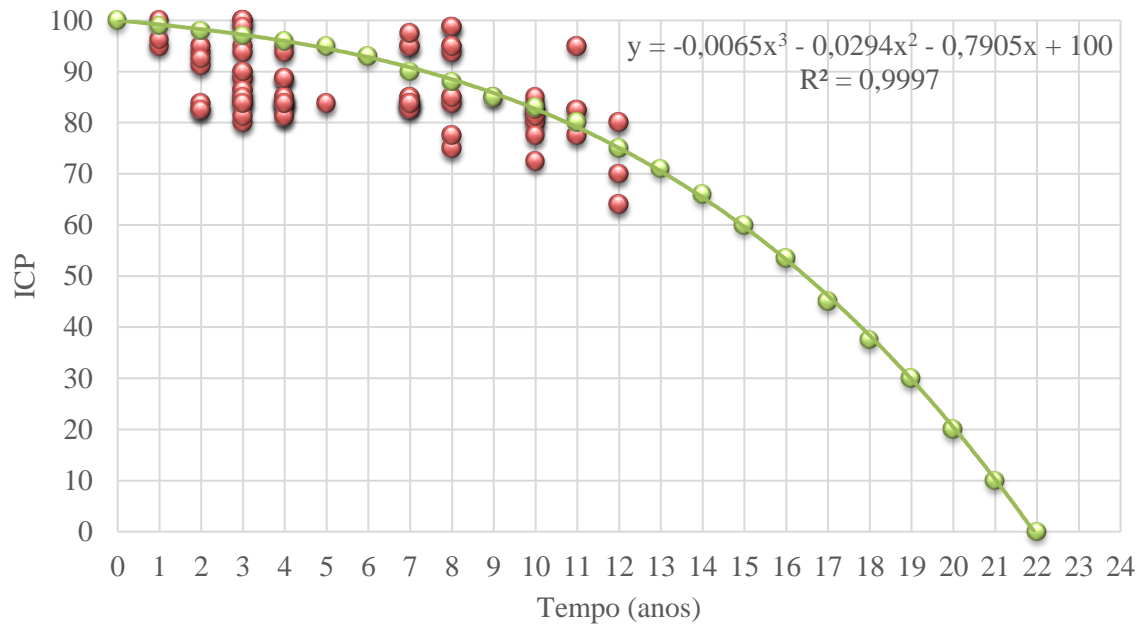
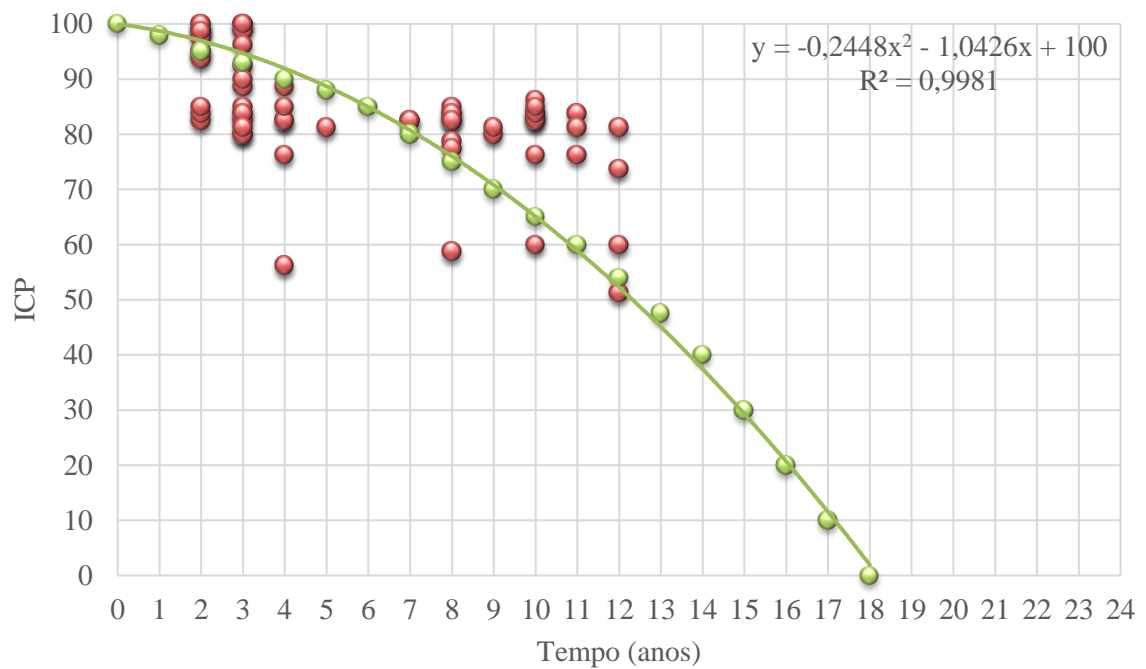
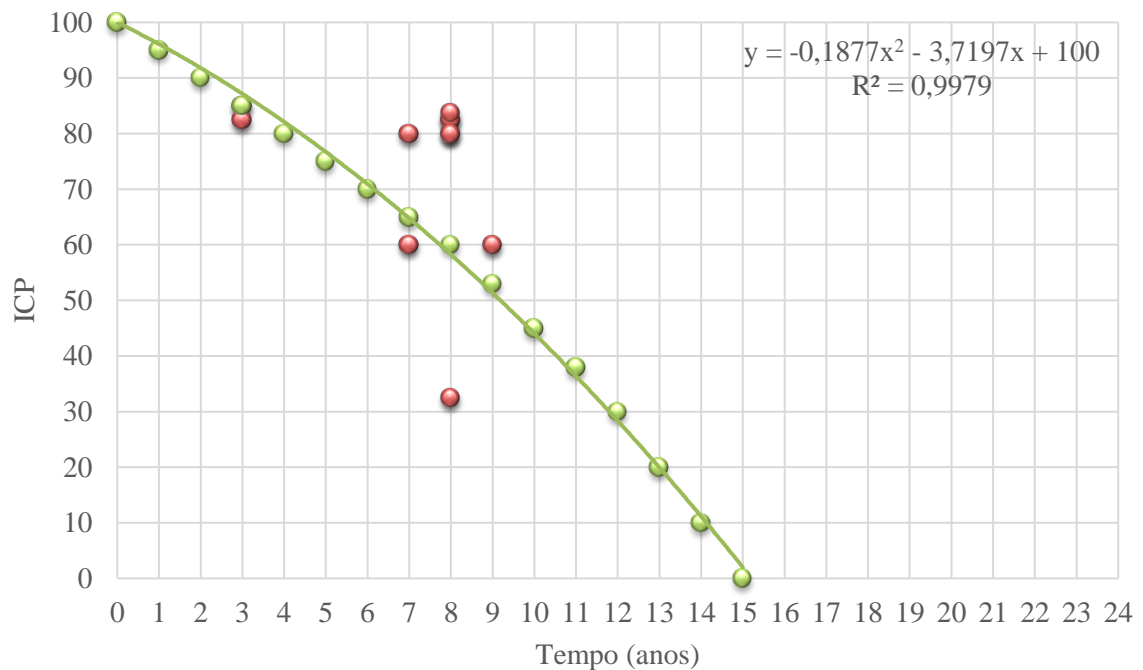
Figura 45: Curva de desempenho dos pavimentos de vias locais**Figura 46:** Curva de desempenho dos pavimentos de vias coletoras

Figura 47: Curva de desempenho dos pavimentos das vias arteriais

As curvas foram traçadas empiricamente admitindo-se um decréscimo regular do ICP ao longo do tempo, descartando dados discrepantes. Assim, para as vias de classificação local, a gerência em nível de rede se aplica muito bem. Ao serem restauradas através de ações de manutenção periódicas como recapeamentos, as vias apresentam um desempenho relativamente bom, carecendo de ações mais econômicas de melhoramentos/rejuvenescimentos periódicos para maior abrangência de atendimento, por se tratar da maior parcela da malha viária municipal.

Para as vias coletoras, pela importância em termos de mobilidade, principalmente pelo aumento da frota de veículos que cresce a cada ano, deve-se considerar um gerenciamento em nível de rede mais arrojado. Deve-se realizar avaliações funcionais e estruturais por demanda específica, além de ações corretivas de maior desempenho (materiais e técnicas) aliadas às manutenções preventivas.

Por sua vez, as vias arteriais apresentam um campo amostral pouco significativo, demandando assim uma maior quantidade de dados para traçar uma curva de deterioração mais assertiva. Para tanto, foram vistoriados os grandes corredores de transporte do município e, de acordo com o histórico das últimas intervenções e diagnóstico de campo, os resultados obtidos, após

tabulação e lançamento dos dados na curva de desempenho dos pavimentos das vias arteriais ao longo do tempo, validaram a curva inicialmente traçada.

Assim, tem-se, na Figura 48, a ilustração dos corredores considerados para a avaliação de campo e determinação do ICP e, na Figura 49, a curva de desempenho dos pavimentos das vias arteriais, considerando todas as vias de classificação arterial contidas no histórico de intervenções de M&R fornecido.

Figura 48: Avaliação funcional dos pavimentos dos principais corredores de transporte de Belo Horizonte

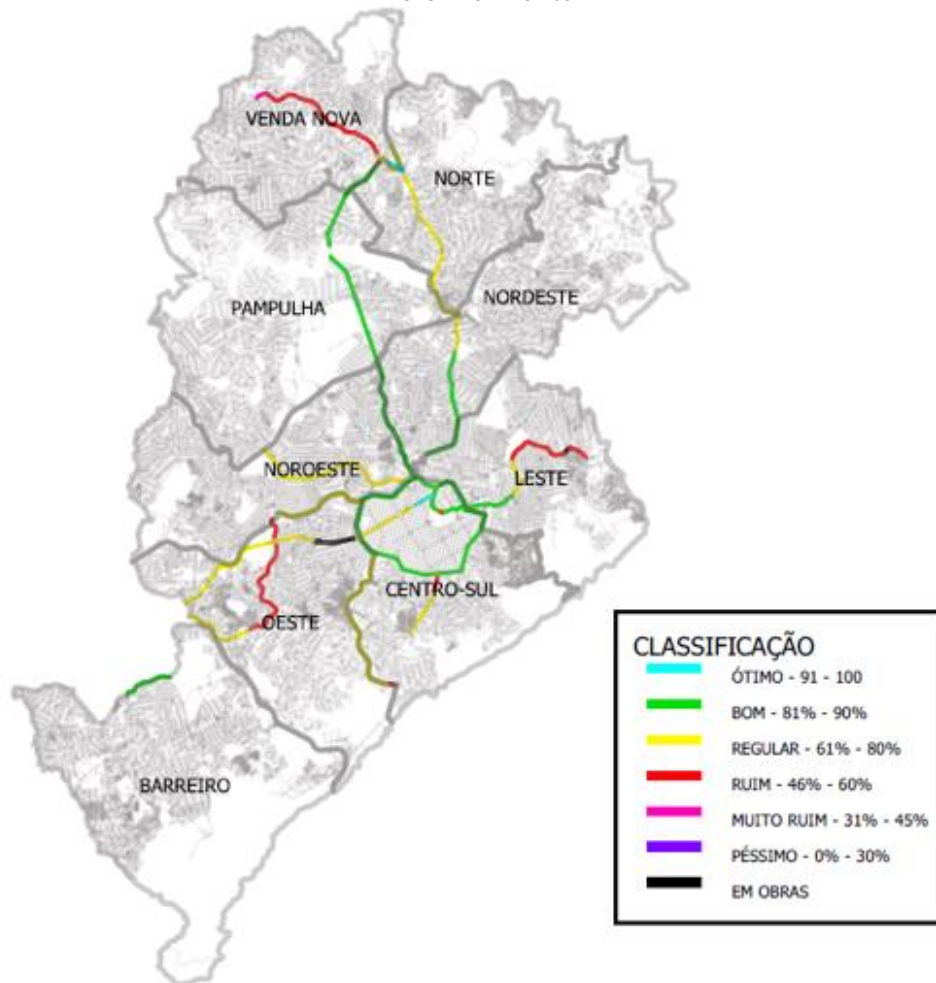
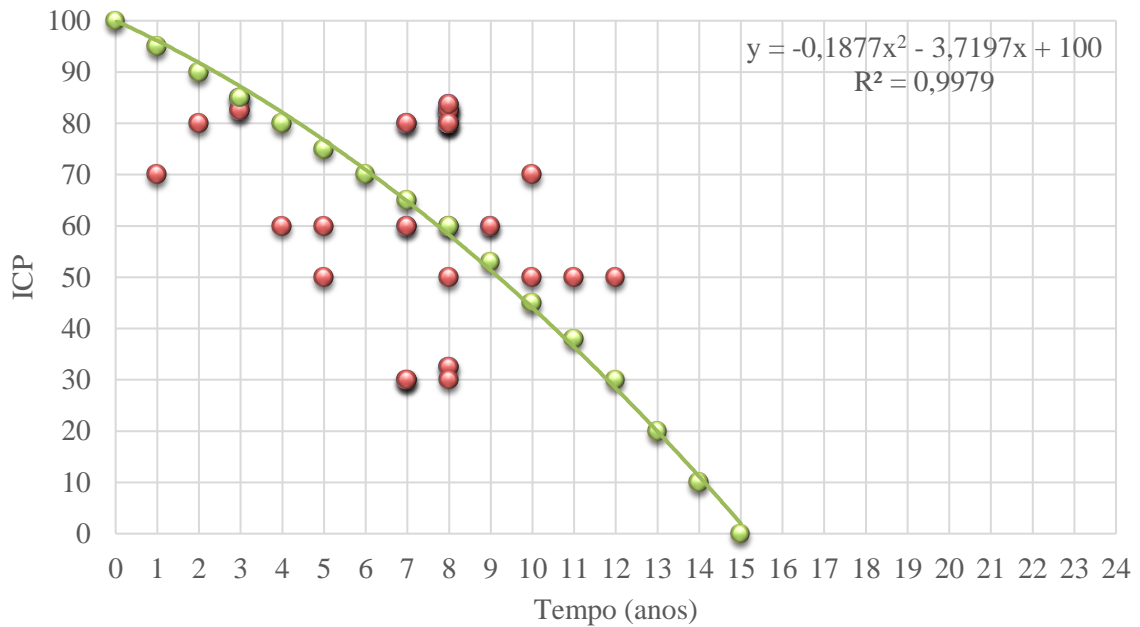
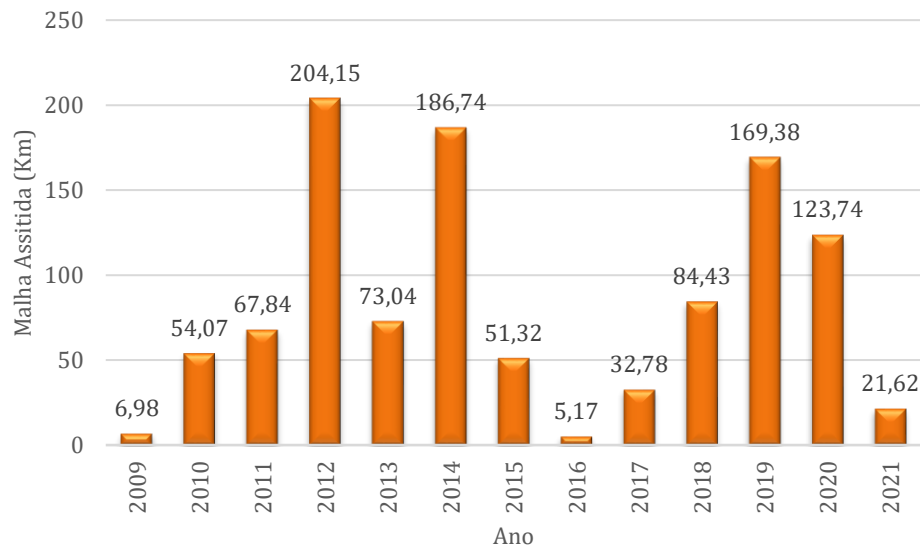


Figura 49: Curva de desempenho dos pavimentos das vias arteriais - revisada

Assim, para as vias arteriais, por serem os principais corredores de transporte do município, o gerenciamento deve ser contínuo em nível de rede. Deve-se seguir o gerenciamento em nível de projeto com utilização de equipamentos precisos para diagnósticos estruturais e funcionais, com adoção de ações de manutenção preventivas e corretivas planejadas com materiais e técnicas de maior desempenho, bem estabelecidas ao longo do seu ciclo de vida.

A partir do estudo exploratório da malha viária de Belo Horizonte, bem como dos registros das ações de manutenção e reabilitação de pavimentos executadas pela Administração Municipal entre 2009 e 2021, foi possível analisar a distribuição dos investimentos ao longo do tempo e identificar nacos ou discontinuidades de investimentos. O total investido no período foi cerca de R\$ 451 milhões assistindo cerca de 22% da malha total do município através de ações de M&R. Isso gera a aplicação de R\$ 416 mil reais por quilômetro atendido no período ou R\$ 35 mil reais por quilômetro atendido por ano. Nas Figura 50, tem-se a malha assistida através de ações de manutenção e reabilitação (M&R) ao longo do período de análise considerado.

Figura 50: Malha Assistida M&R 2009-2021

Fonte: PBH (2023)

Com o desenvolvimento da pesquisa e análise dos dados, foi possível uma avaliação mais detalhada do decréscimo da vida útil dos pavimentos de Belo Horizonte e os investimentos necessários para a sustentabilidade da malha viária de forma adequada, com estratégias de M&R bem definidas ao longo do tempo, com previsão de um cenário mais adequado à realidade do município, quantificando assim os benefícios.

6.1 Definição do diagnóstico

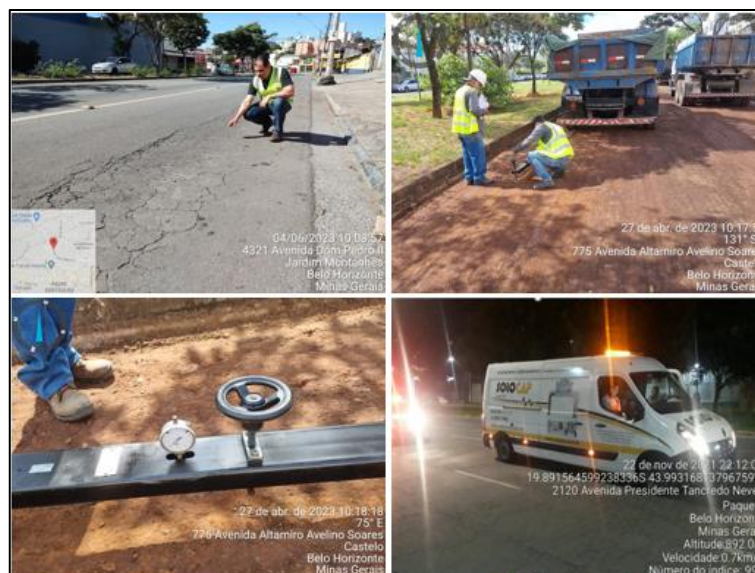
Em Belo Horizonte a maior parte dos diagnósticos, em nível de rede, se baseia no ICP e a partir destes, são demandadas avaliações mais específicas a nível de projeto (funcional e estrutural). Por se tratar de um meio urbano complexo com vias de alto tráfego, baixas velocidades praticadas, topografia acidentada, além de escassez de recursos e dificuldades operacionais para a realização de todos os ensaios necessários, idealmente considera-se para a melhor caracterização das vias, de forma sistêmica, as seguintes avaliações:

- Para vias locais: avaliação funcional (ICP) e específica por demanda;
- Para vias coletoras: avaliação funcional (ICP) e específica por demanda;

- Para vias arteriais: avaliação funcional (ICP), avaliação das solicitações de tráfego, avaliação estrutural, avaliação da irregularidade longitudinal, condições de aderência pneu-pavimento.

Tais definições se dão pela identificação, quando nas vistorias realizadas, de segmentos com fragilidade estrutural apresentando defeitos precoces, pontos com problemas de drenagem e segmentos com necessidade de um revestimento de maior atrito pneu-pavimento. Tais problemas, se identificados adequadamente na etapa de diagnóstico, podem ser tratados na etapa de obra evitando intervenções precoces e conseqüentemente garantindo economia para a Administração Municipal. Na Figura 51, é possível observar os diagnósticos sugeridos.

Figura 51: Avaliação funcional e estrutural de pavimentos



6.2 Definição das estratégias de M&R

Através das vistorias realizadas e a experiência adquirida, constata-se a necessidade de estratégias de M&R mais adequadas para subsidiar o SGPU proposto, sobretudo as estratégias de manutenção preventiva. Apesar da vantajosidade técnica e econômica das ações de M&R de natureza preventiva em relação às ações corretivas, amplamente comprovada, cabe ressaltar que a adoção de tais medidas configura uma “quebra de paradigma”, principalmente pelo passivo existente.

Assim, das diversas técnicas que podem ser utilizadas manutenção e reabilitação de pavimentos, considera-se aqui como principais intervenções dentro do modelo de SGPU proposto:

- Nada a Fazer (NF);
- Conservação Rotineira (CR);
- Selagem de Trincas (SEL);
- Microrrevestimento Asfáltico a Frio (MRAF);
- Reparos Parciais (RP);
- Recapeamento Asfáltico (RE);
- Fresagem a Frio (FR);
- Reperfilamento (REP);
- Reforço com Geogrelha (GEO);
- Reciclagem de Pavimento (RC); e
- Reconstrução Total (RT).

6.2.1 Nada a Fazer (NF)

Pavimento usufruindo de plenas condições funcionais, sem ocorrência de defeitos de superfície que demande qualquer intervenção de M&R, conforme Figura 52.

Figura 52: Pavimento íntegro sem necessidade de intervenção



6.2.2 Conservação Rotineira (CR)

Ações rotineiras de monitoramento através de inspeções regulares de campo, reparo de pequenos danos no pavimento através de intervenções pontuais visando garantir a sua funcionalidade. Tratam-se, portanto, de ações correntes de manutenção, conforme ilustrado na Figura 53.

Figura 53: Reparo pontual no pavimento



6.2.3 Selagem de Trincas (SEL)

De acordo com DNIT (2006), a selagem de trincas consiste no enchimento de trincas e fissuras do revestimento com materiais como cimentos asfálticos, asfaltos diluídos, emulsões ou selantes especiais para impedir a penetração de água nas camadas inferiores (Figura 54). Segundo Silva (2008), no Brasil a vida útil média da selagem de trincas é de 4 a 5 anos.

Figura 54: Selagem de trinca longitudinal



6.2.4 Microrevestimento Asfáltico a Frio (MRAF)

Conforme define Branco et al. (2011), microrevestimento asfáltico a frio (MRAF) é constituído por uma mistura betuminosa fluida a frio com emulsão asfáltica, em geral modificada por polímero elastomérico de ruptura controlada, realizada “in situ” com equipamento apropriado e posteriormente espalhada sobre o pavimento existente, em estado fluido e numa camada bastante delgada. Ainda segundo o autor, os custos são satisfatórios, sendo, portanto, uma técnica em concorrência com as técnicas a quente, uma vez que consegue boas características de aderência dos pneus, rugosidade superficial e, principalmente, impermeabilização. De acordo com Silva (2008), o microrevestimento é recomendado para a manutenção em geral de vias urbanas e rodovias de tráfego médio e pesado. Segundo o autor, no Brasil a vida útil média do microrevestimento, para uma espessura de 1,2 cm, está compreendida entre 2 e 4 anos. É uma opção que visa prolongar a vida útil do pavimento a um custo relativamente baixo, com menor impacto no tráfego e sem comprometimento do greide do pavimento, conforme ilustrado na Figura 55.

Figura 55: Aplicação de microrevestimento asfáltico a frio



6.2.5 Reparos Parciais (RP)

Os RP são ações para a recuperação funcional de pavimentos através de reparos parciais, geralmente remendos superficiais e profundos, corrigindo defeitos descontínuos, de caráter estrutural e funcional, manifestados através de trincamentos interligados, deformações, afundamentos e irregularidades, garantindo a funcionalidade do pavimento, isto é, o conforto ao rolamento com segurança aos usuários, conforme Figuras 56 e 57.

Figura 56: Recuperação funcional de pavimento através de remendo superficial



Figura 57: Recuperação estrutural de pavimento através de remendo profundo



6.2.6 Recapeamento Asfáltico (RE)

O recapeamento asfáltico, conforme define DNIT (2006), consiste na adequada sobreposição ao pavimento existente de uma ou mais camadas constituídas de mistura betuminosa. Tal sobreposição conferirá ao pavimento existente adequado aporte estrutural, mantendo-o assim apto a exercer, em continuidade, um novo ciclo de vida, de conformidade com as premissas técnico-econômicas. As considerações acerca das intervenções de recapeamento asfáltico de acordo com a classe funcional das vias estão ilustradas na Figura 58.

Figura 58: Estruturas típicas de revestimentos consideradas para as ações de M&R

TIPO DE VIA	SERVIÇOS DE M&R		
	RE; FR+RE	FR+REP+RE; FR+REP+GEO+RE	RC; RT
LOCAL	<p>CBUQ FX. C CAP 50/70 ESP. 4,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES - BGS</p> <p>SUBLEITO</p>	<p>CBUQ FX. C CAP 50/70 ESP. 3,0 CM</p> <p>CBUQ FX. D CAP 50/70 ESP. 2,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES - BGS</p> <p>SUBLEITO</p>	<p>CBUQ FX. C CAP 50/70 ESP. 5,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES - BGS OU BASE RECICLADA COM ADIÇÃO DE CIMENTO</p> <p>SUBLEITO</p>
COLETORA	<p>CBUQ FX. C CAP BORRACHA ESP. 4,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES - BGS</p> <p>SUBBASE DE BRITA BICA CORRIDA - BC</p> <p>SUBLEITO</p>	<p>CBUQ FX. C CAP BORRACHA ESP. 4,0 CM</p> <p>CBUQ FX. D CAP 50/70 ESP. 2,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES - BGS</p> <p>SUBBASE DE BRITA BICA CORRIDA - BC</p> <p>SUBLEITO</p>	<p>CBUQ FX. C CAP BORRACHA ESP. 3,5 CM</p> <p>CBUQ FX. B CAP 50/70 ESP. 4,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES - BGS OU BASE RECICLADA COM ADIÇÃO DE CIMENTO</p> <p>SUBBASE DE BRITA BICA CORRIDA - BC</p> <p>SUBLEITO</p>
ARTERIAL	<p>SMA 0/11S CAP 60/85 ESP. 4,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO - BGTC</p> <p>SUBBASE DE BRITA BICA CORRIDA - BC</p> <p>SUBLEITO</p>	<p>SMA 0/11S CAP 60/85 ESP. 4,0 CM</p> <p>CBUQ FX. D CAP 50/70 ESP. 2,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO - BGTC</p> <p>SUBBASE DE BRITA BICA CORRIDA - BC</p> <p>SUBLEITO</p>	<p>SMA 0/11S CAP 60/85 ESP. 4,0 CM</p> <p>CBUQ FX. B CAP 50/70 ESP. 6,0 CM</p> <p>BASE DE BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO - BGTC OU BASE RECICLADA COM ADIÇÃO DE CIMENTO</p> <p>SUBBASE DE BRITA BICA CORRIDA - BC</p> <p>SUBLEITO</p>

Sobre os materiais considerados para a manutenção e reabilitação de pavimentos dentro do modelo proposto, cabe ressaltar que, para as vias locais, pelo desempenho satisfatório ao longo do tempo, são considerados revestimentos asfálticos convencionais com misturas asfálticas densas. É considerado o CAP 50/70, classificação tradicional no Brasil quanto à penetração norma DNIT 095/2006 – EM e as faixas granulométricas são: (i) faixa C para camada de rolamento e (ii) faixa D para reperfilamento (Norma DNIT 031/2006 – ES). Na Figura 59 tem-se o recapeamento asfáltico de uma via local com CBUQ faixa C CAP 50/70.

