



CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS – UNICHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SARAH LAYS SARAIVA GRANGEIRO

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DA MANUTENÇÃO EM
RODOVIAS FEDERAIS PARA O ESTADO DO CEARÁ**

FORTALEZA

2020

SARAH LAYS SARAIVA GRANGEIRO

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DA MANUTENÇÃO EM
RODOVIAS FEDERAIS PARA O ESTADO DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Lucas Cavalcante de
Almeida

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G757a Grangeiro, Sarah Lays Saraiva.

Análise Estatística do Índice de Condição da Manutenção em
Rodovias Federais para o Estado do Ceará / Sarah Lays Saraiva
Grangeiro. - 2020.

79 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Me. Lucas Cavalcante de Almeida.

1. Investimento. 2. Qualidade funcional. 3. Rodovias. I. Título.

CDD 624

SARAH LAYS SARAIVA GRANGEIRO

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DA MANUTENÇÃO EM
RODOVIAS FEDERAIS PARA O ESTADO DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Lucas Cavalcante de Almeida
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Ms. Alessandra Honório Oliveira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Me. Fernando Dácio de Almeida
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Aquela ao qual me inspiro todos os dias,
minha mãe Marta, minha fonte de amor,
ternura, dedicação, compreensão e
paciência, meu eterno agradecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e sabedoria ao qual ele me concedeu para que eu conseguisse chegar onde hoje eu estou e pelos caminhos que ainda percorrerei para chegar onde almejo.

À minha mãe, Marta Grangeiro, por ser a minha maior inspiração de vida e ser a responsável por toda a minha felicidade, agradeço imensamente pelo carinho, amor, atenção e paciência que esta apresentou comigo durante toda a minha vida. Obrigada por investir e acreditar em mim, serei eternamente grata!

Ao meu primo, Tiago Lins, ao qual sempre estive ao meu lado me aconselhando e me apoiando em todos os momentos, sendo o causador das minhas melhores risadas.

A todos os meus familiares por sempre me motivarem e quererem sempre um futuro melhor para mim.

Aos meus colegas e professores da universidade por me ajudarem e acompanharem nessa caminhada que não foi fácil, inserindo conhecimentos e experiências com o intuito do meu crescimento profissional.

A todos que permanentemente estiverem me amparando de alguma forma e que possuíram a paciência e a serenidade de estar ao meu lado nesta fase em que muitas vezes abdiquei de ter sua companhia para me dedicar aos estudos, muito obrigada pela compreensão.

Ao meu querido orientador deste trabalho Prof. Lucas Cavalcante, que disponibilizou tempo e paciência para me conduzir nesta jornada, sempre respeitando meus momentos de dificuldade e me dando assistência para alcançar meus objetivos.

Aos participantes da banca examinadora, pela disponibilidade e dedicação, manifestando o interesse e relevância pelo tema abordado.

A todos, o meu muito obrigada!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

RESUMO

O Índice de Condição da Manutenção (ICM) trata-se de um levantamento de campo que avalia a qualidade funcional da superfície de uma rodovia, ou seja, mensura o grau de conforto que o pavimento é capaz de transmitir ao usuário, além disso, avalia a drenagem e a vegetação ao entorno. Devido ao transporte rodoviário ser o mais utilizado no território brasileiro, é indispensável que sejam feitas avaliações periódicas dos pavimentos a fim de evitar defeitos tanto em sua qualidade estrutural como funcional, garantindo dessa forma boas condições de trafegabilidade. Este trabalho tem por objetivo analisar as variações na qualidade da superfície do pavimento de 10 rodovias federais brasileiras que atravessam o estado do Ceará. Para isso, foi realizado um comparativo do valor calculado do ICM em um período pré-determinado para cada rodovia, este valor foi comparado mensalmente para cada quilômetro e, a partir dessas variações, será feita uma análise relacionando os custos de manutenção nos trechos estudados. Foram utilizados gráficos de colunas, gráficos de caixas (*BoxPlot*) para interpretar a variação do valor do ICM no decorrer dos meses associando com o investimento destinado à manutenção do pavimento. Através dos resultados nota-se que o investimento realizado nas rodovias em análise não é distribuído de forma igualitária, devido a diferença de nível de intervenção rodoviária que elas necessitam para ficar em boas condições de trafegabilidade para o indivíduo garantindo o conforto e a segurança necessária. Todas as rodovias tiveram uma melhora no valor do ICM exceto a rodovia BR – 403 no sentido decrescente, ou seja, o ICM teve um decréscimo na pior situação no valor de 17,6% na rodovia BR - 020 e na melhor situação como na rodovia BR – 230 no valor de 63,57%. Conclui-se, portanto, que analisando estas 10 rodovias e o investimento que foram aplicados em cada uma, considera-se que a divisão de recursos e melhorias da qualidade funcional rodoviária foi de forma satisfatória, tanto que fazendo a proporcionalidade 71% da extensão rodoviária estavam em boas condições de trafegabilidade conforme ICM.

Palavras-chave: Investimento. Qualidade Funcional. Rodovias.

ABSTRACT

The Maintenance Condition Index (ICM) is a field survey that evaluates the functional quality of a road surface, since it measures the degree of comfort that the pavement is capable of transmitting to the user, in addition, evaluates drainage and vegetation in the surroundings. Due to the fact that road transport is the most used in the Brazilian territory, it is essential that periodic evaluations of the pavements are made in order to avoid defects in both their structural and functional quality, thus guaranteeing good traffic conditions. This work aims to analyze the variations in the surface quality of the pavement of 10 Brazilian federal highways that cross the state of Ceará. For this, a comparison was made of the calculated value of the ICM in a predetermined period for each highway, this value was evaluated monthly for each kilometer and, based on these applications, an analysis will be made of the costs of maintenance in the exercises studied. Column charts, box charts (BoxPlot) were used to interpret a variation in the value of ICM over the months associated with the investment for the maintenance of the pavement. Through the results it is noted that the investment made on the highways under analysis is not distributed equally, due to the difference in the level of road intervention that they need to be in good traffic conditions for the individual, guaranteeing the necessary comfort and safety. All highways had an improvement in the value of ICM except the BR - 403 highway in a decreasing direction, that is, ICM had a decrease in the worst situation in the amount of 17.6% on the BR - 020 highway and in the best situation as on the highway BR - 230 in the amount of 63.57%. It is concluded, therefore, that analyzing these 10 highways and the investment that were applied in each one, it is considered that the division of resources and improvements in the functional quality of the road was satisfactorily, so much so that making the proportionality 71% of the road extension were in good traffic conditions according to ICM.

Keywords: Investment. Functional Quality. Highways

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diferença entre tipos de pavimentos.....	21
Figura 2 - Atividades de manutenção rodoviária	27
Figura 3 - Corte da vegetação do entorno da rodovia	30
Figura 4 - Sistema de drenagem em rodovias.....	32
Figura 5 - Dispositivos de drenagem superficial.....	32
Figura 6 - Remendo no pavimento	37
Figura 7 - Pavimento após a selagem de trincas	38
Figura 8 - Execução do recapeamento	38
Figura 9 - Rodovia após fresagem	39
Figura 10: Rodovias do Estado do Ceará	42
Figura 11 - Fluxograma sobre a análise das rodovias.....	44
Figura 12 - Rodovia BR 020 - Sentido Crescente	46
Figura 13 - Rodovia BR 020 - Sentido Decrescente.....	46
Figura 14 - Rodovia BR - 020.....	47
Figura 15 - Médias do ICM - BR 020.....	48
Figura 16 - Rodovia BR 116 - Sentido Crescente	49
Figura 17 - Rodovia BR 116 - Sentido Decrescente.....	49
Figura 18 - Rodovia BR - 116.....	50
Figura 19 - Médias do ICM - BR 116.....	51
Figura 20 - Rodovia BR 122 - Sentido Crescente	52
Figura 21 - Rodovia BR - 122.....	52
Figura 22 - Médias do ICM - BR 122.....	53
Figura 23 - Rodovia BR - 222 - Sentido Crescente	54
Figura 24 - Rodovia BR 222	54
Figura 25 - Médias do ICM - BR 222.....	55
Figura 26 - Rodovia BR 226 - Sentido Crescente	56
Figura 27 - Rodovia BR 226 - Sentido Decrescente.....	56
Figura 28 - Rodovia BR - 226.....	57
Figura 29 - Médias do ICM - BR 226.....	57
Figura 30 - Rodovia BR 230 - Sentido Crescente	58
Figura 31 - Rodovia BR 230 - Sentido Decrescente.....	59

Figura 32 - Rodovia BR - 230.....	59
Figura 33 - Médias do ICM - BR 230.....	60
Figura 34 - Rodovia BR 304 - Sentido Crescente	61
Figura 35 - Rodovia BR - 304.....	61
Figura 36 - Médias do ICM - BR 304.....	62
Figura 37 - Rodovia BR 402 - Sentido Decrescente.....	63
Figura 38 - Rodovia BR 402.....	63
Figura 39 - Médias do ICM - BR 402.....	64
Figura 40 - Rodovia BR 403 - Sentido Crescente	65
Figura 41 - Rodovia BR 403 - Sentido Decrescente.....	65
Figura 42 - Rodovia BR - 403.....	66
Figura 43 - Médias do ICM - BR 403.....	66
Figura 44 - Rodovia BR 404 - Sentido Crescente	67
Figura 45 - Rodovia BR - 404.....	68
Figura 46 - Médias do ICM - BR 404.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos defeitos.....	22
Quadro 2 - Defeitos dos pavimentos	23
Quadro 3 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG	25
Quadro 4 - Frequência de defeito de painéis e remendos	25
Quadro 5 - Frequência para demais defeitos	26
Quadro 6 - Conceitos para Valor de Serventia Atual.....	26
Quadro 7 - Má qualidade das sinalizações	31
Quadro 8 - Exemplo de Formulário do ICM.....	33
Quadro 9 - Classificação de severidade dos defeitos	33
Quadro 10 - Classificação de acordo com o nível de conservação	34
Quadro 11 - Frequência relacionado ao índice do Pavimento	35
Quadro 12 - Nível de Conservação	35
Quadro 13 - Classificação do ICM.....	35
Quadro 14 - Exemplo de cálculo de ICM.....	35
Quadro 15 - Rodovias analisadas	41
Quadro 16 - Investimento por Variação do ICM	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CNT	Confederação Nacional do Transporte
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPMF	Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira
CREMA	Contrato de Restauração e Manutenção
Dadm	Deflexão Admissível
Dc	Deflexão Característica
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
FWD	<i>Falling Weight Deflectometer</i>
ICM	Índice de Condição da Manutenção
IGG	Índice de Gravidade Global
IRI	Índice de Irregularidade Longitudinal
ISS	Imposto Sobre Serviço
LVC	Levantamento Visual Contínuo
PATO	Plano Anual de Trabalho e Orçamento
PIS	Programa de Integração Social
SEAIN	Secretaria de Assuntos Internacionais
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SINCTRAN	Sistema de Custos Referenciais de Obras

TCDF	Tribunal de Contas do Distrito Federal
VMDc	Volume médio diário de tráfego, bidirecional
VSA	Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Objetivo	19
1.1.1 Objetivo Geral	19
1.1.2 Objetivos Específicos.....	20
1.2 Estrutura do trabalho	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 Classificação dos pavimentos	21
2.2 Defeitos dos pavimentos flexíveis.....	22
2.3 Tipos de avaliação do pavimento	23
2.3.1 Avaliação Estrutural	24
2.3.2 Avaliação Funcional.....	24
2.4 Tipos de manutenções.....	27
2.4.1 Manutenção Corretiva Rotineira	28
2.4.2 Manutenção Preventiva Periódica	28
2.4.3 Manutenção de Emergência	28
2.5 Índice de Condição da Manutenção - ICM.....	29
2.5.1 Roçada	29
2.5.2 Sinalização	30
2.5.3 Drenagem	31
2.5.4 Registro de Ocorrências	33
2.6 Procedimento do Cálculo do ICM	34
2.7 Exemplo de cálculo do ICM	35
2.8 Intervenção Rodoviária.....	36
2.8.1 Remendo	36
2.8.2 Selagem de Trinca.....	37

2.8.3 Recapeamento.....	38
2.8.4 Fresagem.....	38
2.9 Custo	39
2.10 CREMA – Contrato de Restauração e Manutenção	40
3 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 Localização das rodovias	41
3.2 Materiais para o cálculo do ICM.....	42
3.3 Desenvolvimento da pesquisa	43
3.4 Análise Estatística.....	43
4 ANÁLISE DE RESULTADOS	45
4.1 Rodovia BR – 020	45
4.2 Rodovia BR – 116	48
4.3 Rodovia BR - 122.....	51
4.4 Rodovia BR - 222.....	53
4.5 Rodovia BR – 226	55
4.6 Rodovia BR – 230	58
4.7 Rodovia BR – 304	60
4.8 Rodovia BR 402	62
4.9 Rodovia BR 403	64
4.10 Rodovia BR 404	67
4.11 Análise do Investimento	69
5 CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS.....	72
ANEXO A – FORMULÁRIO DE INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	75
ANEXO B – FICHA DE AVALIAÇÃO DE SERVENTIA	76
ANEXO C – FORMULÁRIO PARA O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO	77

ANEXO D – CATÁLOGO DE SOLUÇÕES PARA O CREMA.....	78
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 30, o modal rodoviário representou o modo mais utilizado, porém percebe-se que ao longo dos anos o mesmo não recebeu a devida importância, visto que, o Brasil no período de 2001 a 2014 investia na manutenção da qualidade malha rodoviária cerca de 2,5% do seu Produto Interno Bruto – PIB, e apenas 0,43% no setor rodoviário segundo Secretaria de Assuntos Internacionais – SEAIN (2018). E, ainda segundo Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2015), em uma classificação de 144 países em termo de infraestrutura o país ficou classificado em 120º lugar, precisando de um percentual de 5% do seu PIB para que sua infraestrutura possa melhorar.

Sabendo que a má condição na pavimentação rodoviária traz uma série de prejuízos, tanto para o usuário como para o Estado, dentre eles, para os usuários pode-se citar como problema o aumento do consumo de combustível do veículo e o desgaste dos pneus (BERNUCCI *et al.*, 2010). Já o problema referente ao Estado pode-se mencionar as indenizações, visto que, é sua responsabilidade manter as condições da malha rodoviária em boas condições para sua trafegabilidade. Além disso, pavimentos que se encontram em condições precárias tendem a ocasionar mais acidentes.

A manutenção das rodovias fica ainda mais indispensável logo após a época de chuvas intensas em cada região. Fattori (2007) afirma que devido às chuvas há grandes prejuízos na pavimentação das vias e nas áreas marginais. Mesmo assim, o deslocamento através das rodovias é imprescindível para a vida das pessoas, pois são elas que fazem o transporte de informações e mercadorias, e sua manutenção é de suma importância visto que uma malha rodoviária de péssima qualidade aumenta o tempo desse deslocamento de um ponto a outro, gerando assim atrasos no prazo de entrega no caso de mercadorias (BERNUCCI *et al.*, 2010).

Segundo a Confederação Nacional do Transporte – CNT (2018) o uso principal do meio rodoviário se faz através principalmente como transporte de pessoas com uma taxa de 90%, e, o transporte de carga pesada representa valores de 60%, quando comparados com os demais meios de transporte. Ainda sobre a

CNT (2018) o Brasil é um país que possui uma malha rodoviária de 1.750.000 km de extensão, mas que apenas só 12% da malha é pavimentada.

Para a qualidade das rodovias existem índices rodoviários que mensuram o conforto e segurança em relação aos pavimentos, um desses indicadores é o Valor de Serventia Atual – VSA, há também o Levantamento Visual Contínuo – LVC, onde sua avaliação é através de caracterizações pela medição quantitativa de imperfeições visuais presente nas rodovias. Porém, nesse trabalho será feito o estudo sobre o Índice de Condição da Manutenção – ICM, um novo parâmetro de avaliação funcional ainda pouco difundido por se tratar de um índice recente, criado no final do ano de 2017.

Considerando o exposto, nota-se que são necessários investimentos na construção de novas rodovias, na manutenção das já existentes e, principalmente, na avaliação de pavimentos, pois é por meio desta que se detecta a necessidade de executar os serviços de manutenção. Desse modo, seriam oferecidos à população maior conforto e segurança, reduzindo o número de acidentes e o custo operacional dos veículos. Em vista, disso o presente trabalho se propõe a analisar características funcionais de rodovias federais, haja vista que as BR's, de modo geral, são de grande importância para o escoamento de produção e transporte de passageiros. Ao final da pesquisa, deve-se determinar se as rodovias federais analisadas estão operando em condições satisfatórias, segundo o índice de Condição da Manutenção - ICM.

1.1 Objetivo

Neste item serão contemplados o objetivo geral e os específicos.

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo analisar estatisticamente o Índice de Condição da Manutenção - ICM de 10 rodovias federais que cruzam o Estado do Ceará relacionando com custos que nelas foram investidos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Análise da variação do valor ICM por rodovia;
- verificar se o investimento na rodovia contribuiu para melhorar a qualidade funcional;
- obter um panorama dos valores percentuais relativos à qualidade das rodovias analisadas.

1.2 Estrutura do trabalho

O presente trabalho contempla 5 capítulos. O Capítulo 1 considera uma introdução a respeito do tema, abordando o histórico do sistema rodoviário, condições da malha rodoviária brasileira, as manutenções mais utilizadas para reparação do pavimento e os métodos de avaliação da condição do pavimento.

O capítulo 2 contém o referencial teórico onde será abordado toda a base para a exposição deste trabalho, tendo como fundamento pesquisas de artigos, teses e órgãos governamentais. Neste capítulo serão abordadas definições de vocabulários, classificações de métodos avaliativos do pavimento, intervenções feitas nas rodovias, patologias do pavimento, custo atrelado as intervenções feita pelo governo, tipos de manutenções feito em rodovias e seus processos executivos.

O capítulo 3 descreve os materiais e métodos, mostrando todos os procedimentos e equipamentos que serão necessários para desenvolvimento deste trabalho, e, por fim, fazer a modelagem estatísticas para análise de dados gráficos.

O capítulo 4 contém informações a respeito da análise de resultados, mostrando o resultado que se obteve a partir de dados gráficos.

O capítulo 5 apresenta a conclusão do trabalho, verificando as variações do ICM, sua aplicabilidade e analisando o ganho funcional, e fazendo recomendações para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

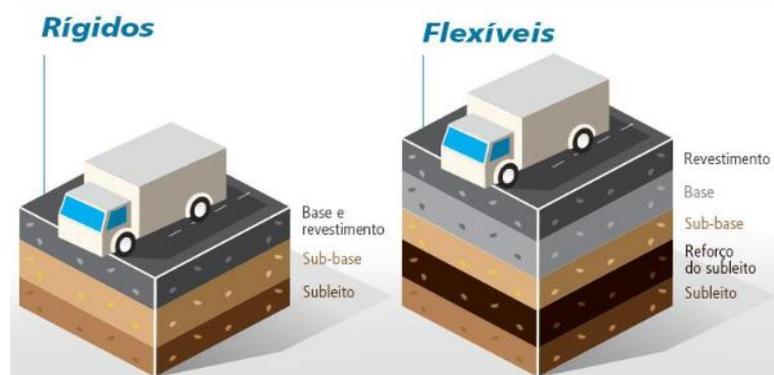
De acordo com Bernucci *et al.*, (2010), a pavimentação deve sempre estar em boas condições tanto em relação ao conforto de quem se encontra dentro do veículo, como também para manter a segurança de quem a trafega. A condição da malha rodoviária é um fator primordial visto que segundo autores supracitados a falta de infraestrutura rodoviária prejudica principalmente a competitividade de mercado causando por exemplo a perda de produtos e gastos com manutenção do veículo.

Percebe-se que as rodovias brasileiras vêm recebendo cada vez menos investimentos em seu setor, e o pouco que recebe é direcionado a ampliação de suas vias e a construção de novas. Bernucci *et al.* (2010) afirmam que para que a pavimentação das rodovias se encontrasse em perfeito estado de uso teria que se investir cerca de 10 bilhões para que houvesse sua recuperação pelo menos em relação as rodovias federais.

2.1 Classificação dos pavimentos

Existem três tipos básicos de pavimentos: flexíveis, semi-rígidos e rígidos, como pode ser visto na Figura 1. Este estudo será voltado para os pavimentos flexíveis visto que são eles mais utilizados em rodovias brasileiras apresentando 99% de seu uso segundo CNT (2017). Pavimentos flexíveis possuem quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito, tendo como principal função absorver a carga e distribuir as tensões nas camadas de forma mais amena, ao nível de não possuir grandes deformações já que as tensões serão reduzidas, como explica Maia (2012).

Figura 1 - Diferença entre tipos de pavimentos



Fonte: CNT (2018)

2.2 Defeitos dos pavimentos flexíveis

Existem inúmeros tipos de defeitos que um pavimento pode apresentar, e a medida que uma surge, é o ponto de partida para que outras surjam em seguida, aumentando a extensão da defeito e de sua gravidade como afirma Maia (2012). Faz-se necessário o entendimento de cada uma delas, suas possíveis causas e como solucioná-las, com. No Quadro 1 será possível identificar os principais defeitos que pode se encontrar nas rodovias e o significado de cada uma delas.

