



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANDERSON MENDES DA SILVA

**LEVANTAMENTO HISTÓRICO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DE MANUTENÇÃO
DAS RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DE PERNAMBUCO EM COMPARAÇÃO
COM OS DADOS DA REGIÃO NORDESTE E DO BRASIL**

Orientador: Prof. Me. Renato Mahon Macêdo

Caruaru

2022

ANDERSON MENDES DA SILVA

LEVANTAMENTO HISTÓRICO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DE MANUTENÇÃO DAS
RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DE PERNAMBUCO EM COMPARAÇÃO COM
OS DADOS DA REGIÃO NORDESTE E DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Campus Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo
científico, como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Me. Renato Mahon Macedo

Caruaru
2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus que me proporciona as aptidões para que eu consiga alcançar meus objetivos. Segundo aos meus pais, Diomar e Fernando que tanto sacrificaram para que eu conseguisse chegar até aqui. Demorou, mas vocês terão seu filho formado. Aos meus pais de coração, Shaunna Bradford-Wilson e Michael Bradford que desde o início me apoiaram nesta jornada das mais diversas maneiras. À minha avó, Dora, obrigado por tudo que a senhora tem feito por mim. Aos meus irmãos biológicos, Fernando, Diêgo, David e Thiago e meus irmãos de coração Duncan e Emma, meu muito obrigado a vocês por todo apoio na caminhada. Aos meus amigos da UFPE, que tornaram essa caminhada mais leve e divertida, mesmo em momentos em que todos estávamos para baixo. À Prof^a. Marília Marinho, que sempre vê algo em nós, alunos, que muitas vezes nem sabemos que temos. Obrigado por acreditar tanto em mim. Por fim, ao meu orientador, Prof. Renato Mahon, obrigado por toda orientação para que esse trabalho fosse concluído. Meu muito obrigado a todos e todas.

Levantamento histórico do índice de condição de manutenção das rodovias federais do estado de Pernambuco em comparação com os dados da região Nordeste e do Brasil.

Historical survey of the maintenance conditions indexes of the federal highways of the state of Pernambuco in comparission to the data of the Northeast region and Brazil.

Anderson Mendes da Silva¹

RESUMO

A Confederação Nacional do Transporte (CNT), por meio de seu website, divulga todos os anos, desde 2017, os Índices de Condição de Manutenção, ou ICM, das rodovias federais de todo o Brasil. Esses índices são um levantamento feito em campo, os quais são utilizados para mensurar a qualidade das rodovias. Para obtê-los, é necessário acessar a base de dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) e CNT e, através desses dados divulgados, nos anos de 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, último levantamento, se faz possível ter um panorama do estado de condição de manutenção de 11 rodovias federais do estado de Pernambuco, com o uso da ferramenta excel para a produção de gráficos. Os dados que foram tratados, inicalmente estavam em sua forma bruta, uma vez que as planilhas disponibilizadas, contam com os números de ICM de cada quilômetro de cada rodovia federal brasileira. Na primeira parte do estudo, foram apresentadas as rodovias que cortam o estado e quais trechos dessas rodovias estão dentro do limite de atuação do estudo. Feito isso, foi preciso separar os dados relevantes à pesquisa, tratá-los, para se fazer a análise dos índices de manutenção, e assim, foi possível obter o comportamento da qualidade das rodovias do estado através do anos. Então foi possível analisar a evolução da condição de manutenção das rodovias federais do estado, objetivo do presente trabalho. Os gráficos, resultantes da pesquisa demonstraram que as rodovias federais do estado de Pernabuco estão, de modo geral, em uma boa condição de manutenção, porém em tendência de queda, o que ressalta a necessidade de investimentos mais inteligentemente aplicados, em trechos com piores qualidades de manutenção.

Palavras-chave: CNT; ICM; Manutenção das Rodovias.

ABSTRACT

The National Transport Confederation (CNT in Portuguese), through its website, publishes every year, since 2017, the Maintenance Condition Indexes, or ICM in portuguese, of federal highways throughout Brazil. These indexes are a survey carried out in the field, which are used to measure the quality of highways. To obtain them, it is necessary to access the database of the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) and CNT and, through these data released, in the years 2017, 2018, 2019, 2020 and 2021, the last survey, it is possible to have an overview of the state of maintenance condition of 11 federal highways in the state of Pernambuco, using the excel tool for the production of graphs. The data that were treated, initially were in their raw form, since the spreadsheets available, have the ICM numbers of each kilometer of each Brazilian federal highway. In the first part of the study, the highways that cross the state were introduced and which stretches of these highways are within the scope of the study. Once this was done, it was necessary to separate the data relevant to the research, treat them, to analyze the maintenance rates, and thus, it was possible to obtain the behavior of the quality of the state's highways over the years. So it was possible to analyze the evolution of the condition of maintenance of the federal highways of the state, objective of the present work. The graphs resulting from the research showed that the federal highways in the state of Pernambuco are, in general, in a good condition of maintenance, but in a downward trend, which highlights the need for more intelligently applied investments, in stretches with worse qualities of maintenance.

Keywords: CNT; ICM; Maintainance of Highways.

1 INTRODUÇÃO

Com a criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) em 1937, o modal rodoviário tornou-se o mais utilizado no Brasil, após uma série de investimentos pelo Governo do Presidente Getúlio Vargas. Dados de 2020, do Ministério da Infraestrutura, apontam que o país tem 75.553 quilômetros de rodovias federais, dos quais 65.528 quilômetros são pavimentados (86,73%) e 10.025 quilômetros não são pavimentados (13,27%). Com relação à extensão pavimentada, o Ministério da Infraestrutura afirma que 10.355 quilômetros

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

(15,80%) são administrados por meio de concessão federal.