Figura 59: Recapeamento com CBUQ convencional faixa C CAP 50/70



Para as vias coletoras, devido à maior solicitação de tráfego e dificuldades operacionais de intervenções de maior porte (reciclagem e reconstrução), são considerados revestimentos asfálticos de maior desempenho (misturas asfálticas com CAP modificado por borracha) para a camada de rolamento. Essa consideração se dá pela avaliação da condição funcional dos pavimentos restaurados com esse tipo de mistura e o seu respectivo desempenho. Um exemplo é a Avenida dos Andradas, que foi objeto de reabilitação em 2007 por recapeamento asfáltico, sendo a primeira obra de pavimentação com asfalto borracha em Minas Gerais, e que até 2023 vem desfrutando de uma condição funcional regular, conforme evidenciado nas Figuras 60 e 61.

Figura 60: Pavimentação em asfalto borracha - Avenida dos Andradas em 2007



Fonte: Di Giulio (2007)

Figura 61: Condição funcional do pavimento da Avenida dos Andradas em 2023



Assim, pela condição atual da camada de rolamento, considera-se para as vias coletoras o CAP modificado por adição de borracha (Norma DNIT 112/2009 – ES), ilustrado na Figura 62, e para as camadas de reperfilamento e ligação o CAP 50/70, e as faixas granulométricas são: (i) faixa C para camada de rolamento e (ii) faixa D e B para as camadas de reperfilamento e ligação respectivamente (Norma DNIT 031/2006 – ES).

Figura 62: Execução de recapeamento asfáltico com asfalto borracha



Para as vias arteriais, considera-se a utilização de misturas asfálticas do tipo Stone Mastic Asphalt (SMA) devido, principalmente, à maior solitação de tráfego, principalmente afundamento nas trilhas de roda, e condições de segurança, devido à melhoria das condições de atrito pneu-pavimento. Na Figura 63, tem-se a ilustração de afundamento nas trilhas de roda numa faixa exclusiva de transporte coletivo.

Figura 63: Afundamento nas trilhas de roda



A aplicação de misturas asfálticas tipo SMA em Belo Horizonte é muito recente e, apesar de incipiente, o desempenho dessas misturas quanto à funcionalidade, sobretudo ocorrência de defeitos superficiais, são muito bons. Um exemplo é a Avenida do Contorno, que teve um segmento recapeado em SMA em 2020 e três anos depois apresenta-se em plenas condições de conservação, atendendo aos critérios de desempenho e segurança, conforme Figuras 64 e 65.

Figura 64: Aplicação de mistura asfáltica tipo SMA – Avenida do Contorno em 2020



Fonte: SUDECAP (2020)

Figura 65: Condição funcional do pavimento da Avenida do Contorno em 2023



Dessa forma, para o concreto asfáltico da camada de rolamento das vias arteriais, considera-se o CAP modificado por polímero elastomérico (Estireno-Butadieno-Estireno - SBS) ANP tipo 60/85-E, norma DNIT 129/2010-EM, e para as camadas de reperfilamento e ligação o CAP 50/70, e as faixas granulométricas são: (i) SMA 0/11S pela norma alemã ZTV Asphalt StB 94/2001 (Figura 65) e (ii) faixa D e B para as camadas de reperfilamento e ligação respectivamente (Norma DNIT 031/2006 – ES). Na Figura 66 tem-se a aplicação de uma camada de rolamento composta de uma mistura tipo SMA 0/11S.

Figura 66: Aplicação de camada de SMA 0/11S



6.2.7 Fresagem a Frio (FR)

Segundo a especificação de serviço do DNIT 159/2011-ES, define-se fresagem a frio como a operação em que é realizado o corte ou desbaste de uma ou mais camadas do pavimento asfáltico, por processo mecânico a frio. De acordo com Bonfim (2010), a fresagem de pavimentos asfálticos é uma técnica constantemente aplicada como parte de um processo de restauração de pavimentos deteriorados, em especial ensejando a solução de problemas tipicamente urbanos, tais como evitar o alteamento de calçadas e da drenagem pluvial. Também é utilizada visando atenuar o problema da propagação de trincas e pode ser classificada, resumidamente, quanto à espessura de corte: superficial, rasa e profunda, quanto à rugosidade: padrão, fina e microfresagem.

A fresagem é feita por equipamentos denominados fresadoras. Em vias urbanas, geralmente utiliza-se equipamentos de médio porte (Wirtgen W1000 ou similar), pela versatilidade, acompanhados de vassouras mecânicas para a limpeza da superfície fresada. O resíduo gerado pela fresagem, chamado RAP “Reclaimed Asphalt Pavement”, é um material nobre de boas características estruturais, podendo ser reciclado a quente, em misturas asfálticas usinadas a quente, a frio, em misturas asfálticas usinadas a frio, ou utilizado, com ou sem mistura, como camada estruturante de pavimentos (base, subbase, reforço do subleito). A Figura 67 ilustra uma fresagem rasa padrão.

Figura 67: Fresagem a frio de revestimento asfáltico



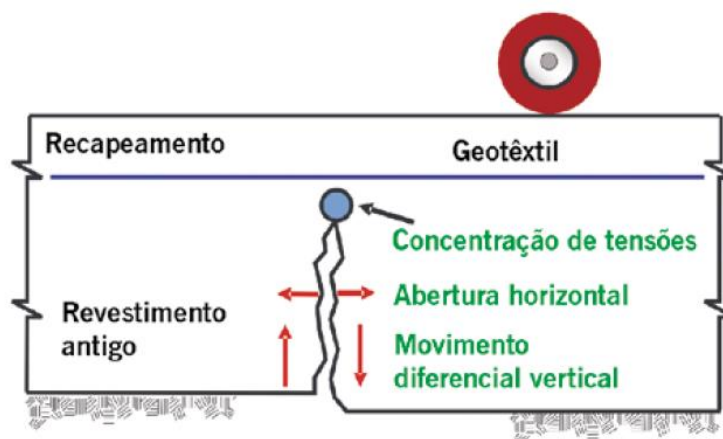
6.2.8 Aplicação de Geotêxtil ou Geogrelha (GEO)

Um dos grandes problemas dos pavimentos, sobretudo na restauração pela superposição de camadas asfálticas, é a propagação de trincas que surgem, conforme explica Bernucci et al. (2022). Em geral, elas ocorrem de baixo para cima, em que são desenvolvidas tensões de tração ou de cisalhamento elevadas nas camadas de recapeamento devido a movimentos originados nas trincas existentes no revestimento antigo deteriorado.

De acordo com DNIT (2006), os efeitos mais comuns gerados pela propagação de trincas são o enfraquecimento da estrutura do pavimento devido ao acréscimo da umidade, o desenvolvimento de panelas, deformações plásticas e outros tipos de defeitos. Assim, dentre as

medidas inibidoras da propagação de trincas, têm-se o emprego dos geossintéticos ou geogrelhas como camada intermediária do revestimento. Segundo Bernucci et al. (2022), elas podem atuar de duas maneiras: desviando as trincas ou convertendo as trincas em microfissuras ao se propagarem, pois, uma vez que trabalha com tensões de tração, faz com que ocorra um retardo na reflexão das trincas por perda de energia de deformação neste material colocado na interface. Quando refletidas, a reflexão é atenuada e normalmente se desloca na direção horizontal. Na Figura 68 tem-se, de forma esquemática, a aplicação de geotêxtil em pavimentos e na Figura 69 a aplicação de geogrelha de poliéster em obra de recapeamento asfáltico.

Figura 68: Aplicação de geotêxtil em pavimento recapeado



Fonte: Bernucci et al. (2022)

Figura 69: Aplicação de geogrelha como camada inibidora da propagação de trincas



6.2.9 Reciclagem de Pavimento (REC)

A norma DNIT 167/2013-ES define a reciclagem profunda de pavimentos "in situ" com adição de cimento Portland como um processo de reconstrução parcial da estrutura do pavimento. Empregam-se equipamentos próprios para esta finalidade, utilizando materiais existentes na estrutura do pavimento, cimento Portland, agregados adicionais (quando necessário) e água, em proporções previamente definidas no projeto de dosagem, e emulsão asfáltica para pintura de proteção.

É uma solução técnica e economicamente viável, sobretudo para vias urbanas, pela minimização dos impactos no trânsito em relação ao processo convencional de reconstrução de pavimentos. Uma das características é o reaproveitamento dos materiais constituintes da estrutura do pavimento existente, o que conseqüentemente leva à redução do consumo de recursos naturais, minimização de resíduos e agilidade operacional, conforme Figura 70.

Figura 70: Reciclagem de pavimento com adição de cimento e agregados pétreos



6.2.10 Reconstrução Total (RT)

De acordo com DNIT (2006), a reconstrução total do pavimento é uma modalidade de intervenção relacionada com a restauração do pavimento e/ou à reabilitação do pavimento. Consiste na remoção total da espessura do pavimento, podendo eventualmente atingir o subleito, e na posterior execução adequada de novas camadas estruturais, cujas naturezas, constituições e especificações devem guardar consonância com os atributos correspondentes das áreas adjacentes do pavimento remanescente. O novo revestimento executado sobre as camadas estruturais inferiores reconstruídas dispendo de necessário suporte formará assim o pavimento apto a exercer um novo ciclo de vida, de conformidade com premissas técnico-econômicas. Trata-se, portanto, de uma intervenção robusta, com grande impacto no trânsito (interdição total ou parcial), em pavimentos com alto grau de deterioração, que geralmente tem ultrapassado o seu período de vida útil. Para tal, é necessário um projeto específico com análise do tráfego, investigações geotécnicas, dimensionamento adequado e detalhamento dos materiais constituintes das camadas estruturantes do pavimento. Na Figura 71, tem-se a regularização e a compactação do subleito de um pavimento viário, uma das etapas construtivas da reconstrução total de pavimentos.

Figura 71: Reconstrução total de pavimento



6.2.11 Resumo das intervenções consideradas

Considerando os serviços citados e as curvas de desempenho dos pavimentos, de acordo com a tipologia do tráfego, foi possível estabelecer árvores de decisões para cada tipo de via e as consequentes estratégias de manutenção e reabilitação de pavimentos (M&R) por estágio de deterioração.

Com o emprego de técnicas, materiais e serviços de manutenção e reabilitação de pavimentos mais assertivos, considerados mais adequados dentro do modelo proposto por apresentarem um desempenho superior ao das técnicas e materiais tradicionais, espera-se uma menor frequência de ações de M&R de pavimentos na rede viária a curto, médio e longo prazo, com menores impactos ao tráfego, garantindo a funcionalidade dos pavimentos ao longo da sua vida útil. Dessa forma, considera-se, nas Figuras 72, 73 e 74, as árvores de decisões para as vias locais, coletoras e arteriais, com ações de M&R bem definidas. Elas são de natureza preventiva e corretiva, de acordo com o estágio de deterioração do pavimento ao longo do ciclo de vida útil, considerado de acordo com as curvas de degradação ao longo do tempo. Assim, quando na definição das estratégias de M&R, tem-se um elenco de ações que permite, de acordo com a disponibilidade de recursos e a previsão do nível de serviço, traçar cenários mais eficazes.

Figura 72: Árvore de decisões para vias locais

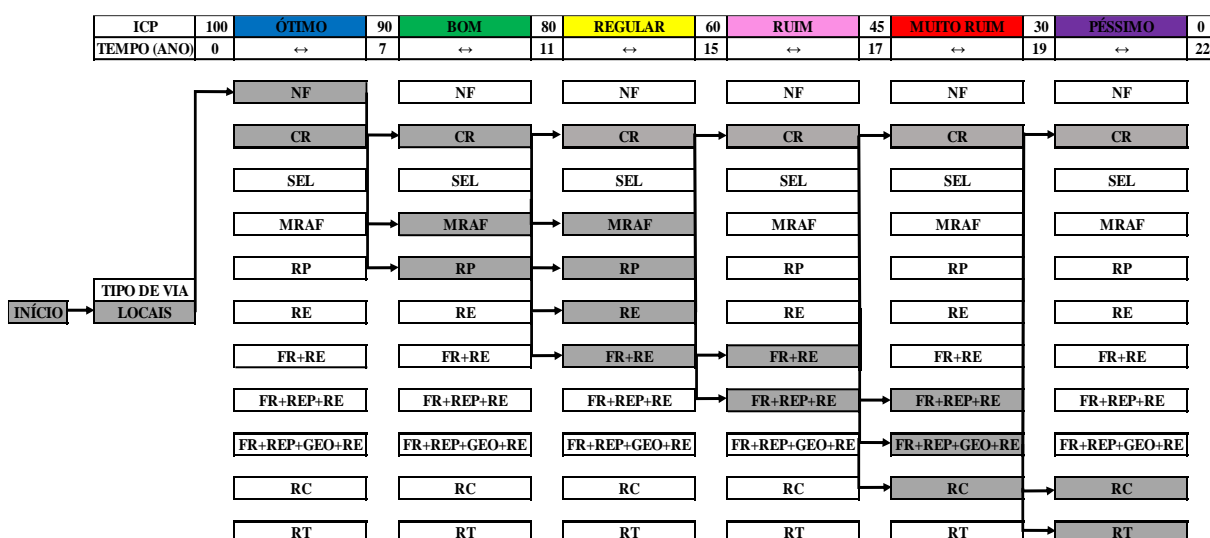


Figura 73: Árvore de decisões para vias coletoras

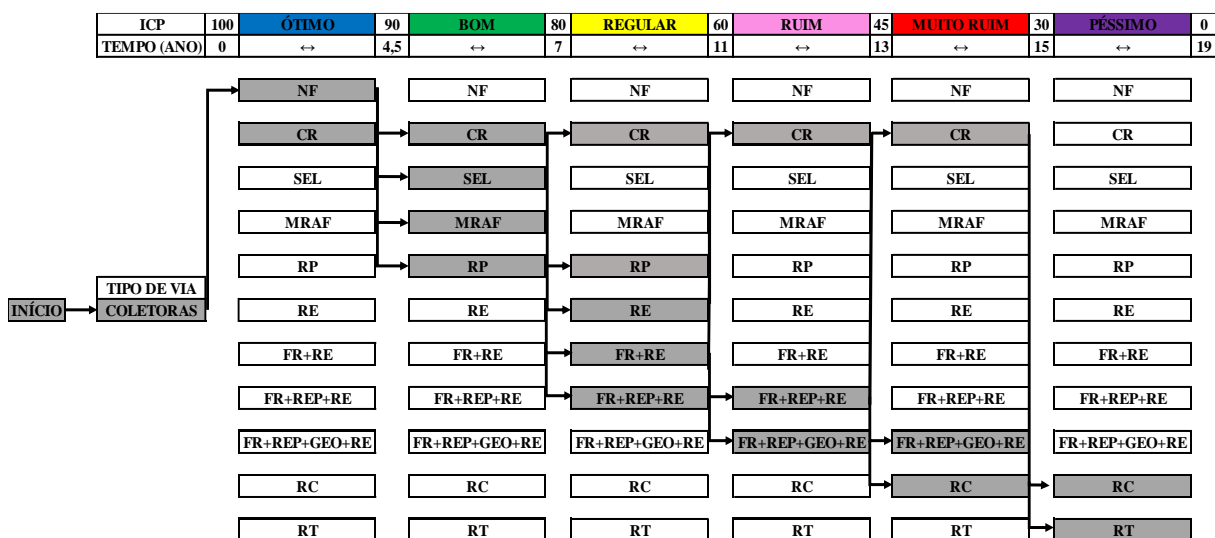
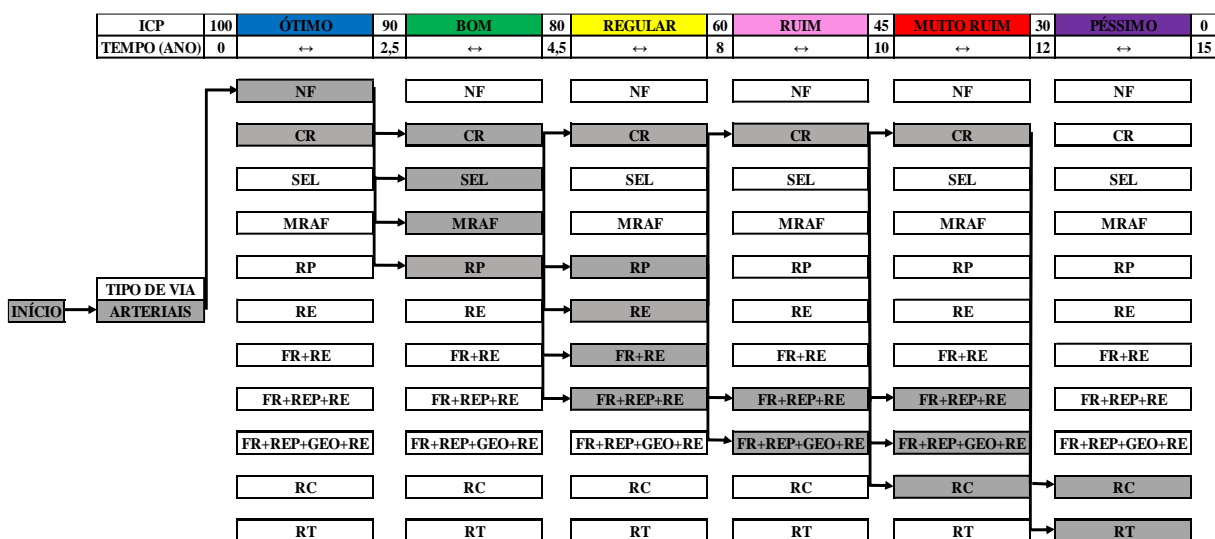
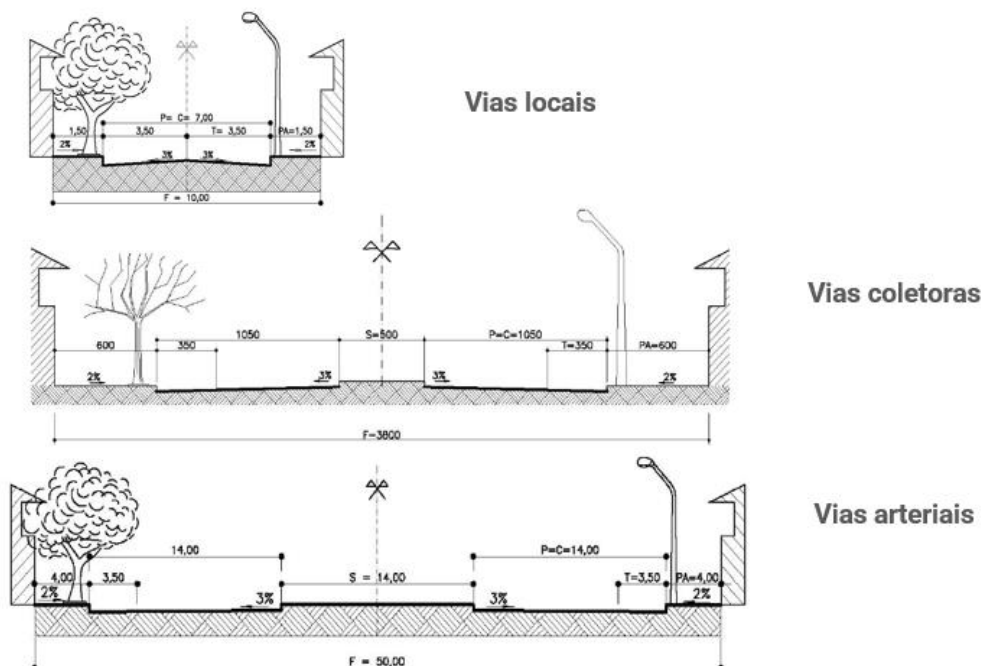


Figura 74: Árvore de decisões para vias arteriais



Os custos dos serviços considerados foram estimados por quilômetro, de acordo com as seções tipo estabelecidas pelo município para a implantação de vias públicas do tipo locais, coletoras e arteriais, ilustrados na Figura 75. Conforme SUDECAP (2008), que padroniza os serviços e materiais empregados nas obras públicas do município de Belo Horizonte, e planilhas dos contratos vigentes de M&R de pavimentos, para cada serviço considerado, foi criada uma composição de preços unitários (CPU) individual, conforme Apêndice E.

Figura 75: Seções típicas consideradas por tipo de via



Fonte: SUDECAP (2008)

Dessa forma, é possível prever os custos de cada segmento viário do município de acordo com a sua classificação de tráfego e o seu estado de conservação. Com isso, é possível projetar cenários futuros de acordo com os recursos disponíveis.

6.3 Previsão de desempenho

Os pavimentos são estruturas complexas, seja pela heterogeneidade e tipologia das cargas, pela variação dos solos de fundação ou pelo próprio empirismo dos métodos de dimensionamento. Quando se trata de pavimentos urbanos, a situação tende a se agravar pela maior quantidade de variáveis a serem consideradas, principalmente o tráfego interrompido e as questões urbanísticas (uso e ocupação do solo, presença de árvores, infraestrutura subterrânea, dentre outros). A previsão de desempenho dessas estruturas tem sido um dos principais desafios da manutenção de pavimentos.

Para esta dissertação, foi considerado um modelo para a previsão de desempenho dos pavimentos urbanos de cidades de grande porte baseado na análise dos pavimentos de Belo Horizonte. Foi levada em consideração a variação do índice de condição do pavimento (ICP) e

a série histórica de intervenções considerada de 2009 a 2021 (Regional Pampulha) ao longo do tempo, ou seja, as curvas de degradação do pavimento ao longo do tempo, prevendo situações futuras.

Dessa forma, após as vistorias realizadas em 2022 e 2023, com a determinação das curvas de deterioração dos pavimentos em função do tempo e a consideração de estratégias de intervenção mais adequadas (preventivas e corretivas de maior desempenho), com os respectivos custos associados definidos, têm-se, de acordo com a estratégia adotada, os custos de manutenção ao longo da vida de serviço dos pavimentos.

Nas Figuras 76, 77 e 78, tem-se as curvas de degradação dos pavimentos ao longo do tempo com os respectivos custos associados para cada estágio de deterioração, possibilitando uma previsão mais circunstanciada de cenários futuros.

Figura 76: Curva de degradação dos pavimentos de vias locais e custos associados

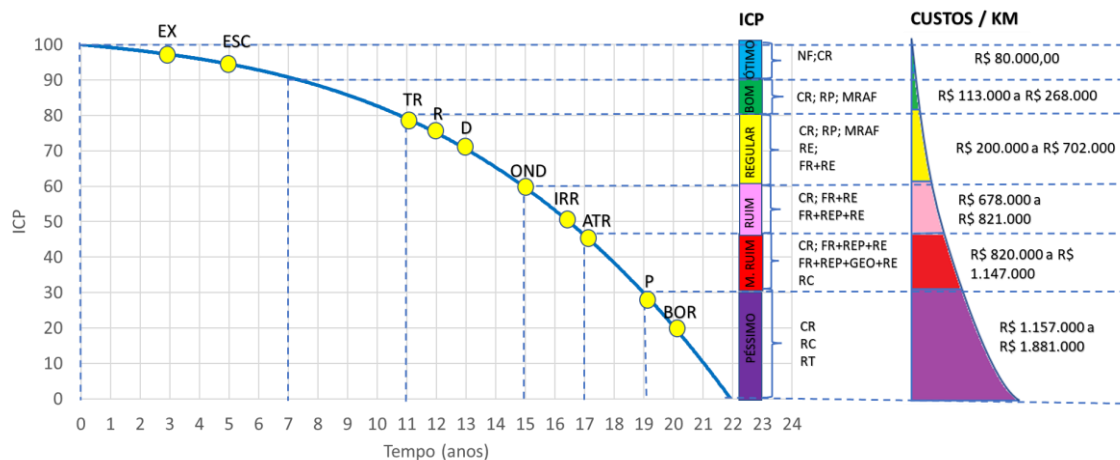


Figura 77: Curva de degradação dos pavimentos de vias tipo coletoras e custos associados

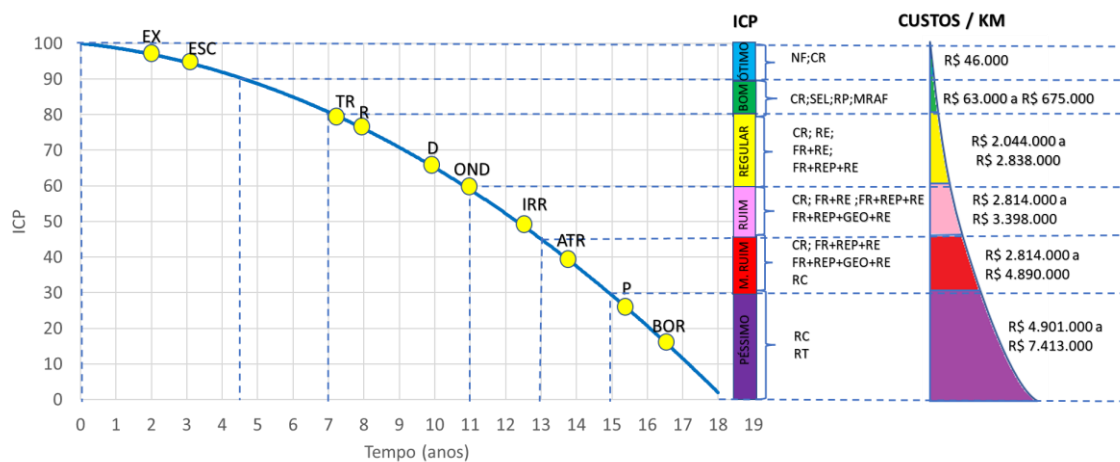
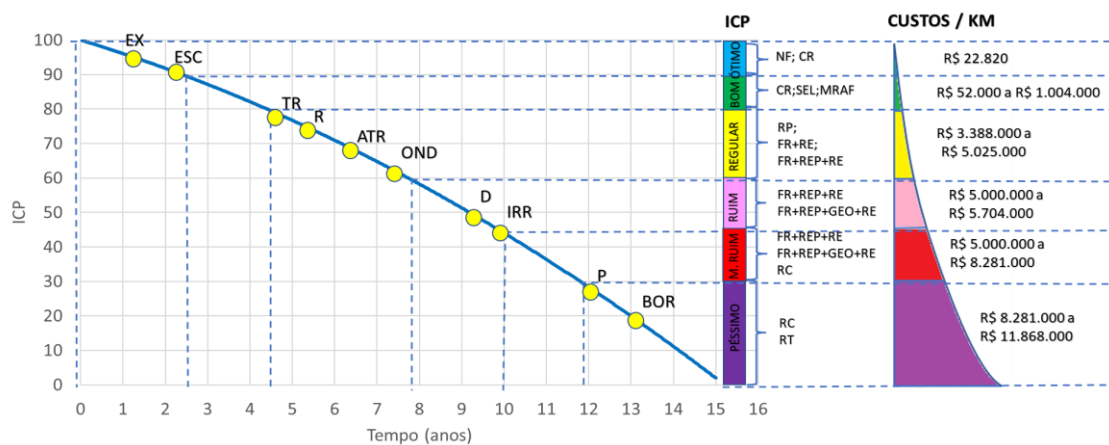


Figura 78: Curva de degradação dos pavimentos de vias tipo arteriais e custos associados



7 ANÁLISE DE CENÁRIOS COM O MODELO PROPOSTO

Um modelo de gerência de pavimentos em nível de rede deve ser capaz de integrar os dados coletados, permitindo a previsão de condições futuras, planejamento de manutenção preventiva e corretiva, com alocação eficiente de recursos e previsão de cenários futuros coerentes.