Quadro 1 - Resumo dos defeitos

Defeito	Descrição	Defeito	Descrição
Afundamento	É a deformação no pavimento que pode apresentar o solevamento nas bordas.	Exsudação	É o excesso de ligante no pavimento, causando manchas escuras.
Corrugação	São deformações transversais no eixo da pista, caracterizada por deformações intercaladas de elevações.	Trinca	É a abertura na superfície onde percebe-se a uma distância superior a 1,5 m.
Desgaste	É o desprendimento do agregado com a superfície do pavimento, gerando uma aspereza.	Panela	É uma depressão que aparece na superfície do pavimento e pode atingir as demais camadas.
Escorregamento	Se trata da fluência do revestimento asfáltico no pavimento.	Remendo	É o preenchimento de uma panela, mas se caracteriza como defeito por deixar aquela região mais fragilizada.

Fonte: Adaptado de Bernucci *et al.* (2010)

No Quadro 2 pode-se visualizar cada os defeitos mencionados no Quadro 1.

Quadro 2 - Defeitos dos pavimentos

Defeito	Descrição	Defeito	Descrição
Afundamento		Panela	
Corrugação		Remendo	
Desgaste		Trinca	
Escorregamento		Exsudação	

Fonte: Adaptado de Bernucci *et al.* (2010)

2.3 Tipos de avaliação do pavimento

Existem dois métodos usados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT como forma avaliativa para análise das rodovias, avaliação funcional e avaliação estrutural. A avaliação estrutural serve para a medição da capacidade que a rodovia irá suportar e como as suas camadas irão responder ao carregamento, já a avaliação funcional serve para medir a serventia da rodovia conforme Encontro Técnico do Departamento de Estrada e Rodagem (2012). Conforme DNIT (2003), a serventia atual que uma rodovia possui é a capacidade que a via oferece em conforto para o usuário, sua análise serve como classificação em relação a conforto e segurança.

2.3.1 Avaliação Estrutural

A avaliação estrutural possui três tipos de métodos, destrutivos, semidestrutivos e não destrutivos, o método que se irá utilizar dependerá do que se quer investigar. O método destrutivo se caracteriza por recolher amostras do pavimento, por isso se afirma que ele “destrói”, para isso utiliza-se corpos de prova. O semidestrutivo também se utiliza de retirada de amostras só que em menor proporção. Enquanto que o não destrutivo, é necessário de equipamentos mais robustos que apresentam uma alta tecnologia, devido a isso possuem um preço mais caro, podemos citar como exemplo a viga Benkelman e o FWD (*falling weight deflectometer*). (BERNUCCI *et al.*, 2010)

2.3.2 Avaliação Funcional

Como levantamento funcional referente a parâmetros, possui-se dois tipos de classificação: avaliação das condições de superfície do pavimento e avaliação da irregularidade longitudinal do pavimento. Referente as condições de superfície possuem o Índice de Gravidade Global – IGG; Levantamento Visual Contínuo – LVC e o Valor de Serventia Atual – VSA, todos esses três parâmetros são de caráter objetivo. Enquanto isso, para a avaliação da irregularidade do pavimento se têm, o índice de Irregularidade Longitudinal (*International Roughness Index*) – IRI.(BERNUCCI *et al.*, 2010)

2.3.2.1 Avaliação Objetiva através do Índice de Gravidade Global - IGG

Como forma de avaliar a quantidade e os tipos de defeitos possui-se o IGG, que irá determinar o grau de deterioração que a rodovia se encontra, através da medição quantitativa dos defeitos que nela se apresenta, vale ressaltar que segundo Bernucci *et al.*(2010) o resultado se dá através de área amostral, pois o método por questão de tempo e extensão da rodovia não a avalia sua área por completo, e sim amostras intercalas de espaços padronizados.

O IGG possui uma classificação de acordo com a qualidade que o pavimento apresenta, sua variação vai de péssimo ao ótimo, onde sua classificação dependerá do resultado encontrado no cálculo do IGG. No momento do levantamento de imperfeições que o pavimento apresenta, preenche-se uma ficha que conterà cada um dos defeitos descrito no Quadro 3, e como pode ser visto no Anexo A.

Quadro 3 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

CONCEITOS	LIMITES
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Fonte: DNIT (2003)

2.3.2.2 Avaliação Objetiva através do Levantamento Visual Contínuo – LVC

O método do LVC é obtido através da análise visual composta por normalmente dois avaliadores que irão trafegar por uma rodovia a 40 km/h, onde nele apresentará os principais defeitos que um pavimento pode apresentar, com a frequência que ela irá ocorrer, conforme visto em Anexo C. Essa medição será feita a cada quilômetro, porém, podendo atingir extensões de até 6 km, mas isso só ocorrerá em caso a rodovia seja nova pois assim terá a certeza que os defeitos que ela apresentará será de forma homogênea. (DNIT, 2003).

Dessa forma, o LVC possui duas formas de avaliar a frequência que esses defeitos aparecem na rodovia. Uma delas avalia a frequência que buracos ou panelas e remendos se repetem na mesma extensão, e a outra é para os demais defeitos. Essa separação se faz importante visto que o risco que as panelas trazem para quem trafega na rodovia é mais grave do que uma trinca simples. Pode-se visualizar isso através dos Quadros 4 e 5.

Quadro 4 - Frequência de defeito de panelas e remendos

Panelas (P) e Remendos (R)		
Código	Frequência	Quant./km
A	Alta	≥ 5
M	Média	2—5
B	Baixa	≤ 2

Fonte: DNIT (2003)

Quadro 5 - Frequência para demais defeitos

Demais defeitos		
Código	Frequência	Quant./km
A	Alta	≥50
M	Média	50—10
B	Baixa	≤10

Fonte: DNIT (2003)

2.3.2.3 Avaliação Funcional Subjetiva através do Valor de Serventia Atual - VSA

Outro método, o VSA, assim como se confirma em Rizério *et al.* (2016), o VSA é formado por cinco profissionais que em uma determinada via irão trafegar e serão capazes de analisar a qualidade que ela se apresenta de acordo com as deformações que a mesma apresenta. O VSA trata de uma medida subjetiva, em que cada integrante do veículo irá possuir uma ficha de avaliação para o trecho em estudo, essa ficha é padronizada onde nela se encontrará o nível de conforto da rodovia indo de 0 a 5 onde esses valores representam do péssimo ao ótimo respectivamente conforme DNIT (2003), como pode ser visto a ficha em Anexo B e no Quadro 6.

Quadro 6 - Conceitos para Valor de Serventia Atual

CONCEITO	DESCRIÇÃO	VSA
Ótimo	Necessita apenas de manutenção rotineira	$VSA > 4,0$
Bom	Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas. A solução recomendada de restauração é a aplicação de lama asfáltica ou microconcreto asfáltico.	$3,0 < VSA \leq 4,0$
Regular	Pavimento trincado, com painelas pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal. A solução recomendada de restauração é a correção de pontos localizados ou recapeamento.	$2,0 < VSA \leq 3,0$
Ruim	Defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas com remendos superficiais ou profundos. A solução recomendada de restauração é o recapeamento com correções prévias.	$1,0 < VSA \leq 2,0$

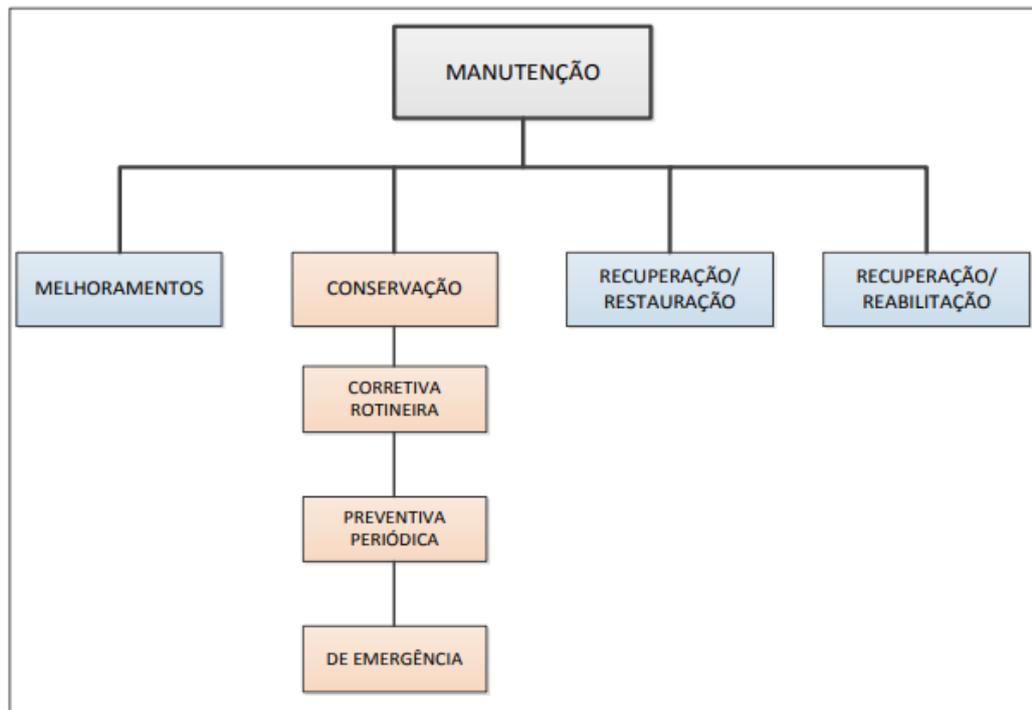
Fonte: DER (2006)

2.4 Tipos de manutenções

As manutenções das rodovias é imprescindível para que se tenha condições apropriadas a ser utilizada. Para isso existem vários tipos de manutenções, podendo variar seu tipo, sua duração, seu intervalo de tempo para correções, o recurso financeiro envolvido, dentre outro fatores.

A conservação das rodovias se faz através de 3 grupos: conservação preventiva periódica, conservação corretiva rotineira e conservação de emergência, como pode ser visto na Figura 2. O uso de cada uma delas dependerá do nível de interferência que deverá ser feita na rodovia, ou seja, varia de acordo com sua finalidade.

Figura 2 - Atividades de manutenção rodoviária



Fonte: Tribunal de Contas do Distrito Federal - TCDF (2014)

Existe uma ordem de prioridade do que deve ser feito primeiro, afim de haver uma economia financeira e menores riscos de acidentes na rodovia devido a defeitos ocorrentes na rodovia. Como prioridade deve ser realizado a manutenção preventiva periódica visto que os defeitos se encontram em menor gravidade, e por isso deve ser a primeira a ser executada. Por seguinte a Manutenção Corretiva Rotineira, nesse caso o defeito já está mais deteriorado, muitas vezes envolvendo mais de uma camada do pavimento e por isso exige correções mais criteriosas. E por último têm-se

a Manutenção de Emergência que é um caso isolado, e que não ocorre com frequência porém, quando ocorre exige gastos numerosos.

2.4.1 Manutenção Corretiva Rotineira

Nesse contexto, segundo Brasil (2015), a manutenção corretiva rotineira são intervenções que envolvem a estrutura da rodovia, essas intervenções são: melhorias na pavimentação, sinalização e dispositivos de segurança e obras de artes especiais. A manutenção corretiva rotineira do pavimento inclui apenas reparos superficiais na rodovia. A sinalização deve estar em boas condições visuais, se não deve ser feita uma limpeza e reparos. Já as obras de artes especiais quando em má condições devem ser substituídos como as juntas de dilatação.

Dessa forma, conservação corretiva rotineira são serviços regulares com uma periodicidade frequente e determinada, na conservação de rotina são observados todos os aspectos da rodovia, como se encontra a rodovia em relação a conforto dos usuários, os dispositivos de segurança tanto as sinalizações horizontais como verticais, a iluminação da rodovia se está adequada para o tráfego e se os dispositivos de drenagens atendem à área demandada como mostra Brasil (2015).

2.4.2 Manutenção Preventiva Periódica

Já a conservação preventiva periódica, tem como objetivo evitar que esses defeitos apareçam, e quando surgirem sejam resolvidos o mais breve para que não se agravem e tragam mais danos pra estrutura do pavimento e mais gastos para repará-lo.

2.4.3 Manutenção de Emergência

Enquanto que a conservação de emergência como o próprio nome sugere, é ocasionado quando há danos graves gerados por eventos catastróficos, que não estavam previsto em projeto, e por ter acontecido gerou grandes danos a rodovia e que necessitam ser consertados brevemente. A conservação de emergência serve para reconstruir parte da rodovia ou fazer grandes reparos segundo Tribunal de Contas do Distrito Federal -TCDF (2014).

2.5 Índice de Condição da Manutenção - ICM

O ICM serve como parâmetro para avaliar a condição que as rodovias se encontram, além disso, serve para acompanhar as ações feitas na malha rodoviária, exclusivamente como referência para suas devidas manutenções. É através desse índice que pode-se identificar as deficiências que as rodovias possuem, vale ressaltar que o ICM é avaliado tanto para rodovias pavimentadas como rodovias não pavimentadas.

De acordo com DNIT (2019), o ICM tem dois objetivos principais, o primeiro é identificar a frequência e o nível de defeitos que a rodovia possui, e a partir dessa quantificação a rodovia será enquadrada em algumas das quatro categorias existente (péssimo, ruim, regular e bom). Além disso, o ICM ele avalia se o grau de defeito da rodovia vai se agravar de acordo com o tempo, se irá estagnar, ou seja, permanecer do mesmo jeito durante um tempo, ou se ela irá involuir.

Um dos requisitos básicos para se fazer o levantamento do ICM de acordo com DNIT(2019) seria do veículo possuir em seu compartimento interno um velocímetro e um odômetro, visto que este irá trafegar a uma velocidade média de 40 km/h e a verificação do valor do ICM é realizada a cada quilômetro, por isso a necessidade desses dois equipamentos. Além disso, o levantamento deve ser feito em condições climatológicas adequadas, tendo duas delas como principal: não ser feita a verificação do ICM em dias chuvosos e nublados e estarem em boa condição de visualização, evitando o começo do dia e o pôr do sol.

Para levantamento de campo, o ICM avalia dois grupos de atividades: superfície do pavimento e a conservação da rodovia. A superfície do pavimento avalia três atividades principais: o número de painéis, a quantidade de remendos e o percentual de trincas. Já a conservação da rodovias analisa: a roçada, a sinalização e os elementos de drenagem da rodovia, segundo DNIT (2019). A seguir será visto suas definições, características e suas subdivisões.

2.5.1 Roçada

A roçada consiste no corte da vegetação que pode ser realizada de forma manual como mecanizada como pode ser visto na Figura 3 que se localiza no canteiro central das rodovias ou em seu entorno, isso é feito afim de melhorar a visualização da sinalização, facilitar o escoamento da água superficial para os dispositivos de

drenagem, e deixar seu aspecto mais limpo, sua execução pode ser feita de forma manual ou mecanicamente. (DNIT, 2005)

Ainda de acordo com DNIT (2005) as tarefas de conservação das rodovias são divididas em 3 níveis de prioridade, sendo a prioridade 1 o que deve ser executado prioritariamente como a execução de tapa buracos, prioridade 2 limpeza de bueiros e por fim a prioridade 3 onde se encaixa a manutenção da roçada na rodovia porém, esse conceito é muito relativo e depende de quem a avalia.

Figura 3 - Corte da vegetação do entorno da rodovia



Fonte: DNIT (2005)

2.5.2 Sinalização

Também exposto em DNIT (2005), a sinalização está relacionada com a segurança e o conforto que a rodovia traz para o motorista, se verifica principalmente em períodos noturnos onde a necessidade de se ter uma boa visualização da rodovia e de sua sinalização se intensifica, isso vale tanto para sinalização horizontal como vertical. Pode-se verificar a má qualidade das sinalizações na Quadro 7. A sinalização vertical é composta por: placas, painéis, balizadores e sinalização viva, enquanto que a sinalização horizontal ela é dividida em pinturas nas faixas horizontais, marcas viárias, tachas e tachões.

Quadro 7 - Má qualidade das sinalizações

<p>Sinalização Danificada</p>	
<p>Sinalização suja</p>	

Fonte: ANTT(2016)

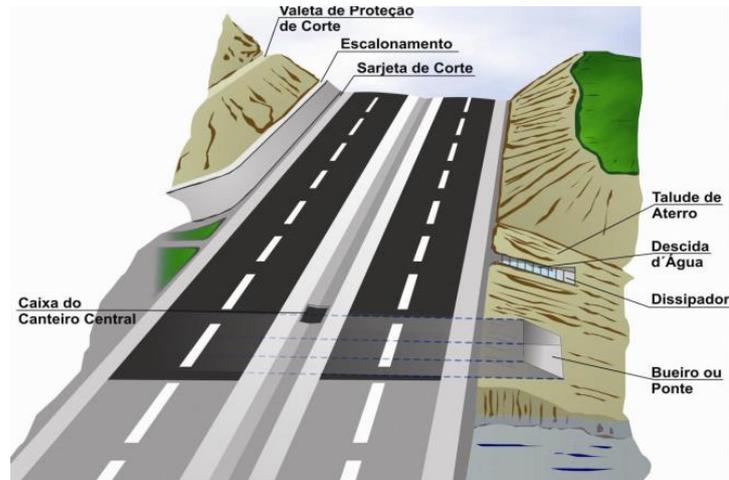
As placas verticais em especial representam a mais importante, visto que elas são as mais utilizadas por estar a altura dos olhos do motorista facilitando sua identificação, na maioria dos casos essas placas são fixadas em postes.

2.5.3 Drenagem

O sistema de drenagem nas rodovias é responsável por captar a água, direcioná-la para um destino adequado de forma que o seu deságue seja de tal forma que não seja abrupto e não danifique as demais estruturas da rodovia, como por exemplo, elas podem causar arrastamento do solo pelo fluxo da água, mudança de pressões hidrostática gerando sua ascensão e a diminuição do atrito das camadas granulares. (DNIT, 2005)

Ainda segundo DNIT (2005), existem três tipos de drenagem, a drenagem superficial, drenagem subsuperficial e a drenagem subterrânea, a diferença entre elas está na captação de água que uma realiza na superfície do pavimento e o outro no subsolo do leito da rodovia. É importante ressaltar que os dispositivos de drenagem deve sempre estarem limpos, com boas utilização para o seu uso e desobstruídos de eventuais “corpos estranhos”. Na figura 4 pode-se observar alguns dos dispositivos de drenagem que uma rodovia possui.

Figura 4 - Sistema de drenagem em rodovias



Fonte: Disponível em: < <https://pt.slideshare.net/ivanrobertoa/drenagem-viria> >. Acesso em jun 2020.

2.5.3.1 Drenagem Superficial

Drenagem superficial é a quantidade de água gerada pelas chuvas menos a água que deverá ser infiltrada pelo solo e evaporada, fechando assim o ciclo hidrológico. Além disso, deve-se observar que além da drenagem servir para englobar a área da rodovia deve-se levar em conta a quantidade extra de água gerada pela descida d'água das encostas e talvegues. (DNIT, 2006)

O sistema de drenagem superficial é composto por alguns dispositivos como pode ser visto na Figura 5: meios-fios, sarjetas (de corte e de canteiro central), valetas (de proteção de corte e de aterro), canaletas, saídas d'água, descidas d'água de corte e aterro, caixas coletoras e bocas-de-lobo. (ANTT, 2016)

Figura 5 - Dispositivos de drenagem superficial



Fonte: PATRIZZI (2019)

2.5.4 Registro de Ocorrências

O registro dessas ocorrências pode ser feito de duas formas, através de aplicativo disponível ou através de um formulário preenchido a mão, como pode ser visto no exemplo do Quadro 8.

Quadro 8 - Exemplo de Formulário do ICM

Km Inicial	Km Final	Extensão (km)	Condição do Pavimento									Observação
			Panela			Remendo			Trincamento			
			Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	
0	1	1			X			X			X	
1	2	1			X			X			X	
2	3	1	X					X			X	
3	4	1	X					X			X	
4	5	1						X			X	
5	6	1	X					X			X	
6	7	1	X					X			X	
7	8	1	X					X			X	
8	9	1						X				
Km Inicial	Km Final	Extensão (km)	Condição da Conservação									Observação
			Roçada			Drenagem			Sinalização			
			Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	
0	1	1	X			X			X			
1	2	1		X					X			
2	3	1		X		X			X			
3	4	1		X		X			X			
4	5	1		X			X		X			
5	6	1		X			X		X			
6	7	1		X			X		X			
7	8	1		X			X		X			
8	9	1	X				X		X			

Fonte: DNIT (2017)

A classificação do ICM é verificada nos Quadros 9 e 10, com sua respectiva descrição.

Quadro 9 - Classificação de severidade dos defeitos

	Baixo	Médio	Alto	Unidade
Panela	Até 2	3,4 ou 5	Maior que 5	Quantidade/km
Remendo	Até 2	3,4 ou 5	Maior que 5	Quantidade/km
Trincamento	Trincamento < 10%	10% < Trincamento < 50%	Trincamento > 50%	% da área

Fonte: DNIT (2019)

Quadro 10 - Classificação de acordo com o nível de conservação

Itens Analisados	Bom	Regular	Ruim
Roçada	Vegetação rasteira com altura máxima de 30 cm.	Vegetação acima de 30 cm, mas que não afeta a visibilidade da sinalização vertical.	Vegetação alta que afeta a visibilidade da sinalização vertical.
Drenagem	Dispositivos superficiais íntegros e caiados	Dispositivos superficiais com quebras localizadas e sem caiação.	Dispositivos quebrados ou ausentes.
Sinalização	Elementos verticais e horizontais visíveis e em boas condições.	Elementos verticais e horizontais parcialmente faltantes e desgastados.	Elementos verticais e horizontais faltantes e desgastados.