É notável, entretanto, que ao invés de aumentar os investimentos no modal, o que aconteceu nos últimos 10 anos foi a queda do orçamento destinado ao setor. Dados da Pesquisa CNT de Rodovias 2021 da Confederação Nacional do Transporte (CNT) mostram que comparando o investimento Federal em Manutenção de Rodovias em 2016 e 2021, constata-se uma queda de 46,69% ou 5,08 bilhões de reais. Esses mesmos dados demonstram que em 2021 os investimentos em manutenção e recuperação de rodovias federais são cerca de 68% do orçamento da União para o segmento, o que soma o montante de 3,94 Bilhões de reais.

Estradas com muitos pontos de precariedade desencadeiam uma série de prejuízos econômicos, como danos aos veículos, aumento do consumo de combustível e, no caso de transporte de cargas, um aumento no frete (MAGALHÃES e SILVA, 2018). Esta informação é preocupante dado o fato de que “a matriz de transporte tem uma participação expressiva do modal rodoviário, que concentra cerca de 65% da movimentação de mercadorias e de 95% de passageiros” (CNT, 2021).

Para se averiguar a manutenção das rodovias federais, é utilizado o Índice de Condição de Manutenção, divulgado pela primeira vez em 2017, pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). O ICM avalia as condições das rodovias federais pavimentadas, quilômetro por quilômetro, e é a partir dele que se faz possível identificar trechos em que os recursos federais são mais essenciais (Ministério da Infraestrutura, 2017).

Para SALOMÃO *et. al* (2019), os serviços de conservação nas rodovias federais brasileiras sempre teve papel importante nas diversas atividades relacionadas ao modal rodoviário devido ao aumento da rede rodoviária no País. Portanto, as rodovias federais têm uma função essencial no transporte de pessoas e cargas no país. Avaliar a condição dessas estruturas essenciais à economia se faz necessário, pois uma estrada em má condição pode acarretar em perdas econômicas e de vidas humanas. O fato de o orçamento para o modal rodoviário estar diminuindo amplia a importância dos levantamentos dos ICMs das rodovias federais, para assim poder melhor destinar o dinheiro investido em manutenção nos trechos que mais carecem e, portanto, garantir uma distribuição de serviços condizente com a realidade.

FERNANDES (2014) afirma que a infraestrutura e o ambiente rodoviário têm uma contribuição significativa nos acidentes rodoviários, e traz ao debate a questão da importância de uma manutenção frequente e constante, e requer investimento por parte dos setores público e privado.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

Documentar, através da análise dos ICMs, os trechos de rodovias federais no estado de Pernambuco que estão em piores e melhores condições é necessário para analisar as possíveis consequências de um trecho de rodovia estar em má condição, além de que esses dados podem conduzir diretamente as causas de alguns trechos terem um menor ICM em relação a outros.

Dentro desse contexto, o presente trabalho busca fazer uma análise dos ICMs das rodovias federais pavimentadas do estado de Pernambuco, através de uma análise das médias ponderadas ao longo dos anos, a fim de identificar rodovias do estado que apresentam os melhores e piores índices, com o intuito de apontar onde investimentos para manutenção são necessários.

O trabalho avaliou a evolução da qualidade das rodovias federais no estado, de 2017, ano em que o índice foi criado, até o último ano em que os dados foram divulgados, 2021.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a série histórica de 2017 a 2021 dos Índices de Condições de Manutenção (ICM) das Rodovias Federais do estado de Pernambuco.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Tratar estatisticamente o histórico de ICM;
- Calcular as médias de ICM para o estado de Pernambuco, e realizar comparação com os dados da Região Nordeste e o Brasil;
- Avaliar se houve melhoria dos ICMs do estado de Pernambuco ao longo da série histórica.

2 METODOLOGIA

A primeira etapa da pesquisa consistiu em direcionar o estudo às rodovias que se encontram dentro dos limites do estado de Pernambuco. Foram analisados os ICMs de cada rodovia desde 2016 (ano do primeiro levantamento, chamado de levantamento-piloto publicados a partir de 2017) até maio do ano de 2022 e, com os dados que foram coletados, foram gerados gráficos e tabelas que, posteriormente, foram comparados através dos anos. Por fim, foram levantadas as discussões acerca destes resultados.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

2.1 As Rodovias

Foram analisadas as 11 rodovias que compõem a malha rodoviária federal do estado de Pernambuco, que têm sua manutenção sob responsabilidade do Governo Federal. São elas:

- BR 101;
- BR 104;
- BR 110;
- BR 116;
- BR 232;
- BR 316;
- BR 407;
- BR 408;
- BR 423;
- BR 424;
- BR 428.

Na figura 1 está a malha rodoviária federal dentro dos limites do estado de Pernambuco.

Figura 1 – Rodovias Federais que passam pelo estado de Pernambuco



Fonte: CNT (2021)