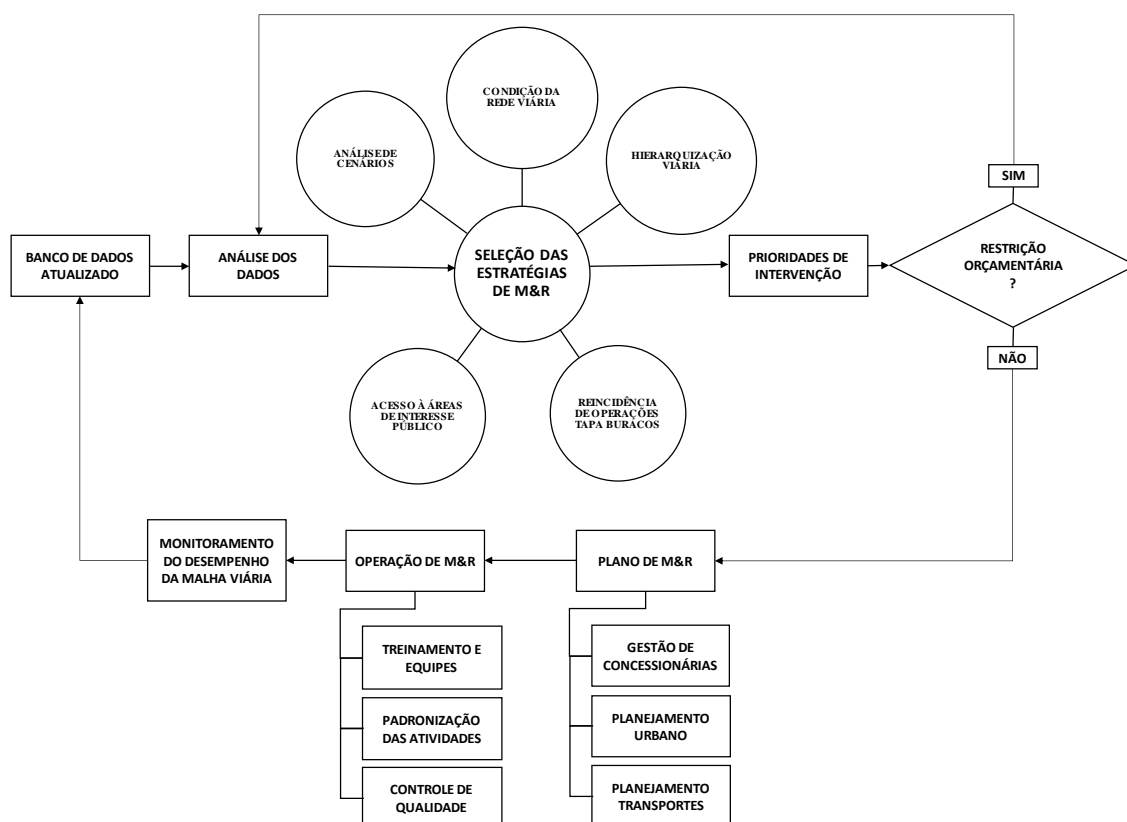
O modelo proposto considera uma modelagem de manutenção corretiva planejada por desempenho, conforme descrito no item 5.3, além dos diagnósticos considerados no item 6.1, e as intervenções descritas no item 6.2, sendo composto de:

- Banco de dados atualizado: Sistema de coleta de informações e diagnósticos periódicos, armazenados num banco de dados acessível;
- Análise dos dados: Extração de dados devidamente organizados para uma análise global da rede viária;
- Seleção das estratégias de M&R: Análise e definição de alternativas para a manutenção e reabilitação da rede viária, de acordo com as variáveis consideradas, a saber: condição da rede, hierarquização viária, reincidência de operações tapa buracos, irregularidade equivalente, acesso a áreas de interesse público e análise de cenários, de acordo com a disponibilidade financeira;
- Priorização das intervenções: Trata-se da adequação das intervenções aos recursos disponíveis, elencando os segmentos prioritários de acordo com os critérios adotados.
- Restrição orçamentária: Em caso de restrição orçamentária, o processo deve retornar à análise dos dados para a compatibilização das estratégias com os recursos disponíveis e nova priorização de intervenções;
- Plano de M&R: Elaboração do plano de manutenção e reabilitação de pavimentos considerando a gestão de concessionárias (planejamento de intervenções), bem como o planejamento urbano e do sistema de transportes, compatibilizando todas as intervenções de forma que os pavimentos restaurados tenham o desempenho previsto;

- Operação de M&R: Execução do plano de manutenção e reabilitação de pavimentos definido, através de ações padronizadas, equipes operacionais treinadas e adequados padrões de controle de qualidade; e
- Monitoramento do desempenho da malha viária: Acompanhamento do desempenho das ações de M&R e da rede viária como um todo, para calibração do modelo e garantia de condições adequadas de conservação para todo o sistema de infraestrutura de transportes.

Com esta concepção, tem-se na Figura 79, tem-se o fluxograma do modelo de gerência de pavimentos para cidades de grande porte proposto.

Figura 79: Fluxograma do modelo de gerência de pavimentos urbanos proposto



Os modelos de desempenho dos pavimentos permitem a previsão do seu estado futuro em função do processo evolutivo de degradação. A partir do conhecimento do ciclo de vida útil dos pavimentos e dos gatilhos para intervenções, isto é, a alteração da condição e consequentemente

da intervenção associada, foi possível elencar periodicamente estratégias de M&R, avaliando, por simulação, o efeito de um certo número de intervenções por um período considerado, de forma a adotar a estratégia ótima, que é a de maior retorno (nível de qualidade definido) frente aos investimentos.

A definição de cenários está diretamente associada aos gatilhos para intervenções, o que inclui as categorias de desempenho dos pavimentos em relação a cada variável e ao conjunto de variáveis selecionadas (Silva, 2017). Os gatilhos de intervenções indicam condições específicas que orientam a tomada de decisões, evitando a deterioração acentuada da rede e os custos associados de M&R elevados.

Num cenário ideal, sem restrições orçamentárias, os gatilhos para intervenções permitem ações assertivas no momento mais adequado, tendo como resultados a qualidade da malha, garantindo maior eficácia dos investimentos e minimizando os custos adicionais pela postergação de ações. Em cenários de restrição orçamentária, os gatilhos para intervenções são importantes para a gerência de toda a rede, pois permitem que através de estratégias de M&R sejam estabelecidas prioridades para condições de conservação distintas.

Silva (2017) explica que, em cenários de restrição orçamentária, a estratégia mais utilizada no passado era concentrar os investimentos nos segmentos com pior desempenho. Segundo a mesma autora, essa tática, embora amplamente difundida e ainda em utilização por muitos que julgam conhecer os efeitos desta política, tem consequências devastadoras, especialmente quando adotados por longos períodos. Torna-se, assim, essencial que sejam adotadas estratégias adequadas de M&R que proporcionem a racionalização dos investimentos com ganhos técnicos e econômicos.

Branco et al. (2011) definem que uma estratégia de conservação (manutenção e reabilitação) é constituída por um plano de ações, envolvendo a aplicação de um conjunto de técnicas de conservação projetadas para manter o estado da rede (nível de rede) ou de um trecho de pavimento (nível de projeto), acima de um nível de qualidade pré-definido. Para cada uma das estratégias adotadas, é necessário efetuar a respectiva análise econômica, de modo a determinar os respectivos custos e benefícios.

Visando a comprovação da eficácia do modelo de gerência de pavimentos urbanos proposto, considera-se, para a seleção de estratégias de M&R e análise de cenários futuros da rede viária, as seguintes condições:

- Período de análise: 50 anos, sem alteração qualiquantitativa de tráfego;
- Nível de aceitabilidade mínimo durante todo o período: ICP = 60 (Regular/Ruim);
- Tipo de via: Locais, coletoras e arteriais;
- Desempenho dos M&R: Considera-se o desempenho inicialmente previsto nas curvas de degradação traçadas;
- Cenário 1: Definição de estratégias de M&R através da reabilitação dos pavimentos, comum aos municípios brasileiros, com utilização de materiais e serviços convencionais; e
- Cenário 2: Definição de estratégias de M&R de acordo com o modelo proposto, considerando o estágio de deterioração e os custos associados.

Seguem, nas Figuras 80, 81 e Tabela 15, os resultados da análise dos cenários traçados para as vias locais, bem como as considerações sobre as estratégias de M&R definidas.

Figura 80: Análise de cenários para as vias locais: Cenário 1

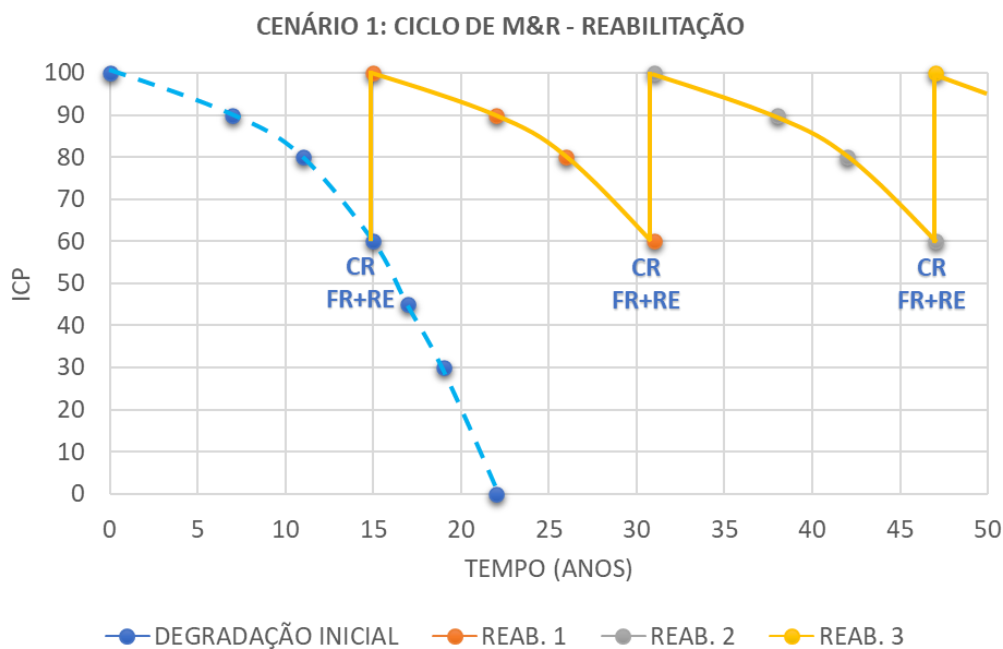
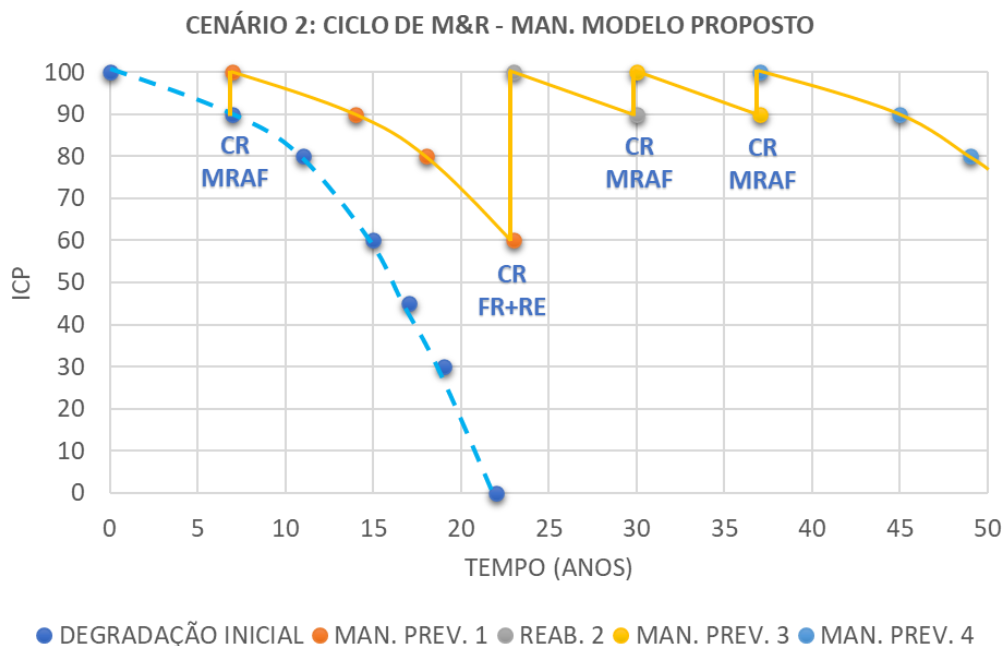


Figura 81: Análise de cenários para as vias locais: Cenário 2**Tabela 15:** Análise econômica de cenários para as vias locais

CENÁRIO 1: REABILITAÇÃO			CENÁRIO 2: MAN. MODELO PROPOSTO		
REAB. 1 (ANO 15)	R\$ 701.002,28	CR; RE	MAN. PREV. 1 (ANO 7)	R\$ 200.392,34	CR; MRAF
REAB. 2 (ANO 31)	R\$ 701.002,28	CR; FR+RE	REAB. 2 (ANO 23)	R\$ 701.002,28	CR; FR+RE
REAB. 3 (ANO 47)	R\$ 701.002,28	CR; RE	MAN. PREV. 3 (ANO 30)	R\$ 200.392,34	CR; MRAF
-	-	-	MAN. PREV. 4 (ANO 37)	R\$ 200.392,34	CR; MRAF
TOTAL	R\$ 2.103.006,84	-	TOTAL	R\$ 1.302.179,31	-
DIFERENÇA	R\$ 800.827,53	38% ECONOMIA			

Para o cenário 1 das vias locais, tem-se a seleção de estratégias de manutenção por reabilitação do pavimento para a garantia de uma condição regular ao longo do tempo. Assim, tem-se um recapeamento asfáltico precedido de fresagem do revestimento antigo (para não gerar acréscimo do greide do pavimento existente, gerando problemas nos dispositivos de drenagem pluvial e acessos às residências “soleiras” das residências) nos anos 15, 31 e 47. Deve-se mencionar que, tradicionalmente, pela natureza das vias (baixo tráfego), as ações de manutenção por parte das administrações municipais resumem-se a operações tapa buracos e melhoramentos viários para a garantia da funcionalidade dos pavimentos, sem melhorias significativas que alterem significativamente a condição geral do pavimento (ICP).

Para o cenário 2, por sua vez, tem-se a seleção de estratégias de manutenção preventiva, corretiva e reabilitação do pavimento para a garantia de uma condição regular ao longo do tempo. No ano 7, tem-se a aplicação de microrevestimento asfáltico a frio (MRAF), para rejuvenescimento do revestimento asfáltico, seguida do recapeamento asfáltico precedido da fresagem do revestimento antigo no ano 23, aplicação de MRAF no ano 30 e nova aplicação de MRAF no ano 37. São vias de baixo tráfego onde se aplica, adequadamente, serviços de rejuvenescimento do revestimento de forma periódica.

Em resumo, ambos os cenários conduzem ao padrão de qualidade inicialmente definido. No entanto, a adoção de estratégias de M&R dentro do modelo proposto com ações de natureza preventiva, intercaladas de ações de reabilitação, conduzem a uma economia a longo prazo de 38% em relação estratégias de M&R tradicionais praticadas pelos municípios, que representam um custo 1,62 vezes maior.

Nas Figuras 82, 83 e Tabela 16, tem-se os resultados da análise dos cenários traçados para as vias coletoras, bem como as considerações sobre as estratégias de M&R definidas.

Figura 82: Análise de cenários para as vias coletoras: Cenário 1

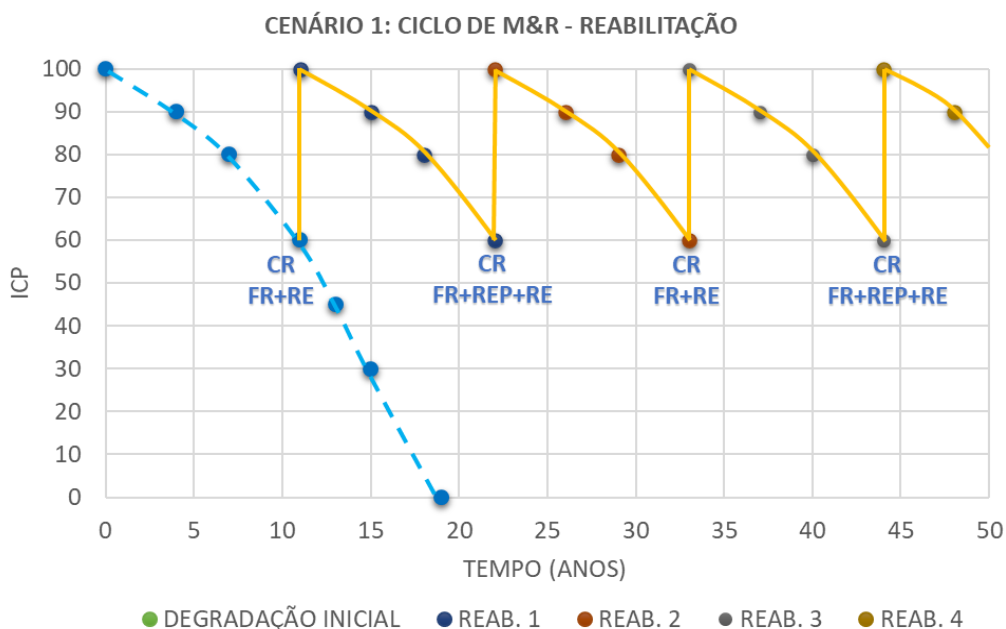
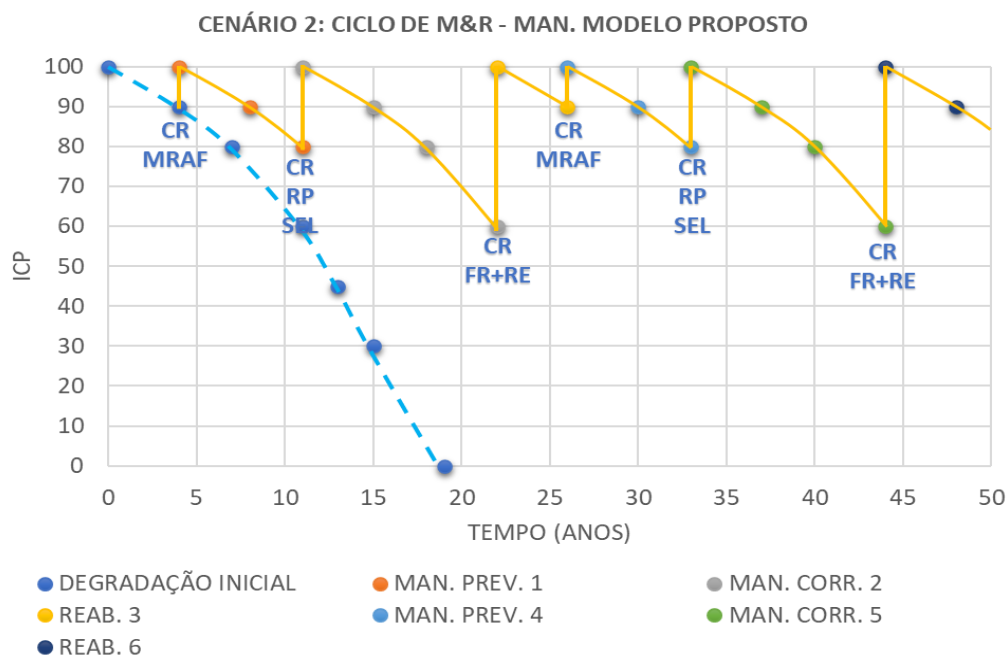


Figura 83: Análise de cenários para as vias coletoras: Cenário 2**Tabela 16:** Análise econômica de cenários para as vias coletoras

CENÁRIO 1: REABILITAÇÃO				CENÁRIO 2: MAN. MODELO PROPOSTO			
REAB. 1 (ANO 11)	R\$	1.974.091,41	CR; FR+RE	MAN. PREV. 1 (ANO 4)	R\$	478.640,34	CR; MRAF
REAB. 2 (ANO 22)	R\$	2.745.645,16	CR; FR+REP+RE	MAN. CORR. 2 (ANO 11)	R\$	259.107,93	CR; RP; SEL
REAB. 3 (ANO 33)	R\$	1.974.091,41	CR; FR+RE	REAB. 3 (ANO 22)	R\$	2.065.537,17	CR; FR+RE
REAB. 4 (ANO 44)	R\$	2.745.645,16	CR; FR+REP+RE	MAN. PREV. 4 (ANO 26)	R\$	478.640,34	CR; MRAF
-	-	-	-	MAN. CORR. 5 (ANO 33)	R\$	259.107,93	CR; RP; SEL
-	-	-	-	REAB. 6 (ANO 44)	R\$	2.065.537,17	CR; FR+RE
TOTAL	R\$	9.439.473,14	-	TOTAL	R\$	5.606.570,90	-
DIFERENÇA	R\$	3.832.902,24	41%	ECONOMIA			

Para o cenário 1 das vias coletoras, considera-se a seleção de estratégias de reabilitação do pavimento por recapeamento asfáltico precedido da fresagem do revestimento antigo, com e sem reperfilamento nos anos 11, 22, 33 e 44. A consideração do reperfilamento se dá em função dos danos acumulados ao pavimento ao longo do tempo, gerando irregularidades que devem ser corrigidas periodicamente, especificamente nesse caso, através do fresagem e reperfilamento.

Para o cenário 2, admite-se estratégias de manutenção preventiva, corretiva e reabilitação do pavimento, intercaladas em intervalos pré-definidos para a garantia de uma condição regular ao

longo do tempo. No ano 4, tem-se a aplicação de MRAF, seguido de reparos parciais no pavimento e selagem de trincas no ano 11. No ano 22, tem-se a reabilitação do pavimento por recapeamento asfáltico, precedido da fresagem do revestimento, para a correção de defeitos que comprometem sobretudo o conforto ao rolamento (irregularidades, ondulações/corrugações, trincas severas, afundamentos nas trilhas de roda, etc.). No ano 26, aplicação de MRAF, obedecendo a mesma ordem inicialmente definida, reparos parciais e selagem no ano 33, finalizando com reabilitação através de fresagem e recapeamento no ano 44.

Assim, ao final do período definido de 50 anos, com o modelo proposto, tem-se uma economia de 41% em relação às estratégias de M&R tradicionais, que representam um custo 1,68 vezes maior. É cabido ressaltar, manutenções tardias conduzem a desempenhos insatisfatórios e uma análise equivocada sobre a eficiência das ações. Assim, é de suma importância considerar o momento adequado para a definição das estratégias de M&R.

Os resultados da análise dos cenários traçados para as vias arteriais seguem nas Figuras 84, 85 e Tabela 17, bem como as considerações sobre as estratégias de M&R definidas.

Figura 84: Análise de cenários para as vias arteriais: Cenário 1

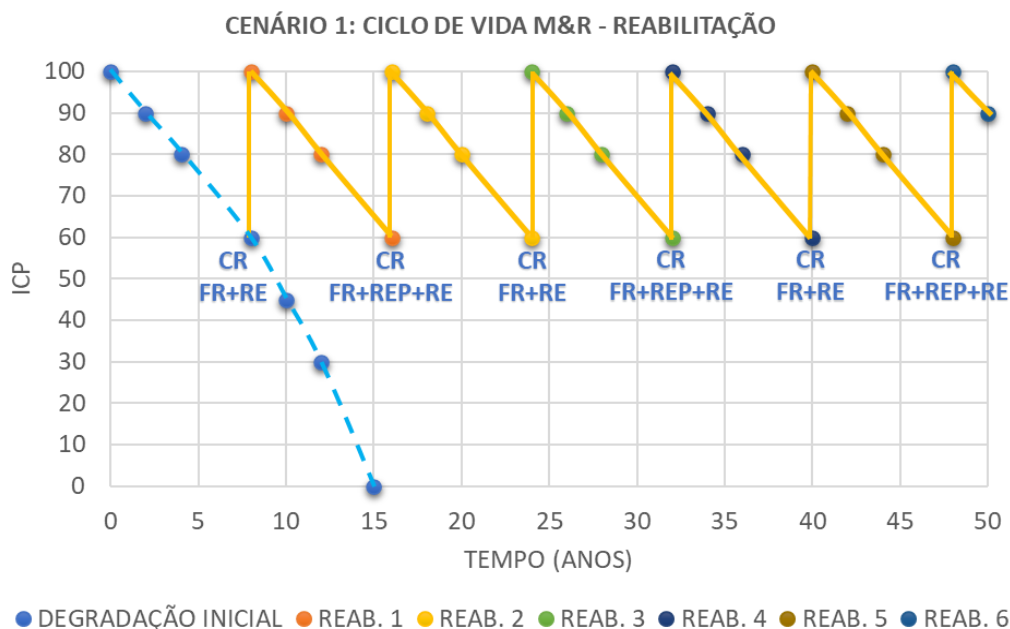
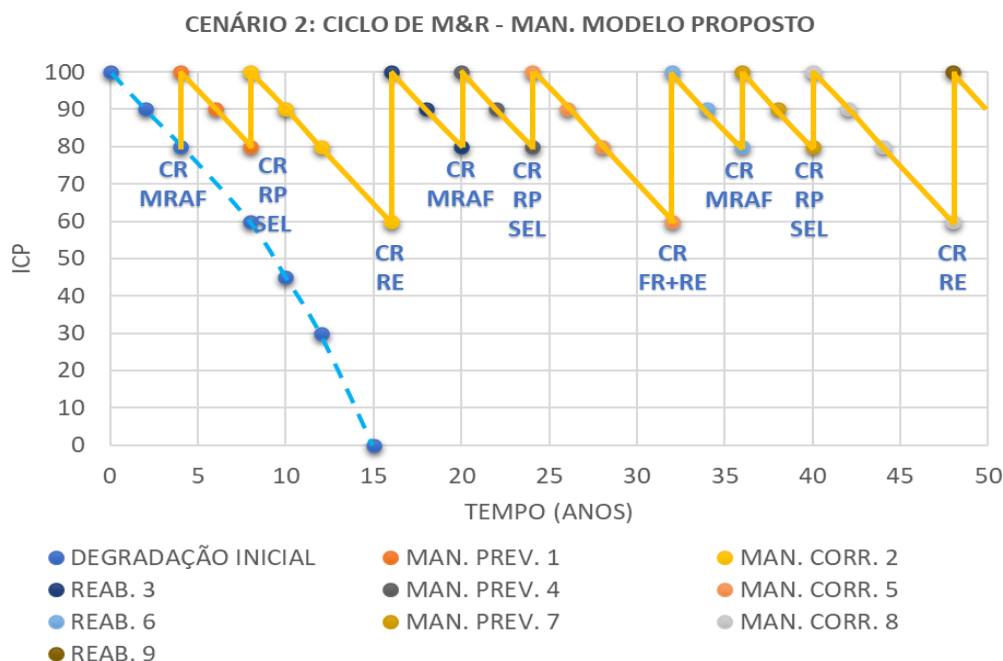


Figura 85: Análise de cenários para as vias arteriais: Cenário 2**Tabela 17:** Análise econômica de cenários para as vias arteriais

CENÁRIO 1: REABILITAÇÃO				CENÁRIO 2: MAN. MODELO PROPOSTO			
REAB. 1 (ANO 8)	R\$	2.605.428,19	CR; FR+RE	MAN. PREV. 1 (ANO 4)	R\$	612.539,79	CR; MRAF
REAB. 2 (ANO 16)	R\$	3.710.438,52	CR; FR+REP+RE	MAN. CORR. 2 (ANO 8)	R\$	442.854,90	CR; RP; SEL
REAB. 3 (ANO 24)	R\$	2.605.428,19	CR; FR+RE	REAB. 3 (ANO 16)	R\$	3.388.923,85	CR; RE
REAB. 4 (ANO 32)	R\$	3.710.438,52	CR; FR+REP+RE	MAN. PREV. (ANO 20)	R\$	612.539,79	CR; MRAF
REAB. 5 (ANO 40)	R\$	2.605.428,19	CR; FR+RE	MAN. CORR. 5 (ANO 24)	R\$	442.854,90	CR; RP; SEL
REAB. 6 (ANO 48)	R\$	3.710.438,52	CR; FR+REP+RE	REAB. 6 (ANO 32)	R\$	3.919.268,83	CR; FR+RE
-	R\$	-		MAN. PREV. 7 (ANO 36)	R\$	612.539,79	CR; MRAF
-	R\$	-		MAN. CORR. 8 (ANO 40)	R\$	442.854,90	CR; RP; SEL
-	R\$	-		REAB. 9 (ANO 48)	R\$	3.388.923,85	CR; RE
TOTAL	R\$	18.947.600,13	-	TOTAL	R\$	13.863.300,60	-
DIFERENÇA	R\$	5.084.299,53	27%	ECONOMIA			

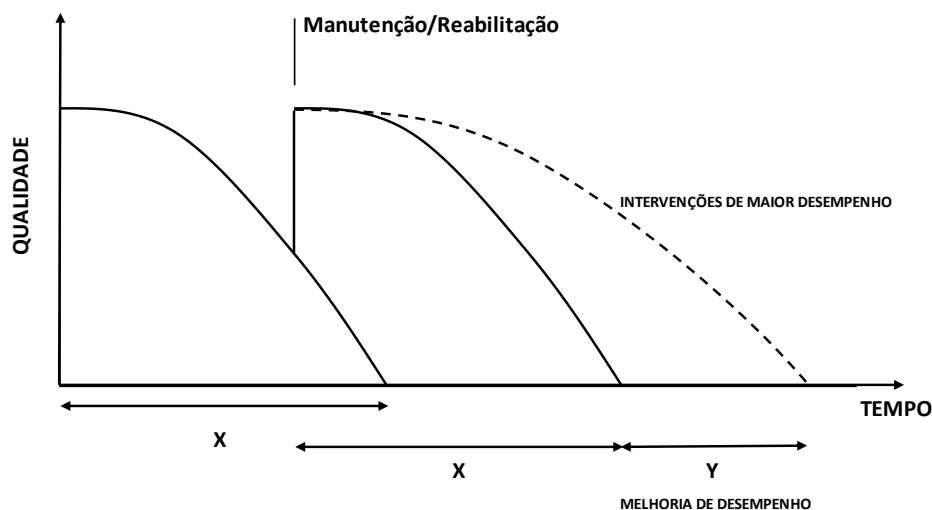
Para as vias arteriais, as estratégias de M&R consideradas no cenário 1 foram a execução de reabilitação do pavimento por capeamentos periódicos, de 8 em 8 anos, sempre precedidos de fresagem, com previsão intercalada de aplicação de camada de reperfilamento para a garantia de conforto ao rolamento.