Fonte: DNIT (2019)

2.6 Procedimento do Cálculo do ICM

De acordo com DNIT (2017), o cálculo do ICM é feito através da equação 1 na qual serão relacionados com os defeitos da rodovia, vale ressaltar que a condição da rodovia representa 70% da gravidade, enquanto que a condição de conservação representa os outros 30%.

$$\text{ICM} = \text{IP} \times 0,70 + \text{IC} \times 0,30 \quad (1)$$

Além disso, cada um dos defeitos possui seu percentual de contribuição, conforme pode ser observado nas equações 2 e 3.

$$\text{IP} = \text{Ppanelas} \times 50 + \text{Premendos} \times 30 + \text{Ptrincamento} \times 20 \quad (2)$$

$$\text{IC} = \text{Psinalização} \times 50 + \text{Proçada} \times 30 + \text{Pdrenagem} \times 20 \quad (3)$$

Onde,

ICM: Índice da Condição da Manutenção;

IP: Índice do Pavimento;

IC: Índice da conservação de demais elementos;

Ppanelas, Premendos e Ptrincamentos: Valor conforme Quadro 11

Proçada, Pdrenagem e Psinalização: Valor conforme Quadro 12

Quadro 11 - Frequência relacionado ao índice do Pavimento

	Baixo	Médio	Alto
Panela	0,25	0,5	1
Remendo	0,25	0,5	1
Trincamento	0,25	0,5	1

Fonte: DNIT (2019)

Quadro 12 - Nível de Conservação

	Bom	Regular	Ruim
Roçada	0,25	0,5	1
Drenagem	0,25	0,5	1
Sinalização	0,25	0,5	1

Fonte: DNIT (2019)

O resultado do ICM é um valor numérico onde a partir disso poderá ser classificado segundo Quadro 13

Quadro 13 - Classificação do ICM

Faixa	Condição
ICM < 30	Bom
$30 \leq \text{ICM} < 50$	Regular
$50 \leq \text{ICM} < 70$	Ruim
ICM ≥ 70	Péssimo

Fonte: DNIT (2019)

2.7 Exemplo de cálculo do ICM

Será exemplificado o cálculo do ICM de acordo com DNIT (2017). Como exemplo irá ser feita a análise da BR-364/AC, do seu terceiro trecho (km 2 ao km 3) como pode ser visto no Quadro 14.

Quadro 14 - Exemplo de cálculo de ICM

Km Inicial	Km Final	Extensão (km)	Condição do Pavimento									Observação
			Panela			Remendo			Trincamento			
			Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	
0	1	1			X			X			X	
1	2	1			X			X			X	
2	3	1	X					X			X	
3	4	1	X					X			X	
Km Inicial	Km Final	Extensão (km)	Condição da Conservação									Observação
			Roçada			Drenagem			Sinalização			
			Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	
0	1	1	X			X			X			
1	2	1		X					X			
2	3	1		X		X			X			
3	4	1		X		X			X			

Fonte: DNIT (2019)

Aplicando as equações 2 e 3, obtêm-se as seguintes resultados:

$$IP = 1,00 \times 50 + 0,25 \times 30 + 0,25 \times 20$$

$$IP = 32,5$$

$$IC = 0,25 \times 50 + 0,50 \times 30 + 0,25 \times 20$$

$$IC = 32,5$$

Por fim, substituindo o resultado das equações 2 e 3 na equação 1, obtêm-se o seguinte valor como resultado.

$$ICM = 62,5 \times 70\% + 32,5 \times 30\%$$

$$ICM = 53,5$$

De acordo com o quadro 12, o ICM analisado nesse trecho é classificado como ruim.

2.8 Intervenção Rodoviária

De acordo com Franco (2004) as intervenções rodoviárias só são realizadas quando a estrutura do pavimento já está em péssimo estado de conservação, por esse motivo principalmente que ocorre as reparações na rodovia. O mais agravante das intervenções que pode ser realizada é a emergencial visto que ela não foi planejada no cronograma-custo, além de que ela envolve os maiores gastos haja vista que a manutenção preventiva e a corretiva vem sendo negligenciada.

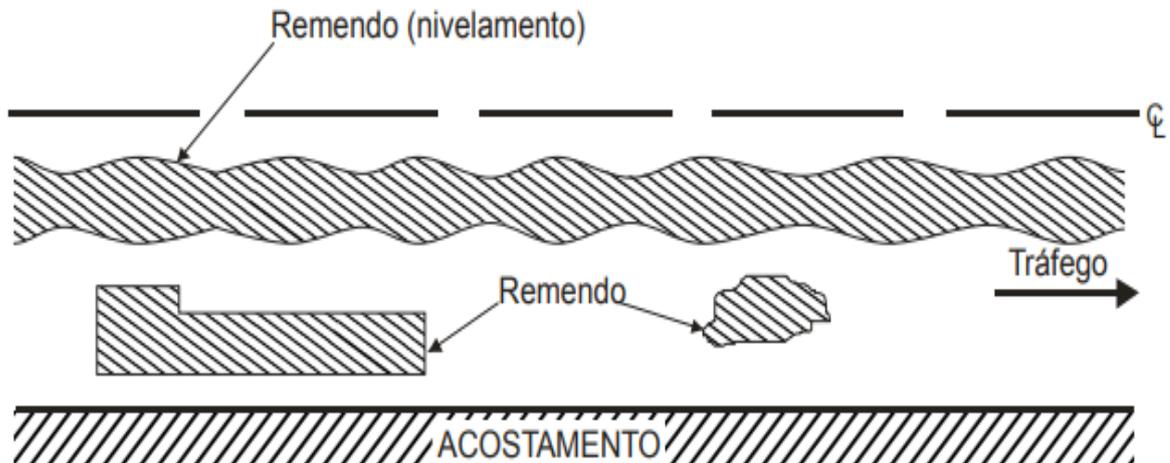
2.8.1 Remendo

Operação tapa-buraco é um dos tipos de recuperação asfáltica conforme observado na Figura 6, ela é necessária devido a irregularidade ou falhas no pavimento, estes podem ou não ser do mesmo material que o pavimento original (DNIT, 2006). De acordo com Azambuja (2009) os remendos como podem ser chamados os tapa-buracos são classificados em três categorias: remendo simples, remendo compactado e remendo permanente.

A execução do remendo se dá pelo preenchimento da pavimento, podendo ser por uma mistura betuminosa à quente ou à frio, o buraco a ser preenchido pode ser formado a partir de forma natural (deformações ocorrentes pelo excesso de carga nela

depositado, por falhas no pavimento que ao decorrer do tempo irão se agravando até gerar as panelas) ou de forma proposital (escavações feitas pelos operários). Logo após a injeção do material betuminoso, faz-se a compactação, selagem de bordo e a limpeza de forma que deixe a área semelhante a original (visualização homogênea).

Figura 6 - Remendo no pavimento



Fonte: DNIT (2006)

2.8.2 Selagem de Trinca

A selagem de trinca pode ser feita através da lama asfáltica que consiste em um revestimento com agregados de pequenas dimensões. A selagem pode ser feita também através do micro revestimento asfáltico que possui propriedades semelhantes a lama asfáltica porém com propriedade mais sofisticadas visto que em sua composição possui emulsificantes e polímeros que aumentam a vida útil do pavimento (GOMES, SERAFIM, 2018).

Ainda segundo Gomes e Serafim (2018), pode-se utilizar também a capa selante que tem como execução a injeção de ligante asfáltico ou de ligante de agregado na trinca como forma de restaurar o pavimento, inibir a penetração de água em seu interior e melhorar a superfície do pavimento como visto na Figura 7.

Figura 7 - Pavimento após a selagem de trincas



Fonte: Bernucci *et al.* (2010)

2.8.3 Recapeamento

Recapeamento trata-se da restauração da cama superficial do pavimento, ela se faz principalmente com o objetivo de fazer o nivelamento da rodovia, sua espessura varia de 2,5 a 5 mm como pode ser visto na Figura 8 (DNIT, 2006).

Figura 8 - Execução do recapeamento



Fonte: Bernucci *et al.* (2010)

2.8.4 Fresagem

A fresagem é a atividade de “rasgar” o pavimento de forma que sua superfície fique desgastada como pode ser visto na Figura 9. A fresagem tem um importante papel considerando o fator ambiental, visto que ele pode ser reciclado para ser

reutilizado posteriormente não passando de um tempo máximo de 72 horas para ser recoberto. Existem três tipos de fresagem, fresagem padrão que possui espaçamento de 15 mm entre seus dentes, fresagem fina que têm espaçamento de 8mm e por último a microfresagem que seu espaçamento varia entre 2 e 3 mm, isso irá ser definido de acordo com a rugosidade que se deseja obter (DNIT, 2011).

Figura 9 - Rodovia após fresagem



Fonte: Bernucci *et al.* (2010)

2.9 Custo

A orientação para se fazer um levantamento de custo em uma obra rodoviária se faz através do SINCTRAN – Sistema Nacional de Custos de Infra-Estrutura de Transportes. Para se calcular o custo é necessário ser avaliado diversos parâmetros como será mencionado posteriormente. Custo é a soma de variáveis (insumos, mão-de-obra, equipamentos e materiais), para se ter o custo total da obra de forma mais precisa, tem que se levar em conta não somente os custos diretos, mas também os custos indireto (DNIT, 2008).

Ainda segundo DNIT (2008) alguns custos que envolvem a manutenção de uma obra rodoviária são: projeto (projeto, sondagem), instalação da obra (montagem do canteiro, mobilização e desmobilização), serviços gerais (BDI – *Budget Difference Income* (Benefício e Despesas Indiretas)), transporte (transporte local e comercial), serviços de manutenção (roçada, caiação e tapa-buracos), sinalização (horizontal e vertical), drenagem (sarjetas e drenos), dentre outros custos.

2.10 CREMA – Contrato de Restauração e Manutenção

O Contrato de Restauração e Manutenção – CREMA é um modelo pelo qual o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte se baseia para fazer a concessão das rodovias para que nela ocorra o seu bom desempenho. O CREMA é um pacote que contempla diversas atividades nas quais servem para gerir a manutenção de uma rodovia. Este, tem dois objetivos principais, conservar a rodovia e fazer sua restauração. As áreas em que o CREMA podem atuar são diversas, dentre elas se encontram restauração de segmentos da rodovia, lotes contratados, recuperação de pontes, dentre outros (DNIT, 2007).

O programa estabelecido pelo CREMA oferece uma série de vantagens comparado ao modelo tradicional, pode-se mencionar duas vantagens principais. Uma dessas vantagens é o relacionamento que a empresa contratual, empresa responsável pela execução, empresa responsável pelo projeto e todas as envolvidas para que a atividade seja executada tenham vínculos, isso é um grande diferencial visto que no modelo tradicional depois que o contrato é acertado não se possui mais “responsabilidade” sobre a atividade posterior. A segunda vantagem está relacionada que não se existe um contrato sobre execução de obras e sim um contrato de manutenção e restauração do pavimento, que nela se inclui a restauração funcional e a estrutural (DNIT,2007).

A fim de facilitar a busca por uma possível solução para fazer os devidos reparos na rodovia, criou-se um catálogo de soluções como pode ser visto no Anexo D, este catálogo possui os seguintes parâmetros de entrada: Índice de Irregularidade Longitudinal – IRI (mm/m); Percentual da área trincada (%); Volume médio diário de tráfego, bidirecional – VMDc; Deflexão característica – Dc (0,02 mm); Deflexão admissível (0,02 mm) – Dadm (Consórcio Dynatest Engemap, 2015).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico será abordado toda a metodologia que foi utilizada neste trabalho, primeiramente delimitou-se nominalmente as rodovias que serão estudadas com suas respectivas extensões e localizações dentro do Estado do Ceará, os materiais que serão envolvidos para se obter os resultados, neste caso os valores do ICM para cada trecho das rodovias, posteriormente, o método utilizado para a análise dos resultados ao qual foi utilizado diferentes gráficos para interpretação de resultados e, por fim, uma análise comparativa da variação do ICM ao decorrer de sua extensão e sua modificação de acordo com os meses estudados.

3.1 Localização das rodovias

Serão analisadas neste trabalho, 10 rodovias federais brasileiras que atravessam o Estado do Ceará, são elas as rodovias BR-020, BR-116, BR-122, BR-222, BR-226, BR-230, BR-304, BR-402, BR-403 e BR-404. A seguir, será realizado um detalhamento destas rodovias através do Quadro 15 mostrando os quilômetros aos quais foram analisados, ressalta-se que, todo o trecho analisado está situado no Estado do Ceará.

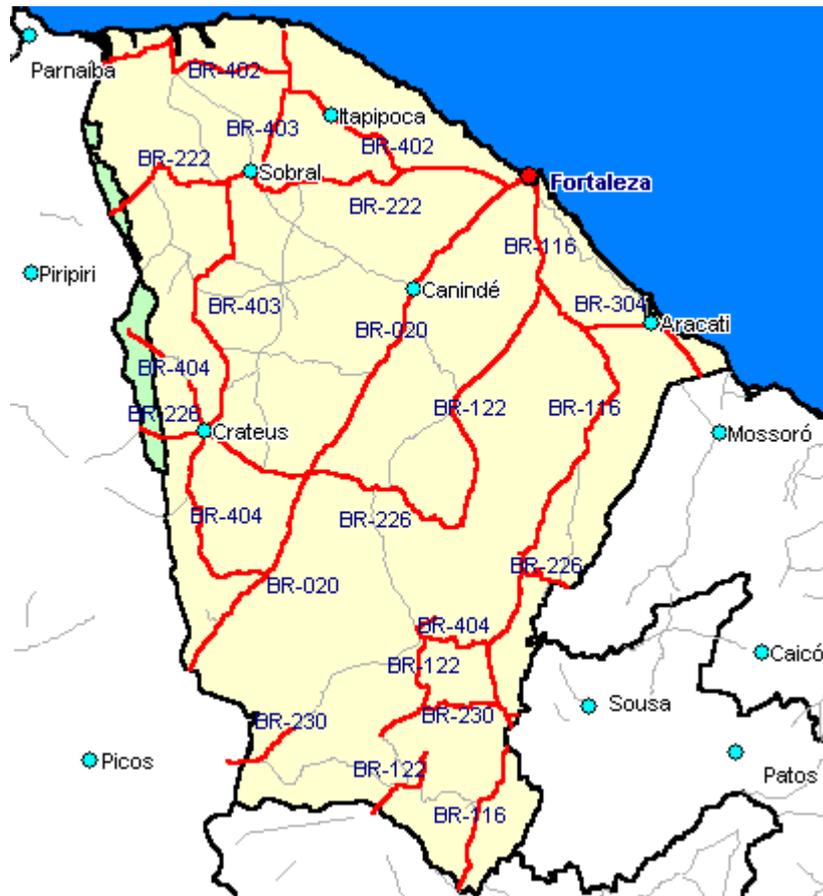
Quadro 15 - Rodovias analisadas

Rodovia	Quilômetros analisados	
	Sentido Crescente	Sentido Decrescente
BR 020	300	150
BR 116	190	400
BR 122	153	-
BR 222	348	-
BR 226	138	84
BR 230	96	96
BR 304	100	-
BR 402	-	126
BR 403	25	28
BR 404	60	-

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A seguir, será visto, conforme Figura 10, um mapa do Estado do Ceará que retrata estas 10 rodovias.

Figura 10: Rodovias do Estado do Ceará



Fonte: Disponível em: < <http://servicos.dnit.gov.br/condicoes/ce.htm>>. Acesso em: 01 de jul. de 2020.

3.2 Materiais para o cálculo do ICM

Este trabalho será composto pelos seguintes materiais:

- Acesso aos dados dos valores ICM por trecho através do DNIT;
- Levantamento do orçamento realizado pelo DNIT na manutenção das rodovias;
- Planilha Eletrônica para desenvolver os resultados através dos dados oferecidos pelo DNIT;

3.3 Desenvolvimento da pesquisa

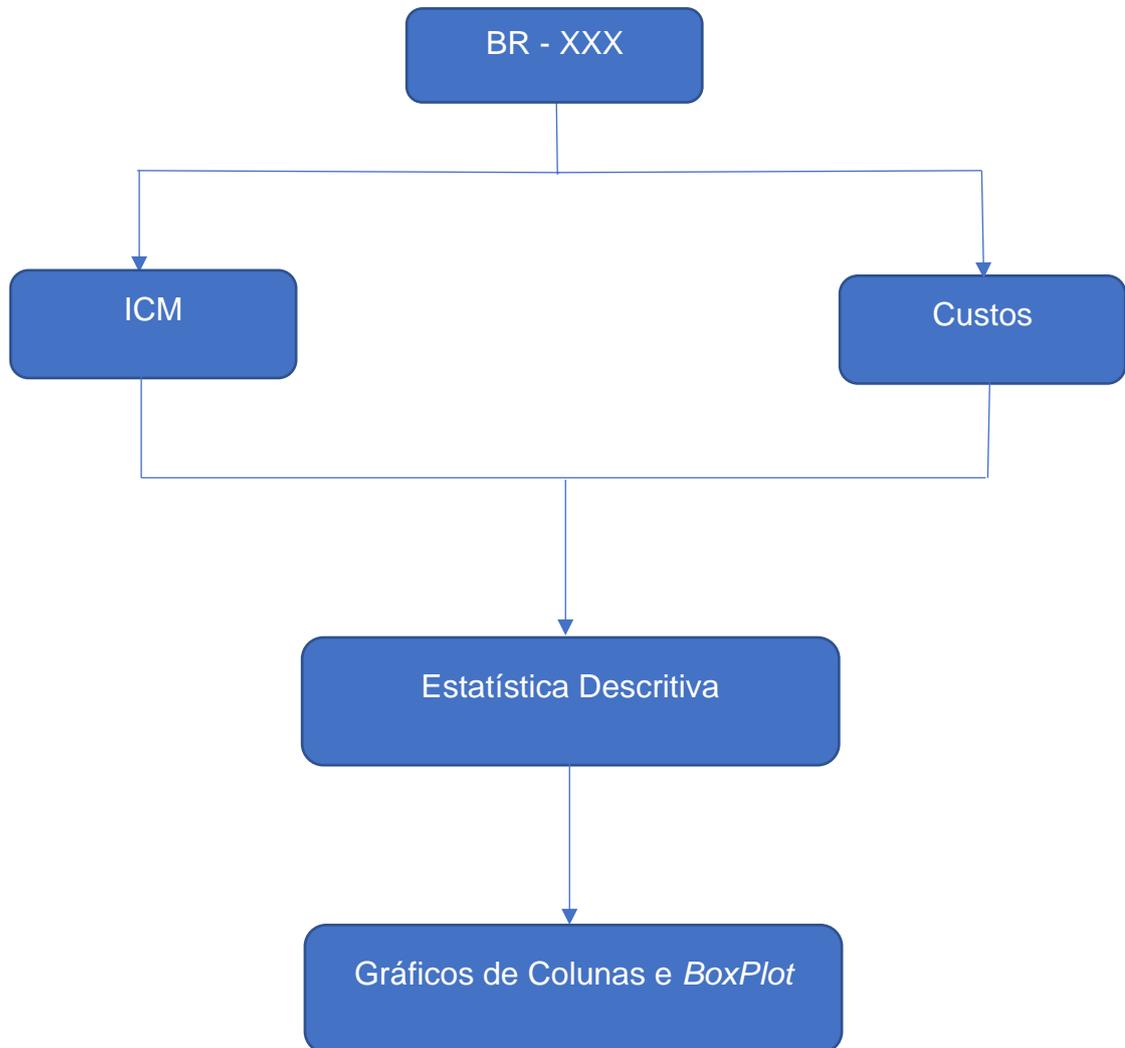
Para melhor entendimento das etapas seguintes, este trabalho constará de etapas que mostrará os detalhes de cada um dos passos para se obter os resultados.

- Etapa 1: Separação das rodovias;
- Etapa 2: Separação de cada uma das rodovias por períodos, foi determinado que esse período seria mensal afim de padronizar as verificações feitas nos trechos.
- Etapa 3: Os dados brutos obtidos pelo DNIT através do Formato Portátil de Documento serão convertidos para uma Planilha Eletrônica para facilitar a modelagem do gráfico para análise;
- Etapa 4: Após obter o ICM de cada rodovia por mês, gerou-se gráficos que mostraram sua variação.
- Etapa 5: Analisar os gráficos e a partir do resultado definir uma relação entre a variação do ICM e o investimento realizado na rodovia.

3.4 Análise Estatística

A análise estatística retratada neste trabalho trata-se uma estatística descritiva que tem por objetivo organizar e facilitar o entendimento dos dados coletados. A análise a ser feita será através dos cálculos de média, desvio padrão e coeficiente de variação, observar qualitativamente e quantitativamente a variação do ICM de acordo com os serviços de manutenção realizados nas rodovias e o orçamento fornecido. Poderá ser observado também o comportamento visual de forma por meio dos dados analisados. Na Figura 11 pode-se observar a sequência lógica que o trabalho irá seguir, começando com a seleção da rodovia a ser analisada através ICM em conjunto com os custos envolvidos esperando que a variação da qualidade funcional seja satisfatória, isso será possível através de análises de gráficos de colunas e *BoxPlot*.