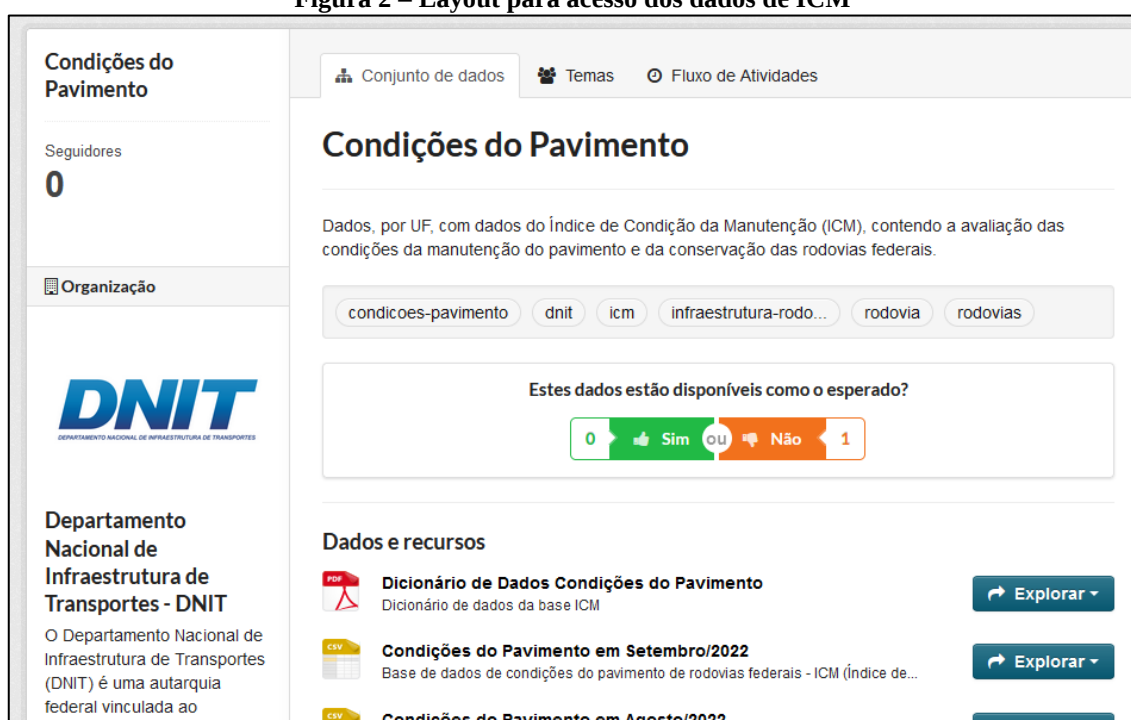
A BR 122, apesar de ser uma rodovia federal, é administrada pelo governo estadual. Portanto não foi considerada nesta pesquisa, uma vez que os levantamentos de ICM não contemplam o trecho da rodovia que atravessa o estado de Pernambuco rumo ao estado do Ceará, ao norte.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

2.2 Obtenção dos dados

O DNIT divulga, desde 2017, os ICMs das rodovias federais brasileiras, por meio de sua plataforma online, ligada ao servidor do Governo Federal. É possível, também, requisitá-los através de e-mail enviado aos responsáveis do órgão. Esses dados estão disponíveis para qualquer cidadão que deseje acessá-los, de acordo com o princípio da publicidade na administração pública. Os dados são disponibilizados em formato de planilha, o que facilita o tratamento dos mesmos. Na Figura 2 está o layout da página online, na qual se tem acesso aos dados.

Figura 2 – Layout para acesso dos dados de ICM



Fonte: DNIT (2022)

2.3 O Índice de Condição de Manutenção (ICM)

A diretoria colegiada do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), por meio da instrução de serviço N° 16/2019/DNIT, de 31 de julho de 2019, estabelece a metodologia e os parâmetros utilizados para a determinação do ICM. Para que este seja um índice determinístico para ações de manutenção da malha rodoviária brasileira.

2.3.1 Categorias de ICM

O artigo 8° da mesma instrução de serviço estabelece que o cálculo do ICM indicará a qual categoria cada trecho em análise poderá ser classificado, podendo ser:

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

- I – péssimo;
 II – ruim;
 III – regular; ou
 IV – bom.

2.3.2 Levantamento

O instrução normativa determina especificações e instrução para cálculo do ICM em rodovias pavimentadas. Para o levantamento, o responsável por realizar os levantamentos deve ter pleno conhecimento das patologias apresentadas na norma DNIT 005/2003 – TER, assim como ter realizado previamente treinamento prático, indicado pela Coordenação Geral de Manutenção e Restauração Rodoviária (CGMR). (DNIT, 2019)

A determinação do índice será baseada em seis itens:

- Número de panelas;
- Numero de remendos;
- Percentual da área com trincas;
- Altura da vegetação marginal;
- Presença de dispositivos de sinalização horizontal/vertical; e
- Presença e condição dos dispositivos de drenagem.

Estes itens são quantificados e anotados em formulário, disposto no anexo I do presente trabalho ou no aplicativo desenvolvido essencialmente para o tipo de serviço esplanado na instrução de serviço do DNIT. São atribuídas classificações aos trechos analisados de acordo com a frequência de ocorrência dos itens a, b e c, e o nível de conservação dos itens d, e e f, o que é apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Frequência de ocorrência

	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 (ADAPTADO PELO AUTOR)

Tabela 2 – Nível de Conservação

	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 (ADAPTADO PELO AUTOR)

2.3.3 Cálculo do ICM

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos no DNIT, que segue uma metodologia para o cálculo do Índice de Condição de Manutenção.

Segundo o DNIT (2019) afirma que o índice é calculado através da seguinte equação:

$$ICM = IP \times 0,70 + IC \times 0,30 \quad (\text{Equação 01})$$

$$IP = P_{\text{Painelas}} \times 50 + P_{\text{Remendos}} \times 30 + P_{\text{Trincamento}} \times 20 \quad (\text{Equação 02})$$

$$IC = P_{\text{Sinalização}} \times 50 + P_{\text{Roçada}} \times 30 + P_{\text{Drenagem}} \times 20 \quad (\text{Equação 03})$$

Onde,

ICM: Índice de Condição de Manutenção;

IP: Índice do Pavimento;

IC: Índice da Conservação de demais elementos;

P_{painelas} : Valor conforme Tabela 1;

P_{Remendos} : Valor conforme Tabela 1;

$P_{\text{Trincamento}}$: Valor conforme Tabela 1;

$P_{\text{Roçada}}$: Valor conforme Tabela 2;

P_{Drenagem} : Valor conforme Tabela 2;

$P_{\text{Sinalização}}$: Valor conforme Tabela 2;

Ainda de acordo com o DNIT(2019), para cada grau de severidade, há valores definidos, que estão representados nas Tabelas 3 e 4.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

Tabela 3 – Valores relacionados à ocorrência a partir do Índice IP

DEFEITO	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Remendo	0,25	0,50	1,00
Panela	0,25	0,50	1,00
Trincamento	0,25	0,50	1,00

Fonte: DNIT, 2019. (ADAPTADO PELO AUTOR)

Os valores para o nível de conservação estão representados na tabela 4.