Para o cenário 2, as estratégias de M&R foram definidas considerando intervenções de natureza preventiva, corretiva e reabilitação, intercaladas. Para a manutenção preventiva, foi previsto o MRAF nos anos 4, 20 e 36. Para a manutenção corretiva, foram previstas intervenções de reparos parciais e selagem de trincas nos anos 8, 24 e 40 e reabilitação por recapeamento, precedido ou não de fresagem nos anos 16, 32 e 48. Na análise geral dos cenários, tem-se a manutenção do padrão de desempenho estipulado em todo o período de análise, conduzindo a uma economia, com o modelo proposto, de 27% em relação estratégias de M&R tradicionais, que representam um custo 1,37 vezes maior.

As vias arteriais têm grande importância em termos de mobilidade e o modelo de gerência proposto garante, através de um padrão adequado de desempenho dos pavimentos, além da economia na manutenção e reabilitação de pavimentos, a manutenção da velocidade adequada da via, o mais próximo da velocidade de fluxo livre, uma vez que é prioridade o fluxo de veículos em nível de serviço adequado, em detrimento da acessibilidade.

Numa análise mais ampla, é notório que ações de manutenção de natureza preventiva oferecem vantagens econômicas em relação à corretiva, o que naturalmente já leva a uma economia com a adoção do modelo proposto. No entanto, um dos principais diferenciais que o modelo proposto oferece, que é a consideração de intervenções de maior desempenho, ilustrado na Figura 86, não foi considerado, uma vez que, dentre as condições estabelecidas para a previsão de cenários futuros, tem-se a consideração do mesmo desempenho das curvas de degradação inicialmente traçadas a partir de intervenções convencionais de M&R.

Figura 86: Aumento da vida útil do pavimento com intervenções de maior desempenho



Dessa forma, deve-se analisar cenários futuros mais otimistas considerando intervenções mais duráveis (a saber: com a utilização de asfalto borracha e SMA). Assim, simula-se, nas Figuras 87 e 88 (cenário 3) e Tabelas 18 e 19, cenários futuros para as vias coletoras e arteriais, considerando um desempenho estimado de 50% superior em relação às intervenções convencionais.

Figura 87: Análise de cenários para as vias coletoras considerando o desempenho: Cenário 3

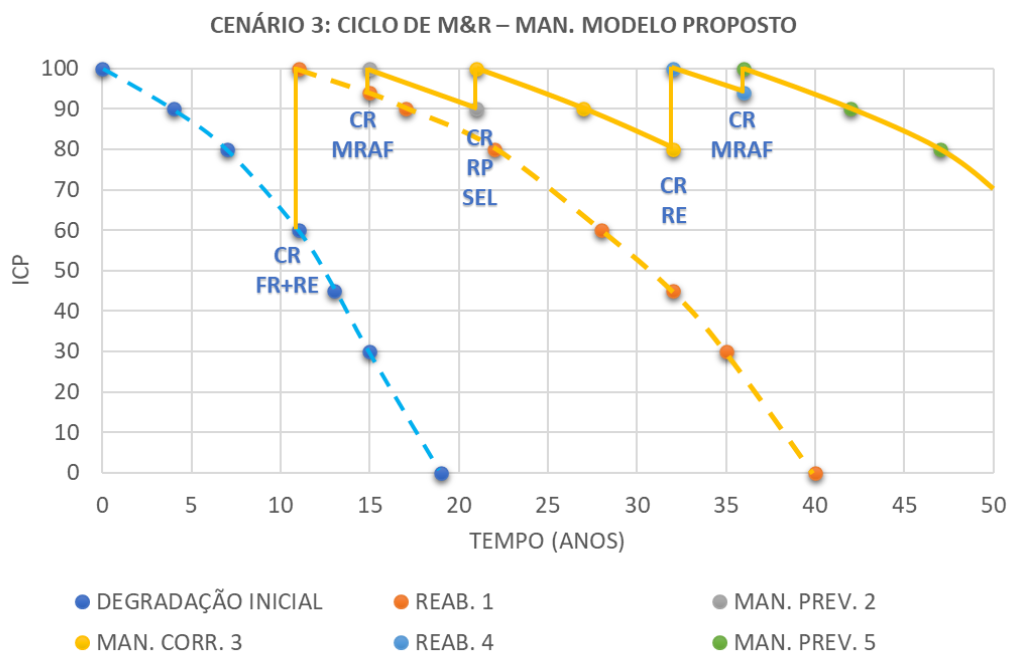


Tabela 18: Análise econômica de cenários para as vias coletoras considerando o desempenho

CENÁRIO 1: MAN. CORRETIVA				CENÁRIO 3: MAN. MODELO PROPOSTO			
REAB. 1 (ANO 11)	R\$	1.974.091,41	CR; FR+RE	REAB. 1 (ANO 11)	R\$	2.065.537,17	CR; FR+RE
REAB. 2 (ANO 22)	R\$	2.745.645,16	CR; FR+REP+RE	MAN. PREV. 2 (ANO 15)	R\$	478.640,34	CR; MRAF
REAB. 3 (ANO 33)	R\$	1.974.091,41	CR; FR+RE	MAN. CORR. 3 (ANO 21)	R\$	259.107,93	CR; RP; SEL
REAB. 4 (ANO 44)	R\$	2.745.645,16	CR; FR+REP+RE	REAB. 4 (ANO 32)	R\$	2.044.678,51	CR; RE
-	-	-	-	MAN. PREV. 5 (ANO 36)	R\$	478.640,34	CR; MRAF
TOTAL	R\$	9.439.473,14	-	TOTAL	R\$	5.326.604,31	-
DIFERENÇA	R\$	4.112.868,85	44%	ECONOMIA			

Para o cenário 3 das vias coletoras, tem-se a seleção de estratégias de manutenção preventiva, corretiva e reabilitação do pavimento, considerando ações de maior desempenho (asfalto borracha), com a execução de reabilitação através de recapeamento asfáltico precedido de fresagem no ano 11, seguida da aplicação de MRAF no ano 15, reparos parciais e selagem de trincas no ano 21, recapeamento asfáltico no ano 32 e execução de MRAF no ano 36. Com tais intervenções, tem-se, ao final de 50 anos, uma economia, com o modelo proposto de 44% em relação às estratégias de M&R tradicionais, que representam um custo 1,77 vezes maior.

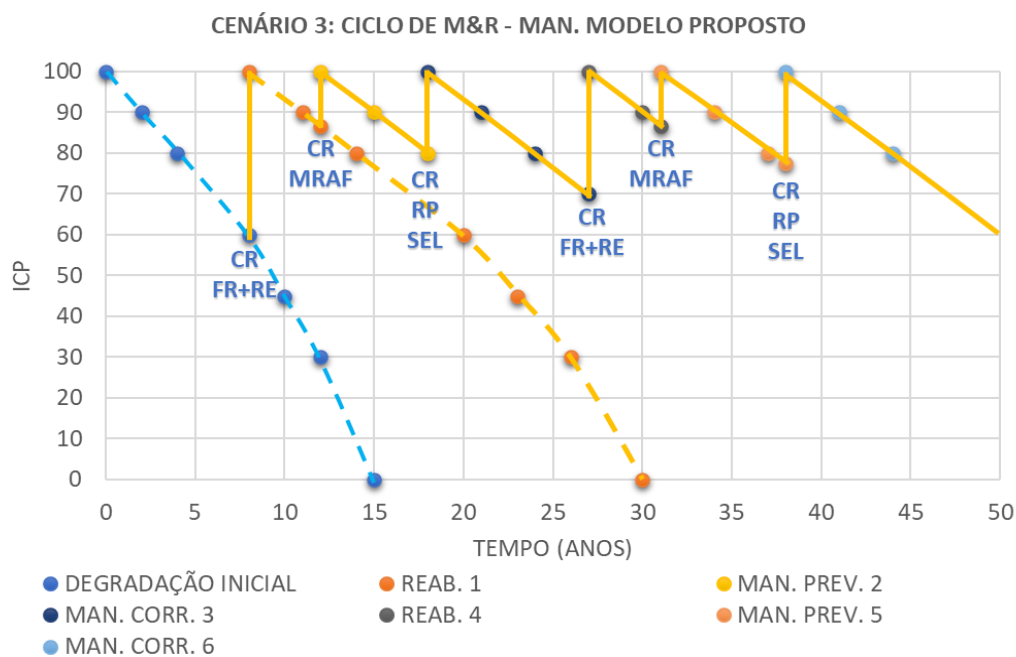
Figura 88: Análise de cenários para as vias arteriais considerando o desempenho: Cenário 3

Tabela 19: Análise econômica de cenários para as vias arteriais considerando o desempenho

CENÁRIO 1: MAN. CORRETIVA				CENÁRIO 3: MAN. MODELO PROPOSTO			
REAB. 1 (ANO 8)	R\$	2.605.428,19	CR; FR+RE	REAB. 1 (ANO 8)	R\$	3.919.268,83	CR; FR+RE
REAB. 2 (ANO 16)	R\$	3.710.438,52	CR; FR+REP+RE	MAN. PREV. 2 (ANO 12)	R\$	612.539,79	CR; MRAF
REAB. 3 (ANO 24)	R\$	2.605.428,19	CR; FR+RE	MAN. CORR. 3 (ANO 18)	R\$	442.854,90	CR; RP; SEL
REAB. 4 (ANO 32)	R\$	3.710.438,52	CR; RP; FR+REP+RE	REAB. 4 (ANO 27)	R\$	3.919.268,83	CR; FR+RE
REAB. 5 (ANO 40)	R\$	2.605.428,19	CR; FR+RE	MAN. PREV. 5 (ANO 31)	R\$	612.539,79	CR; MRAF
REAB. 6 (ANO 48)	R\$	3.710.438,52	CR; FR+REP+RE	MAN. CORR. 6 (ANO 38)	R\$	442.854,90	CR; RP; SEL
TOTAL	R\$	18.947.600,13	-	TOTAL	R\$	9.949.327,04	-
DIFERENÇA	R\$	8.998.273,09	47%	ECONOMIA			

Para as vias arteriais, no cenário 3, tem-se estratégias de alternância de manutenção preventiva, corretiva e reabilitação, considerando ações de maior desempenho (SMA) para a manutenção corretiva e reabilitação, com a execução de recapeamento asfáltico, precedido de fresagem nos anos 8 e 27, seguida da aplicação de MRAF nos anos 12 e 31 e selagem de trincas com reparos parciais nos anos 18 e 38. Assim, tem-se, ao final de 50 anos, uma economia de 47% em relação ao cenário 1 que considera somente intervenções corretivas tradicionais, que representam um custo 1,9 vezes maior.

Outros cenários podem ser traçados considerando variáveis distintas ao longo do tempo. Fato é que, dadas as características das ações tradicionais de manutenção e reabilitação de pavimentos para cidades de grande porte, o modelo proposto oferece um elenco variado de intervenções que podem conduzir a resultados mais eficazes, com cenários mais otimistas, sobretudo em relação ao desempenho dos pavimentos e economia. A Tabela 20 resume os cenários considerados nas condições definidas (período de 50 anos e nível de serviço mínimo regular: ICP = 60).

Tabela 20: Comparativo econômico da análise de cenários considerados

	VIAS LOCAIS		VIAS COLETORAS		VIAS ARTERIAIS	
CENÁRIO 1	R\$	2.103.006,84	R\$	9.439.473,15	R\$	18.947.600,15
CENÁRIO 2	R\$	1.302.179,31	R\$	5.606.570,90	R\$	13.724.582,29
CENÁRIO 3		-	R\$	5.326.604,31	R\$	9.949.327,04
ECONOMIA	R\$	800.827,53	R\$	4.112.868,85	R\$	8.998.273,10
		38%		44%		47%

Cabe ressaltar, contudo, que o modelo proposto requer constante monitoramento visando a calibração das ações de M&R em relação ao desempenho, aplicabilidade e eficiência, e conseqüentemente a retroalimentação do modelo, proporcionando cenários futuros o mais fiéis possível com a realidade da rede viária.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desta pesquisa foi apresentar uma proposta de modelo de gerência de pavimentos urbanos para cidades de grande porte, levando em consideração o desempenho e o custo do ciclo de vida dos pavimentos, viabilizando uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisão por parte dos administradores públicos. A partir de uma série histórica das ações de manutenção e reabilitação de pavimentos de Belo Horizonte, cidade brasileira de grande porte com problemas comuns a outros importantes centros urbanos, no período compreendido entre 2009 e 2021, foi feita uma pesquisa sobre os investimentos, a gerência e operacionalização da manutenção viária, bem como as características e natureza das ações. Dessa forma, buscou-se caracterizar os procedimentos e técnicas de manutenção e reabilitação de pavimentos praticados por cidades brasileiras de grande porte.

Inicialmente, na primeira etapa do método, buscou-se caracterizar adequadamente o objeto da pesquisa, isto é, a malha viária de Belo Horizonte. Foram considerados os aspectos do tráfego, topográficos, geotécnicos, hidrológicos e estruturais dos pavimentos, analisando os principais mecanismos de deterioração dos pavimentos urbanos.

Na segunda etapa do método, foi realizada a análise do desempenho dos pavimentos urbanos através da avaliação funcional dos pavimentos objeto de intervenção na Regional Pampulha de Belo Horizonte entre 2010 e 2021, determinando, de acordo com a classificação viárias dos segmentos, as curvas de degradação dos pavimentos ao longo do tempo. Para tanto, foi utilizada uma metodologia para determinação do Índice da Condição do Pavimento – ICP.

Na terceira etapa do método, foi feita uma caracterização das ações de manutenção e reabilitação de pavimentos praticadas pela Administração Pública Municipal de Belo Horizonte. Foram considerados aspectos relacionados aos investimentos ao longo do tempo, natureza das ações de manutenção e reabilitação, gerência da manutenção, eficiência e eficácia dos processos, de forma a propor um modelo de gerência de pavimentos mais adequado à realidade de cidades de grande porte com resultados efetivos a curto, médio e sobretudo longo prazo.

Com os resultados das pesquisas, foi feita uma análise dos procedimentos de diagnóstico, priorização de intervenções e práticas ações de manutenção viária, possibilitando gerenciar os investimentos através de estratégias de manutenção e reabilitação de pavimentos. Essas estratégias são galgadas numa árvore de decisões tomadas no momento mais adequado dentro do ciclo de vida dos pavimentos, evitando o decréscimo acentuado de desempenho e, conseqüentemente, maiores demandas por investimentos.

Dessa forma, foi possível propor um modelo de gerência de pavimentos em nível de rede, concebido através de dados reais de comportamento dos pavimentos ao longo do tempo. O modelo possibilita uma previsibilidade orçamentária para manter ou atingir determinado nível de serviço desejado, garantindo investimentos contínuos para a dinâmica do município com uma infraestrutura viária em plenas condições de trafegabilidade com conforto e segurança aos usuários.

Através da análise de cenários futuros, com simulações da aplicabilidade do modelo proposto em detrimento aos modelos praticados na maioria dos grandes centros brasileiros, foi possível comprovar a eficácia do modelo. Isso se deu através dos benefícios técnicos, econômicos e gerenciais para a rede viária, assim como pela eficiência de adequadas ações de manutenção e reabilitação de pavimentos executadas no momento correto, sobretudo ações de manutenção preventiva, considerando níveis de aceitabilidade mínimos para toda a rede.

Pode-se assumir que Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos são indispensáveis para o desenvolvimento dos centros urbanos, e a adoção de tal ferramenta para um município como Belo Horizonte demonstra engajamento dos administradores públicos com a sustentabilidade econômica para a garantia de uma rede viária em condições adequadas ao tráfego com segurança e conforto ao rolamento. Nesse sentido, o modelo proposto pode ser uma importante ferramenta de auxílio à tomada de decisão por parte dos administradores públicos, no que diz respeito à gerência de pavimentos em nível de rede, proporcionando o estabelecimento de políticas públicas com metas futuras para o estado de conservação da malha viária, com a manutenção adequada, no momento correto e com previsibilidade orçamentária associada.

Para trabalhos futuros, sugere-se pesquisas visando uma avaliação automatizada dos pavimentos urbanos de cidades de grande porte, com auxílio de veículos equipados com

câmeras de alta precisão e inteligência artificial para a interpretação dos resultados, trazendo maior dinâmica aos levantamentos de campo e diminuição da subjetividade pelo fator humano. Como a definição do ICP é bem simplificada e, basicamente, leva em consideração a abrangência dos defeitos em relação à área total do segmento avaliado, tal avaliação torna-se viável.

Sugere-se, ainda, o acompanhamento sistêmico do desempenho dos pavimentos objeto de manutenção e restauração para calibração dos diagnósticos, curvas de desempenho, intervenções consideradas, análise de cenários e conseqüentemente do modelo proposto. A criação e retroalimentação de um banco de dados é fundamental para a consolidação de um modelo de gerência mais assertivo com ações e processos cada vez mais adequados. Deve-se ainda considerar as variações do tráfego ao longo do tempo e atualização da classificação viária da rede.

O trabalho traz as etapas do modelo proposto de forma segmentada. Assim, recomenda-se que o modelo proposto seja aplicado com o auxílio de um sistema computacional que integre as avaliações de campo e proporcione a visualização num sistema de informações georreferenciadas – SIG, simulações de cenários de acordo com os recursos disponíveis e avaliação futura da rede viária.

Maior interação entre as administrações municipais e as universidades, com contribuições através de pesquisas específicas com ganhos para ambas as partes, sobretudo para a garantia de um modelo comprovadamente eficaz com a consideração de estratégias de desempenho cada vez mais eficientes.

Sugere-se, ainda, a aplicação do modelo proposto nesta pesquisa para gerência de pavimentos de outras cidades brasileiras de grande porte.

REFERÊNCIAS

- ASTM - American Society for Testing and Materials D6433 (2018) *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*.
- Balbo, J. T. (2007) *Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração*. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 560p.
- Balbo, José Tadeu. (1998) *Gestão da Manutenção de Pavimentos e Seus Benefícios Para a Cidade de São Paulo*, São Paulo, p. 1-26. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/ptr/lmp/download/palestra.PDF>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- Bernucci, L. B., Motta, L. M. G., Ceratti, J. A. P., Soares, J. B. (2022) *Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros*. 2. ed. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 750p.
- Bertollo, S. A. M. (1997) *Considerações sobre a Gerência de Pavimentos Urbanos em Nível de Rede*. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- BHTRANS (2022) *Balanco Anual da Mobilidade Urbana de Belo Horizonte (2021 – ano base 2020)*. Empresa de Transporte e Trânsito do Belo Horizonte. Belo Horizonte. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/bhtrans/2022/Balanco_2021_ano_base_2020_Junho_22.pdf. Acesso em: 15 Jun. 2023.
- Bonfim, V. (2010) *Fresagem de Pavimentos Asfálticos*. 3. ed. São Paulo: Exceção Editorial, 128p.
- Branco, F., Pereira, P., Santos, L. P. (2011) *Pavimentos Rodoviários*. 1. ed. Coimbra: Almedina, 388p.
- Caderno de encargos / Superintendência de Desenvolvimento da Capital. Diretoria de Planejamento e Gestão. – 3ª. ed. v.1,v.2 – Belo Horizonte: SUDECAP, 2008.

- Castro, P. T. A. (2008). Cangas: a influência da geodiversidade na biodiversidade. Anais do Simpósio Afloramentos Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero: Biodiversidade, Conservação e Perspectivas de Sustentabilidade. Belo Horizonte, 3051 p.
- Danieleski, M. L. (2004) *Proposta de Metodologia para Avaliação Superficial de Pavimentos Urbanos: Aplicação à Rede Viária de Porto Alegre*. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- De Oliveira, J. J. (2013) *Experiência de Implantação de Sistema de Gerência de Pavimentos em Cidade de Médio Porte – Estudo de Caso: Anápolis-GO*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- DENATRAN (2019) *Frota de Veículos 2019*. Departamento Nacional de Trânsito. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2019>. Acesso em: 15 Jun. 2022.
- Di Giulio, G. (2007) *Vantagens ambientais e econômicas no uso de borracha em asfalto*. Inovação Uniemp. Campinas. V.3. n.3. Disponível em: http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180823942007000300008&lng=pt&nrm=is. Acesso em: 21 dez. 2023.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT - IPR 719: Manual de pavimentação*. Rio de Janeiro, 2006.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisas. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT – IPR 720: Manual de Restauração de pavimentos asfálticos*. 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT – IPR 745: Manual de gerência de pavimentos*. Rio de Janeiro, 2011.

- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-TER 005/2003*: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Rio de Janeiro, 2006.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-PRO 006/2003*: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-PRO 009/2003*: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-ES 031/2006*: Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-EM 095 2006*: Cimentos asfálticos de petróleo - Especificação de material. Rio de Janeiro, 2006.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-ES 112/2009*: Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico com asfalto-borracha, via úmida, do tipo “Terminal Blending” - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2009.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-EM 129/2010*: Cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico – Especificação de material. Rio de Janeiro, 2010.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-ES 159/2011*: Pavimentos Asfálticos – Fresagem a Frio – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2011.

- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *DNIT-ES 167 2013: Pavimentação – Reciclagem profunda de pavimentos “in situ” com adição de cimento Portland – Especificação de Serviço*. Rio de Janeiro, 2013.
- Dorr II, J. V. N. (1964). Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. *Economic Geology*, 59(7): 1203-1240. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.59.7.1203>
- Fernandes Jr., J. L. (1994) *Investigação dos Efeitos das Solicitações do Tráfego Sobre o Desempenho de Pavimentos*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- Fernandes Júnior, J. L. (2001) *Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades de Médio Porte*. Texto de Livre-Docência. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo.
- Garcia, M. A. J. (2020) *Análise do Sistema de Indicadores de Gestão da Manutenção de Pavimentos Flexíveis em Vias Urbanas da Cidade de Curitiba*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- Gontijo, P., Pereira, O. A., Santana, H., Pereira, A. M. (2022) *Metodologia Paragon: avaliação das características funcionais e estruturais, diagnósticos e dimensionamento de reforços estruturais de pavimentos flexíveis*. 1. ed. Brasília: Renovacio Criação, 316p.
- Haas, R., Hudson, W. e Zaniewski, J. (1994) *Modern Pavement Management*. Malabar, Florida: Editora Krieger Publishing Company, 604p.
- Huang, Y. H. (2004) *Pavement Analysis and Design*. 2. ed. Upper Saddle River: Pearson/Prentice Hall, 792 p.
- IBGE (2022) *Cidades e estados: Belo Horizonte*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/belo-horizonte.html>. Acesso em: 15 set. 2023.

- Ildefonso, J. S. (2013) *Proposta de um Sistema de Gerência para Vias Férreas Brasileiras*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.
- Lima, J. P. R., Lima, R. A. R., Fernandes Jr., J. L. (2006) A Prática de Gestão de Pavimentos em Cidades Médias Brasileiras. *Anais do 2º Congresso Luso-Brasileiro de Planeamento Urbano Regional Integrado Sustentável*, Braga, Portugal.
- MAPC (1986) *Pavement Management, A Manual for Communities*. U. S. Department of Transportation. Metropolitan Area Planning Council, Boston, MA.
- Matos, F.C. (2004) *Gerência da Manutenção da Superfície de Rolamento de Vias Urbanas Utilizando SIG*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Mourão, F. A. L. (2003) *Misturas Asfálticas de Alto Desempenho Tipo SMA*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- Oliveira Filho, C. M. S. (2007). *Estudo do Efeito de Diferentes Granulometrias no Comportamento Mecânico de Misturas Asfálticas Densas Descontínuas Tipo Stone Matrix Asphalt (SMA)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- Páez, A. E. M. (2015) *Índice de Condição do Pavimento (ICP) para Aplicação em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- Parizzi, M. G. (2021) *Riscos Geológicos e Hidrológicos no Município de Belo Horizonte, MG*. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA)*. São Paulo. v.11. n. 2. Disponível em: <https://www.abge.org.br/volume-11-numero-02-2021>. Acesso em: 29 mai. 2023.