Figura 11 - Fluxograma sobre a análise das rodovias



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

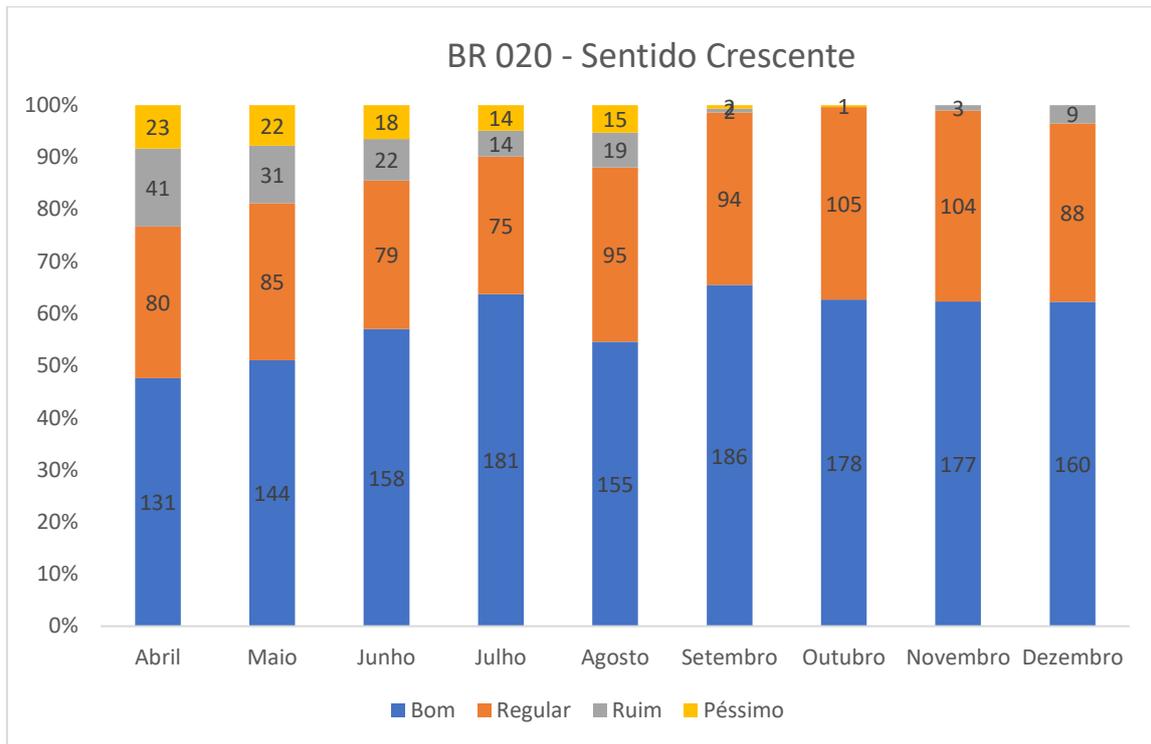
A seguir, serão expostos os resultados que foram obtidos através de avaliações gráficas comparativas e análise estatística em relação ao valor do ICM para cada rodovia estudada serão analisadas 10 rodovias contendo informações em sua total extensão de análise e por todos os meses disponibilizados. Como recurso de análise foi utilizado o gráfico de colunas ao qual nele se observa a variação que o valor do ICM sofreu ao decorrer dos meses estudados. Foi analisado a porcentagem que cada rodovia apresentava na qualidade de conservação segundo método do ICM classificando-a como bom, regular, ruim e péssimo, e por fim, através do *boxplot* foi possível elaborar a análise da variação gráfica que cada rodovia sofre ao longo dos meses.

4.1 Rodovia BR – 020

A rodovia BR - 020 foi analisada do quilômetro 150 ao 450 no sentido crescente, e no sentido decrescente do quilômetro 150 ao 0. Para isso, foram elaborados dois gráficos que abordam os 9 meses de análise da rodovia BR - 020 no sentido crescente e o outro aborda os primeiros 3 meses de análise.

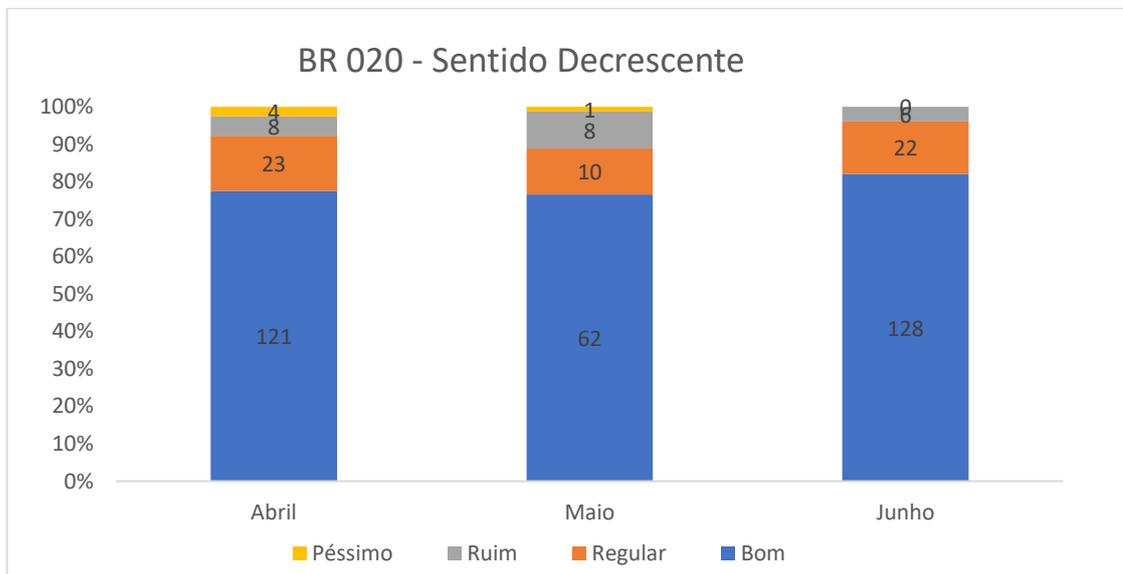
Com a análise destes gráficos das Figuras 12 e 13 pode-se perceber que houve uma melhora a partir do mês de julho, e, de acordo com os dados obtidos pode-se verificar que o valor do ICM sofreu mudanças com o decorrer dos meses, passando da quantidade de 131 quilômetros classificados como bom segundo ICM para 181 quilômetros no mês de julho, representando uma melhora de 16,67% do seu valor de ICM, possivelmente a alguma atividade de manutenção ocorrida no trecho, da mesma forma, pode-se observar que a quantidade de quilômetros considerado péssimo do mês de abril que era de apenas 4 quilômetros no mês de julho acabou sendo zerado no mês de julho. Enquanto que no sentido decrescente os parâmetros permaneceram constante ao decorrer dos meses.

Figura 12 - Rodovia BR 020 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Figura 13 - Rodovia BR 020 - Sentido Decrescente

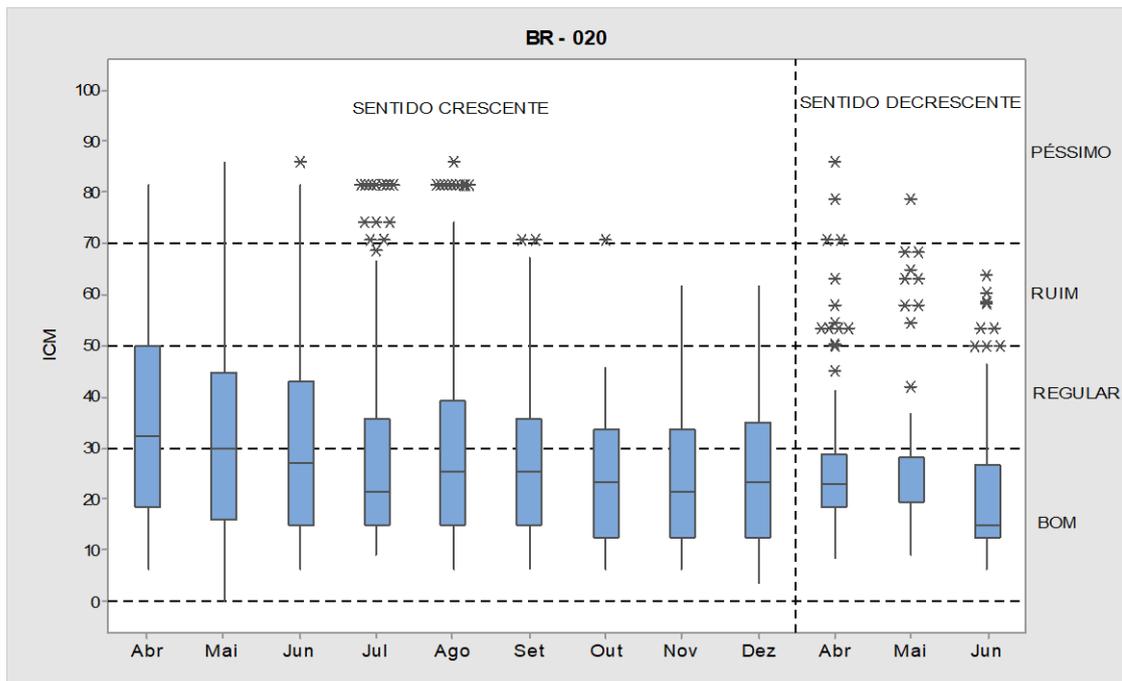


Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para o sentido crescente conforme Figura 14 observou-se que a maioria dos valores de ICM permaneceram com classificações variando entre bom e regular. Observa-se que a partir do mês de junho houve significativa melhora em relação ao ICM para o sentido crescente, isso, possivelmente ao fato do término da quadra

chuvosa e início de execução de atividades de manutenção ou restauração do pavimento. O sentido decrescente pouco apresentou variação qualitativa dos resultados, vale ressaltar a presença de *outliers* (pontos em asterisco) em ambos os sentidos. Esses pontos significam altos valores de ICM que situam-se fora do padrão, isso pode servir de alerta aos órgãos gestores, pois altos valores de ICM tendem a indicar péssimas condições de trafegabilidade.

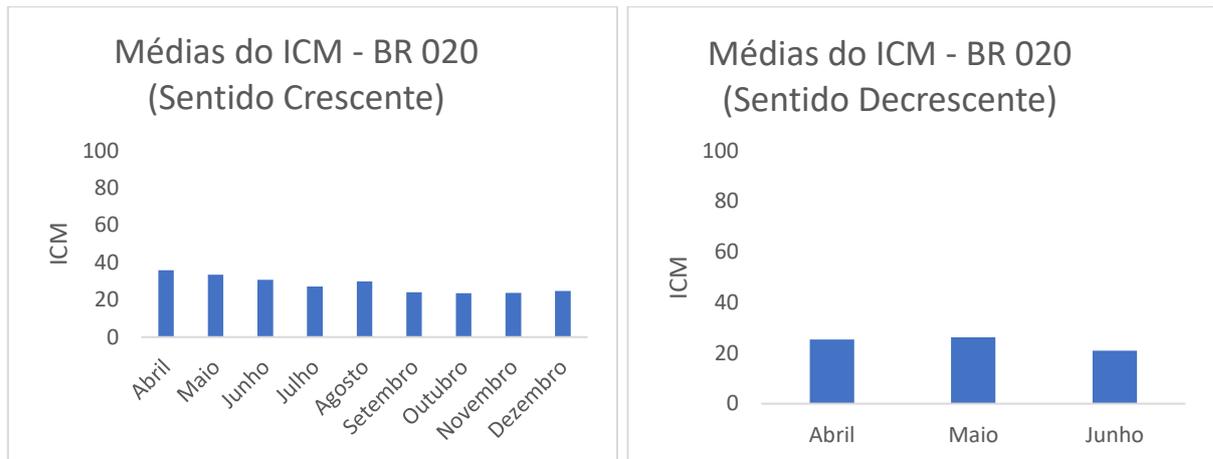
Figura 14 - Rodovia BR - 020



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Foi realizada uma análise gráfica das médias do ICM conforme Figura 15, em que se pode observar as variações do ICM no decorrer dos meses, e, constatou-se, que através das médias também ocorreu a diminuição do valor do ICM.

Figura 15 - Médias do ICM - BR 020



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por último foi feita uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia. Observa-se que com um investimento total durante todos os meses analisados de R\$ 5.198.225,90 obteve-se uma melhora no valor do ICM passando de uma média de 35,89 do mês de abril para 24,75 no mês de dezembro, representando um decréscimo do valor do ICM de 31,06% no sentido crescente, enquanto que no sentido decrescente houve um decréscimo na variação passando de 25,35 no primeiro mês para 20,89 no último mês representando 17,6% de variação.

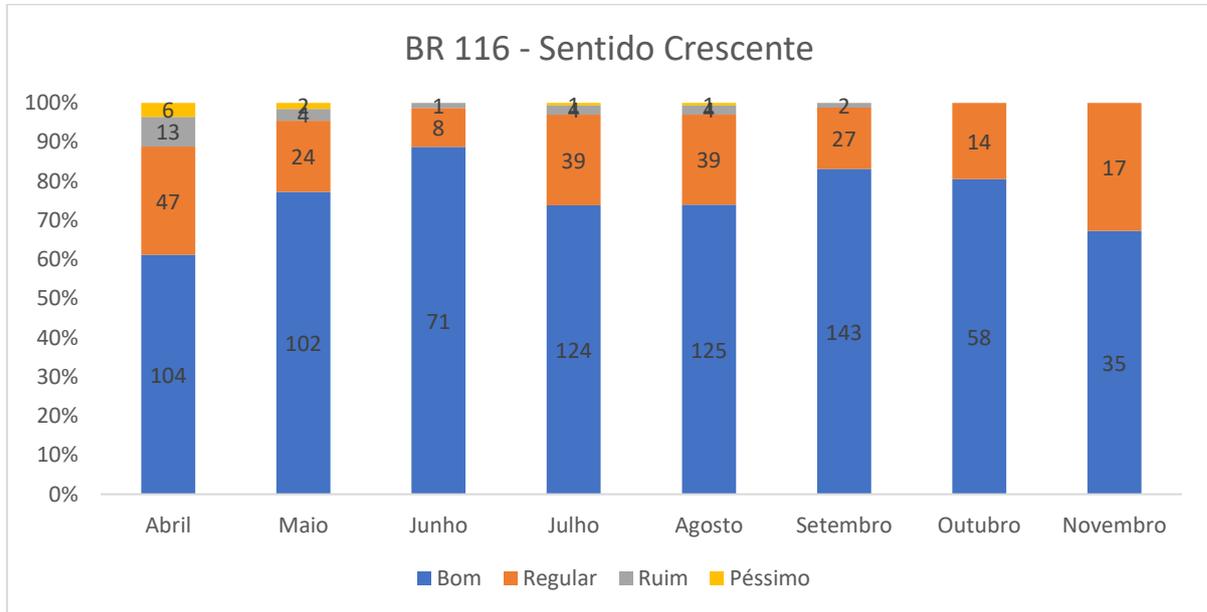
4.2 Rodovia BR – 116

A rodovia BR - 116 foi analisada das extensões do quilômetro 370 ao 560 no sentido crescente, e no sentido decrescente do quilômetro 400 ao 0, foram elaborados dois gráficos que abordam os 9 meses de análise da rodovia BR - 116, conforme Figuras 16 e 17.

Com a análise destes gráficos das Figuras 15 e 16 pode-se perceber que houve picos de variações de melhoras no sentido crescente ao qual no começo de abril uma piora passando de 104 quilômetros de trechos considerados bons para 71 no mês de junho e, a partir deste uma melhora em sua quantidade de extensão passando para 124 quilômetros no mês de julho tendo em porcentagem uma melhoria de 27,89% e continuando a melhorar até setembro com o número de 143 quilômetros representando 37,89% com boa qualidade e no próximo mês com um declínio até chegar no mês de dezembro. Enquanto que no sentido decrescente, durante os meses de abril a setembro ouve uma crescente melhora na condição da rodovia passando de 105 quilômetros bons e 87 quilômetros regulares para 204 e 58

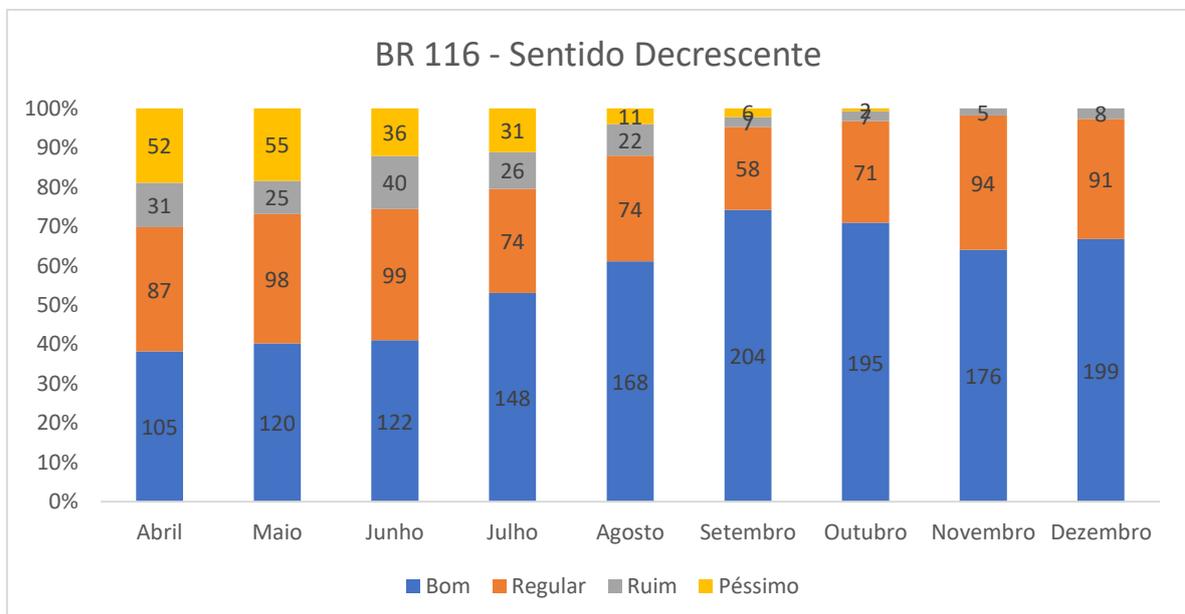
quilômetros respectivamente, representando uma melhora de 24,75% em condições boas e 7,25% regulares.

Figura 16 - Rodovia BR 116 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Figura 17 - Rodovia BR 116 - Sentido Decrescente

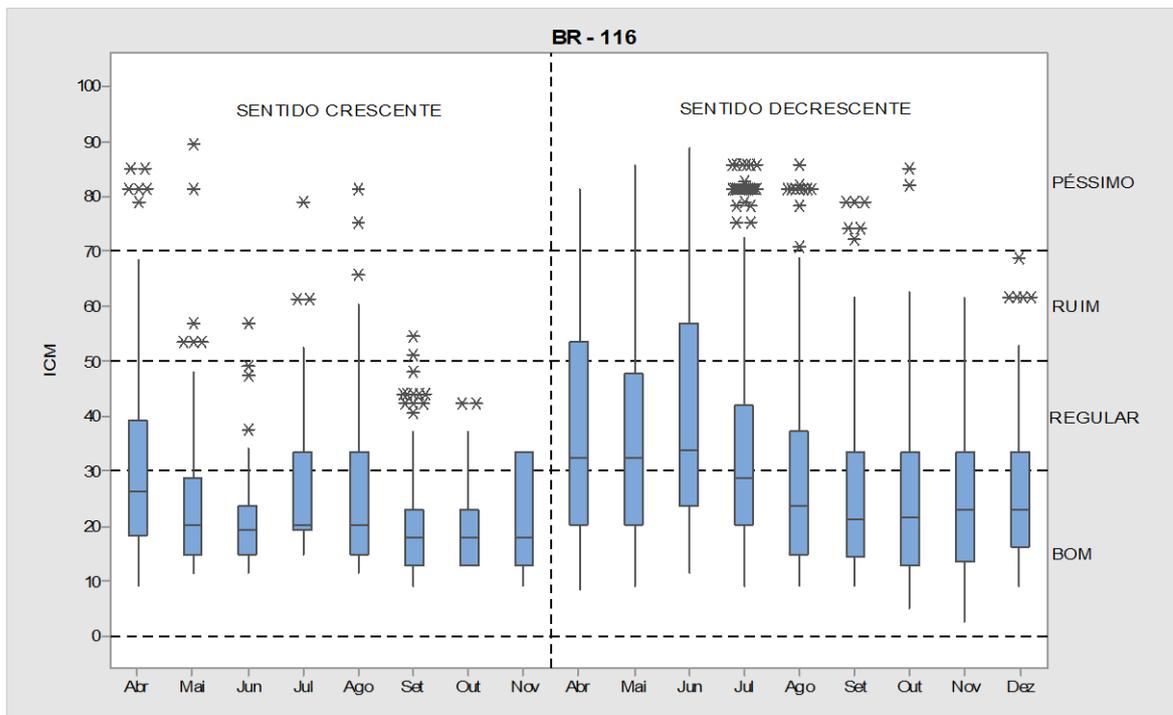


Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 18 será visto o *BloxPlot* analisando esta rodovia nos meses já citados. Conforme os dois gráficos de *BoxPlot* gerados para a rodovia BR – 116 se constata que no sentido crescente todos os meses exceto o mês de abril se encontram

em bom estado possuindo pequenas variações ao decorrer dos meses, representado pela baixa amplitude dos quartis, enquanto que no sentido decrescente essa variação é mais significativa e o valor do ICM varia com mais intensidade sendo caracterizada nos quatro primeiros meses em sua predominância, pode-se notar isso devido ao quartil possuir maiores amplitudes, como regular e a partir de agosto seu ICM diminui o seu valor classificando-o em sua maioria como rodovia de boa qualidade. Vale ressaltar a presença de *outliers* em ambos os sentidos o que representa que existem valores acima da média, esse *outliers* são importantes para a análise do gráfico visto que eles revelam os trechos que devem ser primeiros reparados em uma futura manutenção.