Tabela 4 – Valores relacionados ao nível de conservação

	BOM	REGULAR	RUIM
Roçada	0,25	0,50	1,00
Drenagem	0,25	0,50	1,00
Sinalização	0,25	0,50	1,00

Fonte: DNIT, 2019. (ADAPTADO PELO AUTOR)

Por fim, o DNIT (2019) estabelece, de acordo com o valor do ICM, o estado de condição de manutenção do trecho analisado, a partir do resultado da Equação 01. Na tabela 5 está a classificação do ICM.

Tabela 5 – Classificação do ICM

FAIXA	CONDIÇÃO
$ICM < 30$	Bom
$30 \leq ICM < 50$	Regular
$50 \leq ICM < 70$	Ruim
$ICM \geq 70$	Péssimo

Fonte: DNIT, 2019. (ADAPTADO PELO AUTOR)

2.3 Tratamento dos dados

O tratamento dos dados foi realizado com a ferramenta Excel, na qual foram produzidos gráficos que auxiliaram na análise das BRs. O estudo estatístico do presente trabalho foi descritivo, uma vez que buscou tornar a compreensão dos dados coletados clara a todos. Foram utilizados conceitos como média aritmética e média ponderada, com o propósito de avaliar as variações de ICMs ao longo das rodovias.

Foram calculadas as médias de ICM para o estado de Pernambuco, a região Nordeste e o Brasil, a fim de possibilitar e dissertar sobre possíveis alternâncias da condição de manutenção das rodovias federais do estado de Pernambuco com a região Nordeste e todo o país.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

2.4 Das especificidades de cada ano

A base de dados utilizada no estudo é vasta. Portanto, foi necessário expor as especificidades de cada ano para auxiliar no entendimento dos resultados. Dentro deste contexto, na tabela 6 constam todos os anos em que houveram levantamento de ICM, bem como os anos em que os levantamentos foram mensais. Junto a esse dado, estão as rodovias analisadas nos respectivos levantamentos.

Tabela 6– Rodovias onde houveram levantamento em cada ano e mês em questão

ANO/ANO(MÊS)	RODOVIAS ANALISADAS (BR)
2016	101, 116, 232, 408, 423, 424, 428
2018	101, 104, 110, 232, 408, 423, 428
2019	101, 104, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2020	101, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2021 (janeiro)	Pernambuco não consta
2021 (fevereiro)	101, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2021 (março)	101, 104, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2021 (abril)	101, 104, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2021 (maio)	Não há dados disponíveis
2021 (junho)	101, 104, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 428
2021(julho)	101, 104, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2021 (agosto)	101, 104, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2021 (setembro)	Pernambuco não consta
2021 (outubro)	101, 104, 110, 232, 407, 408, 423, 424, 428
2021 (novembro)	101, 104, 232, 407, 408, 423, 428
2021 (dezembro)	428
2022 (janeiro)	Não há dados disponíveis
2022 (fevereiro)	101, 104, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2022 (março)	101, 104, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2022 (abril)	110, 316
2022 (maio)	101, 104, 110, 116, 232, 316, 407, 408, 423, 424, 428
2022 (junho)	110, 316
2022 (julho)	110, 316

Fonte: Autor (2022)

Concomitante a isto, a tabela 07 demonstra os dados que foram descartados na análise.

Tabela 07 – Dados Desconsiderados

ANO	MÊS
2021	Janeiro, maio, setembro e dezembro
2022	Janeiro, abril, junho e julho

Fonte: Do Autor (2022)

No ano de 2021, foram desconsiderados os meses de janeiro, maio, setembro e dezembro. Nos casos dos meses de janeiro, setembro e dezembro não haviam, nas planilhas disponibilizadas, dados para o estado de Pernambuco. No mês de maio, não foram disponibilizados dados para que fossem manuseados. Para os dados de 2022, o mês de janeiro não apresentou dados referentes ao estado de Pernambuco. Os meses de abril, junho e julho apresentaram dados de apenas duas rodovias. Com isto, estes três últimos meses foram desconsiderados, pois, por si só, não poderiam representar todo o estado de Pernambuco. Do contrário comprometeriam a base de dados, uma vez que duas rodovias, apenas, não reproduzem com solidez suficiente as condições da malha federal no estado.

Como as análises do presente trabalho partem do estado de Pernambuco, os meses que foram descartados na pesquisa, também não foram levados em consideração nas análises da região Nordeste e nacional, para que se possa ter uma comparação de dados coletados nos mesmos meses, nas esferas estadual, regional e federal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A base de dados disponibilizada pelo DNIT para o presente estudo é vasta, porém cada ano de levantamento possui suas especificidades, seja em um maior acesso a informações, seja na maior quantidade de meses em que levantamentos foram feitos.

3.1 Das peculiaridades dos dados de cada mês/ano obtido do DNIT

Os dados obtidos diretamente com o DNIT, através de e-mail, possuem algumas peculiaridades que foram definidas a partir de cada ano. Dito isto, foi necessário descartar alguns meses de 2021 e 2022, uma vez que se mostraram inexistentes ou insuficientes, para representarem o estado de Pernambuco. Concomitantemente a isto, também foram desconsiderados os dados para a região Nordeste e o Brasil destes meses, previamente

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

desclassificados para a unidade federativa, objeto do presente estudo. Foi observado que, cada ano de levantamento possuiu suas peculiaridades.

3.1.1 2016 e 2017

A campanha piloto do ICM foi feita entre 2016 e 2017. Dito isto, o DNIT disponibilizou uma única planilha, a qual possuía os dados dos levantamentos feitos nos referidos anos. Nos gráficos, estes dados estão representados como 2016.

3.1.2 2018

No ano de 2018, foi disponibilizada uma única planilha, de modo semelhante ao ano precedente com as BRs .