- PBH (2023) *Dossiês de Tombamento*. Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/fundacao-municipal-de-cultura/2023/dossie_avbrasil_749.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2023.
- PBH (2022) *Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem: Cap. 1: Drenagem Urbana em Belo Horizonte*. Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/Cap%C3%ADtulo1_Drenagem%20Urbana%20em%20BH.pdf. Acesso em: 13 de Fev. 2023.
- PBH (2023) *Metrô – Informações*. Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte. Disponível em: <https://servicos.pbh.gov.br/servicos/i/5e4d2164e1bf5e706b45bd12/5dc8470253fd6b5bbd99185f/servicos+metro-informacoes>. Acesso em: 22 Jul. 2022.
- PBH (2010) *Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte: Hidrografia e Relevo*. Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2018/documentos/1_hidrografia_e_relevo_2010.pdf. Acesso em: 21 Dez. 2022.
- PRODABEL (2017) *Realização de Estudo de Medição de Altitudes Belo Horizonte*. Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte. Belo Horizonte. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/estudo-realiza-medicao-de-altitudes-em-belo-horizonte>. Acesso em: 27 Mar. 2022.
- Ramos, M. H. D., Viana, C. S., Baptista, M. B. (2023) Classificação dos Solos de Belo Horizonte Segundo Grupos Hidrológicos do U.S. Soil Conservation Service. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Belo Horizonte. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/jobs.php?Event=149>. Acesso em: 29 mai. 2023.

- Reis, R. M. M. de (2002) *Revestimento Asfáltico Tipo SMA para Alto Desempenho em Vias de Tráfego Pesado*. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Reis, J. S., Lopes, I. R., Schaefer, C. E. G. R., Ker, J. C., Carvalho Filho, A.; Senra, E. O. (2014) Solos ferruginosos em áreas de canga, sinclinal do gandarela, quadrilátero ferrífero (MG). *Anais do Congresso Latinoamericano de La Ciencia del Suelo; Congreso Peruano de La Ciencia del Suelo*. Cusco. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118503/1/Solos-ferruginosos.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2024.
- Rodrigues, R. M. (2020) *Engenharia de Pavimentos – Parte 2: Gerência de Pavimentos*. 1. ed. Porto Alegre: Padda Comunicação, 232 p.
- Shahin, M. Y. (1994) *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*. Editora Chapman & Hall, New York, NY.
- Shoji, E. S. (2000) *Desenvolvimento de um Programa de Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades Brasileiras de Médio Porte*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- Silva, A. H. M. (2017) *Proposta de Procedimento para Análise de Alternativas de Manutenção em Sistemas de Gerência de Pavimentos*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Silva, P. F. A. (2008) *Manual de patologia e manutenção de pavimentos*. 2. ed. São Paulo: Pini, 128p.
- Stuchi, E. T. (2005) *Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

Zanchetta, F. (2017) *Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

Zerbini, L. F. (1999) *Desenvolvimento de Modelos de Desempenho para Utilização em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

**APÊNDICE A – HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES DE M&R DA REGIONAL
PAMPULHA DE BELO HORIZONTE ENTRE 2010 E 2021**

RELAÇÃO DE VIAS LOCAIS OBJETO DE M&R ENTRE 2010 E 2021									
ANO	REGIONAL	LOGRADOURO	TRECHO	BAIRRO	TIPO DA VIA	EXTENSÃO (M)	ICP INICIAL	ICP 2022	INTERVENÇÃO
2010	Pampulha	Praça Santo Antônio	Entorno da Praça	Aeroporto	V1; V2	370,00	100,00	80,00	Recapeamento
2010	Pampulha	Rua Palermo	R. Sardenha e Av. Cremona	Bandeirantes	V1; V2	140,00	100,00	70,00	Recapeamento
2010	Pampulha	Rua Sardenha	Av. Otacilio Negrão de Lima e R. Palermo	Bandeirantes	V1; V2	430,00	100,00	68,75	Recapeamento
2011	Pampulha	Alameda das Latânicas	Entre Alameda do Ipê Branco e Alameda das Falcatas	São Luiz	V1; V2	120,00	100,00	95,00	Recapeamento
2011	Pampulha	Rua Professor Domicio Murta	Entre Rua Manoel Elias de Aguiar e Rua José Ribeiro Filho	Ouro Preto	V1; V2	274,00	100,00	82,50	Recapeamento
2011	Pampulha	Rua São Miguel	Entre Praça Três Poderes (R. Prof. Herminio Guerra) e Avenida Doutor Cristiano Guimarães	Itapoã	V1; V2	1500,00	100,00	82,50	Recapeamento
2011	Pampulha	Rua Wandy José Alau	Entre Rua Domicio Murta e Rua Manoel Elias de Aguiar	Ouro Preto	V1; V2	150,00	100,00	77,50	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Boaventura	Entre Rua General Aranha e Rua Líder	Liberdade	V1; V2	490,00	100,00	83,75	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Bolivar Mineiro	Entre Avenida Sebastião de Brito e Praça Pedro C. Abreu	Dona Clara	V1; V2	605,00	100,00	80,00	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Cacuera	Entre Rua Boaventura e Avenida Isabel Bueno	Liberdade	V1; V2	720,00	100,00	82,50	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Calunga	Entre Rua Osvaldo Peres de Paula e Rua Isabel Bueno	Liberdade	V1; V2	340,00	100,00	80,00	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Euclides Franco	Entre Otacilio Negrão de Lima e Avenida Dora Tomich Laender	Braúnas	V1; V2	198,00	100,00	82,50	Reconstrução
2012	Pampulha	Rua Francisco Dumont	Entre Avenida Santa Terezinha e Avenida Professor Clóvis Salgado	Santa Terezinha	V1; V2	786,00	100,00	82,50	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Ladislau Azeredo Coutinho	Entre Rua Marco Antônio Cavanis e Rua Júlio de Carvalho	Braúnas	V1; V2	220,00	100,00	77,50	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Oscar Castanheira	Entre Avenida Sebastião de Brito e Avenida Cristiano Machado	Dona Clara	V1; V2	265,00	100,00	72,50	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Usvaldo Peres de Paula	Entre Rua Boaventura e Rua Calunga	Liberdade	V1; V2	120,00	100,00	81,25	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Otília Moreira	Entre Rua Manoel Ferreira Cardoso e Rua Almenara	Trevo	V1; V2	490,00	100,00	82,50	Reconstrução
2012	Pampulha	Rua Tenerife	Entre Avenida Portugal e Rua São Tomé do Príncipe	Copacabana	V1; V2	490,00	100,00	85,00	Recapeamento
2013	Pampulha	Rua Líder	Entre Avenida Magalhães Penido e Rua Boaventura	Aeroporto	V1; V2	350,00	100,00	85,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Marechal Esperidião Rosas	Entre Avenida Perimetral e Avenida Presidente Antônio Carlos	São Francisco	V1; V2	595,00	100,00	93,75	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Alcobaça	Entre Avenida Presidente Antônio Carlos e Entrada do Parque Brejinho	São Francisco	V1; V2	110,00	100,00	75,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Antero de Quental	Entre Rua Monte Cassino e Rua Monte Castelo	Santa Branca	V1; V2	218,00	100,00	95,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Augusto de Lima Júnior	Entre Rua das Canárias e Rua São Gonçalo do Abaeté	Santa Branca	V1; V2	205,00	100,00	95,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Beira Alta	Entre Rua Estoril e Rua Alcobaça	São Francisco	V1; V2	317,00	100,00	98,75	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Francisco José Teixeira	Entre Rua São Gonçalo do Abaeté e Rua das Canárias	Santa Branca	V1; V2	210,00	100,00	77,50	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Marcos Lopes de Almeida	Entre Rua Monte Cassino e Rua das Canárias	Santa Branca	V1; V2	165,00	100,00	85,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Mário de Andrade	Entre a Rua Monte Castelo e Rua São João da Lagoa	Santa Branca	V1; V2	385,00	100,00	83,75	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Martinica	Entre Avenida Doutor Álvaro Camargos e Praça da Saudade	Santa Branca	V1; V2	780,00	100,00	85,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua São João da Lagoa	Entre Rua Ramalho Ortigão e Rua Joaquim Pereira	Santa Branca	V1; V2	200,00	100,00	98,75	Recapeamento
2015	Pampulha	Alameda dos Coqueiros	Entre Avenida Coronel José Dias Bicalho e Avenida Abraão Caram	São Luiz	V1; V2	258,00	100,00	95,00	Recapeamento
2015	Pampulha	Rua Álvaro Martins	Entre Rua Ministro Orozimbo Nonato e Avenida Sebastião de Brito	Dona Clara	V1; V2	160,00	100,00	85,00	Reconstrução
2015	Pampulha	Rua Dona Queridinha	Entre Rua Monte Castelo e Rua Honorina Esteves	Itapoã	V1; V2	420,00	100,00	83,75	Recapeamento
2015	Pampulha	Rua Doutor José Esteves Rodrigues	Entre Rua Montese e Rua Monte Castelo	Itapoã	V1; V2	230,00	100,00	82,50	Recapeamento
2015	Pampulha	Rua Euclides Franco	Entre Rua Jair Ferreira de Sá e Rua Istambul	Braúnas	V1; V2	300,00	100,00	85,00	Reconstrução
2015	Pampulha	Rua Istambul	Entre Rua Euclides Franco e Rua Laudelina Carneiro	Braúnas	V1; V2	155,00	100,00	95,00	Reconstrução
2015	Pampulha	Rua Machado Portela	Entre Rua Gonçalves Conrado e Rua Valdivino Conrado	Universitário	V1; V2	135,00	100,00	97,50	Recapeamento
2015	Pampulha	Rua Major Laje	Entre Rua Conceição do Mato Dentro e Rua Forluminas	Ouro Preto	V1; V2	580,00	100,00	83,75	Recapeamento
2015	Pampulha	Rua Maria Felícia	Entre José Gomes e Rua Pequeri	Santa Terezinha	V1; V2	415,00	100,00	83,75	Recapeamento
2015	Pampulha	Rua Mascarenhas de Morais	Entre Rua Maestro Francisco Flores e Avenida Professor Magalhães Penido	São Luiz	V1; V2	125,00	100,00	83,75	Recapeamento
2015	Pampulha	Rua Quintino Bocaiúva	Entre Rua Aristóteles Ribeiro Vasconcelos e Rua Mato Verde	Universitário	V1; V2	615,00	100,00	83,75	Recapeamento
2017	Pampulha	Rua Alentejo	Entre Avenida Marechal Esperidião Rosas e Avenida Presidente Antônio Carlos	São Francisco	V1; V2	820,00	100,00	83,75	Recapeamento
2018	Pampulha	Alameda Ipê Amarelo	Entre Alameda dos Flamboyants e Avenida das Palmeiras	São Luiz	V1; V2	320,00	100,00	85,00	Recapeamento
2018	Pampulha	Praça Pedro Celso Abreu	Entre Rua Zenita de Souza e Rua Orozimbo Nonato	Dona Clara	V1; V2	80,00	100,00	88,75	Recapeamento

Pampulha	Rua Cassiano Campolina	Entre Rua Bolivar Mineiro e Rua Jonas Lins de Oliveira	Dona Clara	V1; V2	170,00	100,00	95,00	Recapeamento
Pampulha	Rua da Anunciação	Entre Rua da Ressurreição e Avenida Itaú	Jardim São José	V1; V2	320,00	100,00	85,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Elza	Entre Rua Ester até trecho sem saída	Suzana	V1; V2	350,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Ester	Entre Marginal do Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo e Trecho Sem Saída	Suzana	V1; V2	100,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Expedito Ribeiro Silva	Entre Rua Modelo e Avenida Suzana	Suzana	V1; V2	385,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Horácio Terena Guimarães	Entre Rua da Pedreira e Rua Senador Nilo Coelho	Céu Azul	V1; V2	125,00	100,00	81,25	Recapeamento
Pampulha	Rua Jonas Lins de Oliveira	Entre Rua Zenita de Souza e Rua Luiz Chagas de Carvalho	Dona Clara	V1; V2	162,00	100,00	88,75	Recapeamento
Pampulha	Rua José Francisco da Silva	Entre Rua Ester e Rua Expedito Ribeiro Silva	Suzana	V1; V2	65,00	100,00	85,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Leopoldina Cardoso	Entre Rua Bolivar Mineiro e Rua Orozimbo Nonato	Dona Clara	V1; V2	600,00	100,00	88,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Luiz Chagas de Carvalho	Entre Rua Bolivar Mineiro e Rua Irmã Eufêmia	Dona Clara	V1; V2	305,00	100,00	93,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Ministro Ivan Lins	Entre Rua Irmã Eufêmia e Rua Álvaro Martins	Dona Clara	V1; V2	880,00	100,00	81,25	Recapeamento
Pampulha	Rua Valdiano Martins Inácio	Entre Rua Geralda Cândida de Jesus e Rua Augusto Passos Maia	Ouro Preto	V1; V2	230,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Zenita de Souza	Entre Praça Pedro Celso Abreu e Rua Jonas Lins de Oliveira	Dona Clara	V1; V2	160,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Flor de Romã	Entre Rua Flor Dágua e Rua do Oriente	Jardim Alvorada	V1; V2	450,00	100,00	88,75	Recapeamento
Pampulha	Praça Engenheiro Jorge Mansur	Entre Rua Carlos Frederico Campos e Rua João Antonio Cardoso	Ouro Preto	V1; V2	130,00	100,00	95,00	Recapeamento
Pampulha	Praça Leonisio Niginho Fantoni	Entre Rua Olga Fratzenzi e Rua Adolfo Lippi Fonseca	Trevo	V1; V2	150,00	100,00	100,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Acácio Teles Pereira	Entre Avenida Francisco Negrão de Lima e Rua Edeltônio Frota Cruz	Trevo	V1; V2	490,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Caldas da Rainha	Entre Rua Alentejo e Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo	São Francisco	V1; V2	1250,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Carlos Lacerda	Entre Rua Adolfo Lippi Fonseca e Rua Professora Liberalina Santana	Trevo	V1; V2	380,00	100,00	100,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Compenhague	Entre Rua Euclides Franco e Rua Estocolmo	Trevo	V1; V2	60,00	100,00	88,75	Recapeamento
Pampulha	Rua do Batismo	Entre Rua Urucânia e Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo	Jardim São José	V1; V2	500,00	100,00	80,00	Recapeamento
Pampulha	Rua do Encontro	Entre Rua da Anunciação e Rua Urucânia	Jardim São José	V1; V2	250,00	100,00	86,25	Recapeamento
Pampulha	Rua dos Médicos	Entre Rua dos Engenheiros e Rua dos Geólogos	Alípio de Melo	V1; V2	1472,00	100,00	93,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Ecologia	Entre Rua Deputado André de Almeida e Rua Valdiano Martins Inácio	Ouro Preto	V1; V2	150,00	100,00	90,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Edeltônio Frota Cruz	Entre Rua Professora Liberalina Santana e Rua Etervino Tibúrcio Henriques	Trevo	V1; V2	600,00	100,00	85,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Ephigênia Natividade	Entre o nº 70 e Avenida Presidente Tancredo Neves	Manacás	V1; V2	260,00	100,00	81,25	Recapeamento
Pampulha	Rua Estocolmo	Entre Rua Compenhague e Praça Leonisio Niginho Fantoni	Trevo	V1; V2	480,00	100,00	86,25	Recapeamento
Pampulha	Rua Etervino Tibúrcio Henriques	Entre Rua Acácio Teles Pereira e Edeltônio Frota Cruz	Trevo	V1; V2	200,00	100,00	90,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Guimarães	Entre Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo e Rua Alcobaça	São Francisco	V1; V2	530,00	100,00	85,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Istambul	Entre Rua Marco Antônio Cavanis e Rua Euclides Franco	Trevo	V1; V2	470,00	100,00	100,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Ocidental	Entre Rua Imperial e Rua Quitandinha	Serrano	V1; V2	115,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Urarirama	Entre Rua Mantena e Rua Expedicionário José Assunção dos Anjos	Ouro Preto	V1; V2	350,00	100,00	98,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Bento Mendes Castanheira	Entre Avenida Sebastião de Brito e Rua Orozimbo Nonato	Dona Clara	V1; V2	525,00	100,00	83,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Dominica	Entre Avenida Portugal e Rua General Ephigênio Ruas Santos	Itapoã	V1; V2	375,00	100,00	93,75	Recapeamento
Pampulha	Rua Doutor Mario Magalhães	Entre Rua General Ephigênio Ruas Santos e Rua Jamaica	Itapoã	V1; V2	740,00	100,00	91,25	Recapeamento
Pampulha	Rua Eny	Entre Avenida Suzana e Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo	Suzana	V1; V2	190,00	100,00	82,50	Recapeamento
Pampulha	Rua da Flagelação	Entre Rua Urucânia e Rua Evocação	Jardim São José	V1; V2	130,00	100,00	82,50	Recapeamento
Pampulha	Rua General Ephigênio Ruas Santos	Entre Rua Desembargador Custódio e Rua São Miguel	Itapoã	V1; V2	645,00	100,00	95,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Geraldo Orozimbo	Entre Avenida Dandara e Avenida Horácio Terena Guimarães	Trevo	V1; V2	440,00	100,00	92,50	Reconstrução
Pampulha	Rua dos Geólogos	Entre Avenida dos Engenheiros e Rua Leonil Prata	Alípio de Melo	V1; V2	280,00	100,00	95,00	Recapeamento
Pampulha	Rua Gasparino Carvalho Silva	Entre Rua José Ribeiro Filho e Rua Nilton Baldo	Paquetá	V1; V2	325,00	100,00	96,25	Recapeamento
Pampulha	Rua Guaramirim	Entre Rua São José da Safira e Rua Jabaquara	Jardim Filadelfia	V1; V2	150,00	100,00	100,00	Recapeamento

RELAÇÃO DE VIAS COLETORAS OBJETO DE M&R ENTRE 2010 E 2021 - COLETORAS									
ANO	REGIONAL	LOGRADOURO	TRECHO	BAIRRO	TIPO DA VIA	EXTENSÃO (M)	ICP INICIAL	ICP 2022	INTERVENÇÃO
2010	Pampulha	Rua Conceição do Mato Dentro	Entre Avenida Presidente Carlos Luz e Rua Monteiro Lobato	Ouro Preto	V3; V4	800,00	100,00	51,25	Recapeamento
2010	Pampulha	Rua Cremona	Avenida Otacílio Negrão de Lima e Rua Palermo	Bandeirantes	V3; V4	780,00	100,00	81,25	Recapeamento
2010	Pampulha	Rua Desembargador Custódio Lustosa	Avenida General Olímpio Mourão Filho e Rua Gerson Morethson	Itapoã	V3; V4	495,00	100,00	73,75	Recapeamento
2010	Pampulha	Rua Monteiro Lobato	Rua Conceição do Mato Dentro e Rua Apucarana	Ouro Preto	V3; V4	500,00	100,00	60,00	Recapeamento
2011	Pampulha	Avenida Miguel Perrela	Entre Presidente Avenida Tancredo Neves e Avenida Altamiro Avelino Soares	Castelo	V3; V4	1118,00	100,00	76,25	Recapeamento
2011	Pampulha	Rua Gerson Morethson	Entre Rua Desembargador Custódio e Rua São Miguel	Itapoã	V3; V4	600,00	100,00	83,75	Recapeamento
2011	Pampulha	Rua Romualdo Lopes Caçaado	Entre Avenida Altamiro Avelino Soares e Avenida dos Engenheiros	Castelo	V3; V4	935,00	100,00	81,25	Recapeamento
2012	Pampulha	Avenida Alfredo Camarate	Entre Avenida Otacílio Negrão de Lima e Avenida Presidente Carlos Luz	São Luiz	V3; V4	960,00	100,00	83,75	Recapeamento
2012	Pampulha	Avenida Orsi Conceição Minas	Entre Avenida Otacílio Negrão de Lima e Praça Flávio de Araújo Mota	Bandeirantes	V3; V4	310,00	100,00	83,75	Recapeamento
2012	Pampulha	Avenida Santa Rosa	Entre Avenida Presidente Antônio Carlos e Praça Bagatele	Aeroporto	V3; V4	500,00	100,00	82,50	Recapeamento
2012	Pampulha	Avenida São Tomé do Príncipe	Entre Avenida Portugal e Avenida Otacílio Negrão de Lima	Copacabana	V3; V4	300,00	100,00	86,25	Recapeamento
2012	Pampulha	Praça Bagatelli	Entre Avenida Santa Rosa e Avenida Professor Magalhães Penido	Aeroporto	V3; V4	320,00	100,00	82,50	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Bom Jesus da Penha	Entre Avenida Santa Terezinha e Avenida Professor Clóvis Salgado	Santa Terezinha	V3; V4	805,00	100,00	83,75	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua José Simplício Moreira	Entre Rua Júlio de Carvalho e Rua Estanislau Pedro Boardman	Trevo	V3; V4	1624,00	100,00	60,00	Reconstrução
2012	Pampulha	Rua Júlio de Carvalho	Entre Rua Ladslau Azere do Coutinho e Rua José Simplício Moreira	Braúnas	V3; V4	367,00	100,00	76,25	Recapeamento
2012	Pampulha	Rua Julita Nogueira Soares	Entre Praça Alexandre Materoni e Rua Monsenhor Nogueira Duarte	Santa Terezinha	V3; V4	842,00	100,00	85,00	Recapeamento
2013	Pampulha	Av. Otacílio Negrão de Lima	Entre Clube Belo Horizonte e Barragem(Avenida Dom Pedro I)	Diversos	V3; V4	5453,11	100,00	80,00	Recapeamento
2013	Pampulha	Avenida Professor Magalhães Penido	Entre Avenida Presidente Antônio Carlos e Rua General Aranha	Aeroporto	V3; V4	955,00	100,00	81,25	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Coronel José Dias Bicalho	Entre Avenida Presidente Antônio Carlos e Alameda das Palmeiras	São José	V3; V4	1232,00	100,00	83,75	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Otacílio Negrão de Lima	Entre Barragem(Av. Antônio Carlos) e Clube Belo Horizonte	Diversos	V3; V4	12517,00	100,00	78,75	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Professor José Vieira de Mendonça	Entre Avenida Presidente Carlos Luz e Anel Rodoviário	Engenho Nogueira	V3; V4	1949,00	100,00	82,50	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua do Mel	Entre Avenida Portugal e Rua das Canárias	Santa Branca	V3; V4	112,00	100,00	85,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Estoril	Entre Rua Boaventura e Avenida Presidente Antônio Carlos	Universitário	V3; V4	527,00	100,00	58,75	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua General Aranha	Entre Rua Boaventura e Avenida Prof. Magalhães Penido	Aeroporto	V3; V4	373,00	100,00	83,75	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Major Delfino de Paula	Entre Rua Viseu e Anel Rodoviário	São Francisco	V3; V4	1430,00	100,00	77,50	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Ramalho Ortigão	Entre Avenida Doutor Álvaro Camargos e Rua Monte Cassino	Santa Branca	V3; V4	1190,00	100,00	82,50	Recapeamento
2015	Pampulha	Avenida dos Engenheiros	Entre Avenida Heráclito Mourão de Miranda e Rua dos Geólogos	Alípio de Melo	V3; V4	1300,00	100,00	82,50	Recapeamento
2015	Pampulha	Avenida Montese	Entre Rua Doutor José Esteves e Rua Ministro Hermenegildo Barros	Itapoã	V3; V4	300,00	100,00	82,50	Recapeamento
2017	Pampulha	Rua Petrópolis	Entre Rua Estanislau Pedro Boardman e Rua Nossa Senhora do Carmo	Céu Azul	V3; V4	455,00	100,00	81,25	Recapeamento
2018	Pampulha	Avenida dos Engenheiros	Entre Rua dos Geólogos e Avenida Presidente Tancredo Neves	Manacás	V3; V4	610,00	100,00	82,50	Recapeamento
2018	Pampulha	Rua Aracy Guimarães Rosa	Entre Rua Maria da Matta Castro e Avenida Antônio Francisco Lisboa	Confisco	V3; V4	500,00	100,00	82,50	Recapeamento
2018	Pampulha	Rua da Ressurreição	Entre Rua Violeta de Melo e Rua Urucânia	São José	V3; V4	400,00	100,00	85,00	Recapeamento
2018	Pampulha	Rua da Ressurreição	Entre Rua Urucânia e Rua da Anunciação	Jardim São José	V3; V4	300,00	100,00	76,25	Recapeamento
2018	Pampulha	Rua Flor da Paixão	Entre Rua Flor da Madeira e Rua Flor da Noiva	Jardim Montanhês	V3; V4	390,00	100,00	88,75	Recapeamento
2018	Pampulha	Rua Nossa Senhora do Carmo	Entre Rua Petrópolis e Rua da Pedreira	Céu Azul	V3; V4	195,00	100,00	56,25	Recapeamento
2019	Pampulha	Avenida Maurette José dos Santos	Entre Rua Santo Onofre e Rua Tenente Geraldo Barbosa	Manacás	V3; V4	170,00	100,00	92,50	Recapeamento
2019	Pampulha	Avenida Serrana	Entre Rua Atalaia e Praça São Dimas	Serrano	V3; V4	700,00	100,00	88,75	Recapeamento
2019	Pampulha	Praça São Dimas	Entorno da Praça	Serrano	V3; V4	165,00	100,00	100,00	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua Adolfo Lippi Fonseca	Entre Praça Leonísio Neginho Fantoni e Rua Carlos Lacerda	Trevo	V3; V4	475,00	100,00	98,75	Reconstrução
2019	Pampulha	Rua Estanislau Fernandes	Entre Avenida Fleming e Avenida Sicília	Ouro Preto	V3; V4	440,00	100,00	82,50	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua João Pio	Entre Rua Professor José Vieira de Mendonça e Rua Vargem da Serra	Engenho Nogueira	V3; V4	130,00	100,00	100,00	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua Mantena	Entre Rua Conceição do Mato Dentro e Avenida Fleming	Ouro Preto	V3; V4	500,00	100,00	80,00	Recapeamento