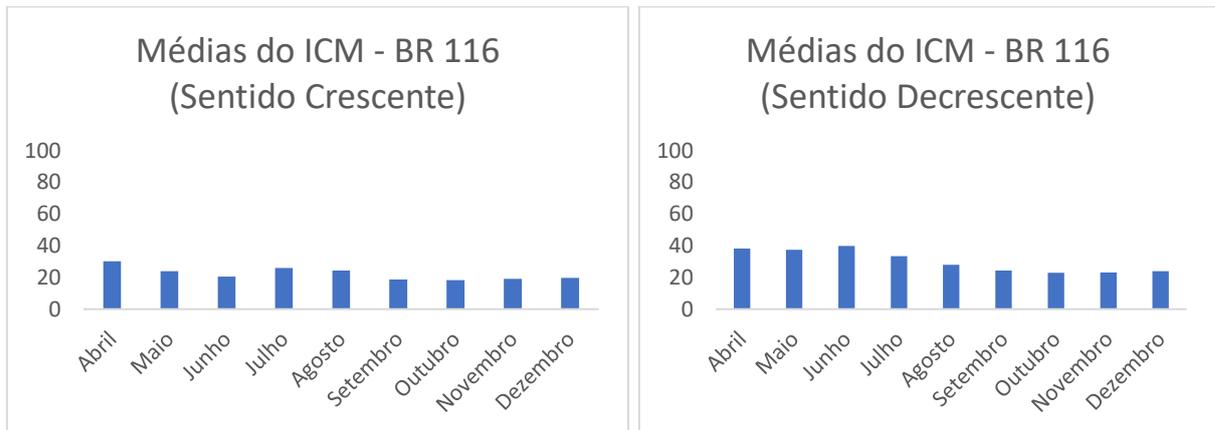
Figura 18 - Rodovia BR - 116



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Foi realizada uma análise gráfica das médias do ICM conforme Figura 19, em que pode-se observar as variações do ICM no decorrer dos meses, e, constatou-se, que no sentido crescendo a média do ICM permaneceu constante com pequenas variações enquanto no sentido decrescente houve uma inclinação de declínio acentuado representando 56,9% de melhoria.

Figura 19 - Médias do ICM - BR 116



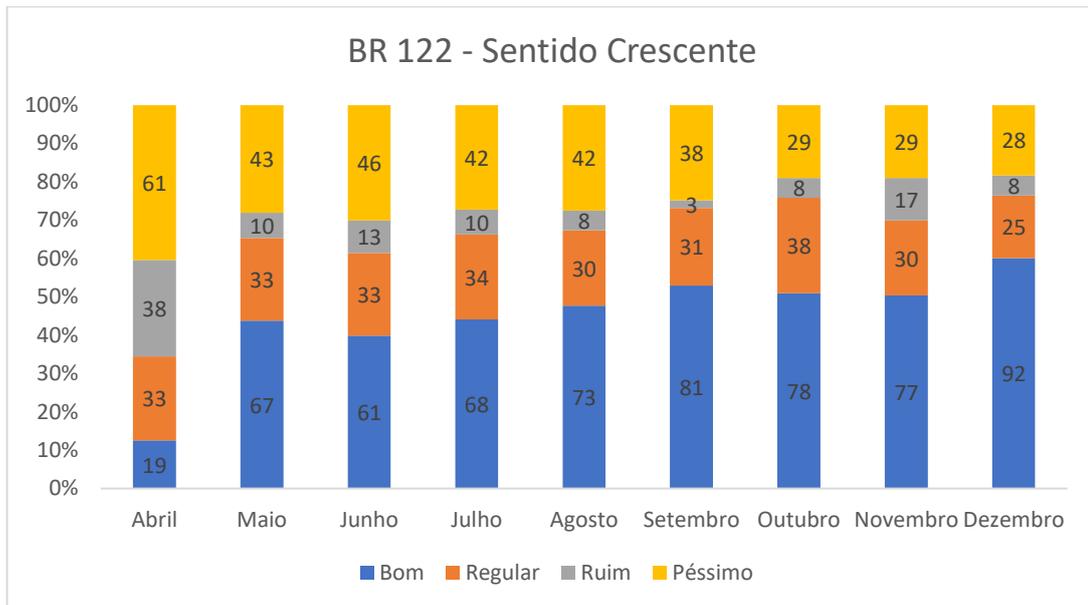
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim foi feita uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia. Nota-se que com um investimento total durante todos os meses analisados de R\$ 5.961.889,19 obteve-se uma melhora no valor do ICM no sentido crescente passando de uma média de 30,17 do mês de abril para 19,65 no mês de dezembro, representando um decréscimo do valor do ICM de aproximadamente 36,27%.

4.3 Rodovia BR - 122

A rodovia BR - 122 foi analisada das extensões do quilômetro 04 ao 157 no sentido crescente, foi elaborado um gráfico que aborda os 9 meses de análise da rodovia BR – 122 como visto na Figura 20 ao qual com ele pode-se perceber que durante todos os meses houve uma crescente melhora, passando de 19 km de rodovias de boa qualidade do mês de abril para 92 km no mês de dezembro representando 47,71% de melhora e 61 km de rodovias péssima do mês de abril para apenas 28 km no mês de dezembro com 21,56% de melhora, isso dá indícios que houve uma intervenção rodoviária no mês de abril por isso o “salto” de melhora entre um mês e outro.

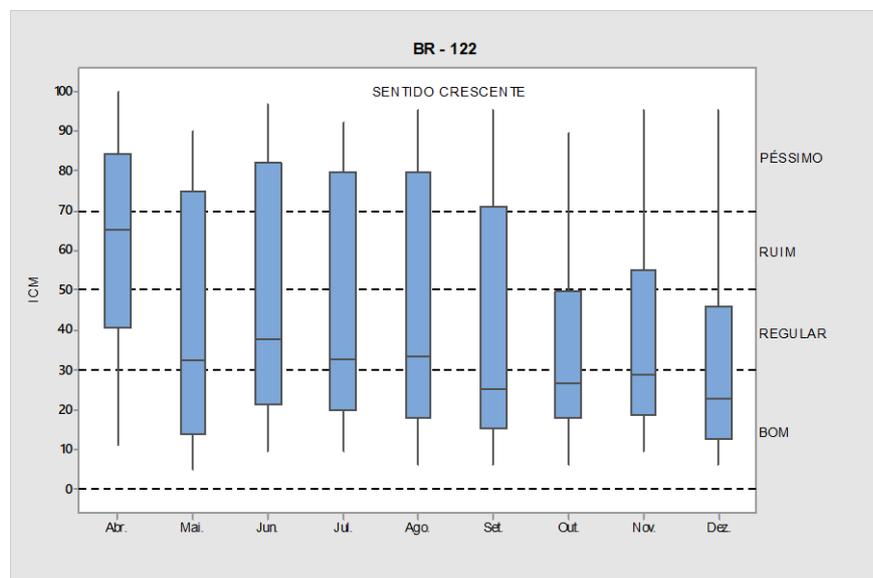
Figura 20 - Rodovia BR 122 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 21 será visto o *BloxPlot* analisando esta rodovia nos meses já citados, como pode ser visto, a BR – 122 possui uma variância de valores de ICM muito alto, isso se comprova quando se analisa quilômetro por quilômetro e percebe-se valores variando de 9 á 95,5 de ICM por este motivo os quartis do *BoxPlot* estão compridos, e além disso, há uma maior presença de valores de ICM acima de 50 sendo considerado ruim e somente no mês de outubro que este índice é reduzido sendo classificado como regular.

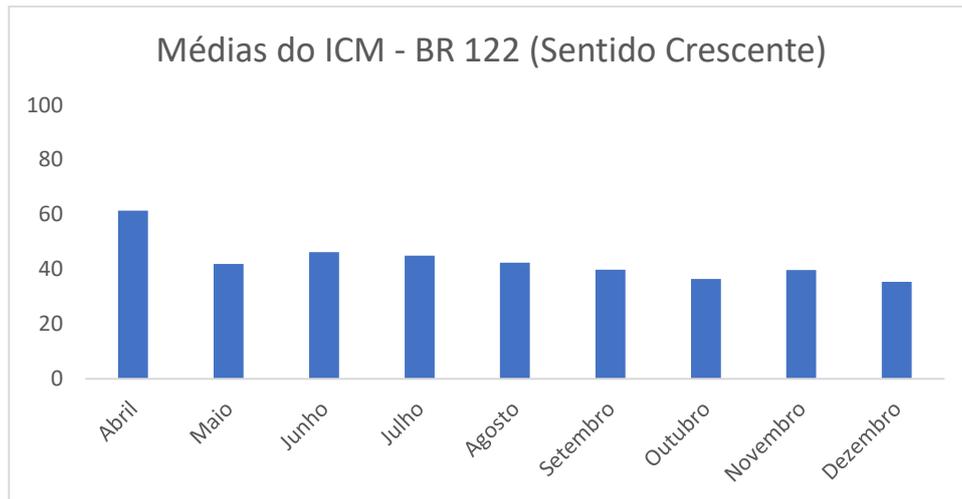
Figura 21 - Rodovia BR - 122



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Foi realizada uma análise gráfica das médias do ICM conforme Figura 22, em que se pode constatar que a média do valor do ICM ao decorrer dos meses permaneceu constante na faixa dos 40 exceto o mês de abril que chegou a ter uma média do ICM de 60.

Figura 22 - Médias do ICM - BR 122



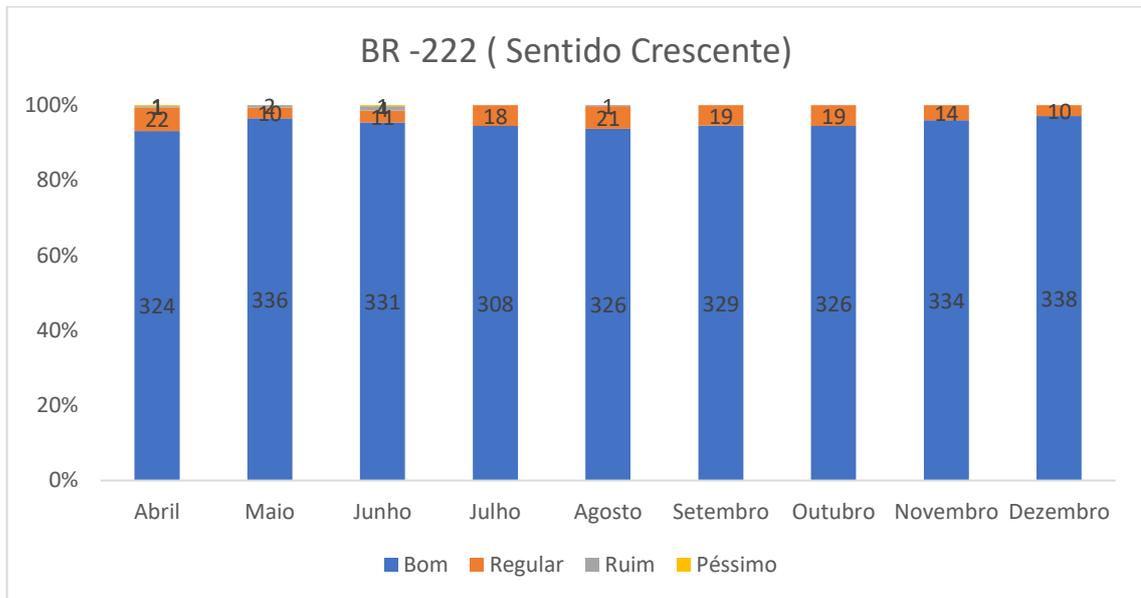
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para finalizar a análise foi realizado uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia BR – 122, e percebeu que com um investimento de R\$ 1.377.930,26 obteve-se uma melhora significativa passando no valor do ICM de uma média de 61,45 no mês de abril para no fim de dezembro com média de 35,42, representando dessa forma uma melhoria de ICM de 42,36% reforçando dessa forma a ideia de durante o mês de abril houve intervenção que ocasionou uma melhoria da extensão rodoviária.

4.4 Rodovia BR - 222

A BR 222 foi analisada das extensões que englobam do quilômetro 00 ao 348 no sentido crescente, foi elaborado um gráfico que aborda os 9 meses de análise da rodovia BR – 222. Como visto na Figura 23 ao qual nota-se que durante todos os meses o valor permaneceu constante, ficando o mês de abril o pior e o mês de dezembro o melhor com representatividade de 4% de melhora

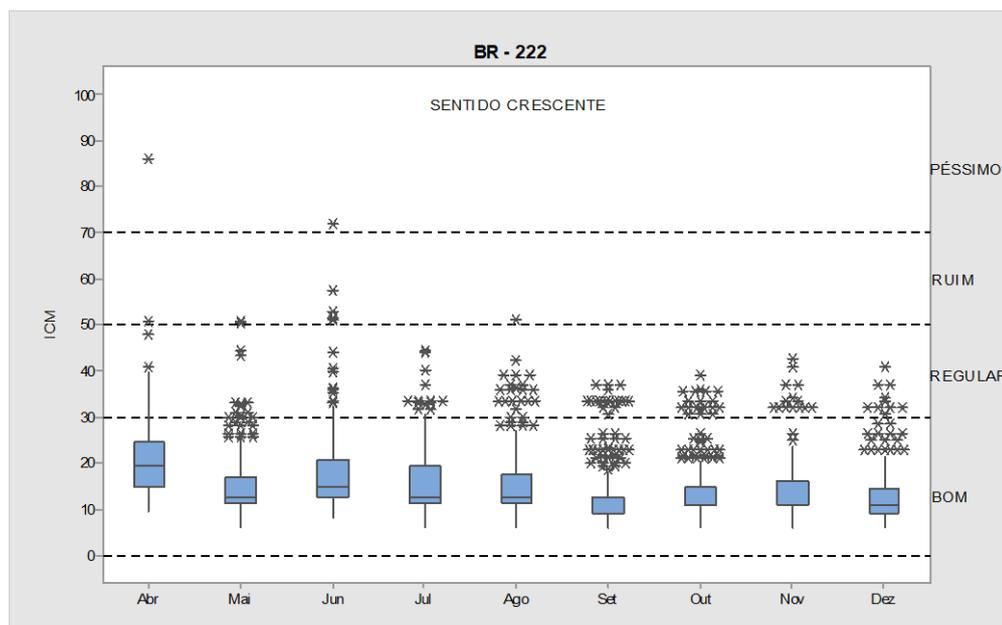
Figura 23 - Rodovia BR - 222 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 24 será visto o *BloxPlot* analisando estas rodovias nos meses já citados percebe-se que o gráfico mostra que a maior parte da extensão da rodovia se encontra em boa qualidade já que em todos os meses o valor do ICM encontra-se abaixo de 30 porém, existem muitos trechos que devem ser restaurados nas próximas manutenções já que há a presença de muitos *outliers*.

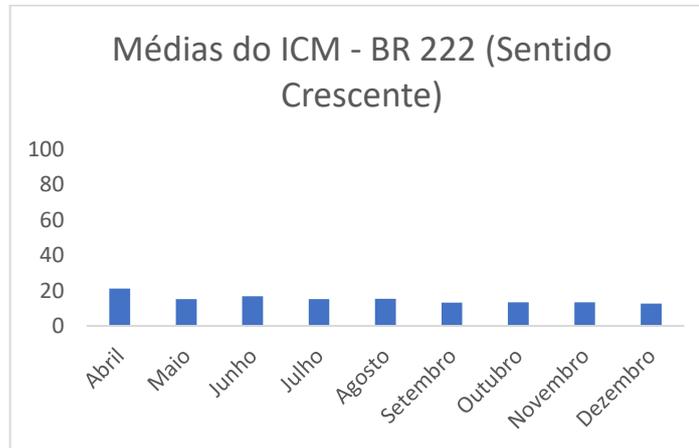
Figura 24 - Rodovia BR 222



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim, na Figura 25 uma análise das médias do ICM da BR 222 ao qual se tem como análise que as médias são constantes durante todo os 9 meses analisados com valores próximos de 20.

Figura 25 - Médias do ICM - BR 222



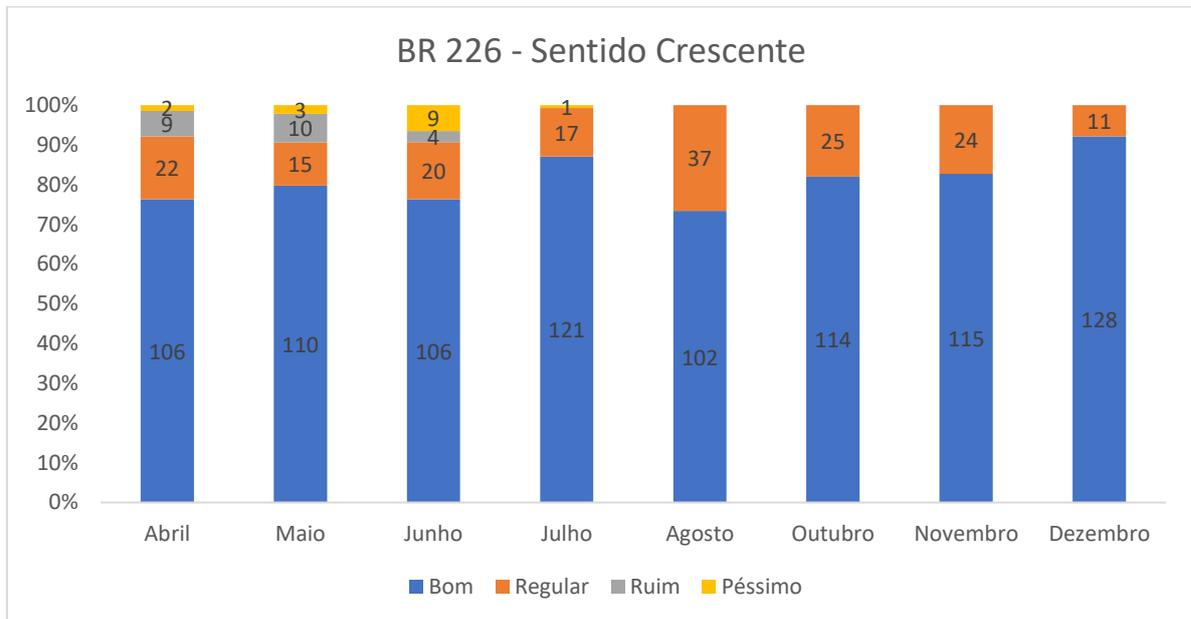
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para finalizar a análise foi realizado uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia BR – 222, e nota-se que com um investimento de R\$1.951.761,06 obteve-se uma melhora no ICM variando de 21,15 para 12,65 em seu valor obtendo em percentual uma melhora de 40,18%

4.5 Rodovia BR – 226

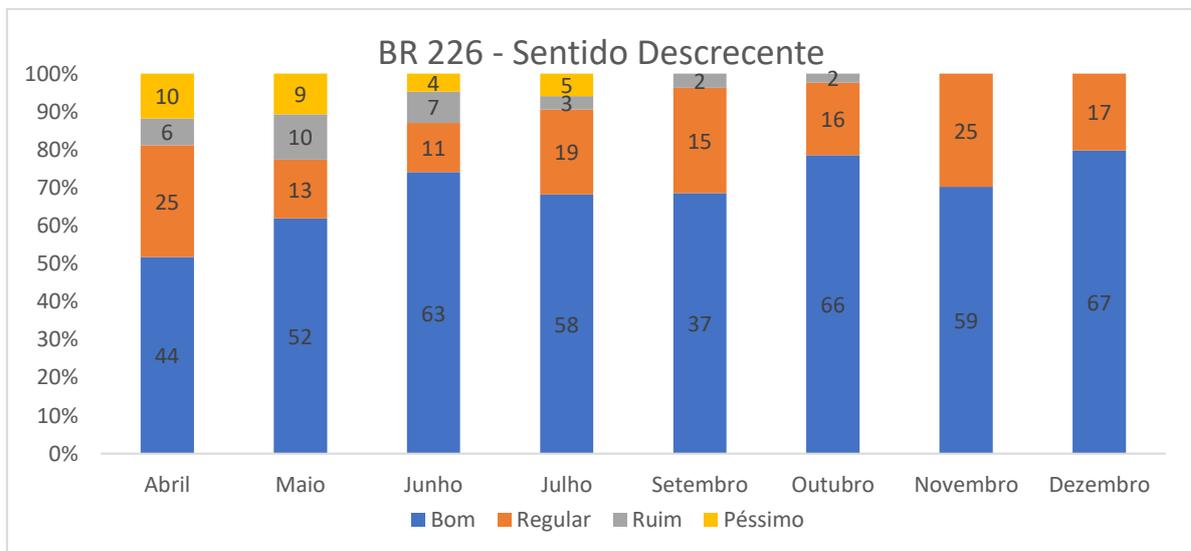
A BR 226 foi analisada das extensões que englobam do quilômetro 116 ao 254 no sentido crescente, e na faixa decrescente do quilômetro 340 ao 256, foram elaborados dois gráficos que abordam os 7 meses de análise da rodovia BR 226, como visto na Figuras 26 e 27 e nota-se que no sentido crescente houve uma pequena melhora na rodovia, não sendo possível afirmar se houve uma intervenção rodoviária de grande impacto visto que comparando o primeiro mês de análise com o último obtêm-se uma melhora de 15,94% de extensões com boa qualidade. Já no sentido decrescente houve uma maior variação passando de 44 km bons no mês de abril para 67 no mês de dezembro correspondendo à uma melhora de 27,38%, porém assim como no sentido crescente, não se pode afirmar se houve uma intervenção de grande interferência qualitativa.