3.1.3 2019

No ano de 2019, foi disponibilizada uma planilha, contendo os dados do levantamento realizado no referido ano. Nesta planilha, é possível identificar a data do levantamento, que variavam do dia 30/08/2019 para o dia 27/12/2019, algo não possível nas duas planilhas dos anos anteriores.

3.1.4 2020

No ano de 2020, devido a pandemia da Covid-19, só há dados disponibilizados para levantamento realizado entre 05/11/2022 e 16/12/2022.

3.1.5 2021

No ano de 2021, a nível nacional, foram disponibilizados os levantamentos de todos os meses, com exceção de maio. Entretanto, como o objetivo é ter o estado de Pernambuco como base para o estudo, foram descartados os meses de janeiro, setembro e dezembro, por motivos de o estado Pernambuco não aparecer no levantamento, como no mês de janeiro ou os levantamentos estão incompletos, no sentido de que apenas uma pequena parte das rodovias foram contempladas com o levantamento, como exposto na tabela 06.

3.1.6 2022

No ano de 2022, a nível nacional, foram obtidos dados de janeiro até julho. Entretanto, os meses de janeiro, junho e julho foram descartados, uma vez que apenas nas rodovias 110 e 326 foram feitos os levantamentos, não sendo, assim, dados suficientemente robustos para representar a malha rodoviária estadual.

3.2 O estado de Pernambuco

No estado de Pernambuco, foram analisadas 11 rodovias, citadas no item 2.1. Baseado no

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

tratamento de dados, a Tabela 8 mostra a evolução dos índices de condição de manutenção através dos anos para cada rodovia analisada.

Tabela 8 - ICMs das rodovias pernambucanas ao longo dos anos

BRs	Anos	Bom(%)	Regular(%)	Ruim(%)	Péssimo(%)
101	2017	30,42	18,57	15,43	35,57
	2018	59,01	23,2	8,34	9,44
	2019	74,81	12,48	4,8	7,91
	2020	64,68	22,75	9,13	3,44
	2021	62,34	24,3	9,61	3,75
	2022	56,72	22,31	13,89	7,08
104	2017	-	-	-	-15,28
	2018	82,15	14,6	2,16	1,08
	2019	86,21	11,36	2,43	0
	2020	75,1	20,41	3,67	0,82
	2021	63,74	31,31	3,33	1,02
	2022	52,8	39,8	6,49	0,9
110	2017	100	0	0	0
	2018	66,74	19,45	8,5	5,31
	2019	83,07	15,36	1,56	0
	2020	80,02	19,98	0	0
	2021	65,2	32,3	2,5	0
	2022	35,82	36,94	17,77	9,46
116	2017	15,28	73,14	11,57	0
	2018	65,07	34,93	0	0
	2019	100	0	0	0
	2020	100	0	0	0
	2021	97,53	2,47	0	0
	2022	96,29	3,71	0	0
232	2017	41,32	41,03	16,75	0,89
	2018	68,57	10,38	6,74	14,31
	2019	85,95	6,3	3,35	4,39
	2020	93,05	6,23	0,72	0
	2021	88,79	4,03	1,92	5,26
	2022	91,16	7,48	1,36	0
316	2017	99,66	0,34	0	0
	2018	90,52	8,8	0,68	0
	2019	92,8	6,08	1,13	0
	2020	98,65	1,35	0	0
	2021	96,15	3,03	0,55	0,27
	2022	87,24	7,48	1,36	0
407	2017	97,9	2,1	0	0

	2018	100	0	0	0
	2019	100	0	0	0
	2020	99,03	0,97	0	0
	2021	93,33	4,51	1,56	0
	2022	94,82	4,21	0,47	0,5
408	2017	32,05	53,02	12,57	2,36
	2018	62,21	31,58	5,41	0
	2019	95,74	4,26	0	0
	2020	43,58	26,46	19,22	10,74
	2021	46,34	40,93	10,37	2,36
	2022	44,46	37,62	12,16	5,75
423	2017	29,16	68,59	2,24	0
	2018	78,02	15,22	6,2	0,56
	2019	79,49	13,52	6,53	0,47
	2020	65,89	25,7	8,41	0
	2021	78,71	16,1	3,39	1,81
	2022	64,83	26,5	6,97	1,7
424	2017	89,62	8,22	1,49	0,67
	2018	81,91	18,09	0	0
	2019	93,66	5,12	0,24	0,98
	2020	84,27	10,49	3,75	1,5
	2021	88,53	8,52	2,68	0,27
	2022	45,28	38,59	11,98	4,15
428	2017	96,39	3,7	0,52	0
	2018	96,99	0,52	0,41	2,07
	2019	99,83	0,17	0	0
	2020	98,5	1,5	0	0
	2021	99,21	0,64	0,014	0
	2022	98,16	1,67	0,17	0

Fonte: Autor (2022)