2019	Pampulha	Rua Marco Antônio Cavanis	Entre Avenida Otacilio Negrão de Lima e Rua Istambul	Braúnas	V3; V4	1300,00	100,00	100,00	Reconstrução
2019	Pampulha	Rua Padre Leopoldo Mertens	Entre Rua Guimarães e Rua Alentejo	São Francisco	V3; V4	1250,00	100,00	83,75	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua São Matias	Entre Rua Imperial e Rua Figueró	Serrano	V3; V4	350,00	100,00	85,00	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua Urucânia	Entre Rua da Ressurreição e Rua da Flagelação	Jardim São José	V3; V4	500,00	100,00	90,00	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua Vargem da Serra	Entre Rua Várzea da Palma e Rua Engenho do Norte	Engenho Nogueira	V3; V4	600,00	100,00	83,75	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua Várzea da Palma	Entre Rua Professor José Vieira de Mendonça e Rua Vargem da Serra	Engenho Nogueira	V3; V4	165,00	100,00	96,25	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua Verônica	Entre Rua Imperial e Rua Figuero	Serrano	V3; V4	440,00	100,00	80,00	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua Violeta de Melo	Entre Avenida Abílio Machado e Rua Mary Aparecida	Alípio de Melo	V3; V4	1280,00	100,00	81,25	Recapeamento
2020	Pampulha	Avenida Antônio Francisco Lisboa	Entre Rua Custódio Pinto Coelho e Rua Gólda Meir	Itatiaia	V3; V4	545,00	100,00	95,00	Recapeamento
2020	Pampulha	Avenida Antônio Francisco Lisboa	Entre Rua Expedicionário Paulo de Souza e Rua Pio XII	Itatiaia	V3; V4	655,00	100,00	93,75	Recapeamento
2020	Pampulha	Avenida Sebastião de Brito	Entre Irmã Eufêmia e Avenida Cristiano Machado	Dona Clara	V3; V4	1600,00	100,00	82,50	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Adauto Feitosa	Entre Rua Oscar Castanheira e Rua Deputado José Raimundo	Dona Clara	V3; V4	440,00	100,00	98,75	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Frei Manoel da Cruz	Entre Rua Boaventura e Avenida Izabel Bueno	Liberdade	V3; V4	670,00	100,00	98,75	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Irmã Eufêmia	Entre Avenida Sebastião de Brito e Rua Luiz Chagas de Carvalho	Santa Rosa	V3; V4	355,00	100,00	83,75	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Irmã Eufêmia	Entre Avenida Sebastião de Brito e Rua Dom Rodrigo	Santa Rosa	V3; V4	325,00	100,00	85,00	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Jamaica	Entre Rua Monte Castelo e Rua Gumercindo Couto e Silva	Itapoã	V3; V4	180,00	100,00	97,50	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Ministro Hermenegildo de Barros	Entre Rua Monte Castelo e Rua Plínio de Mendonça	Itapoã	V3; V4	420,00	100,00	100,00	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Monte Castelo	Entre Rua Antero de Quental e Rua Lima Barreto	Itapoã	V3; V4	360,00	100,00	100,00	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Monte Castelo	Entre Rua Professor Herminio Guerra e Rua Jamaica	Itapoã	V3; V4	310,00	100,00	95,00	Recapeamento
2020	Pampulha	Rua Professor Herminio Guerra	Entre Rua São Miguel e Rua Monte Castelo	Itapoã	V3; V4	390,00	100,00	98,75	Recapeamento

RELAÇÃO DE VIAS ARTERIAIS OBJETO DE M&R ENTRE 2010 E 2021 - REGIONAL PAMPULHA									
ANO	REGIONAL	LOGRADOURO	TRECHO	BAIRRO	TIPO DA VIA	EXTENSÃO (M)	ICP INICIAL	ICP 2022	INTERVENÇÃO
2010	Pampulha	Avenida Presidente Antônio Carlos	Avenida Coronel Dias Bicalho e Avenida Santa Rosa	São Luiz	V5; V6	640,00	100,00	81,25	Recapeamento
2014	Pampulha	Rua Francisco Bretas bering	Entre Rua João Zacarias de Miranda e Rua Elias Moysés	Jardim Atlântico	V5; V6	380,00	100,00	80,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Presidente Carlos Luz	Entre Praça Pedro Melo e Avenida Alfredo Camarate	São Luiz	V5; V6	770,00	100,00	67,50	Recapeamento
2013	Pampulha	Avenida Presidente Carlos Luz	Entre Avenida Alfredo Camarate e Avenida Oscar Paschoal	São Luiz	V5; V6	450,00	100,00	60,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Abraão Caram	Entre Alameda das Palmeiras e Avenida Coronel Oscar Paschoal	São José	V5; V6	260,00	100,00	82,50	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Coronel Oscar Paschoal	Entre Avenida Presidente Carlos Luz e Avenida Antonio Abraao Caram	São Luiz	V5; V6	760,00	100,00	82,50	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Presidente Antônio Carlos	Entre Avenida Antônio Abraão Caram e Rua Viana do Castelo	Diversos	V5; V6	930,00	100,00	80,00	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Presidente Antônio Carlos	Entre Viaduto São Francisco e Avenida Coronel Dias Bicalho	Diversos	V5; V6	2601,00	100,00	83,75	Recapeamento
2014	Pampulha	Avenida Presidente Carlos Luz	Entre Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo e Praça Pedro Melo	Engenho Nogueira	V5; V6	1623,00	100,00	32,50	Recapeamento
2015	Pampulha	Avenida Portugal	Entre Viaduto Gil Nogueira e Rua Irlanda	Itapoã	V5; V6	200,00	100,00	80,00	Recapeamento
2019	Pampulha	Avenida Coronel Oscar Paschoal	Entre Avenida Otacilio Negro de Lima e Avenida Antonio Abraao Caram	São José	V5; V6	140,00	100,00	85,00	Recapeamento
2019	Pampulha	Rua Imperial	Entre Rua Ocidental e Avenida Heráclito Mourão de Miranda	Serrano	V5; V6	330,00	100,00	82,50	Recapeamento
2006	Oeste	Avenida Amazonas	Toda extensão - Trechos pontuais	Diversos	V5; V6	8970,00	100,00	60,00	Recapeamento
2008	Noroeste	Avenida Dom Pedro II	Entre Complexo da Lagoinha e Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo	Diversos	V5; V6	5440,00	100,00	60,00	Recapeamento
2010	Venda Nova	Avenida Vilarinho	Entre R. José Felix Martins e R. Bruno Alvarenga Marques	Letícia	V5; V6	750,00	100,00	50,00	Recapeamento
2011	Oeste	Avenida Amazonas	Toda extensão - Trechos pontuais	Diversos	V5; V6	8970,00	80,00	50,00	Recapeamento
2012	Venda Nova	Av. Vilarinho	Entre Rua Padre Pedro Pinto e Rua Sandra Barros Amorim	Venda Nova	V5; V6	2050	100,00	50,00	Recapeamento
2012	Centro-Sul	Avenida dos Andradas	Entre Alameda Ezequiel Dias e Avenida do Contorno	Centro	V5; V6	836	100,00	70,00	Recapeamento
2014	Noroeste	Avenida Dom Pedro II	Entre Complexo da Lagoinha e Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo	Diversos	V5; V6	5440,00	100,00	60,00	Recapeamento
2014	Venda Nova	Avenida Vilarinho	Entre Avenida Dr. Álvaro Camargos e Rua Domingos Grosso	Venda Nova	V5; V6	440	100,00	50,00	Recapeamento
2014	Venda Nova	Avenida Vilarinho	Entre Avenida Doutor Álvaro Camargos e Avenida Cristiano Machado	Vila Clóris	V5; V6	1.700	100,00	30,00	Recapeamento
2015	Venda Nova	Avenida Vilarinho	Entre Rua Domingos Grosso e Avenida Baleares - Trechos pontuais	Venda Nova	V5; V6	500	100,00	30,00	Recapeamento
2015	Venda Nova	Avenida Vilarinho	Entre Rua Domingos Grosso e Avenida Baleares	Venda Nova	V5; V6	2.100	100,00	30,00	Reconstrução
2015	Venda Nova	Avenida Vilarinho	Áreas de implantação de radares	Venda Nova	V5; V6	233	100,00	30,00	Recapeamento
2017	Venda Nova	Avenida Vilarinho	Entre Avenida Dom Pedro I e Rua Padre Pedro Pinto - Trechos pontuais	Venda Nova	V5; V6	3.000	100,00	60,00	Recapeamento
2017	Oeste	Avenida Teresa Cristina	Entre Via Expressa e Linha Férrrea	Diversos	V5; V6	8.974	100,00	50,00	Recapeamento
2018	Barreiro	Avenida Teresa Cristina	Entre Rua Álvaro da Silveira e Rua Arquiteto Morandi	Santa Margarida	V5; V6	1.500	100,00	60,00	Recapeamento
2020	Oeste	Avenida Teresa Cristina	Entre Rua Amanda e Anel Rodoviário	Betânia	V5; V6	1.580	100,00	80,00	Recapeamento
2021	Oeste	Avenida Teresa Cristina	Entre Rua Emília Brochado e Rua Amanda	Betânia	V5; V6	800	80,00	70,00	Recapeamento

**APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO DO SUBLEITO VIÁRIO DE BELO
HORIZONTE**

CARACTERIZAÇÃO DO SUBLEITO VIÁRIO DE BELO HORIZONTE - GRUPO BELO HORIZONTE											
Item	Data	Logradouro	Nome	Bairro	Regional	Classificação	CBR (%)	Expansão (%)	IP (%)	IG	H.R.B
1	01/10/2021	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	11,11	0,15	20,4	14	A-7-6
2	02/07/2020	Rua	Biri	Bairro Jaqueline	Regional Norte	Silte Argiloso Rosa	6,48	3,22	-	5	A-4
3	05/08/2019	Rua	Menotti Del Picchia	Bairro Lagoinha Leblon	Regional Venda Nova	Argila Arenosa Vermelha	10,99	0,83	16,9	8	A-7-6
4	05/08/2019	Rua	Providencia	Bairro Lagoinha Leblon	Regional Venda Nova	Argila Arenosa Vermelha	6,97	1,8	22,3	9	A-7-6
5	11/08/2020	Avenida	Dom Pedro I	Bairro Vila Clotis	Regional Venda Nova	Silte Argiloso Rosa	5,52	2,48	19,3	9	A-7-5
6	16/07/2018	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	16	0,13	26,24	14,8	A-7-6
7	19/07/2018	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	8,92	0,56	20,14	9,9	A-7-6
8	20/07/2018	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	7,57	0,92	20,4	10,2	A-7-6
10	22/09/2021	Rua	Flor do Campo	Assentamento Mirante Tupi	Regional Norte	Silte Arenoso c/ Pedregulho	23,91	0	-	0	A-1-b
11	22/09/2021	Rua	Flor Amarela	Assentamento Mirante Tupi	Regional Norte	Silte Arenoso Amarelo	9,82	1,23	-	1	A-4
12	22/09/2021	Rua	Flor Azul	Assentamento Mirante Tupi	Regional Norte	Silte Areno Argiloso Amarelo	18,91	0,88	-	0	A-2-4
13	23/07/2018	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	11,83	0,27	25,78	14	A-7-6
14	23/07/2018	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	8,75	0,12	18,02	8,3	A-7-6
15	24/09/2021	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	10,59	0,3	17,02	7	A-7-6
16	27/07/2018	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Marrom	15,55	0,58	24,1	9,5	A-7-6
17	13/09/2019	Rua	dos Paraguaos	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Arenosa Vermelha	8,08	1,9	17,1	7	A-6
18	30/07/2018	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	11,19	0,76	22,2	11,1	A-7-6
19	30/07/2018	Avenida	Xangrila	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	7,3	0,42	29,6	12,4	A-7-6
20	30/08/2018	Avenida	Padre Vieira	Bairro Minas Brasil	Regional Noroeste	Argila Vermelha c/ Pedregulho	24,72	0,02	-	-	-
21	05/08/2016	Rua	Tia Nadir	Bairro Vista do Sol	Regional Nordeste	Argila Arenosa Vermelha	10,83	0,62	13,26	7	A-6
22	05/08/2016	Rua	Tia Nadir	Bairro Vista do Sol	Regional Nordeste	Argila Silto Arenosa Vermelha	8,42	1,53	12,26	7	A-6
23	19/12/2016	Avenida	Presidente Antonio Carlos	Bairro Sao Cristovao	Regional Noroeste	Argila Pouco Arenosa Vermelha	29,52	0,29	-	0	A-1-b
25	25/08/2015	Avenida	Portugal	Bairro Itapoa	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	10	0,52	20,9	-	-
26	25/02/2015	Avenida	Vilariinho	Bairro Cenaculo	Regional Venda Nova	Argila Silto Arenosa Vermelha	13,04	1,72	17,23	-	-
27	25/02/2015	Avenida	Vilariinho	Bairro Cenaculo	Regional Venda Nova	Argila Silto Arenosa Vermelha	12,63	1,94	10,82	-	-
28	26/02/2016	Rua	Moacyr Froes	Bairro Santa Monica	Regional Pampulha	Argila Pouco Arenosa Vermelha	6,25	0,23	19,45	12	A-7-6
29	30/04/2014	Rua	Acesso PAC Sao Jose	Bairro Manacas	Regional Noroeste	Argila Silto Arenosa Amarela	21,7	0,48	16,06	-	-
31	16/07/2019	Rua	Crispim Jaques	Bairro Vista Alegre	Regional Oeste	Silte Argiloso Variado c/ Pedregulho	20,13	0,34	11,1	3	A-6
32	16/07/2019	Rua	Jose Alves Maia	Bairro Joao Paulo II	Regional Barreiro	Argila Vermelha c/ Minerio	25,97	0,11	8,25	5	A-4
33	16/07/2019	Rua	Jose Alves Maia	Bairro Joao Paulo II	Regional Barreiro	Argila Arenosa Marrom	15,36	0,14	13	5	A-6
34	19/06/2019	Rua	Dona Sivalina Neves	Bairro Ribeiro de Abreu	Regional Nordeste	Silte Arenoso c/ Pedregulho	19,89	0,62	13,2	2	A-6
35	29/08/2019	Rua	Ecologia	Bairro Paqueta	Regional Pampulha	Argila Areno Siltosa Marrom	10,98	0,61	17,2	6	A-6
36	03/12/2019	Rua	Izabel Glansman	Bairro Monte Azul	Regional Norte	Silte Areno Argiloso Rosa	5,55	1,3	NP	1	A-4
37	11/07/2019	Rua	Januario Borges	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Silto Arenosa Vermelha	4,91	4,06	26,4	12	A-7-6
38	13/07/2019	Rua	Sd. Izair Barbosa	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Silto Arenosa Vermelha	7,32	3,28	17,4	7	A-7-6
39	11/07/2019	Rua	Sd. Rubens Ferreira	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Silte Argilo Arenoso Amarelo	4,79	2,34	17,4	9	A-7-6
40	11/07/2019	Rua	Sd. Rubens Ferreira	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Silto Arenosa Vermelha	6,11	2,98	15,9	6	A-6
41	16/06/2019	Rua	Sebastiao Antonio Carlos	Bairro Bandeirantes	Regional Pampulha	Argila Arenosa Marrom	10,19	0,17	21,9	11	A-7-6
43	18/06/2019	Rua	Profa. Maria Sylva	Bairro Minaslandia	Regional Norte	Argila Arenosa Vermelha	8,2	0,17	23,8	12	A-7-6
46	07/05/2021	Avenida	Altamiro Avelino Soares	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Argila Arenosa Amarela	18,46	0,24	27,7	16	A-7-5
47	07/05/2021	Avenida	Altamiro Avelino Soares	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Saibro Amarelo	17,67	0,62	NP	1	A-4
48	07/05/2021	Avenida	Altamiro Avelino Soares	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Argila Arenosa Marrom	11,15	0,39	12,7	5	A-6
49	01/11/2020	Avenida	Presidente Antonio Carlos	Bairro Lagoinha	Regional Noroeste	Argila Arenosa Vermelha	11,93	0,16	19,9	13	A-7-6
53	07/05/2021	Avenida	Heracito Mourao de Miranda	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Argila Silto Arenosa Vermelha	17,09	0,35	17,9	10	A-7-6
54	07/05/2021	Avenida	Heracito Mourao de Miranda	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Argila Arenosa Amarela	8,72	1,5	15,5	6	A-7-6
55	07/05/2021	Avenida	Heracito Mourao de Miranda	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Silte Arenoso Variado	11,28	2,08	NP	5	A-4
56	07/05/2021	Avenida	Heracito Mourao de Miranda	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Silte Arenoso Variado	9,82	1,76	NP	3	A-4
57	07/05/2021	Avenida	Heracito Mourao de Miranda	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Argila Areno Siltosa Marrom	9,94	0,64	10,2	4	A-4
58	07/05/2021	Avenida	Heracito Mourao de Miranda	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Silte Areno Argiloso	10,96	2,56	NP	5	A-5
59	07/05/2021	Avenida	Heracito Mourao de Miranda	Bairro Castelo	Regional Pampulha	Argila Areno Siltosa Marrom	10,57	1,07	11,2	5	A-6
60	21/05/2021	Avenida	Presidente Carlos Luz	Bairro Ouro Preto	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	10,9	0,43	14,6	5	A-7-6
61	21/05/2021	Avenida	Presidente Carlos Luz	Bairro Ouro Preto	Regional Pampulha	Argila Arenosa Marrom	13,96	0,24	9,7	2	A-4
62	21/05/2021	Avenida	Presidente Carlos Luz	Bairro Ouro Preto	Regional Pampulha	Silte Rosa	7,56	2,6	NP	2	A-4
63	21/05/2021	Avenida	Prof. Clovis Salgado	Bairro Bandeirantes	Regional Pampulha	Silte Arenoso Amarelo	5,45	2,77	NP	4	A-4
64	21/05/2021	Avenida	Prof. Clovis Salgado	Bairro Bandeirantes	Regional Pampulha	Silte Arenoso Variado	5,71	3,7	11	6	A-7-5
67	06/04/2020	Avenida	Oiapoque	Bairro Centro	Regional Centro-Sul	Argila Arenosa Vermelha	12,77	0,25	16,7	8	A-6
68	06/04/2020	Avenida	Oiapoque	Bairro Centro	Regional Centro-Sul	Argila Arenosa Vermelha	13,79	0,27	17,1	7	A-7
69	30/01/2019	Avenida	Presidente Carlos Luz	Bairro Alto Caieiras	Regional Noroeste	Silte Arenoso Rosa	3,43	4,15	NP	5	A-4
70	30/01/2019	Avenida	Presidente Carlos Luz	Bairro Alto Caieiras	Regional Noroeste	Areia Siltosa Amarela	29,76	0,93	NP	0	A-2-6
71	03/08/2021	Rua	Ipe Amarelo	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Silte Variado c/ Pedregulho	14,32	0,46	NP	1	A-4
73	13/12/2021	Rua	Joao Nascimento Pires	Bairro Jaqueline	Regional Norte	Argila Vermelha	8,52	1,12	14,9	8	A-7-5
74	15/06/2021	Avenida	A	Bairro Maria Tereza	Regional Norte	Silte Variado	3,43	3,53	NP	2	A-4
75	16/08/2021	Rua	Marcos Lessa Souza Lima	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Silte Arenoso Variado	12,45	2,16	NP	1	A-4
76	16/08/2021	Rua	Chuva de Prata	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Arenosa Marrom	11,84	1,48	NP	2	A-4
77	16/08/2021	Rua	Dama da Noite	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Siltosa Amarela	20,42	1,6	NP	1	A-4
78	16/08/2021	Rua	Das Orquideas	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Siltosa	11,72	1,4	NP	3	A-4
79	16/08/2021	Rua	Girassol	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Siltosa c/ Pedregulho	7,66	2,57	NP	0	A-2-4
80	03/08/2021	Rua	Violeta	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Silte Argiloso Amarelo	15,95	0,74	NP	2	A-4
81	17/08/2021	Avenida	A	Bairro Maria Tereza	Regional Norte	Argila Silto Arenosa c/ Pedregulho	10,83	2,94	-	-	-
83	21/06/2021	Rua	Marcos Lessa Souza Lima	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Silte Arenoso Variado	3,47	3,55	NP	2	A-4
84	21/06/2021	Rua	Violeta	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Arenosa Marrom	8,28	1,78	14,7	2	A-6
85	21/06/2021	Rua	Margarida	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Arenosa Marrom	14,63	0,75	NP	0	A-2-4
86	30/07/2021	Rua	Jasmin	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Silte Variado c/ Pedregulho	16,09	0,76	NP	0	A-2-4
87	30/09/2021	Rua	Walquiria Afonso Costa	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Marrom	5,73	1,6	14	9	A-6
91	17/06/2020	Rua	Domingos Costa Rezende	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	9,43	0,35	20,5	10	A-7-6
92	17/06/2020	Rua	Domingos Costa Rezende	Bairro Braunas	Regional Pampulha	Argila Arenosa Vermelha	8,84	0,15	16,3	9	A-7-5
93	15/01/2020	Rua	Abilio Fernandes de Oliveira	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Areno Siltosa	3,69	3,32	21,7	10	A-7-6
94	15/01/2020	Rua	Abilio Fernandes de Oliveira	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Areno Siltosa	4,51	2,93	17,6	7	A-7-6
95	27/02/2020	Rua	Izabel Glansman	Bairro Monte Azul	Regional Norte	Saibro	16,11	0,56	NP	0	A-2-4
99	16/03/2020	Rua	Sessenta e Oito	Bairro Jardim dos Comerciantes	Regional Venda Nova	Silte Argilo Arenoso Rosa	6,6	2,55	15	4	A-6
102	12/03/2019	Rua	Afonso Duarte Carapia	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Arenosa Vermelha	8,02	1,73	13,6	5	A-6
103	12/03/2019	Rua	Afonso Duarte Carapia	Bairro Jardim Vitoria	Regional Nordeste	Argila Arenosa Vermelha	6,76	2,03	20,6	9	A-6
104	30/06/2020	Rua	Alfredo Santos Neves	Bairro Candelaria	Regional Venda Nova	Argila Silto Arenosa c/ Pedregulho	10,81	1,31	15,4	6	A-6
105	29/10/2018	Rua	Prof. Amaro Xisto de Queiroz	Bairro Uniao	Regional Nordeste	Silte Rosa	6,83	3,88	NP	0	A-6
108	01/03/2019	Rua	Artur de Sa	Bairro Uniao	Regional Nordeste	Argila Silto Arenosa Vermelha	11,41	1,69	14,4	4	A-6
109	01/10/2020	Rua	Barretos	Bairro Juliana	Regional Norte	Silte Arenoso Variado	7,96	1,64	15,1	4	A-6
110	01/10/2020	Rua	Barretos	Bairro Juliana	Regional Norte	Argila Arenosa Vermelha	7,55	1,59	18,2	9	A-7-6
111	01/10/2020	Rua	Barretos	Bairro Juliana	Regional Norte	Silte Argilo Arenoso Variado	11,36	1,56	17,6	8	A-7-6
112	12/03/2021	Rua	Cantidio Gomes	Bairro California	Regional Noroeste	Argila Arenosa Amarela	5,29	1,19	20,6	11	A-7-5
116	06/10/2016	Rua	Das Canarias	Bairro Santa Amelia	Regional Pampulha	Argila Vermelha	10,61	0,42	14,3	6	A-6
117	06/10/2016	Rua	Das Canarias	Bairro Santa Amelia	Regional Pampulha	Argila Areno Siltosa Amarela	7,46	0,34	17	6	A-6
118	06/10/2016	Rua	Das Canarias	Bairro Santa Amelia	Regional Pampulha	Argila Areno Siltosa Amarela	8,55	0,77	14,8	7	A-7-6

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SUBLEITO VIÁRIO DE BELO HORIZONTE - GRUPO MINAS											
Item	Data	Logradouro	Nome	Bairro	Regional	Classificação	CBR (%)	Expansão (%)	IP (%)	IG	H.R.B
9	20/12/2019	Rua	Ver. Tancredo Guimaraes	Bairro Estoril	Regional Oeste	Filito	5,73	3,43	-	8	A-4
24	22/12/2016	Rua	Alcantara	Bairro Nova Granada	Regional Oeste	Argila Arenosa Vermelha	10,99	0,97	14,73	-	-
30	23/09/2019	Avenida	Prof. Mario Werneck	Bairro Bunitis	Regional Oeste	Silte Argilo Arenoso Rosa	4,83	2,71	NP	7	A-4
44	28/01/2022	Rodovia	Anel Rodoviario (Pista de Escape)	Bairro Olhos D'agua	Regional Oeste	Silte Amarelo	1,48	7,33	NP	8	A-4
45	28/01/2022	Rodovia	Anel Rodoviario (Pista de Escape)	Bairro Olhos D'agua	Regional Oeste	Silte Roxo	1,1	9,77	NP	8	A-4
50	15/02/2021	Avenida	Dom Joao VI	Bairro Palmeiras	Regional Oeste	Argila Arenosa Vermelha	20,72	0,26	15	9	A-7-6
51	15/02/2021	Avenida	Dom Joao VI	Bairro Palmeiras	Regional Oeste	Silte Arenoso Variiegado	3,91	5,18	NP	4	A-4
72	13/08/2021	Rua	Laplace	Bairro Santa Lucia	Regional Centro-S	Silte Rosa c/ Pedregulho	3,73	4,1	NP	0	A-2-4
96	06/01/2020	Rua	Marcio Maia Ferreira	Bairro Bunitis	Regional Oeste	Filito	0,6	8,36	NP	8	A-4
100	28/01/2022	Rua	Aduora	Vila Fazendinha	Regional Centro-S	Silte Variiegado c/ Pedregulho	13,37	1,77	NP	0	A-2-4
101	06/12/2021	Rua	Aduora	Vila Fazendinha	Regional Centro-S	Silte	2,21	8,09	NP	8	A-4
106	04/11/2019	Rua	Antonieta Miliete	Bairro Bonsucesso	Regional Barreiro	Argila Silto Arenosa Vermelha	15,4	0,85	17	8	A-6
107	04/11/2019	Rua	Antonieta Miliete	Bairro Bonsucesso	Regional Barreiro	Silte Argiloso Amarelo c/ Pedregulho	7,02	2,13	NP	5	A-4
113	11/11/2021	Rua	Cinco	Bairro Olaria	Regional Barreiro	Argila Arenosa Marrom	9,99	0,55	14,6	9	A-6
119	11/11/2021	Rua	Deputado Sebastiao Nascimento	Bairro Palmeiras	Regional Oeste	Argila Amarela	10,32	0,86	11,5	4	A-6
120	29/01/2021	Rua	Do Grupo	Bairro Granja de Freitas	Regional Leste	Silte Rosa	4,72	2,87	NP	8	A-4
42	15/07/2019	Rua	Vladimir Ferreira Mendes	Bairro Independencia	Regional Barreiro	Argila Arenosa Vermelha	9,26	0,25	13,4	8	A-6
52	07/05/2018	Avenida	Haydee Abras Homssi	Bairro Vale do Jatoba	Regional Barreiro	Argila Arenosa Vermelha	13,42	0,29	14,7	8,1	A-7-6
65	23/04/2020	Rua	Solferina Ricci Pace	Bairro CDI Jatoba	Regional Barreiro	Silte Arenoso Rosa	6,4	2,63	NP	5	A-4
66	23/04/2020	Rua	Solferina Ricci Pace	Bairro CDI Jatoba	Regional Barreiro	Argila Areno Siltosa Vermelha	8,26	0,61	11,9	7	A-6
88	30/09/2021	Rua	Frei Tito Alencar	Distrito Industrial do Jatoba	Regional Barreiro	Argila Arenosa Vermelha	8,84	0,61	12,8	9	A-6
89	30/09/2021	Rua	Olga Benario Prestes	Distrito Industrial do Jatoba	Regional Barreiro	Argila Arenosa Vermelha	9,55	0,85	16,3	10	A-6
97	19/06/2020	Avenida	Solferina Ricci Pace	Conjunto Jatoba	Regional Barreiro	Argila Areno Siltosa Vermelha	8,26	0,61	11,9	7	A-6
98	30/06/2020	Rua	Anelio Marques Guimaraes	Bairro Diamante	Regional Barreiro	Argila Silto Arenosa Amarela	8,24	1,07	18,5	10	A-6
114	21/05/2020	Rua	Cmte. Che Guevara	Distrito Industrial do Jatoba	Regional Barreiro	Argila Arenosa Amarela	10,71	0,44	12,1	5	A-6
115	21/05/2020	Rua	Cmte. Che Guevara	Distrito Industrial do Jatoba	Regional Barreiro	Argila Vermelha	9,01	0,18	15,2	10	A-7-6

**APÊNDICE C – PESQUISA SOBRE A MANUTENÇÃO VIÁRIA DE BELO
HORIZONTE**

Pesquisa Sobre a Manutenção Viária de Belo Horizonte

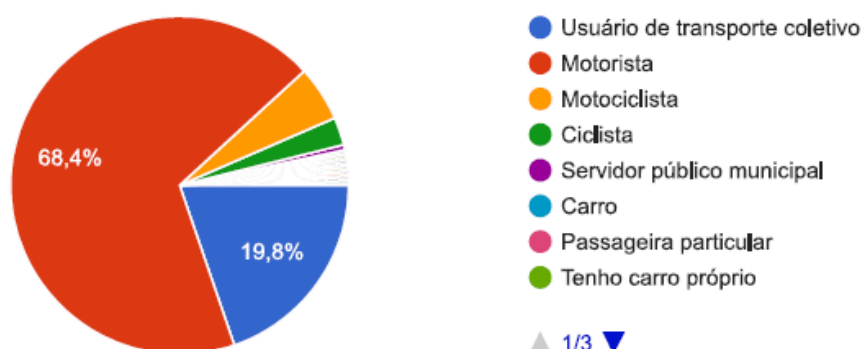
415 respostas

[Publicar análise](#)

Qual o seu perfil de usuário do sistema de transporte de Belo Horizonte?