Figura 26 - Rodovia BR 226 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

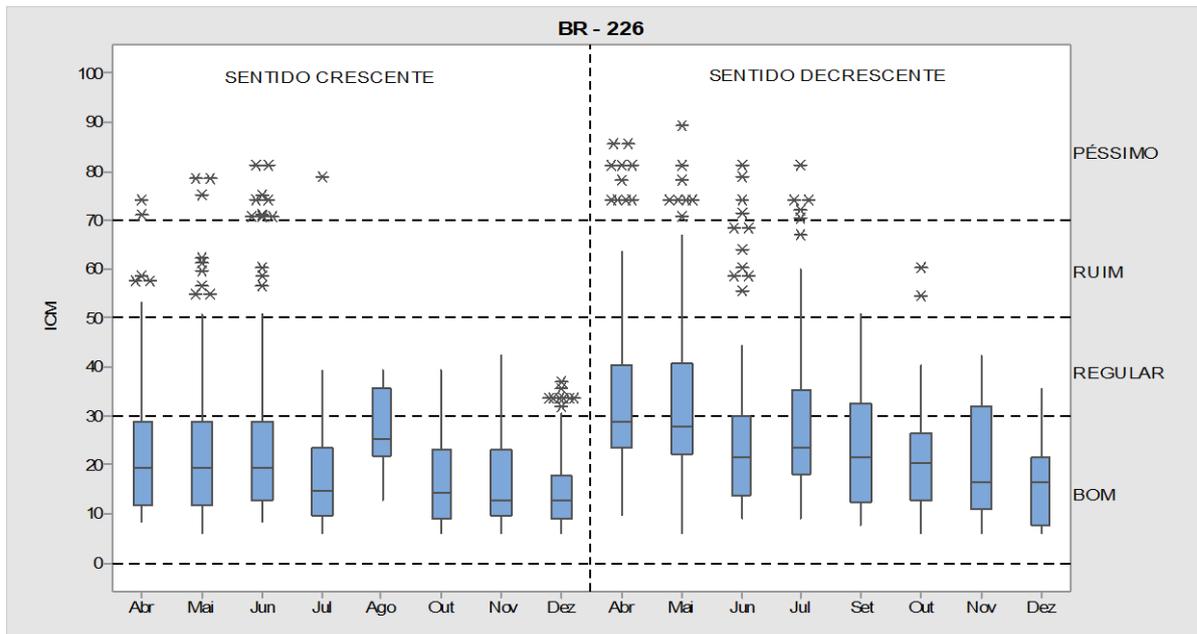
Figura 27 - Rodovia BR 226 - Sentido Decrescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 28 será visto o *BloxPlot* analisando estas rodovias nos meses já citados, e nele pode-se observar que exceto o mês de agosto, todos os outros meses no sentido crescente mantêm-se abaixo do valor de ICM de 30 classificando-o como uma boa rodovia, diferente do sentido decrescente que apenas os meses de junho, outubro e dezembro estão neste mesmo parâmetro, e, em ambos os sentidos nota-se que existem valores distintos das médias principalmente nos 3 primeiros meses, representado pelos *outliers*.

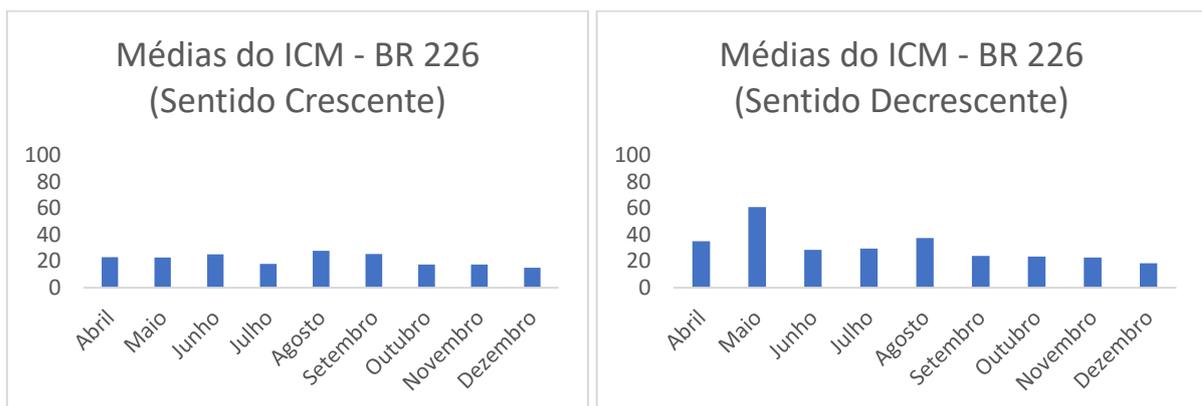
Figura 28 - Rodovia BR - 226



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim, na Figura 29 uma análise das médias do ICM da BR 226 ao qual mostra que durante toda a sua extensão as médias do ICM permanecerão baixas exceto no sentido decrescente no mês de maio que houve um pico atingindo um valor de ICM de 60, fazendo a comparação de maio com o melhor mês representado por dezembro, obtêm-se um diferença de 48,14%.

Figura 29 - Médias do ICM - BR 226



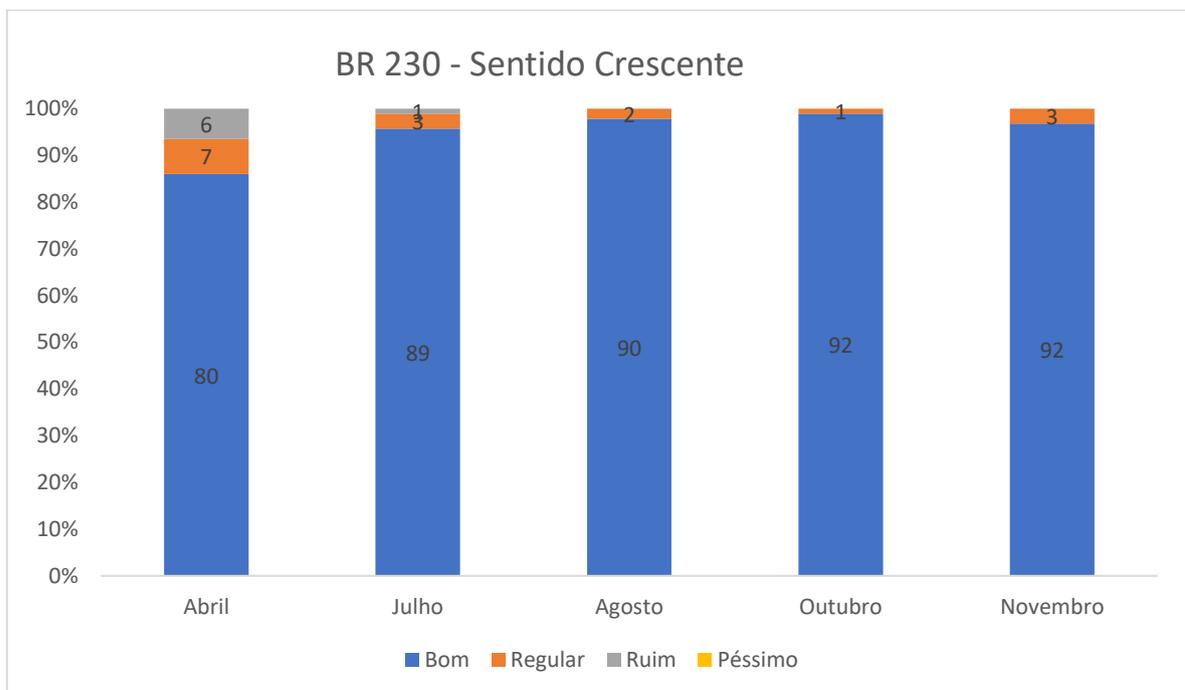
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para finalizar a análise foi realizado uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia BR – 226, e nota-se que com um investimento de R\$ 3.163.378,40 obteve-se uma melhora no ICM variando de 29,02 para 16,84 em seu valor obtendo em percentual uma melhora média de 44,51%.

4.6 Rodovia BR – 230

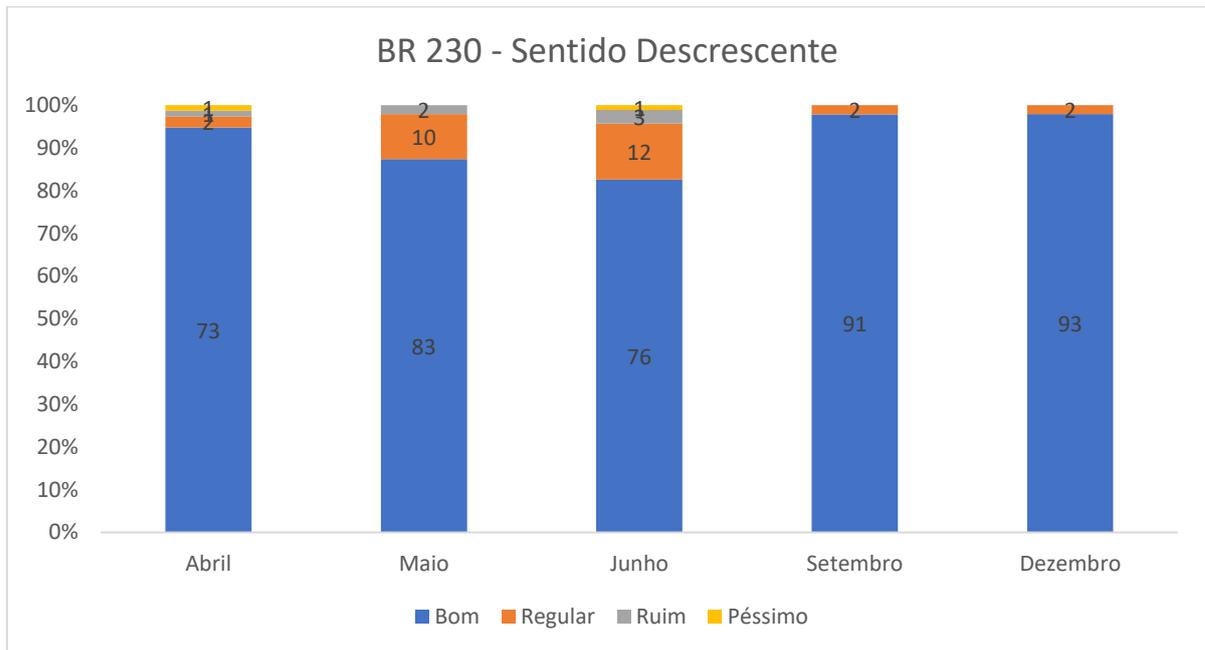
A BR 230 foi analisada das extensões que englobam do quilômetro 19 ao 115 no sentido crescente, e na faixa decrescente do quilômetro 117 ao 21, foram elaborados dois gráficos que abordam os 5 meses de análise da rodovia BR 230, como visto na Figuras 30 e 31, observa-se que em ambos os sentidos a qualidade rodoviária permaneceu constante, no sentido crescente abril sendo o pior mês com 80 quilômetros bons, 7 regulares e 6 ruins, enquanto que no mês de novembro que foi considerado o melhor mês teve 92 quilômetros bons e 3 regulares, representando uma diferença de 12,5% de melhora de quilômetros bons. Enquanto no sentido decrescente nota-se que em junho foi o pior mês de análise, representando um declínio de 12,5% comparado ao melhor mês de análise, no caso dezembro.

Figura 30 - Rodovia BR 230 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

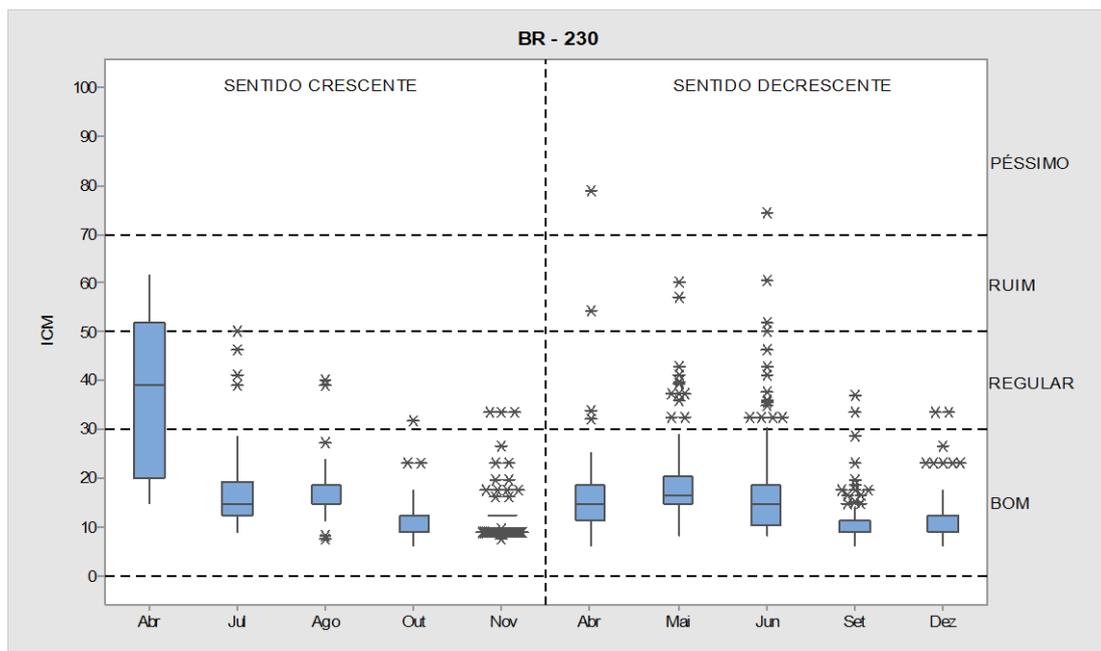
Figura 31 - Rodovia BR 230 - Sentido Decrescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 32 será visto o *BloxPlot* analisando estas rodovias nos meses já citados e nota-se que no sentido crescente houve uma menor quantidade de extensões com discrepância visto que o gráfico possui uma menor proporção de pontos de *outlier*, enquanto que no sentido decrescente essa proporção é bem maior.

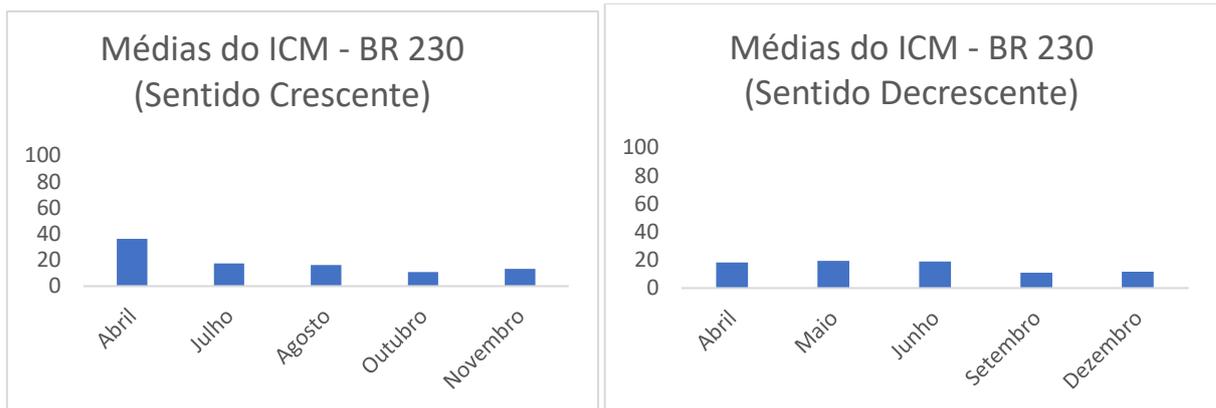
Figura 32 - Rodovia BR - 230



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim, na Figura 33 uma análise das médias do ICM da BR 230 mostra que no sentido crescente houve um pequeno declínio partindo do mês de abril tendo uma queda de 32,5%, enquanto no sentido decrescente permaneceu constante durante os três primeiros meses e decrescendo no mês de setembro e dezembro, sendo a diferença não significativa para o desempenho da rodovia.

Figura 33 - Médias do ICM - BR 230



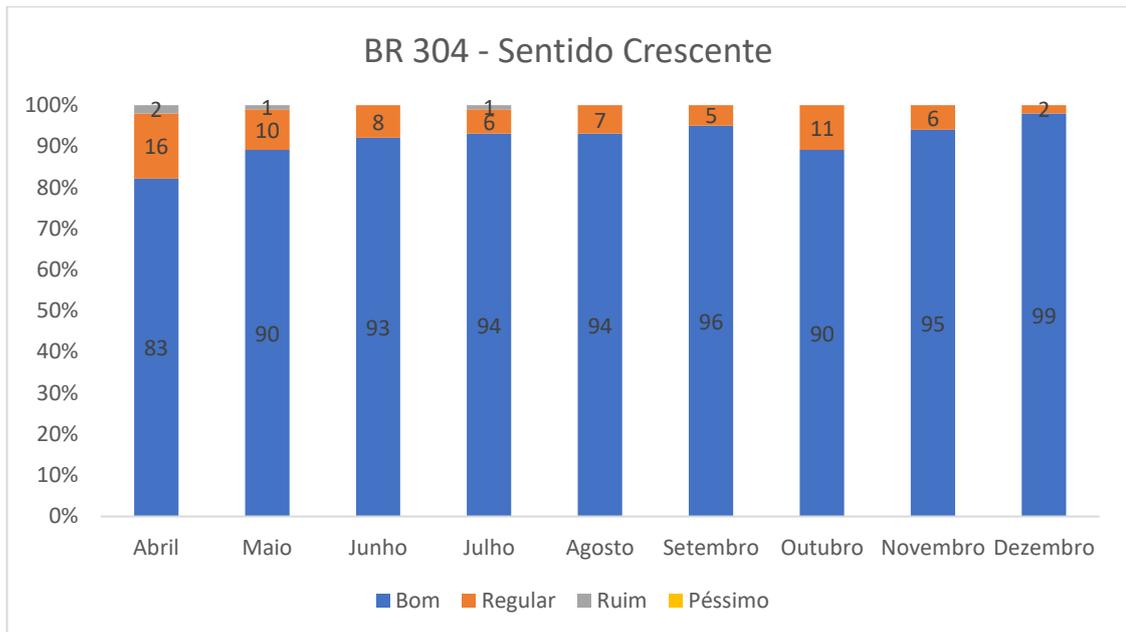
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para finalizar a análise foi realizado uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia BR – 230, e nota-se que com um investimento de R\$ 18.382.227,55 obteve-se em percentual uma melhora de 63,57% e 35,7% no sentido crescente e decrescente respectivamente, esse alto investimento tornou a rodovia que já se encontrava em boa condição (18,31) em uma melhor qualidade com 11,77.

4.7 Rodovia BR – 304

A BR - 304 foi analisada das extensões que englobam do quilômetro 00 ao 100 no sentido crescente, foi elaborado um gráfico ao qual aborda os 9 meses de análise da rodovia BR - 304, como visto na Figura 34 a rodovia permanece com boa qualidade durante todo o período analisado visto que em nenhum dos meses foi detectado extensões péssima e extensões ruim foi apenas um total de 4 quilômetros (2 quilômetros no mês de abril e 1 quilômetro no mês de maio e julho) durante toda a extensão só se obteve qualidade boa em sua maioria e em sua minoria regular. Nota-se que a rodovia ao decorrer dos meses encontra-se em boas condições de trafegabilidade, mas, mesmo assim, houve investimento nela pois houve uma melhora significativamente de 16% considerando abril e dezembro.