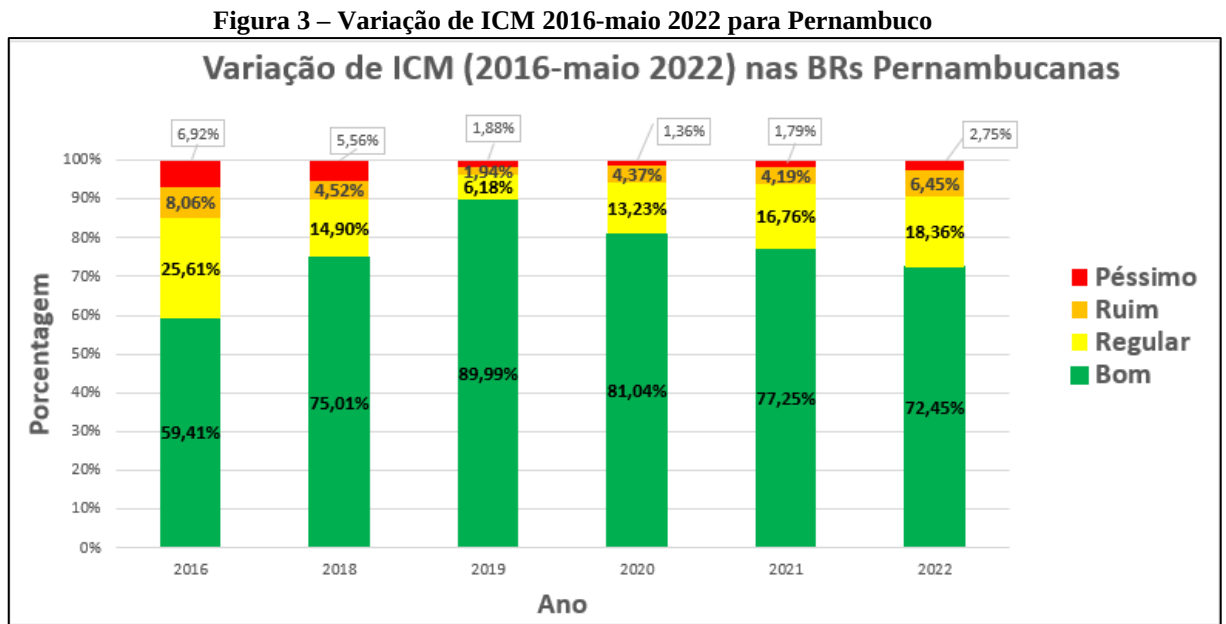
Analizando a Tabela 8, com exceção da BR 232, os índices estão com tendência de queda em todas as rodovias federais do estado, com atenção para as BRs 424 e 110 que tiveram quedas de 43,25% e 29,38% no índice bom, respectivamente. O que mostra uma tendência de queda brusca para o ano de 2022, destas duas rodovias.

As rodovias do estado que apresentam as piores condições no ano de 2022 são as rodovias 424, 408 e 110. Esta última tem apenas 35,82% de suas rodovias em estado ótimo de condição e manutenção.

Para as rodovias federais do estado de Pernambuco, foi produzido um gráfico do tipo coluna 100% acumulado, onde os dados de cada ano foram representados. Na Figura 3 estão os

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

resultados de ICM para as rodovias federais dos estado de Pernambuco.



Fonte: Autor (2022)

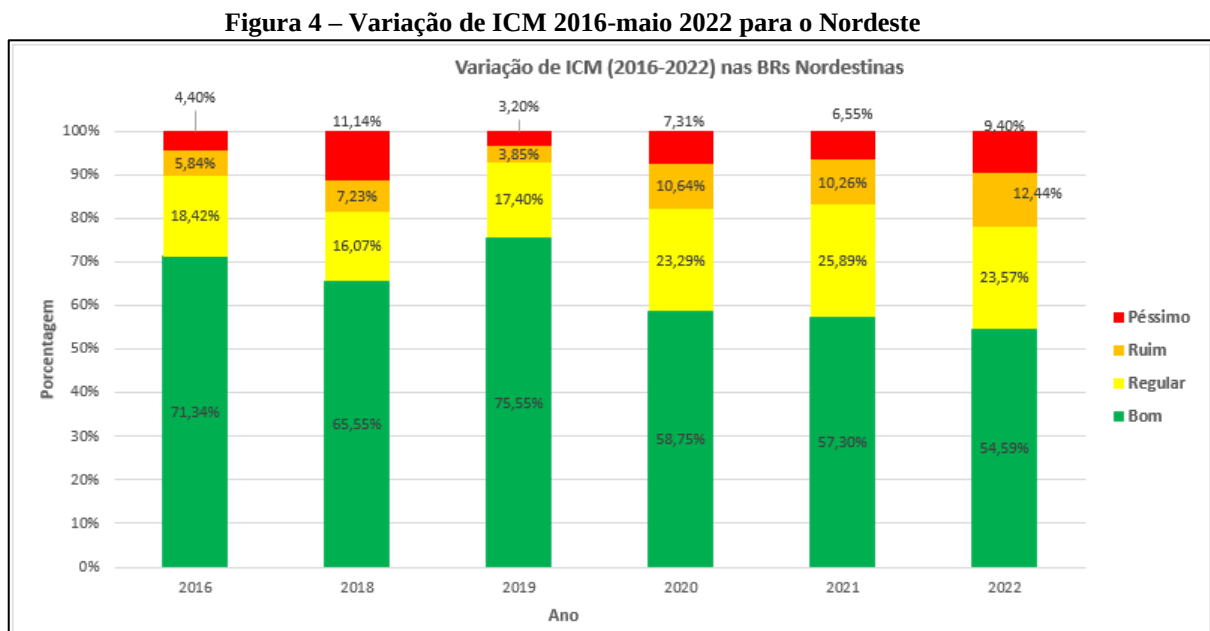
Observa-se que no ano de 2016, o estado obteve o seu pior índice de “bom” em suas rodovias federais (59,41%), bem como a maior porcentagem de rodovias com péssimas condições de manutenção (6,92%). O fato de ser o ano piloto deste tipo de levantamento, pode ter interferido, uma vez que a metodologia estava sendo testada efetivamente pela autarquia de trânsito. De 2016 à 2019 é perceptível uma tendência do índice “bom” aumentar. Todavia, a partir de 2019, percebe-se uma tendência de queda. Em 2022, até o mês de maio, em comparação com 2019, há uma diferença de 17,54%. Apesar de estar em queda, o estado tem, até o mês de maio, um índice de condição de rodovias acima de 70%.

De um modo geral, o estado de Pernambuco tem uma boa condição de manutenção das rodovias federais, segundo os dados do DNIT. Pode-se observar na Figura 3, que apesar da queda de 0,52% entre 2019 e 2020, o índice “péssimo” está em tendência de alta, considerando os últimos 3 anos, o que indica uma necessidade de atenção do poder público com relação ao foco nas rodovias do estado, principalmente em trechos em que a condição se encontra regular e péssima.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

3.3 Nordeste

Para a região Nordeste do país, obteve-se os dados de ICM mostrados na Figura 4.