[Copiar](#)

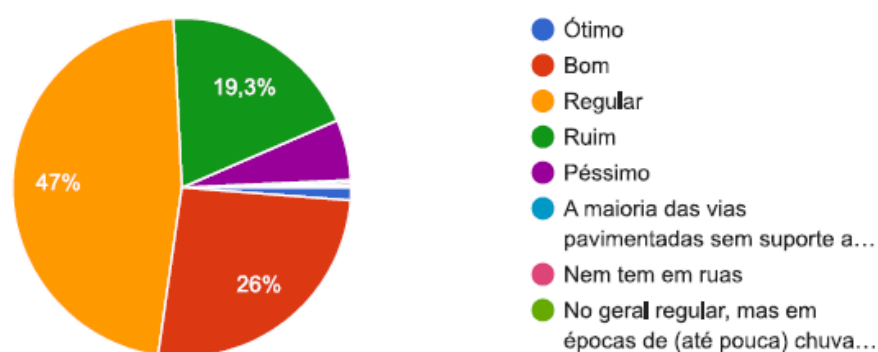
415 respostas



Como você avalia o estado de conservação dos pavimentos viários de Belo Horizonte?

[Copiar](#)

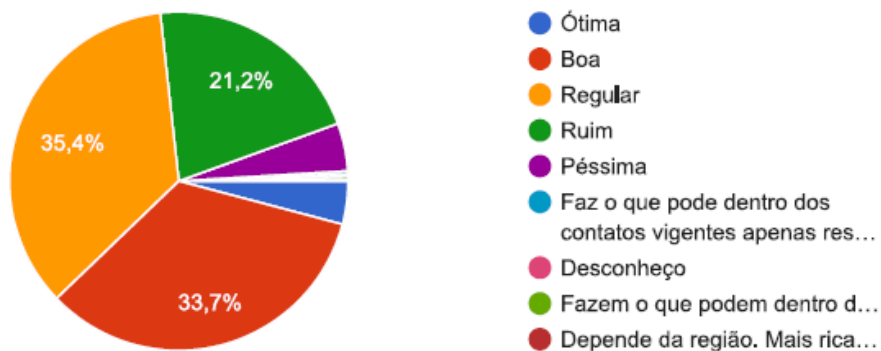
415 respostas



Como você avalia a manutenção dos pavimentos viários de Belo Horizonte feita pela Administração Pública Municipal?

 Copiar

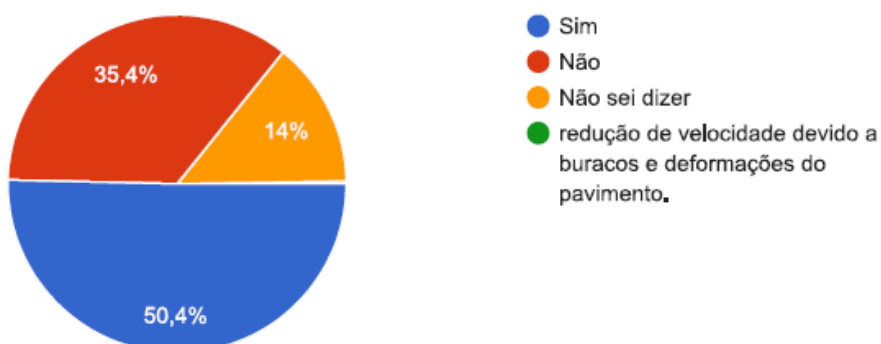
415 respostas



Já ocorreu algum atraso de deslocamento em função das condições de conservação dos pavimentos viários de Belo Horizonte?

 Copiar

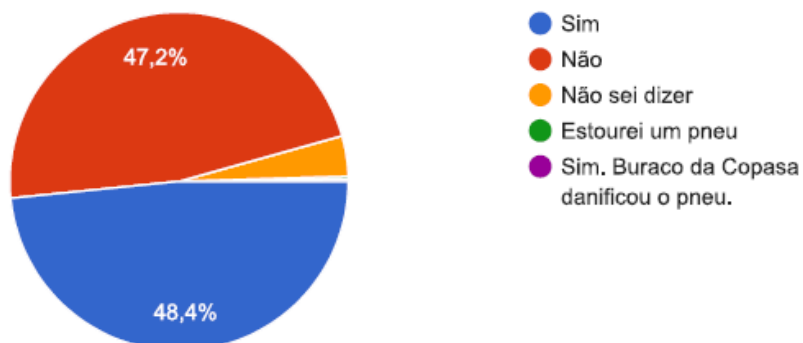
415 respostas



Já teve algum prejuízo (dano veicular) em função das condições de conservação dos pavimentos viários de Belo Horizonte?

 Copiar

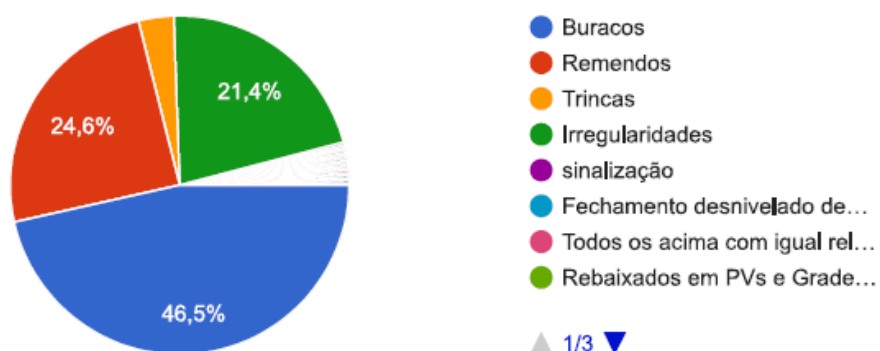
415 respostas







Quais os defeitos que considera de maior relevância nos pavimentos viários de Belo Horizonte?

 Copiar

415 respostas



**APÊNDICE D – EXEMPLO DE VISTORIAS DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DE
PAVIMENTOS**

CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO	
RESPONSABILIDADE DA INFORMAÇÃO	
1 TÉCNICO RESPONSÁVEL: MAURÍCIO CANGUSSU MAGALHÃES	
IDENTIFICAÇÃO DO SUBTRECHO	
DATA: 05/11/2022	ÚLTIMA RESTAURAÇÃO: 2011
NOME DO LOGRADOURO: AVENIDA MIGUEL PERRELA	
TRECHO: ENTRE AVENIDA TANCREDO NEVES E AVENIDA ALTAMIRO AVELINO SOARES	
NOME DA REGIONAL: PAMPULHA	
TIPO DE VIA: V3; V4	
EXTENSÃO DO SUBTRECHO: 1.118,0 M	
BAIRRO DO LOGRADOURO: CASTELO	
REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	
5 de nov. de 2022 17:14:22 169 Avenida Miguel Perrela Castelo Belo Horizonte Minas Gerais	5 de nov. de 2022 17:07:07 908 Avenida Miguel Perrela Castelo Belo Horizonte Minas Gerais
	
5 de nov. de 2022 17:04:08 680 Avenida Miguel Perrela Castelo Belo Horizonte Minas Gerais	5 de nov. de 2022 17:11:54 43 Avenida Miguel Perrela Castelo Belo Horizonte Minas Gerais
DEFEITOS EXISTENTES	CAUSAS PROVÁVEIS
TRINCAMENTO LOCALIZADO INTERVENÇÕES DE CONCESSIONÁRIAS DESGASTE NATURAL ONDULAÇÃO / CORRUGAÇÃO	FADIGA / ENVELHECIMENTO REMENDOS DEFICIENTES ENVELHECIMENTO
ICP = 76,25	

CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO	
RESPONSABILIDADE DA INFORMAÇÃO	
1	TÉCNICO RESPONSÁVEL: MAURÍCIO CANGUSSÚ MAGALHÃES
IDENTIFICAÇÃO DO SUBTRECHO	
DATA: 28/11/2022	ÚLTIMA RESTAURAÇÃO: 2014
NOME DO LOGRADOURO: AVENIDA PRESIDENTE CARLOS LUZ	
TRECHO: ENTRE ANEL RODOVIÁRIO E PRAÇA PEDRO MELO	
NOME DA REGIONAL: PAMPULHA	
TIPO DE VIA: V-5	
EXTENSÃO DO SUBTRECHO: 1.623,0 M	
BAIRRO: ENGENHO NOGUEIRA	
REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	
28 de nov. de 2022 16:53:07 Pampulha Belo Horizonte Minas Gerais	28 de nov. de 2022 16:51:55 Pampulha Belo Horizonte Minas Gerais
	
28 de nov. de 2022 16:50:16 Engenho Nogueira Belo Horizonte Minas Gerais	28 de nov. de 2022 16:51:43 Pampulha Belo Horizonte Minas Gerais
DEFITOS EXISTENTES	CAUSAS PROVÁVEIS
TRINCAMENTO INTERLIGADO GENERALIZADO AFUNDAMENTOS SEVEROS NAS TRILHAS DE RODA PROBLEMAS ESTRUTURAIS EVIDENTES	ICP = 32,5 REMENDOS DIVERSOS DESGASTE SUPERFICIAL SEVERO TRATAR A NÍVEL DE PROJETO

**APÊNDICE E – COMPOSIÇÃO DE PREÇOS UNITÁRIOS DAS AÇÕES DE
MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS**

CPU VIAS LOCAIS					
CR - CONSERVAÇÃO ROTINEIRA					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.26.00	MANUTENÇÃO CORRETIVA DE PAVIMENTOS				
20.26.03	EXECUCAO DE MANUTENCAO CORRETIVA DE PAVIMENTOS, INCLUINDO "TAPA BURACOS" E CORREÇÕES PONTUAIS DE DEFEITOS COMPREENDENDO O FORNECIMENTO E APLICACAO DE CBUQ FAIXA "C" COM PLACA VIBRATORIA, INCLUSIVE CORTE, DEMOLICAO, LIMPEZA, BOTA FORA DO PAVIMENTO A SER TRATADO E PINTURA DE LIGACÃO RR-1C UTILIZANDO CAMINHÃO BASCULANTE CONVENCIONAL e CAMINHÃO BASCULANTE COM CAÇAMBA TÉRMICA E CONTROLE DIGITAL.	KMMÉS	1	R\$ 950,00	R\$ 951,00
	TOTAL / KM / MÊS				R\$ 951,00
MRAF - MICRO-REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,27	R\$ 788,19	R\$ 210,18
01.11.00	SINALIZAÇÃO				
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	8	R\$ 834,55	R\$ 6.676,40
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE USINA MÓVEL DE MRAF	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
REF: SICRO3 4011410- 07/2023	MICRORREVESTIMENTO A FRIO COM EMULSÃO MODIFICADA COM POLÍMERO DE 1,2 CM - BRITA COMERCIAL	M2	7000	R\$ 20,69	R\$ 144.830,00
	TOTAL / KM				R\$ 154.744,34
RP - REPARO PONTUAL					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,33	R\$ 788,19	R\$ 262,73
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	10	R\$ 834,55	R\$ 8.345,50
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.01	TRANSPORTE DE RETROESCAVADEIRA	VG	2	R\$ 200,33	R\$ 400,66
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46

01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
02.00.00	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES				
02.45.00	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (BOTA-FORA)				
02.45.08	FICHA DE BOTA-FORA - RESÍDUOS CLASSE A (CAMINHÃO TRUCADO DE 9 M3) - REGIONAL BARREIRO -	VG	1,6	R\$ 98,52	R\$ 153,25
03.00.00	TRABALHOS EM TERRA				
03.05.00	ESCAVAÇÃO E CARGA MECANIZADA				
03.05.01	EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3	14	R\$ 8,39	R\$ 117,46
03.13.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
03.13.04	DMT > 5 KM	M3KM	364	R\$ 2,37	R\$ 862,68
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.01.00	REGULARIZAÇÃO				
20.01.01	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO	M2	70	R\$ 3,26	R\$ 228,20
20.06.00	BASE ESTAB. GRANUL.COMPACT.ENERG.PROCTOR MODIF.				
20.06.20	COM BRITA GRADUADA SIMPLES	M3	10,5	R\$ 259,67	R\$ 2.726,54
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TxKM	504	R\$ 1,76	R\$ 887,04
20.11.00	IMPRIMAÇÃO				
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	70	R\$ 9,94	R\$ 695,80
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	420	R\$ 3,01	R\$ 1.264,20
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.24	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	40,32	R\$ 653,73	R\$ 26.358,39
20.13.25	APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE (CBUQ) FAIXA "C", CAMADA DE ROLAMENTO, C	T	40,32	R\$ 51,49	R\$ 2.076,08
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATÉ 5,0 CM	M2	420	R\$ 16,63	R\$ 6.984,60
	TOTAL / KM				R\$ 67.375,53

RE - RECAPEAMENTO SIMPLES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,20	R\$ 788,19	R\$ 157,64
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	6	R\$ 834,55	R\$ 5.007,30
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATÉ 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	20	R\$ 501,81	R\$ 10.036,20
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	7000	R\$ 3,01	R\$ 21.070,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.24	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	672	R\$ 653,73	R\$ 439.306,56

20.13.25	APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE (CBUQ) FAIXA "C", CAMADA DE ROLAMENTO, C	T	672	R\$ 51,49	R\$ 34.601,28
	TOTAL / KM				R\$ 518.591,30

FR+RE - FRESAGEM E RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,23	R\$ 788,19	R\$ 183,91
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	7	R\$ 834,55	R\$ 5.841,85
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	20	R\$ 501,81	R\$ 10.036,20
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	8400	R\$ 1,76	R\$ 14.784,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	7000	R\$ 3,01	R\$ 21.070,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.24	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	672	R\$ 653,73	R\$ 439.306,56
20.13.25	APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE (CBUQ) FAIXA "C", CAMADA DE ROLAMENTO, C	T	672	R\$ 51,49	R\$ 34.601,28
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	7000	R\$ 16,63	R\$ 116.410,00
	TOTAL / KM				R\$ 655.354,28

FR+REP+RE - FRESAGEM, REPERFILAMENTO E RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,23	R\$ 788,19	R\$ 183,91
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	7	R\$ 834,55	R\$ 5.841,85
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88

01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	20	R\$ 501,81	R\$ 10.036,20
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	8400	R\$ 1,76	R\$ 14.784,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	14000	R\$ 3,01	R\$ 42.140,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.20	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA D, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	336	R\$ 661,42	R\$ 222.237,12
20.13.21	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA D, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	336	R\$ 51,49	R\$ 17.300,64
20.13.24	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	504	R\$ 653,73	R\$ 329.479,92
20.13.25	APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ) FAIXA "C", CAMADA DE ROLAMENTO, C	T	504	R\$ 51,49	R\$ 25.950,96
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	7000	R\$ 16,63	R\$ 116.410,00
	TOTAL / KM				R\$ 797.485,08

FR+REP+GEO+RE - FRESAGEM, REPERFILAMENTO, APLICAÇÃO DE GEOGRELHA E RECAPEAMENTO SIMPLES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,23	R\$ 788,19	R\$ 183,91
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	7	R\$ 834,55	R\$ 5.841,85
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	20	R\$ 501,81	R\$ 10.036,20
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	8400	R\$ 1,76	R\$ 14.784,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	14000	R\$ 3,01	R\$ 42.140,00
20.12.03	PINTURA DE LIGAÇÃO EM DUAS ETAPAS COM RR-2C, INCL. MANTA GEOTÊXTIL, LIMPEZA MANUAL	M2	14000	R\$ 13,47	R\$ 188.580,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.20	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA D, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	336	R\$ 661,42	R\$ 222.237,12
20.13.21	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA D, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	336	R\$ 51,49	R\$ 17.300,64
20.13.24	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	504	R\$ 653,73	R\$ 329.479,92

20.13.25	APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE (CBUQ) FAIXA "C", CAMADA DE ROLAMENTO, C	T	504	R\$ 51,49	R\$ 25.950,96
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	7000	R\$ 16,63	R\$ 116.410,00
	TOTAL / KM				R\$ 986.065,08
RC - RECICLAGEM DE PAVIMENTO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,33	R\$ 788,19	R\$ 262,73
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	10	R\$ 834,55	R\$ 8.345,50
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.10	TRANSPORTE DE CONJUNTO MOTONIVELADORA E GRADE DE DISCO	VG	2	R\$ 1.568,00	R\$ 3.136,00
01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	4	R\$ 825,86	R\$ 3.303,44
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	8400	R\$ 1,76	R\$ 14.784,00
20.11.00	IMPRIMAÇÃO				
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	7000	R\$ 9,94	R\$ 69.580,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	7000	R\$ 3,01	R\$ 21.070,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.24	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	840	R\$ 653,73	R\$ 549.133,20
20.13.25	APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE (CBUQ) FAIXA "C", CAMADA DE ROLAMENTO, C	T	840	R\$ 51,49	R\$ 43.251,60
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	7000	R\$ 16,63	R\$ 116.410,00
20.30.00	RECICLAGEM COM ADIÇÃO DE CIMENTO À BASE				
20.30.01	PAVIMENTAÇÃO COM RECICLAGEM	M3	1750	R\$ 159,04	R\$ 278.320,00
20.30.02	MOBILIZAÇÃO DE RECICLADORA	UN	1	R\$ 1.515,09	R\$ 1.515,09
20.30.03	DESMOBILIZAÇÃO DE RECICLADORA	UN	1	R\$ 1.515,09	R\$ 1.515,09
	TOTAL / KM				R\$ 1.123.747,13
RT - RECONSTRUÇÃO TOTAL					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.09.00	CONTÂINER (6,00 x 2,30 x 2,82)m COM ISOLAMENTO TÉRMICO				
01.09.01	MOBILIZACAO DE CONTAINER	UN	2	R\$ 695,46	R\$ 1.390,92
01.09.06	VESTIARIO BOX 7 SANIT. 2 LAVAT. 1 MICTORIO	MÊS	1	R\$ 1.275,01	R\$ 1.275,01
01.09.09	REFEITORIO	MÊS	1	R\$ 753,42	R\$ 753,42
01.09.13	DESMOBILIZAÇÃO DE CONTAINER	UN	2	R\$ 278,72	R\$ 557,44
01.09.14	INSTALAÇÕES PARA CONTAINER REFEITORIO	UN	1	R\$ 285,39	R\$ 285,39
01.09.16	CAIXA DÁGUA DE 1000L PARA ABASTECIMENTO DE CONTAINERS	UN	1	R\$ 325,11	R\$ 325,11
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	1,00	R\$ 788,19	R\$ 788,19

01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	30	R\$ 834,55	R\$ 25.036,50
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.09	TRANSPORTE DE ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.10	TRANSPORTE DE CONJUNTO MOTONIVELADORA E GRADE DE DISCO	VG	2	R\$ 1.568,00	R\$ 3.136,00
01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
02.00.00	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES				
02.11.00	DEMOLIÇÃO DE PASSEIO E PAVIMENTO				
02.11.20	DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO, ESPESSURA <= 10CM, COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	M2	7000	R\$ 1,43	R\$ 10.010,00
02.27.00	CARGA DE MATERIAL DEMOLIDO SOBRE CAMINHAO				
02.27.01	MECANICA	M3	700	R\$ 1,50	R\$ 1.050,00
02.28.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO EM CAMINHAO				
02.28.04	DMT > 5 KM	M3KM	14000	R\$ 2,37	R\$ 33.180,00
02.45.00	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (BOTA-FORA)				
02.45.08	FICHA DE BOTA-FORA - RESÍDUOS CLASSE A (CAMINHÃO TRUCADO DE 9 M3) - REGIONAL BARREIRO -	VG	933,333	R\$ 98,52	R\$ 91.952,00
03.00.00	TRABALHOS EM TERRA				
03.05.00	ESCAVAÇÃO E CARGA MECANIZADA				
03.05.01	EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3	1400	R\$ 8,39	R\$ 11.746,00
03.13.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
03.13.04	DMT > 5 KM	M3KM	28000	R\$ 2,37	R\$ 66.360,00
15.00.00	PISOS, RODAPES, SOLEIRAS E PEITORIS				
15.62.00	PASSEIOS				
15.62.01	DE CONCRETO 15 MPA E=6CM JUNTA SECA 3M MANUAL	M2	3000	R\$ 59,57	R\$ 178.710,00
18.00.00	SERVICOS DIVERSOS				
18.71.00	MEIO FIO E CORDAO - PADRAO SUDECAP				
18.71.01	MEIO FIO EM CONCRETO PRE-MOLDADO FCK>=20MPA, PADRÃO SUDECAP TIPO A, 30 X 14,2/12 (H X L1/L	M	2000	R\$ 55,88	R\$ 111.760,00
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.03	REBAIXAMENTO DE TAMPAO DE PV EM ATE 20 CM	UN	20	R\$ 147,55	R\$ 2.951,00
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	20	R\$ 501,81	R\$ 10.036,20
19.25.00	DRENO - PADRAO SUDECAP				
19.25.02	DRENO - PADRÃO SUDECAP TIPO B - MANTA DRENANTE, BRITA 3, TUBO PERFURADO EM PVC DN 160MM, L	M	2000	R\$ 108,75	R\$ 217.500,00
19.30.00	SARJETA - PADRAO SUDECAP				
19.30.05	TIPO B - (50X10)CM - DES-R01	M	2000	R\$ 43,15	R\$ 86.300,00
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.01.00	REGULARIZAÇÃO				
20.01.01	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO	M2	7000	R\$ 3,26	R\$ 22.820,00
20.06.00	BASE ESTAB. GRANUL.COMPACT.ENERG.PROCTOR MODIF.				
20.06.20	COM BRITA GRADUADA SIMPLES	M3	1050	R\$ 259,67	R\$ 272.653,50
20.12.00	PINTURA				
20.11.00	IMPRIMAÇÃO				
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	7000	R\$ 9,94	R\$ 69.580,00
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	7000	R\$ 3,01	R\$ 21.070,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.24	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	840	R\$ 653,73	R\$ 549.133,20
20.13.25	APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE (CBUQ) FAIXA "C", CAMADA DE ROLAMENTO, C	T	840	R\$ 51,49	R\$ 43.251,60
	TOTAL / KM				R\$ 1.846.631,22

CPU VIAS COLETORAS					
CR - CONSERVAÇÃO ROTINEIRA					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.26.00	MANUTENÇÃO CORRETIVA DE PAVIMENTOS				
20.26.03	EXECUCAO DE MANUTENCAO CORRETIVA DE PAVIMENTOS, INCLUINDO "TAPA BURACOS" E CORREÇÕES PONTUAIS DE DEFEITOS COMPREENDENDO O FORNECIMENTO E APLICACAO DE CBUQ FAIXA "C" COM PLACA VIBRATORIA, INCLUSIVE CORTE, DEMOLICAO, LIMPEZA, BOTA FORA DO PAVIMENTO A SER TRATADO E PINTURA DE LIGACÃO RR-1C UTILIZANDO CAMINHÃO BASCULANTE CONVENCIONAL e CAMINHÃO BASCULANTE COM CAÇAMBA TÉRMICA E CONTROLE DIGITAL.	KMMÉS	1	R\$ 950,00	R\$ 951,00
	TOTAL / KM / MÊS				R\$ 951,00
SEL - SELAGEM DE TRINCAS					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,33	R\$ 788,19	R\$ 262,73
01.11.00	SINALIZAÇÃO				
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	10	R\$ 834,55	R\$ 8.345,50
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE CAMINHÃO COM CALDEIRA	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.31.00	SELAGEM DE TRINCAS				
20.31.01	SELAGEM DE TRINCAS COM CIMENTO ASFÁLTICO ELASTOMÉRICO	KG	500	R\$ 37,94	R\$ 18.970,00
	<i>DENSIDADE DO MATERIAL - 1,2 G/CM3</i>				
	<i>CONSUMO - 500G/M - JUNTA 1CM x 1CM</i>				
	<i>CONSUMO POR KM CONSIDERANDO 1 TRINCA LONGITUDINAL AO LONGO DO TRECHO</i>				
	TOTAL / KM				R\$ 29.365,79
MRAF - MICRO-REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,27	R\$ 788,19	R\$ 210,18
01.11.00	SINALIZAÇÃO				
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	8	R\$ 834,55	R\$ 6.676,40
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE USINA MÓVEL DE MRAF	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
REF: SICRO3 4011410- 07/2023	MICRORREVESTIMENTO A FRIO COM EMULSÃO MODIFICADA COM POLÍMERO DE 1,2 CM - BRITA COMERCIAL	M2	21000	R\$ 20,69	R\$ 434.490,00
	TOTAL / KM				R\$ 444.404,34

RP - REPARO PONTUAL					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,67	R\$ 788,19	R\$ 525,46
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	20	R\$ 834,55	R\$ 16.691,00
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.01	TRANSPORTE DE RETROESCAVADEIRA	VG	2	R\$ 200,33	R\$ 400,66
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
02.00.00	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES				
02.45.00	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (BOTA-FORA)				
02.45.08	FICHA DE BOTA-FORA - RESÍDUOS CLASSE A (CAMINHÃO TRUCADO DE 9 M3) - REGIONAL BARREIRO -	VG	9,3	R\$ 98,52	R\$ 919,52
03.00.00	TRABALHOS EM TERRA				
03.05.00	ESCAVAÇÃO E CARGA MECANIZADA				
03.05.01	EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3	84	R\$ 8,39	R\$ 704,76
03.13.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
03.13.04	DMT > 5 KM	M3KM	2184	R\$ 2,37	R\$ 5.176,08
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.01.00	REGULARIZAÇÃO				
20.01.01	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO	M2	210	R\$ 3,26	R\$ 684,60
20.04.00	SUB-BASE ESTAB. GRANUL. ENERGIA PROCTOR INTERMED.				
20.04.03	COM BRITA BICA CORRIDA (AGREGADO DE PEDREIRA)	M3	42	R\$ 238,63	R\$ 10.022,46
20.06.00	BASE ESTAB. GRANUL.COMPACT.ENERG.PROCTOR MODIF.				
20.06.20	COM BRITA GRADUADA SIMPLES	M3	42	R\$ 259,67	R\$ 10.906,14
20.11.00	IMPRIMAÇÃO				
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	210	R\$ 9,94	R\$ 2.087,40
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	1260	R\$ 3,01	R\$ 3.792,60
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.24	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	151,2	R\$ 653,73	R\$ 98.843,98
20.13.25	APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE (CBUQ) FAIXA "C", CAMADA DE ROLAMENTO, C	T	151,2	R\$ 51,49	R\$ 7.785,29
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATÉ 5,0 CM	M2	1260	R\$ 16,63	R\$ 20.953,80
	TOTAL / KM				R\$ 195.506,14
RE - RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,57	R\$ 788,19	R\$ 446,64
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40