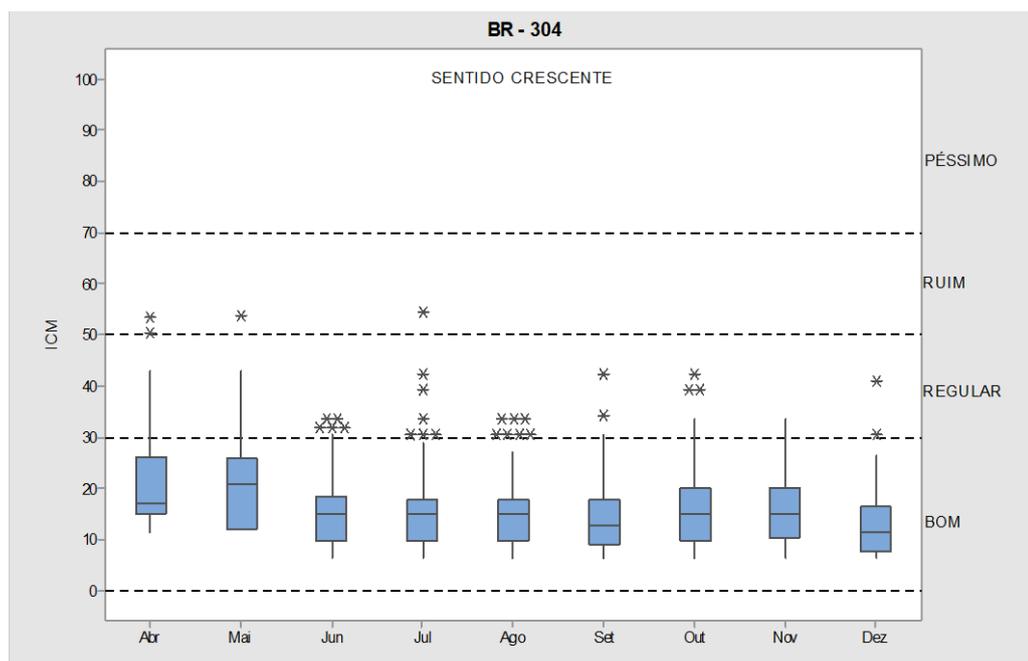
Figura 34 - Rodovia BR 304 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 35 será visto o *BloxPlot* analisando estas rodovias nos meses já citados e nelas em todos os meses analisado encontram-se em parâmetro de boa qualidade, obtendo seus picos em abril e maio ficando próximo ao 30 e nos demais meses ficando abaixo de 20, além disso não houve muitas variações e valores fora da média na rodovia.

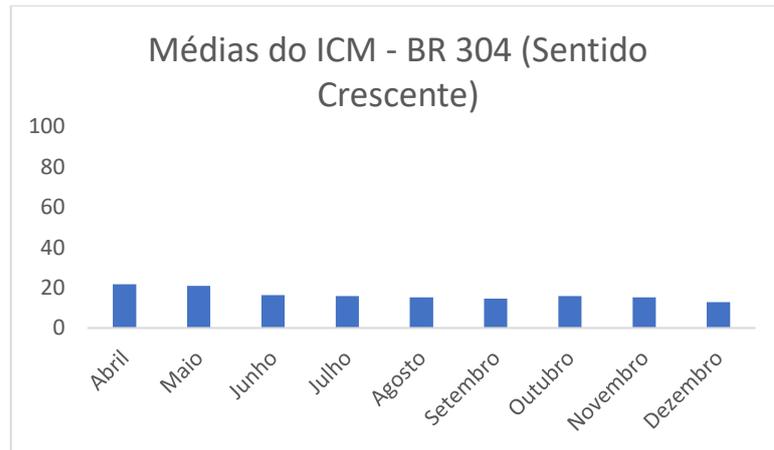
Figura 35 - Rodovia BR - 304



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim, na Figura 36 uma análise das médias do ICM da BR 304 nota-se que os meses de abril e maio obtiveram as maiores médias ficando perto de 20 e os demais meses com média entre 15 e 10 e permanecendo constante o que confirma os dados relatados nos outros dois gráficos ao qual revela que a rodovia encontra-se em boa qualidade durante toda a extensão.

Figura 36 - Médias do ICM - BR 304



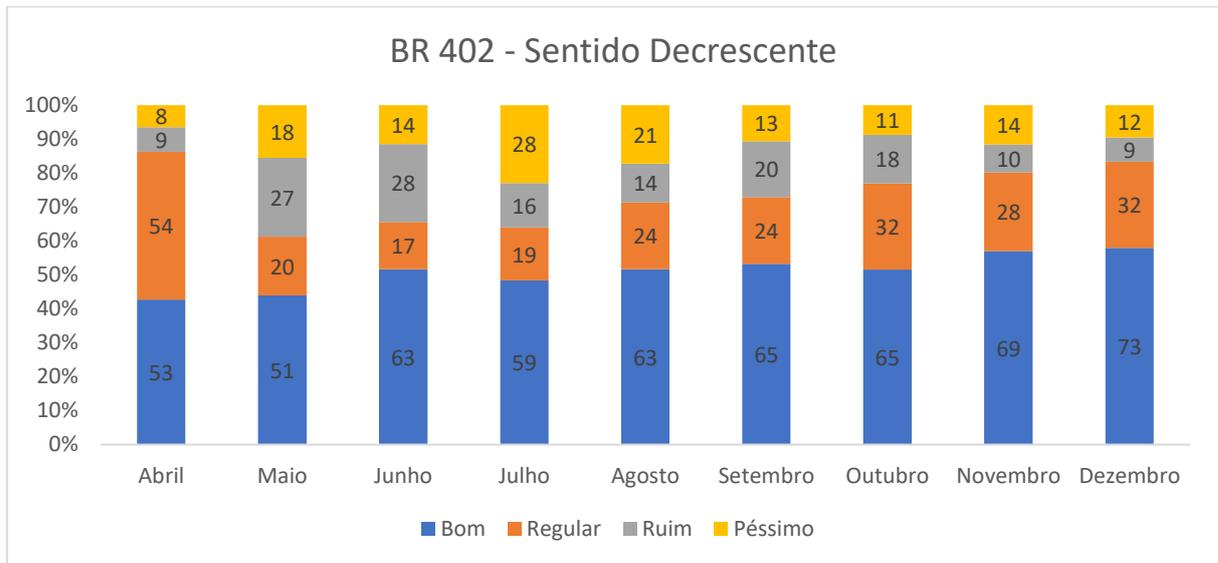
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para finalizar a análise foi realizado uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia BR – 304, e nota-se que com um investimento de R\$ 878.001,30 obteve-se em percentual uma melhora de 40,89% passando do valor de ICM no mês de abril de 21,77 para 12,87, comprovando que a rodovia não necessitava de altos investimentos pois já se encontrava em boas condições.

4.8 Rodovia BR 402

A BR 402 foi analisada das extensões que englobam do quilômetro 302 ao 176 no sentido decrescente, foi elaborado um gráfico ao qual aborda os 9 meses de análise da rodovia BR - 402, como visto na Figura 37 nota-se que a rodovia possui o mais baixo índice de extensões classificadas como boas, tendo apenas 53 km no mês de abril e, durante toda a sua extensão obteve-se melhoras passando de 53 km no mês de abril para 73 km no mês de dezembro tendo uma melhora de 15,87%, e 54 km de trechos regulares para 32 km no mesmo período com melhora também de 17,46%.

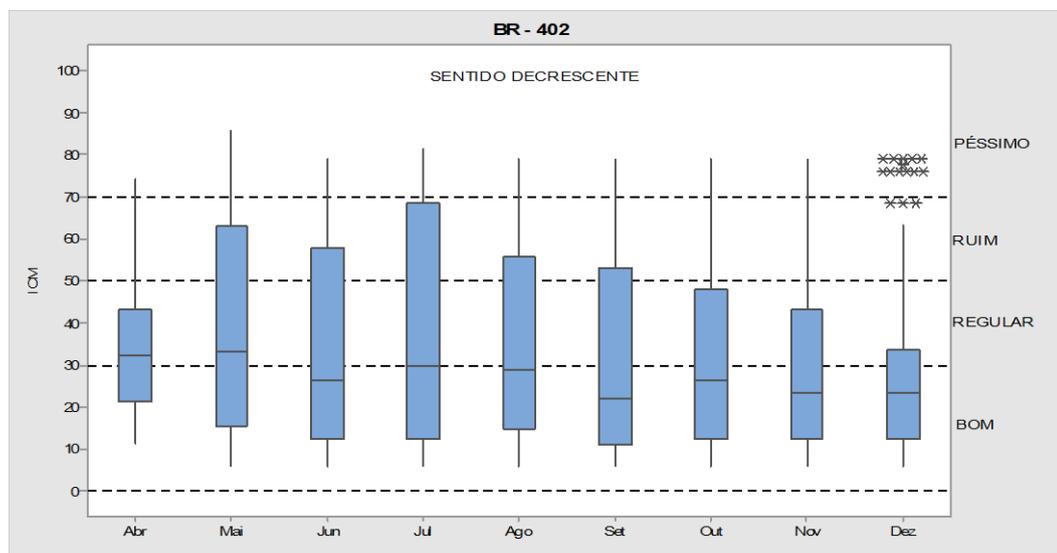
Figura 37 - Rodovia BR 402 - Sentido Decrescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 38 será visto o *BloxPlot* analisando estas rodovias nos meses já citados e percebe-se que existe uma alta taxa de variação durante todos os 9 meses, percebendo que no mês de julho a amplitude chega a um valor de 60, tendo a partir deste mês um declínio, melhorando e chegando a ser considerado bom apenas em dezembro. Nota-se também através da figura que as amplitudes dos quartis são tão altas que não há a presença de *outliers*, exceto no mês de dezembro em que o quartil já está em tamanho inferior aos demais, isso mostra que a rodovia está em péssimas condições de trafegabilidade.

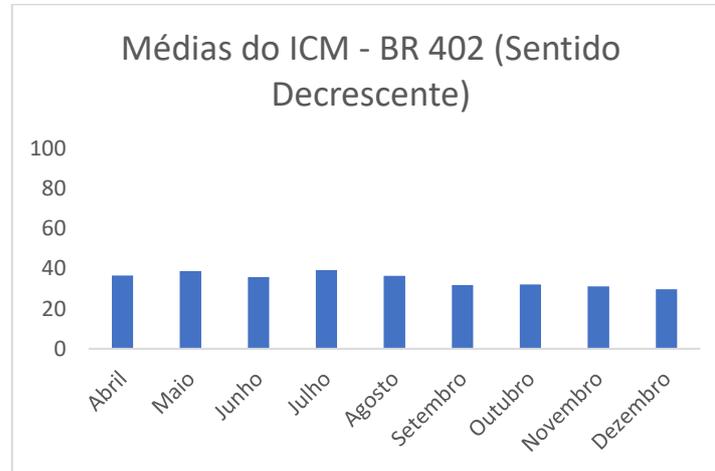
Figura 38 - Rodovia BR 402



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim, na Figura 39 uma análise das médias do ICM da BR – 402 mostra que não há uma grande variação, sempre ficando próximo do valor da média de 40.

Figura 39 - Médias do ICM - BR 402



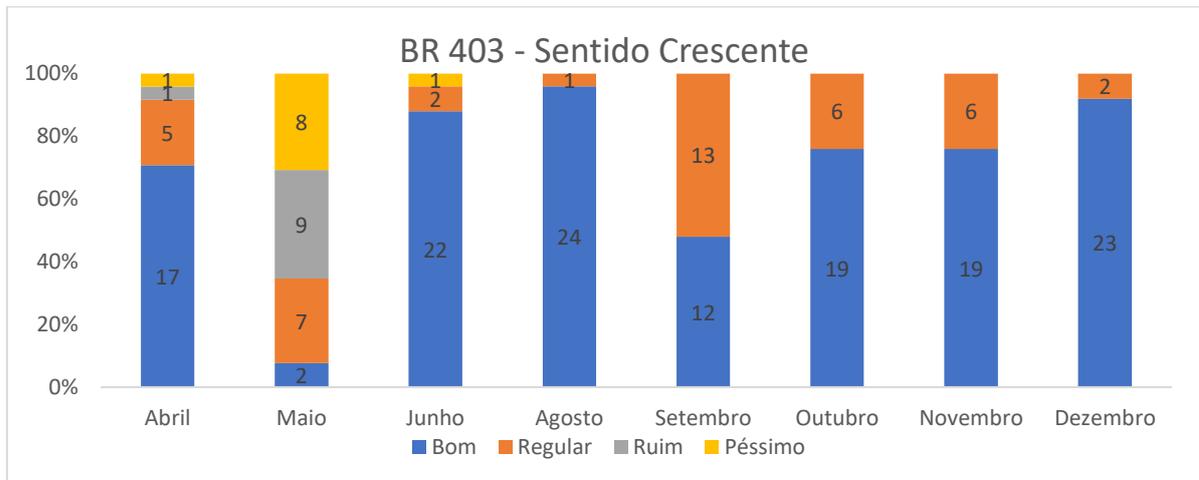
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para finalizar a análise foi realizado uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia BR – 402, e nota-se que com um investimento de R\$ 3.390.209,63 obteve-se em percentual uma melhora de 18,84% tendo uma significativa melhora na qualidade funcional da rodovia.

4.9 Rodovia BR 403

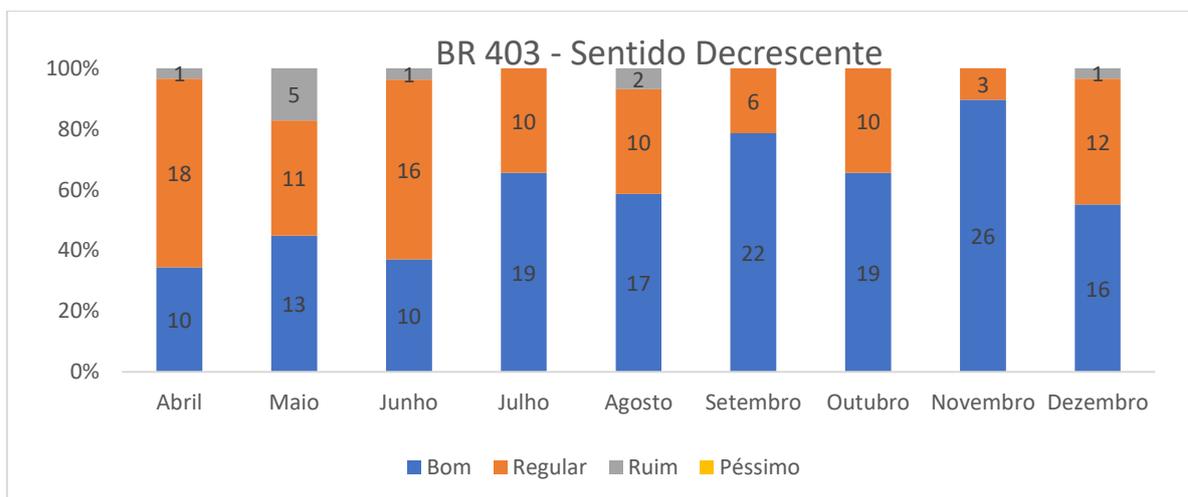
A BR 403 foi analisada das extensões que englobam do quilômetro 124 ao 149 no sentido crescente, e no sentido decrescente do quilômetro 29 ao 1, foram elaborados dois gráficos aos quais abordam os 9 meses de análise da rodovia BR 403, como visto na Figuras 40 e 41 observa-se que houveram bastantes inconsistências durante os meses analisados e que o mês de maio teve o pior índice no sentido crescente provavelmente devido à alguma intervenção rodoviária feita na época visto que os meses seguinte possuem excelentes índices tendo uma piora novamente no mês de setembro e posteriormente a ele uma melhora novamente, isto analisando o sentido crescente, enquanto no sentido decrescente houve uma flutuação constante de piora e melhora durante toda a análise.

Figura 40 - Rodovia BR 403 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

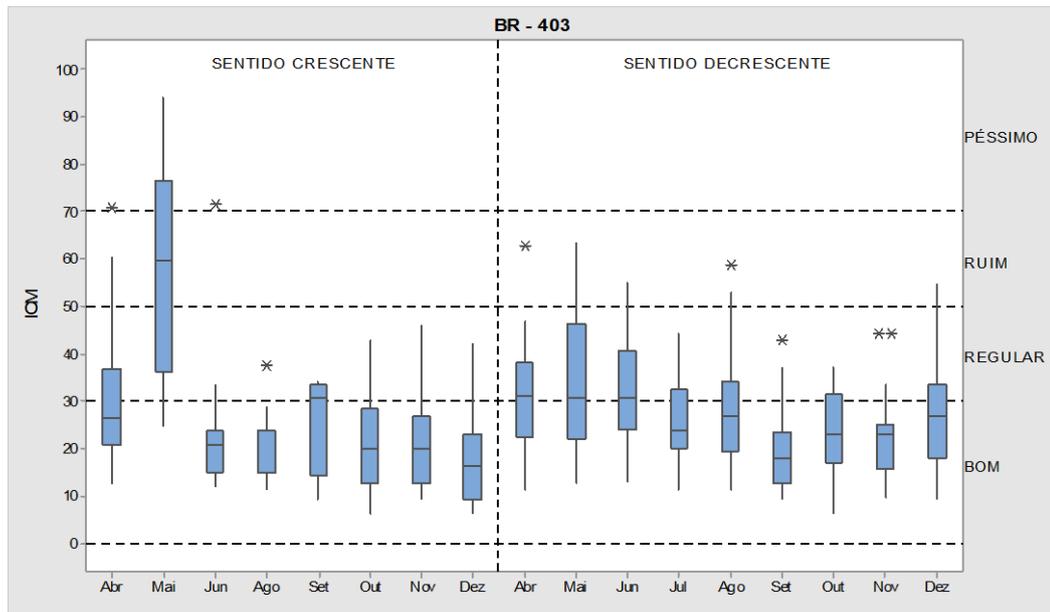
Figura 41 - Rodovia BR 403 - Sentido Decrescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 42 será visto o *BloxPlot* analisando estas rodovias nos meses já citados nota-se que durante todos os meses nos dois sentidos não houveram muitas discrepâncias de valores de ICM visto que o gráfico não mostra muitos *outliers*. E que houve uma grande variação no mês de maio no sentido crescente.

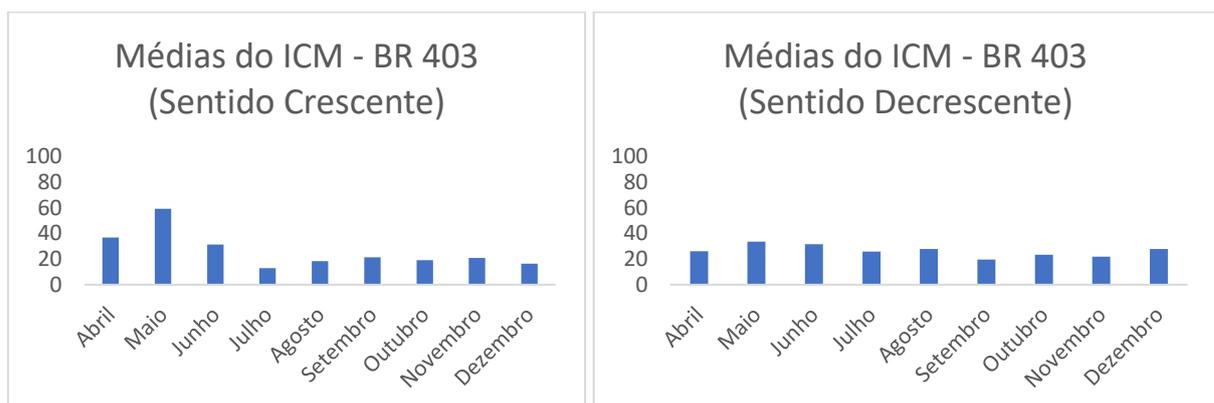
Figura 42 - Rodovia BR - 403



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim, na Figura 43 uma análise das médias do ICM da BR 403, se confirma a ideia de que o mês de maio no sentido crescente se obteve um pico de piora no valor do ICM atingindo uma média de 60 visto que nos demais meses todos os valores encontram-se abaixo de 40.

Figura 43 - Médias do ICM - BR 403



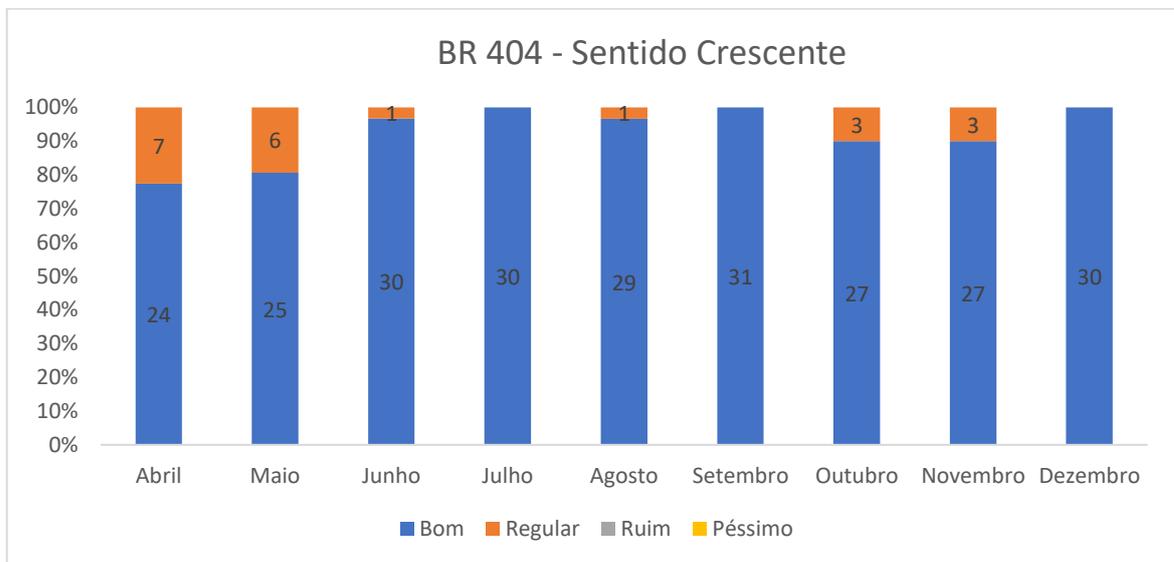
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para finalizar a análise foi realizado uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia BR – 403, e nota-se que com um investimento de R\$ 3.390.209,63 obteve-se em percentual uma melhora 55,27%, no sentido crescente e uma piora no sentido decrescente no valor de 6,38% sendo este sentido o único da análise a representar uma piora da qualidade da rodovia e, o investimento sendo nele aplicado sendo insuficiente para ocasionar a melhora da rodovia.