Fonte: Autor (2022)

Na região Nordeste, nota-se uma variação expressiva entre os anos de 2016 e 2018 no índice “bom” e um aumento de 6,74% no índice “péssimo”. Entretanto, no ano seguinte, nota-se uma recuperação da região, provavelmente provocada por investimento em pontos críticos das rodovias da região.

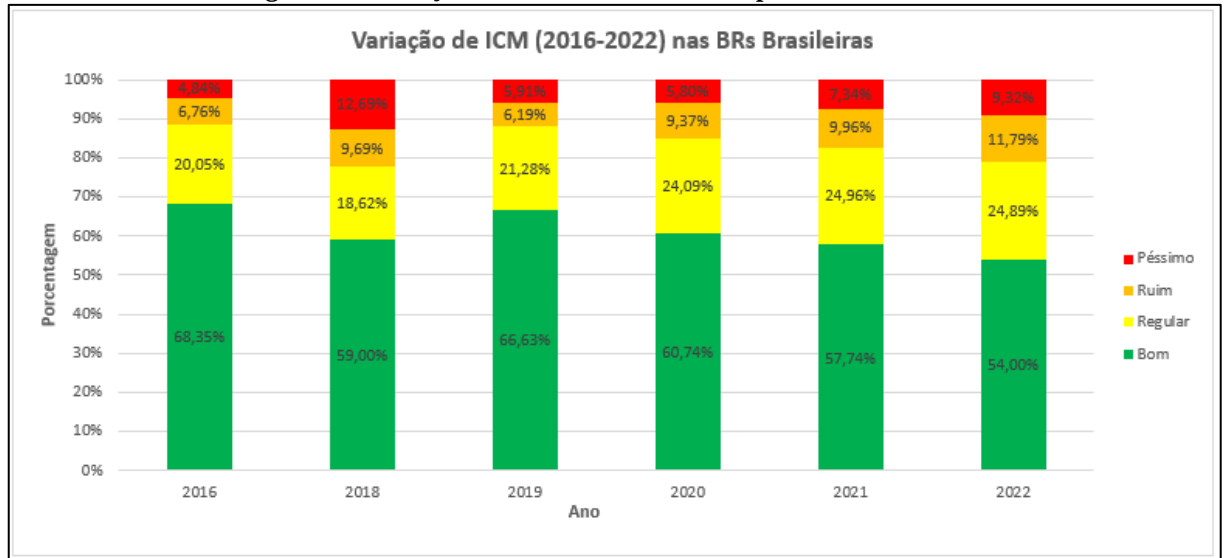
A partir do ano de 2020, há queda de 16,8% no índice “bom”, e são notados aumentos nos índices de regular e péssimo da ordem de 5,89% e 6,79%, respectivamente. Um panorama pessimista, que indica que a qualidade da condição de manutenção da região Nordeste diminuiu expressivamente, abaixo até dos níveis que se tinha em 2018. De 2018 para 2019 houve a troca de governos, portanto troca de administração, também, das autarquias responsáveis pela manutenção rodoviária. Isto pode justificar o aumento em 2019 e a queda em 2020. Em 2021 e 2022, os dados se mostraram estáveis, com leve tendência de queda do índice “bom” e tendência de alta nos índices “ruim” e “péssimo”, o que demonstra que os investimentos não estão sendo feitos nos trechos críticos das rodovias.

Além disto, os dados indicam que a infraestrutura rodoviária da região Nordeste não está em tendência de melhora.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

3.4 Brasil

Figura 5 – Variação de ICM 2016-maio 2022 para o Brasil



Fonte: Autor (2022)

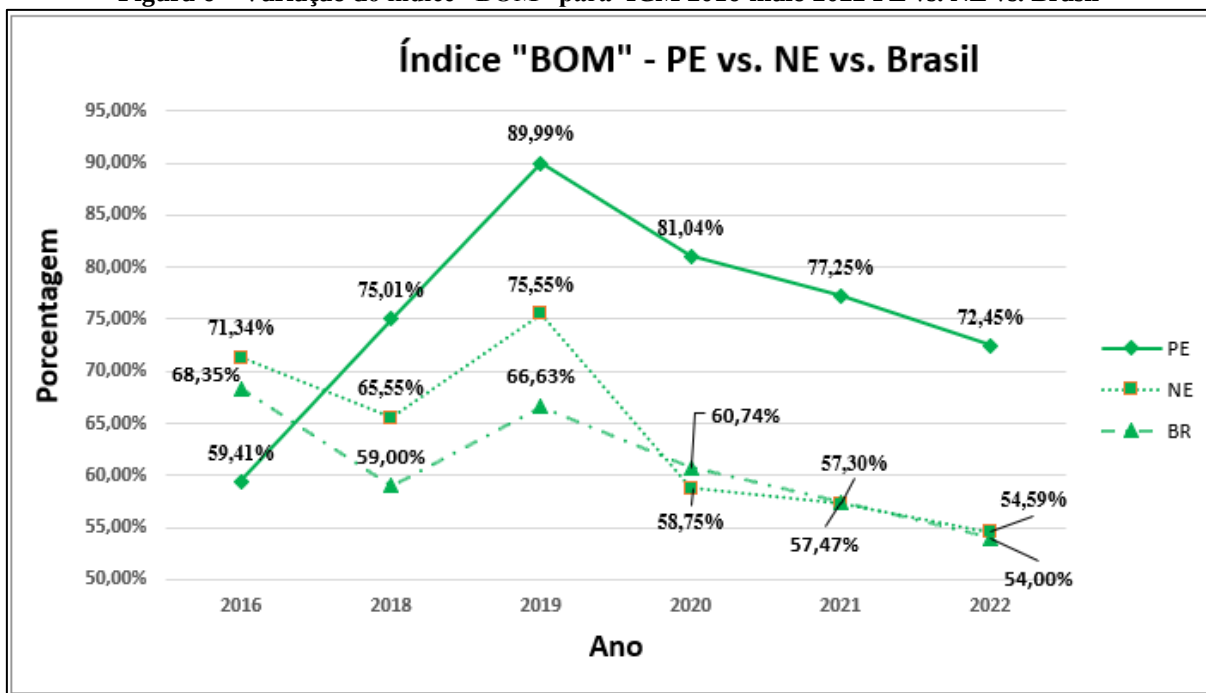
Os dados indicam que, no panorama nacional, as rodovias federais nacionais tiveram queda de 9,35% de 2016 para 2018, anos de instabilidade política. No ano de 2019 houve alta, de maneira semelhante ao estado de Pernambuco e a região Nordeste, previamente analisadas. E de forma semelhante às duas últimas análises, houve queda de 2019 e 2020 e de 2020 para 2022. Há tendência de queda no índice “bom” e de alta nos índices de “ruim” e “péssimo”, o que comprova que há um modelo de queda na qualidade das rodovias no âmbito estadual (em Pernambuco), regional (no Nordeste) e nacional (no Brasil).