01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	17	R\$ 834,55	R\$ 14.187,35
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	21000	R\$ 3,01	R\$ 63.210,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.29	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM ASFALTO BORRACHA, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2520	R\$ 699,09	R\$ 1.761.706,80
20.13.30	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2520	R\$ 51,49	R\$ 129.754,80
	TOTAL / KM				R\$ 1.999.030,51
FR+RE - FRESAGEM E RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,60	R\$ 788,19	R\$ 472,91
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	18	R\$ 834,55	R\$ 15.021,90
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	25200	R\$ 1,76	R\$ 44.352,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	21000	R\$ 3,01	R\$ 63.210,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.29	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM ASFALTO BORRACHA, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2016	R\$ 699,09	R\$ 1.409.365,44
20.13.30	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2016	R\$ 51,49	R\$ 103.803,84
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	21000	R\$ 16,63	R\$ 349.230,00
	TOTAL / KM				R\$ 2.019.889,17

FR+REP+RE - FRESAGEM, REPERFILAMENTO E RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,70	R\$ 788,19	R\$ 551,73
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	21	R\$ 834,55	R\$ 17.525,55
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	25200	R\$ 1,25	R\$ 31.500,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	42000	R\$ 3,01	R\$ 126.420,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.20	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA D, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	1008	R\$ 661,42	R\$ 666.711,36
20.13.21	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA D, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	1008	R\$ 51,49	R\$ 51.901,92
20.13.29	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM ASFALTO BORRACHA, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2016	R\$ 699,09	R\$ 1.409.365,44
20.13.30	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2016	R\$ 51,49	R\$ 103.803,84
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	21000	R\$ 16,63	R\$ 349.230,00
	TOTAL / KM				R\$ 2.791.442,92
FR+REP+GEO+RE - FRESAGEM, REPERFILAMENTO, APLCAÇÃO DE GEOGRELHA E RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,87	R\$ 788,19	R\$ 683,10
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	26	R\$ 834,55	R\$ 21.698,30
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				

19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA					
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40	
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO					
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA					
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	25200	R\$ 1,76	R\$ 44.352,00	
20.12.00	PINTURA					
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	42000	R\$ 3,01	R\$ 126.420,00	
20.12.03	PINTURA DE LIGAÇÃO EM DUAS ETAPAS COM RR-2C, INCL. MANTA GEOTÊXTIL, LIMPEZA MANUAL	M2	42000	R\$ 13,47	R\$ 565.740,00	
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE					
20.13.20	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA D, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	1008	R\$ 661,42	R\$ 666.711,36	
20.13.21	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA D, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	1008	R\$ 51,49	R\$ 51.901,92	
20.13.29	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C, COM ASFALTO BORRACHA, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2016	R\$ 699,09	R\$ 1.409.365,44	
20.13.30	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2016	R\$ 51,49	R\$ 103.803,84	
20.20.00	FRESAGEM					
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	21000	R\$ 16,63	R\$ 349.230,00	
	TOTAL / KM				R\$ 3.374.339,04	
RC - RECICLAGEM DE PAVIMENTO						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL	
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA					
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO					
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,67	R\$ 788,19	R\$ 525,46	
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40	
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA					
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	20	R\$ 834,55	R\$ 16.691,00	
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)					
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36	
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70	
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72	
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46	
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70	
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88	
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46	
01.40.10	TRANSPORTE DE CONJUNTO MOTONIVELADORA E GRADE DE DISCO	VG	2	R\$ 1.568,00	R\$ 3.136,00	
01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	4	R\$ 825,86	R\$ 3.303,44	
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO					
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA					
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	25200	R\$ 1,76	R\$ 44.352,00	
20.11.00	IMPRIMAÇÃO					
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	21000	R\$ 9,94	R\$ 208.740,00	
20.12.00	PINTURA					
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	21000	R\$ 3,01	R\$ 63.210,00	
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE					
20.13.22	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA B, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2688	R\$ 693,06	R\$ 1.862.945,28	
20.13.23	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA B, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	2688	R\$ 51,49	R\$ 138.405,12	
20.13.29	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	1764	R\$ 699,09	R\$ 1.233.194,76	
20.13.30	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	1764	R\$ 51,49	R\$ 90.828,36	
20.20.00	FRESAGEM					
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	21000	R\$ 16,63	R\$ 349.230,00	

20.30.00	RECICLAGEM COM ADIÇÃO DE CIMENTO À BASE				
20.30.01	PAVIMENTAÇÃO COM RECICLAGEM	M3	5250	R\$ 159,04	R\$ 834.960,00
20.30.02	MOBILIZAÇÃO DE RECICLADORA	UN	1	R\$ 1.515,09	R\$ 1.515,09
20.30.03	DESMOBILIZAÇÃO DE RECICLADORA	UN	1	R\$ 1.515,09	R\$ 1.515,09
	TOTAL / KM				R\$ 4.866.912,28
RT - RECONSTRUÇÃO TOTAL					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.09.00	CONTÂINER (6,00 x 2,30 x 2,82)m COM ISOLAMENTO TÉRMICO				
01.09.01	MOBILIZACAO DE CONTAINER	UN	2	R\$ 695,46	R\$ 1.390,92
01.09.06	VESTIARIO BOX 7 SANIT. 2 LAVAT. 1 MICTORIO	MÊS	2	R\$ 1.275,01	R\$ 2.550,02
01.09.09	REFEITORIO	MÊS	2	R\$ 753,42	R\$ 1.506,84
01.09.13	DESMOBILIZAÇÃO DE CONTAINER	UN	2	R\$ 695,46	R\$ 1.390,92
01.09.14	INSTALAÇÕES PARA CONTAINER REFEITORIO	UN	1	R\$ 285,39	R\$ 285,39
01.09.16	CAIXA DÁGUA DE 1000L PARA ABASTECIMENTO DE CONTAINERS	UN	1	R\$ 325,11	R\$ 325,11
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	2,00	R\$ 788,19	R\$ 1.576,38
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	60	R\$ 834,55	R\$ 50.073,00
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.09	TRANSPORTE DE ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.10	TRANSPORTE DE CONJUNTO MOTONIVELADORA E GRADE DE DISCO	VG	2	R\$ 1.568,00	R\$ 3.136,00
01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
02.00.00	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES				
02.11.00	DEMOLIÇÃO DE PASSEIO E PAVIMENTO				
02.11.20	DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO, ESPESSURA <= 10CM, COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	M2	21000	R\$ 1,43	R\$ 30.030,00
02.27.00	CARGA DE MATERIAL DEMOLIDO SOBRE CAMINHAO				
02.27.01	MECANICA	M3	2100	R\$ 1,50	R\$ 3.150,00
02.28.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO EM CAMINHAO				
02.28.04	DMT > 5 KM	M3KM	42000	R\$ 2,37	R\$ 99.540,00
02.45.00	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (BOTA-FORA)				
02.45.08	FICHA DE BOTA-FORA - RESÍDUOS CLASSE A (CAMINHÃO TRUCADO DE 9 M3) - REGIONAL BARREIRO -	VG	3266,67	R\$ 98,52	R\$ 321.832,00
03.00.00	TRABALHOS EM TERRA				
03.05.00	ESCAVAÇÃO E CARGA MECANIZADA				
03.05.01	EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3	8400	R\$ 8,39	R\$ 70.476,00
03.13.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
03.13.04	DMT > 5 KM	M3KM	168000	R\$ 2,37	R\$ 398.160,00
15.00.00	PISOS, RODAPES, SOLEIRAS E PEITORIS				
15.62.00	PASSEIOS				
15.62.01	DE CONCRETO 15 MPA E=6CM JUNTA SECA 3M MANUAL	M2	3000	R\$ 59,57	R\$ 178.710,00
18.00.00	SERVICOS DIVERSOS				
18.71.00	MEIO FIO E CORDAO - PADRAO SUDECAP				
18.71.01	MEIO FIO EM CONCRETO PRE-MOLDADO FCK>=20MPA, PADRÃO SUDECAP TIPO A, 30 X 14,2/12 (H X L1/L)	M	2000	R\$ 55,88	R\$ 111.760,00
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.03	REBAIXAMENTO DE TAMPAO DE PV EM ATE 20 CM	UN	40	R\$ 147,55	R\$ 5.902,00
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40

19.25.00	DRENO - PADRAO SUDECAP				
19.25.02	DRENO - PADRÃO SUDECAP TIPO B - MANTA DRENANTE, BRITA 3, TUBO PERFURADO EM PVC DN 160MM, L	M	2000	R\$ 108,75	R\$ 217.500,00
19.30.00	SARJETA - PADRAO SUDECAP				
19.30.05	TIPO B - (50X10)CM - DES-R01	M	2000	R\$ 43,15	R\$ 86.300,00
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.01.00	REGULARIZAÇÃO				
20.01.01	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO	M2	21000	R\$ 3,26	R\$ 68.460,00
20.04.00	SUB-BASE ESTAB. GRANUL. ENERGIA PROCTOR INTERMED.				
20.04.03	COM BRITA BICA CORRIDA (AGREGADO DE PEDREIRA)	M3	4200	R\$ 238,63	R\$ 1.002.246,00
20.06.00	BASE ESTAB. GRANUL.COMPACT.ENERG.PROCTOR MODIF.				
20.06.20	COM BRITA GRADUADA SIMPLES	M3	4200	R\$ 259,67	R\$ 1.090.614,00
20.12.00	PINTURA				
20.11.00	IMPRIMAÇÃO				
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	21000	R\$ 9,94	R\$ 208.740,00
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	21000	R\$ 3,01	R\$ 63.210,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.22	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA B, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2688	R\$ 693,06	R\$ 1.862.945,28
20.13.23	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA B, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	2688	R\$ 51,49	R\$ 138.405,12
20.13.29	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	1764	R\$ 699,09	R\$ 1.233.194,76
20.13.30	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	1764	R\$ 51,49	R\$ 90.828,36
	TOTAL / KM				R\$ 7.378.570,44

CPU VIAS ARTERIAIS					
CR - CONSERVAÇÃO ROTINEIRA					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.26.00	MANUTENÇÃO CORRETIVA DE PAVIMENTOS				
20.26.03	EXECUCAO DE MANUTENCAO CORRETIVA DE PAVIMENTOS, INCLUINDO "TAPA BURACOS" E CORREÇÕES PONTUAIS DE DEFEITOS COMPREENDENDO O FORNECIMENTO E APLICACAO DE CBUQ FAIXA "C" COM PLACA VIBRATORIA, INCLUSIVE CORTE, DEMOLICAO, LIMPEZA, BOTA FORA DO PAVIMENTO A SER TRATADO E PINTURA DE LIGACÃO RR-1C UTILIZANDO CAMINHÃO BASCULANTE CONVENCIONAL e CAMINHÃO BASCULANTE COM CAÇAMBA TÉRMICA E CONTROLE DIGITAL.	KMMÉS	1	R\$ 950,00	R\$ 951,00
	TOTAL / KM / MÉS				R\$ 951,00
SEL - SELAGEM DE TRINCAS					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÉS	0,33	R\$ 788,19	R\$ 262,73
01.11.00	SINALIZAÇÃO				
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	10	R\$ 834,55	R\$ 8.345,50
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE CAMINHÃO COM CALDEIRA	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.31.00	SELAGEM DE TRINCAS				
20.31.01	SELAGEM DE TRINCAS COM CIMENTO ASFÁLTICO ELASTOMÉRICO	KG	500	R\$ 37,94	R\$ 18.970,00
	DENSIDADE DO MATERIAL - 1,2 G/CM3				
	CONSUMO - 500G/M - JUNTA 1CM x 1CM				
	CONSUMO POR KM CONSIDERANDO 1 TRINCA LONGITUDINAL AO LONGO DO TRECHO				
	TOTAL / KM				R\$ 29.365,79
MRAF - MICRO-REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÉS	0,33	R\$ 788,19	R\$ 262,73
01.11.00	SINALIZAÇÃO				
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	5,00	R\$ 248,04	R\$ 1.240,20
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	10	R\$ 834,55	R\$ 8.345,50
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE USINA MÓVEL DE MRAF	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
REF: SICRO3 4011410- 01/2023	MICRORREVESTIMENTO A FRIO COM EMULSÃO MODIFICADA COM POLÍMERO DE 1,2 CM - BRITA COMERCIAL	M2	28000	R\$ 20,69	R\$ 579.320,00
	TOTAL / KM				R\$ 589.715,79

RP - REPARO PONTUAL					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,83	R\$ 788,19	R\$ 656,83
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	25	R\$ 834,55	R\$ 20.863,75
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.01	TRANSPORTE DE RETROESCAVADEIRA	VG	2	R\$ 200,33	R\$ 400,66
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
02.00.00	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES				
02.45.00	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (BOTA-FORA)				
02.45.08	FICHA DE BOTA-FORA - RESÍDUOS CLASSE A (CAMINHÃO TRUCADO DE 9 M3) - REGIONAL BARREIRO -	VG	12,4	R\$ 98,52	R\$ 1.226,03
03.00.00	TRABALHOS EM TERRA				
03.05.00	ESCAVAÇÃO E CARGA MECANIZADA				
03.05.01	EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3	112	R\$ 8,39	R\$ 939,68
03.13.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
03.13.04	DMT > 5 KM	M3KM	2912	R\$ 2,37	R\$ 6.901,44
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.01.00	REGULARIZAÇÃO				
20.01.01	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO	M2	280	R\$ 3,26	R\$ 912,80
20.04.00	SUB-BASE ESTAB. GRANUL. ENERGIA PROCTOR INTERMED.				
20.04.03	COM BRITA BICA CORRIDA (AGREGADO DE PEDREIRA)	M3	280	R\$ 238,63	R\$ 66.816,40
20.06.00	BASE ESTAB. GRANUL.COMPACT.ENERG.PROCTOR MODIF.				
20.06.22	COM BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO - BGTC (2% A 4% DE CIMENTO)	M3	280	R\$ 342,23	R\$ 95.824,40
20.11.00	IMPRIMAÇÃO				
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	280	R\$ 9,94	R\$ 2.783,20
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	1680	R\$ 3,01	R\$ 5.056,80
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.29	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	201,6	R\$ 699,09	R\$ 140.936,54
20.13.30	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA C COM ASFALTO BORRACHA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	201,6	R\$ 51,49	R\$ 10.380,38
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	1260	R\$ 16,63	R\$ 20.953,80
	TOTAL / KM				R\$ 390.665,11
RE - RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,77	R\$ 788,19	R\$ 604,28
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40

01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	23	R\$ 834,55	R\$ 19.194,65
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	28000	R\$ 3,01	R\$ 84.280,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.27	FORNECIMENTO DE CBUQ SMA PRONTO, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2688	R\$ 1.152,90	R\$ 3.098.995,20
20.13.28	APLICAÇÃO DE CBUQ SMA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2688	R\$ 41,10	R\$ 110.476,80
	TOTAL / KM				R\$ 3.343.275,85

FR+RE - FRESAGEM E RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,80	R\$ 788,19	R\$ 630,55
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	24	R\$ 834,55	R\$ 20.029,20
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	33600	R\$ 1,76	R\$ 59.136,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	28000	R\$ 3,01	R\$ 84.280,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.27	FORNECIMENTO DE CBUQ SMA PRONTO, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2688	R\$ 1.152,90	R\$ 3.098.995,20
20.13.28	APLICAÇÃO DE CBUQ SMA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2688	R\$ 41,10	R\$ 110.476,80
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	28000	R\$ 16,63	R\$ 465.640,00
	TOTAL / KM				R\$ 3.873.620,83
FR+REP+RE - FRESAGEM, REPERFILAMENTO E RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				

01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,93	R\$ 788,19	R\$ 735,64
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	28	R\$ 834,55	R\$ 23.367,40
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	67200	R\$ 1,76	R\$ 118.272,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	56000	R\$ 3,01	R\$ 168.560,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.20	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA D, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	1344	R\$ 661,42	R\$ 888.948,48
20.13.21	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA D, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	1344	R\$ 51,49	R\$ 69.202,56
20.13.27	FORNECIMENTO DE CBUQ SMA PRONTO, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2688	R\$ 1.152,90	R\$ 3.098.995,20
20.13.28	APLICAÇÃO DE CBUQ SMA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2688	R\$ 41,10	R\$ 110.476,80
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	28000	R\$ 16,63	R\$ 465.640,00
	TOTAL / KM				R\$ 4.978.631,16
FR+REP+GEO+RE - FRESAGEM, REPERFILAMENTO, APLCAÇÃO DE GEOGRELHA E RECAPEAMENTO SIMPLES					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	1,10	R\$ 788,19	R\$ 867,01
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	20,00	R\$ 248,04	R\$ 4.960,80
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	33	R\$ 834,55	R\$ 27.540,15
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				

20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	33600	R\$ 1,76	R\$ 59.136,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	56000	R\$ 3,01	R\$ 168.560,00
20.12.03	PINTURA DE LIGAÇÃO EM DUAS ETAPAS COM RR-2C, INCL. MANTA GEOTÊXTIL, LIMPEZA MANUAL	M2	56000	R\$ 13,47	R\$ 754.320,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.20	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA D, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	1344	R\$ 661,42	R\$ 888.948,48
20.13.21	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA D, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	1344	R\$ 51,49	R\$ 69.202,56
20.13.27	FORNECIMENTO DE CBUQ SMA PRONTO, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2688	R\$ 1.152,90	R\$ 3.098.995,20
20.13.28	APLICAÇÃO DE CBUQ SMA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2688	R\$ 41,10	R\$ 110.476,80
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	28000	R\$ 16,63	R\$ 465.640,00
	TOTAL / KM				R\$ 5.680.599,68
RC - RECICLAGEM DE PAVIMENTO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	0,83	R\$ 788,19	R\$ 656,83
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	25	R\$ 834,55	R\$ 20.863,75
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.06	TRANSPORTE DE FRESADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.08	TRANSPORTE DE MINICARREGADEIRA DE PNEUS (BOBCAT)	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.10	TRANSPORTE DE CONJUNTO MOTONIVELADORA E GRADE DE DISCO	VG	2	R\$ 1.568,00	R\$ 3.136,00
01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	4	R\$ 825,86	R\$ 3.303,44
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.10.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
20.10.02	DMT <= 10KM	TXKM	33600	R\$ 1,76	R\$ 59.136,00
20.11.00	IMPRIMAÇÃO				
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	28000	R\$ 9,94	R\$ 278.320,00
20.12.00	PINTURA				
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	28000	R\$ 3,01	R\$ 84.280,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.22	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA B, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	4032	R\$ 693,06	R\$ 2.794.417,92
20.13.23	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA B, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	4032	R\$ 51,49	R\$ 207.607,68
20.13.27	FORNECIMENTO DE CBUQ SMA PRONTO, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2688	R\$ 1.152,90	R\$ 3.098.995,20
20.13.28	APLICAÇÃO DE CBUQ SMA, CAMADA DE ROLAMENTO	T	2688	R\$ 41,10	R\$ 110.476,80
20.20.00	FRESAGEM				
20.20.01	FRESAGEM ATE 5,0 CM	M2	28000	R\$ 16,63	R\$ 465.640,00
20.30.00	RECICLAGEM COM ADIÇÃO DE CIMENTO À BASE				
20.30.01	PAVIMENTAÇÃO COM RECICLAGEM	M3	7000	R\$ 159,04	R\$ 1.113.280,00
20.30.02	MOBILIZAÇÃO DE RECICLADORA	UN	1	R\$ 1.515,09	R\$ 1.515,09
20.30.03	DESMOBILIZAÇÃO DE RECICLADORA	UN	1	R\$ 1.515,09	R\$ 1.515,09
	TOTAL / KM				R\$ 8.257.504,48

RT - RECONSTRUÇÃO TOTAL					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	UNIT.	TOTAL
01.00.00	INSTALAÇÃO DA OBRA				
01.09.00	CONTÂINER (6,00 x 2,30 x 2,82)m COM ISOLAMENTO TÉRMICO				
01.09.01	MOBILIZACAO DE CONTAINER	UN	2	R\$ 695,46	R\$ 1.390,92
01.09.06	VESTIARIO BOX 7 SANIT. 2 LAVAT. 1 MICTORIO	MÊS	2	R\$ 1.275,01	R\$ 2.550,02
01.09.09	REFEITORIO	MÊS	2	R\$ 753,42	R\$ 1.506,84
01.09.13	DESMOBILIZAÇÃO DE CONTAINER	UN	2	R\$ 278,72	R\$ 557,44
01.09.14	INSTALAÇÕES PARA CONTAINER REFEITORIO	UN	1	R\$ 285,39	R\$ 285,39
01.09.16	CAIXA DÁGUA DE 1000L PARA ABASTECIMENTO DE CONTAINERS	UN	1	R\$ 325,11	R\$ 325,11
01.10.00	BANHEIRO QUIMICO				
01.10.01	BANHEIRO QUIMICO 110X120X230CM COM MANUTENCAO	MÊS	2,00	R\$ 788,19	R\$ 1.576,38
01.11.05	FAIXA 6,0X0,80M TECIDO MORIM SUPORTE EM EUCALIPTO	UNID	10,00	R\$ 248,04	R\$ 2.480,40
01.19.00	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
01.19.01	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE SEGURANÇA E APOIO À OBRA	DIA	60	R\$ 834,55	R\$ 50.073,00
01.40.00	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS (MOBILIZAÇÃO OU DESMOBILIZAÇÃO)				
01.40.02	TRANSPORTE DE ESPARGIDOR	VG	2	R\$ 273,68	R\$ 547,36
01.40.03	TRANSPORTE DE VIBROACABADORA	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.04	TRANSPORTE DE ROLO COMPACTADOR AÇO LISO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
01.40.05	TRANSPORTE DE ROLO DE PNEUS	VG	2	R\$ 876,23	R\$ 1.752,46
01.40.07	TRANSPORTE DE CAMINHÃO PIPA	VG	2	R\$ 132,44	R\$ 264,88
01.40.09	TRANSPORTE DE ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS	VG	2	R\$ 1.477,85	R\$ 2.955,70
01.40.10	TRANSPORTE DE CONJUNTO MOTONIVELADORA E GRADE DE DISCO	VG	2	R\$ 1.568,00	R\$ 3.136,00
01.40.11	TRANSPORTE DE ROLO PÉ DE CARNEIRO	VG	2	R\$ 825,86	R\$ 1.651,72
02.00.00	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES				
02.11.00	DEMOLIÇÃO DE PASSEIO E PAVIMENTO				
02.11.20	DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO, ESPESSURA <= 10CM, COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	M2	28000	R\$ 1,43	R\$ 40.040,00
02.27.00	CARGA DE MATERIAL DEMOLIDO SOBRE CAMINHAO				
02.27.01	MECANICA	M3	2800	R\$ 1,50	R\$ 4.200,00
02.28.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO EM CAMINHAO				
02.28.04	DMT > 5 KM	M3KM	56000	R\$ 2,37	R\$ 132.720,00
02.45.00	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (BOTA-FORA)				
02.45.08	FICHA DE BOTA-FORA - RESÍDUOS CLASSE A (CAMINHÃO TRUCADO DE 9 M3) - REGIONAL BARREIRO -	VG	4355,56	R\$ 98,52	R\$ 429.109,33
03.00.00	TRABALHOS EM TERRA				
03.05.00	ESCAVAÇÃO E CARGA MECANIZADA				
03.05.01	EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3	11200	R\$ 8,39	R\$ 93.968,00
03.13.00	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA				
03.13.04	DMT > 5 KM	M3KM	224000	R\$ 2,37	R\$ 530.880,00
15.00.00	PISOS, RODAPES, SOLEIRAS E PEITORIS				
15.62.00	PASSEIOS				
15.62.01	DE CONCRETO 15 MPA E=6CM JUNTA SECA 3M MANUAL	M2	3000	R\$ 59,57	R\$ 178.710,00
18.00.00	SERVICOS DIVERSOS				
18.71.00	MEIO FIO E CORDAO - PADRAO SUDECAP				
18.71.01	MEIO FIO EM CONCRETO PRE-MOLDADO FCK>=20MPA, PADRÃO SUDECAP TIPO A, 30 X 14,2/12 (H X L1/L)	M	2000	R\$ 55,88	R\$ 111.760,00
19.00.00	DRENAGEM				
19.22.00	TAMPAO DE POÇO DE VISITA				
19.22.03	REBAIXAMENTO DE TAMPAO DE PV EM ATE 20 CM	UN	40	R\$ 147,55	R\$ 5.902,00
19.22.07	ALTEAMENTO DE TAMPÃO DE PV EM ATE 20 CM, COM UTILIZAÇÃO DE PNEU COMO FORMA, INCL. ACABAMEN	UN	40	R\$ 501,81	R\$ 20.072,40
19.25.00	DRENO - PADRAO SUDECAP				
19.25.02	DRENO - PADRÃO SUDECAP TIPO B - MANTA DRENANTE, BRITA 3, TUBO PERFURADO EM PVC DN 160MM, L	M	2000	R\$ 108,75	R\$ 217.500,00
19.30.00	SARJETA - PADRAO SUDECAP				
19.30.05	TIPO B - (50X10)CM - DES-R01	M	2000	R\$ 43,15	R\$ 86.300,00
20.00.00	PAVIMENTAÇÃO				
20.01.00	REGULARIZAÇÃO				

20.01.01	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO	M2	28000	R\$ 3,26	R\$ 91.280,00
20.04.00	SUB-BASE ESTAB. GRANUL. ENERGIA PROCTOR INTERMED.				
20.04.03	COM BRITA BICA CORRIDA (AGREGADO DE PEDREIRA)	M3	5600	R\$ 238,63	R\$ 1.336.328,00
20.06.00	BASE ESTAB. GRANUL.COMPACT.ENERG.PROCTOR MODIF.				
20.06.22	COM BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO - BGTC (2% A 4% DE CIMENTO)	M3	5600	R\$ 342,23	R\$ 1.916.488,00
20.12.00	PINTURA				
20.11.00	IMPRIMAÇÃO				
20.11.05	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA - EAI, LIMPEZA MANUAL	M2	28000	R\$ 9,94	R\$ 278.320,00
20.12.01	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	M2	28000	R\$ 3,01	R\$ 84.280,00
20.13.00	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE				
20.13.22	FORNECIMENTO DE CBUQ FAIXA B, COM CAP 50/70, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	4032	R\$ 693,06	R\$ 2.794.417,92
20.13.23	APLICAÇÃO DE CBUQ FAIXA B, CAMADA DE ROLAMENTO, COM CAP 50/70	T	4032	R\$ 51,49	R\$ 207.607,68
20.13.27	FORNECIMENTO DE CBUQ S.M.A. PRONTO, INCLUSIVE TRANSPORTE	T	2688	R\$ 1.152,90	R\$ 3.098.995,20
20.13.28	APLICAÇÃO DE CBUQ S.M.A., CAMADA DE ROLAMENTO	T	2688	R\$ 41,10	R\$ 110.476,80
	TOTAL / KM				R\$ 11.845.016,37