4.10 Rodovia BR 404

A BR - 404 foi analisada das extensões que englobam do quilômetro 55 ao 85 no sentido crescente, foi elaborado um gráfico ao qual aborda os 9 meses de análise da rodovia BR - 404, como visto na Figura 44. Analisando a rodovia percebe-se que ela não possui trechos ruins e péssimo, tendo sua maior parte com trechos bons e apenas 21 km de trechos regulares e 253 km de trechos bons, representando uma qualidade de extensão da rodovia de 77,78% de boas condições de trafegabilidade.

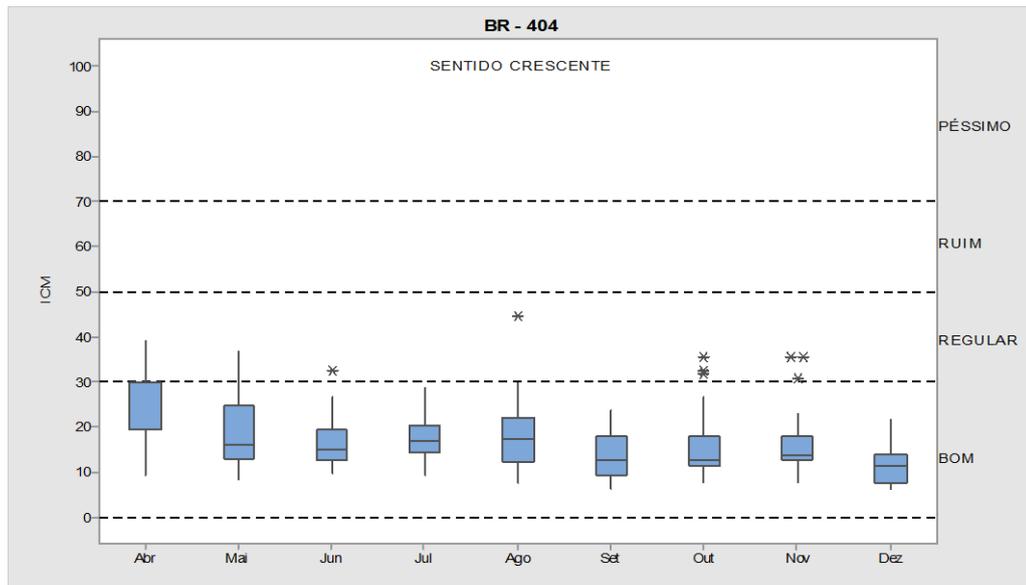
Figura 44 - Rodovia BR 404 - Sentido Crescente



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na Figura 45 será visto o *BloxPlot* analisando esta rodovia nos meses já citados percebe-se que o gráfico mostra que a maior parte da extensão da rodovia se encontra em boa qualidade já que em todos os meses o valor do ICM encontra-se abaixo de 30 com poucos *outliers*.

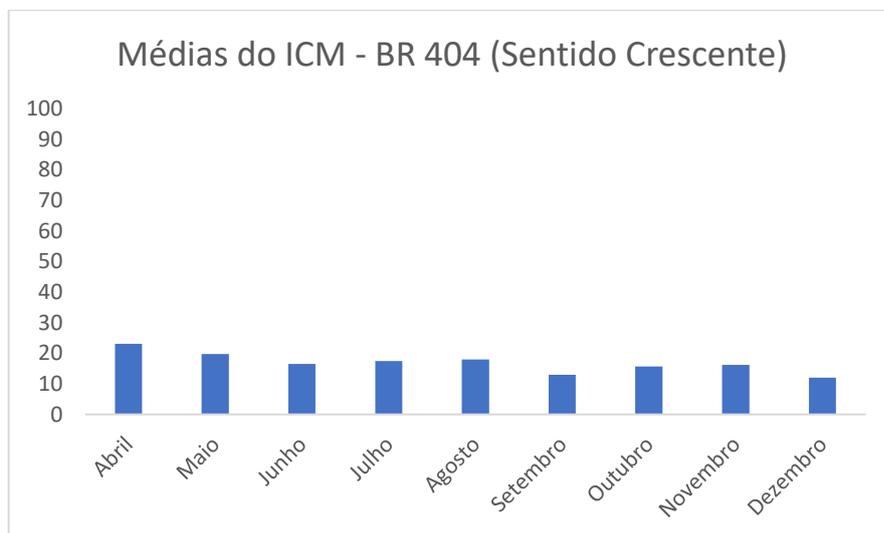
Figura 45 - Rodovia BR - 404



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim, na Figura 46 uma análise das médias do ICM da BR – 404 nota-se que não houveram grandes variações nas médias ao decorrer dos meses, e todas permaneceram próxima de 20.

Figura 46 - Médias do ICM - BR 404



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por fim, foi realizado uma análise em relação ao investimento em manutenção realizado na rodovia BR – 404, e nota-se que com um investimento de R\$ 1.854.724,16 obteve-se em percentual uma melhora 48,23%.

4.11 Análise do Investimento

A análise do investimento nas rodovias tem por objetivo averiguar o quanto houve de variação do valor das médias do ICM comparando o primeiro mês analisado com o último mês. O valor total investido foi de R\$ 45.548.587,08 apenas em trechos no Estado do Ceará, porém esse investimento foi aplicado nas rodovias de forma gradativa, fazendo com que haja uma variação mensal de melhora ou piora ao qual será verificado em cada rodovia durante os meses estudados.

Vale ser ressaltado, que o método do ICM é realizado de forma subjetiva pelos avaliadores, e, um dos motivos ao qual pode ter existido uma diferença de valores de um mês para o outro pode ser devido a troca de avaliadores da rodovia. Por fim, será visto uma Quadro 16 ao qual contempla de forma resumida todos os resultados que foram apresentados anteriormente, analisando a rodovia, seu investimento e a redução do ICM que nela ocorreu.

Nota-se pelo Quadro 16 que, exceto a rodovia 403 no sentido decrescente todas as rodovias em ambos sentidos obtiveram melhora no valor do ICM (decréscimo do valor pelo fato do ICM ser inversamente proporcional, ou seja, quanto menor o valor melhor a rodovia).

Quadro 16 - Investimento por Variação do ICM

Rodovia	Investimento (R\$)	Decréscimo do Valor do ICM (%)	
		Sentido Crescente	Sentido Decrescente
20	5.198.225,90	31,06	17,6
116	5.961.889,19	36,27	37,37
122	1.377.930,26	42,36	-
222	1.951.761,06	40,18	-
226	3.163.378,40	41,98	47,04
230	18.382.227,55	63,57	35,7
304	878.001,30	40,89	-
402	3.390.209,63	-	18,84
403	3.390.209,63	55,27	6,38 ¹
404	1.854.724,16	48,23	-

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

¹ No condizente ao Quadro 16, vale ser ressaltado que na rodovia BR – 403 no sentido decrescente houve uma piora de 6,38%, representando dessa forma um acréscimo de variação comparando as médias do ICM do primeiro mês analisado com o último.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho tem como objetivo analisar as 10 rodovias federais brasileiras que cruzam o Estado do Ceará em relação a sua qualidade rodoviária de acordo com o método do ICM classificando estas em 4 categorias, são elas rodovias que variam de bom, regular, ruim e péssimo de acordo com o valor que elas irão receber em uma média ponderada sobre sua condição do pavimento e a condição da conservação da rodovia.

A escolha desse tema motivou-se pelo fato de existir pouco estudo científico a respeito desse novo índice, seja por se tratar um método novo que foi iniciado suas aferições no final do ano de 2017 ou por ainda ser difícil de se obter dados referentes as rodovias. Além disso, não se possui um estudo até o presente momento que utiliza o ICM como ferramenta para analisar as rodovias ao decorrer dos meses atrelando a ela o impacto que o setor financeiro realiza sobre mudanças na qualidade rodoviária.

Durante os 9 meses de análise foram investidos R\$ 45.548.587,08 para as rodovias nos trechos do Ceará, sendo estas proporcionalidades distintas visto que cada uma necessita de interferências rodoviária particulares, como a BR – 230 ao qual recebeu 40,35% do total do investimento isso se deve por se tratar de umas das maiores rodovias mais longas e importantes do Brasil, conhecida como Transamazônica.

A partir da análise das rodovias citadas, conclui-se que 71% das rodovias estão em boas condições segundo o parâmetro do ICM, 19% estão em estado regular e 5% encontram-se em estado ruim e péssimo cada uma. Pode-se avaliar que os investimentos foram suficientes para deixa-las em condições satisfatórias para os usuários já que maior parte da rodovia se encontra em estado bom e regular segundo o parâmetro estudado.

Por fim, foi feito uma análise em como o investimento nestas rodovias trouxeram como reflexo no impacto na qualidade das rodovias e o que se pôde concluir foi que em todas as rodovias, exceto na rodovia BR – 403 sentido decrescente, o investimento foi o suficiente para tornar a rodovia com melhor qualidade, a rodovia com menor taxa de variação comparando o primeiro mês de

análise com o último obteve melhora de 17,6% na rodovia BR - 020 e a que obteve maior variação do valor do ICM foi a rodovia BR – 230 com valor de 63,57%, e em média a taxa de investimento relacionado com a melhoria da rodovia ficou em 37,52%.

Realizando a análise da rodovia BR – 403 no sentido decrescente esta foi a única das rodovias analisadas que houve uma piora na qualidade da rodovia , com um acréscimo em porcentagem de 6,38% no valor do ICM, isso pode ser ocasionado por diversos fatos dentre ele pode-se citar que o investimento para reparos foi insatisfatório para o grau de defeitos que a rodovia apresentava, ou que, em virtude do atraso temporal para realizar a intervenção rodoviária o defeito apresentou-se com maiores proporções de gravidade para correções.

Analisando a variação do decréscimo do ICM relacionado com o investimento feito em cada rodovia individualmente durante todo o período analisado nota-se que, altos investimentos não garantem que a rodovia terá uma melhora proporcional ao quanto foi investido, isso se comprova quando se compara a rodovia BR – 402 que com um investimento de R\$3.390.209,63 obteve melhora de 18,84% enquanto que na rodovia BR – 122 com investimento de R\$1.377.930,26 obteve melhora de 42,36%.

Depois de tais análises, nota-se que o método do ICM em questões de parâmetros positivos têm-se que é um método de baixo custo visto que não se necessita de equipamentos que fazem a avaliação já que se trata de um método subjetivo analisado por um avaliador e como equipamento indispensável precisa somente de um veículo de transporte comum para percorrer durante toda a extensão da rodovia, e, como parâmetro negativo pode-se citar o fato de se por tratar de um método subjetivo os valores quantitativos irão variar de acordo com a opinião do avaliador.

Deixa-se como sugestões para pesquisas futuras diversos temas, dentre elas pode ser usufruído o uso do método do ICM para comparar com outros índices rodoviários ao decorrer dos meses e analisar se houve uma diferença qualitativa. Além disso, pode-se realizar uma análise comparativa entre o valor do ICM e a interferência rodoviária feita no trecho de forma a averiguar se tal ação foi benéfica ou indiferente para alterar o valor do ICM.

REFERÊNCIAS

- AZAMBUJA, Andrey Reichelt. **Pavimento asfálticos**: análise de patologias na repavimentação de trechos devido a obras de rede de esgoto sanitário. 2009. 87 f. Tese - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24085/000741732.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2019.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B.. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ. 2010.
- BRASIL. ANTT. **Elaboração dos Estudos para a Concessão do Lote Rodoviário BR-364/365/GO/MG, no Trecho da BR-364 da Divisa MG/GO até o Entroncamento com a BR-060(A); e da BR-365 do Entroncamento LMG-749 (Contorno Oeste de Uberlândia) até o Entroncamento BR-364(B) (Divisa MG/GO)**. 2015. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/tomo_vi082015.pdf>. Acesso em: 06 set. 2019.
- CBIC. **Investimento em infraestrutura e recuperação da economia**. 2015. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Investimento_Em_Infraestrutura_e_Recuperacao_da_Economia_2015.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.
- CNT. **Pesquisa CNT de rodovias de 2018**: relatório gerencial. Brasília: Cnt / Sest Senat, 2018. 405 p. Disponível em: <https://cms_pesquisarodovias.cnt.org.br//Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20de%20Rodovias%202018%20-%20web%20-%20baixa.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2019.
- CONSÓRCIO DYNATEST ENGEMAP. **Relatório Técnico**: Catálogo de soluções de manutenção para pavimentos flexíveis. 3. ed. 2015. 45 p.
- DAIBERT, João Dalton *et al.* **Rodovias**: planejamento, execução e manutenção. São Paulo: érica, 2015. 128 p. (Eixos).
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2003). DNIT 006/2003 – PRO Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Rio de Janeiro 2003.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2003). DNIT 008/2003 – PRO Levantamento Visual Contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Rio de Janeiro 2003.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2003). DNIT 009/2003 – PRO Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Rio de Janeiro 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviaras/terminologias-rodoviaras-versao-11.1.pdf>>. Acesso em: 21 out. 19

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CManual_de_Restauracao.pdf>. Acesso em: 12 out. 19

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. Manual de Conservação Rodoviária. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/710_manual_de_conservacao_rodoviaria.pdf>. Acesso em: 12 out. 19

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INTRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **16/2019/DNIT**: Instrução de Serviço N° 08/DG/DNIT, de 22 de março de 2019, 2019. 19 p

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INTRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **16/2019/DNIT**: Instrução de Serviço N° 16/2019/DNIT, de 31 de julho de 2019, 2019. 8 p

ENCONTRO TÉCNICO DO DEPARTAMENTO DE ESTRADA E RODAGEM, 16., 2012, Curitiba. **16º encontro técnico do departamento de estrada e rodagem do Paraná**. Curitiba: Ctvias, 2012. 39 p. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/16encontro_tecnico/Scanvias_3D/Apresentacao.pdf>Acesso em: 04. Set. 2019.

FATTORI, Bernardo José. **Manual para manutenção de estradas com revestimento primário**. 2007. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78281/000897119.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 31 ago. 2019.

FRANCO, Maurício Luiz de Oliveira. **Estudo do efeito de intervenções sobre o comportamento de pavimentos de um grupo de rodovias do estado do Paraná**. 2004. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/87257/210021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 set. 2019.

GOMES, Ícaro Pereira; SERAFIM, Luccas Alves. **Estudo do desempenho funcional da rodovia MG/329 e propostas de soluções para as patologias identificadas**. 2018. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Doctum de Caratinga, Caratinga, 2018. Disponível em: <<http://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/177/1/TCC%20ICARO%20E%20LUCCAS.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2019.

MAIA, Iva Marlene Cardoso. **Caracterização de patologias em pavimentos rodoviários**. 2012. 97 f. Dissertação - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2012. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68091/1/000154859.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2019.

PESSOA JÚNIOR, Elci. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana: execução e fiscalização**. São Paulo: Pini, 2014. 378 p. (1).

SEAIN. **INVESTIMENTOS PRIVADOS NO SETOR DE INFRAESTRUTURA DO BRASIL: oportunidades no âmbito de acordos internacionais**. Brasil, 2018. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/publicacoes/assuntos-internacionais/investimentos-privados-em-infraestrutura-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2019.

SCHIAVON, Gustavo da Silva. Avaliação Objetiva e Subjetiva em superfície de pavimento flexível em trecho urbano: Análise da distância entre estações de avaliação em subtrechos homogêneos. **Revista Científica Eletrônica Estácio**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 10, p.1-23, dez. 2017. Disponível em: <<http://estaciorebeirao.com.br/revistacientifica/arquivos/revista10/1.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2019.

RIZÉRIO, Ébano Henrique da Silva et al. **Avaliação subjetiva da superfície do pavimento flexível do trecho da BA/265 que liga o município de Vitória da conquista a Barra da Choça, estado da Bahia**. Pirassununga. 2016. Disponível em: <<https://engenhariacivilftc.files.wordpress.com/2016/08/avaliac3a7c3a3o-subjetiva-da-superfc3adcie-do-pavimento-flexc3advel-do-trecho-da-ba265-que-liga-o-municc3adpio-de-vitc3b3ria-da-conquista-a-barra-da-choc3a7a-estado-da-bahia1.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2019.

PARANÁ. JORGE AKISHINO. **Conservação rodoviária**. Paraná: Governo do Paraná, 2008. 34 p. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/RHTemp/ConservacaodeRodovias_JorgeAki shino.pdf>. Acesso em: 06 set. 2019.

ANEXO B – FICHA DE AVALIAÇÃO DE SERVENTIA

VSA – Valor de Serventia Atual	5	ÓTIMO	Conceito
	4	BOM	
	3	REGULAR	
	2	RUIM	
	1	PÉSSIMO	
	0		

Rodovia: _____

Observações: _____

Nº do Avaliador: _____

Data: ____/____/____

Fonte: DNIT (2003)

ANEXO D – CATÁLOGO DE SOLUÇÕES PARA O CREMA

IRI > 4 m/km		2,5 m/km < IRI <= 4 m/km		IRI <= 2,5 m/km		Condição Funcional	Tráfego
TR > 10	TR <= 10	TR > 10	TR <= 10	TR > 10	TR <= 10		
F53+T50+H4	REP+H4	F50+REP+T50	REP+T50	F50+H4	M	$Dc/Dadm \leq 1,1$	VMDC <= 800
F53+T50+H5	REP+H4	F50+REP+H4	H4	F50+H4	H4	$Dc/Dadm > 1,1$	
F53+T50+H5	REP+H5	F50+T50+H4	H4	F50+H4	M	$Dc/Dadm \leq 1,1$	800 < VMDC <= 1600
F53+T50+H6	REP+H5	F50+T50+H5	H4	F50+H4	H4	$1,1 < Dc/Dadm \leq 1,5$	
REC3	REP+H6	F50+T50+H7	H7	F50+H7	H7	$Dc/Dadm > 1,5$	
F53+T50+H4+H5	REP+H5	F50+T50+H4	H4	F50+H4	M	$Dc/Dadm \leq 1,1$	
F53+T50+H4+H6	REP+H6	F50+T50+H5	H4	F50+H4	H4	$1,1 < Dc/Dadm \leq 1,5$	
REC4	REP+H10	F50+T50+H8	H8	F50+H8	H8	$1,5 > Dc/Dadm \geq 2$	1600 < VMDC <= 2400
REC4	REC4	REC4	H12	F50+H10	H10	$Dc/Dadm > 2$	
F53+T50+H4+H5	REP+H5	F50+T50+H5	H4	F50+H4	M	$Dc/Dadm \leq 1,1$	
F53+T50+H4+H6	REP+H6	F50+T50+H5	H4	F50+H4	H4	$1,1 < Dc/Dadm \leq 1,5$	
REC4	REC4	F50+T50+H6	H6	F50+H6	H6	$1,5 > Dc/Dadm \geq 2$	2400 < VMDC <= 3200
REC4	REC4	REC4	H10	F50+H10	H10	$Dc/Dadm \leq 2$	
F53+T50+H4+H6	REP+H6	F50+T50+H4	H4	F50+H4	M	$Dc/Dadm \leq 1,1$	
REC5	REP+H6	F50+T50+H4	H4	F50+H4	H4	$1,1 < Dc/Dadm \leq 1,5$	
REC5	REC5	F50+T50+H4	H4	F50+H4	H4	$1,5 > Dc/Dadm \geq 2$	VMDC > 3200
REC5	REC5	F50+T50+H4	H4	F50+H4	H4	$Dc/Dadm > 2$	
F53+T50+H4+H6	REP+H6	F50+T50+H4	H4	F50+H4	M	$Dc/Dadm \leq 1,1$	
REC6	REP+H6	F50+T50+H4	H4	F50+H4	H4	$1,1 < Dc/Dadm \leq 1,5$	
REC6	REC6	F50+T50+H4	H4	F50+H4	H4	$1,5 > Dc/Dadm \geq 2$	VMDC > 3200
REC6	REC6	F50+T50+H4	H4	F50+H4	H4	$Dc/Dadm > 2$	

Fonte: Consórcio Dynatest Engemap

Legenda para o Anexo D

Mi: Microrrevestimento asfáltico a frio

H"X": Reforço estrutural em concreto asfáltico com "X" cm de espessura

Hpol"X": Reforço estrutural em concreto asfáltico modificado por polímero com "X" cm de espessura
REP: Reperfilagem com aplicação de concreto asfáltico com 2cm de espessura

FS: Fresagem contínua e 5cm de espessura com reposição em 5cm em concreto asfáltico

FSp: Fresagem parcial - descontínua, de 5cm de espessura nas áreas trincadas com reposição de 5cm em concreto asfáltico

TSD: Tratamento superficial duplo

TSDpol: Tratamento superficial duplo com emulsão modificada por polímero

REC"X": Reconstrução, em que "X" varia de 1 a 5, ou seja, em cinco cenários distintos das soluções de reconstrução - em conformidade com o catálogo sugerido para pavimentos novos