3.5 Pernambuco vs. Nordeste vs. Brasil

Com o processamento dos dados, novos recortes puderam ser realizados, para que se possa comparar o desempenho do estado de Pernambuco com a região Nordeste e o Brasil em cada um dos índices. As Figuras 6, 7 e 8 mostram os índices “bom”, “regular”, “ruim” e “péssimo” do Brasil, da região Nordeste e do estado de Pernambuco.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

Figura 6 – Variação do índice “BOM” para ICM 2016-maio 2022 PE vs. NE vs. Brasil



Fonte: Autor (2022)

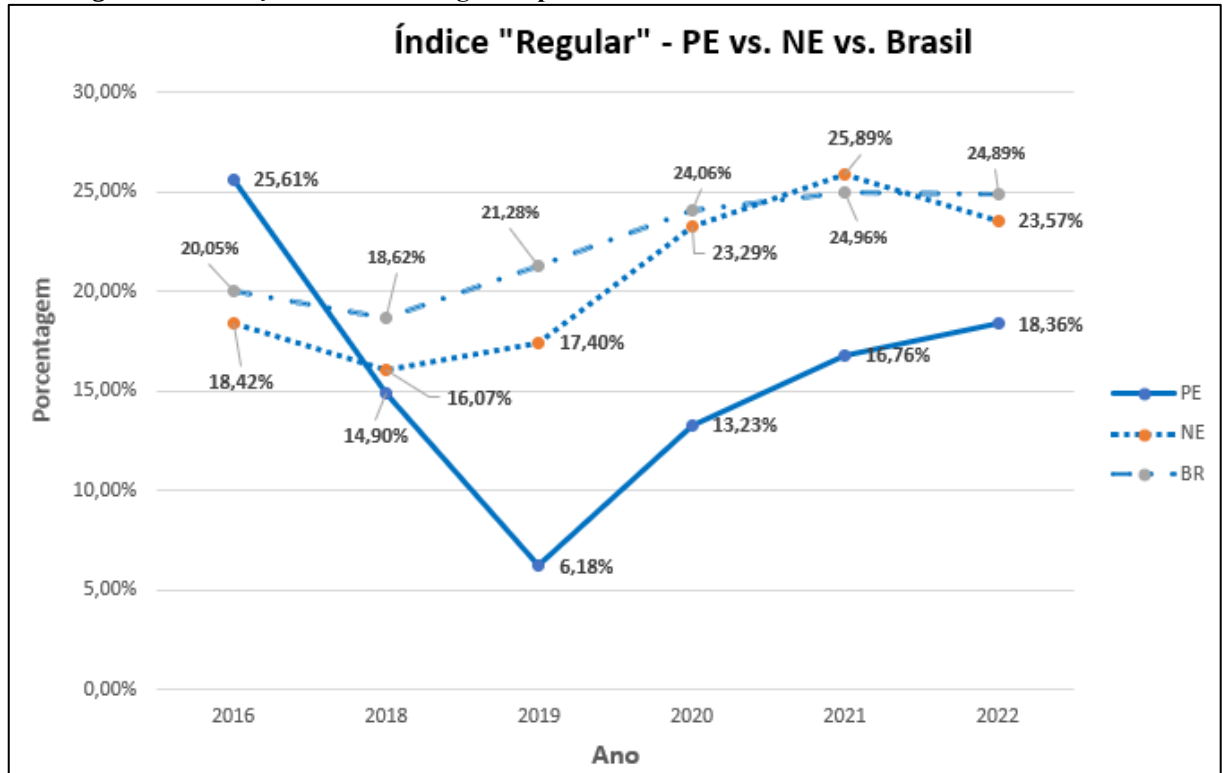
Com relação ao índice “bom”, os dados mostram que no ano de 2016, Pernambuco estava abaixo da média da região Nordeste, entretanto, a partir de 2018, o estado passa a região e desde então as rodovias federais pernambucanas estão em melhor estado de condição que a média da região.

A Figura 6, ainda, demonstra que as rodovias federais do estado de Pernambuco encontram-se melhores que a média nacional, que é levada para baixo principalmente tanto por outros estados do Nordeste como Piauí e Maranhão, como da região Norte como Acre e Amazonas. Ou seja, a nível nacional, existe um maior número de variáveis, dado o fato do Brasil ser um país de nível continental.

Desde 2019, o país encontra-se em ritmo de queda dos índices de “bom”, o que indica uma piora do estado de manutenção das rodovias brasileiras. O país obteve seu maior índice em 2019, acompanhando os levantamentos da região Nordeste e do estado de Pernambuco. Pouco mais da metade das rodovias brasileiras encontram-se em bom estado de manutenção, porém acompanhando os resultados dos anos anteriores, a expectativa seria de queda. Até o mês de maio, as expectativas se confirmaram.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

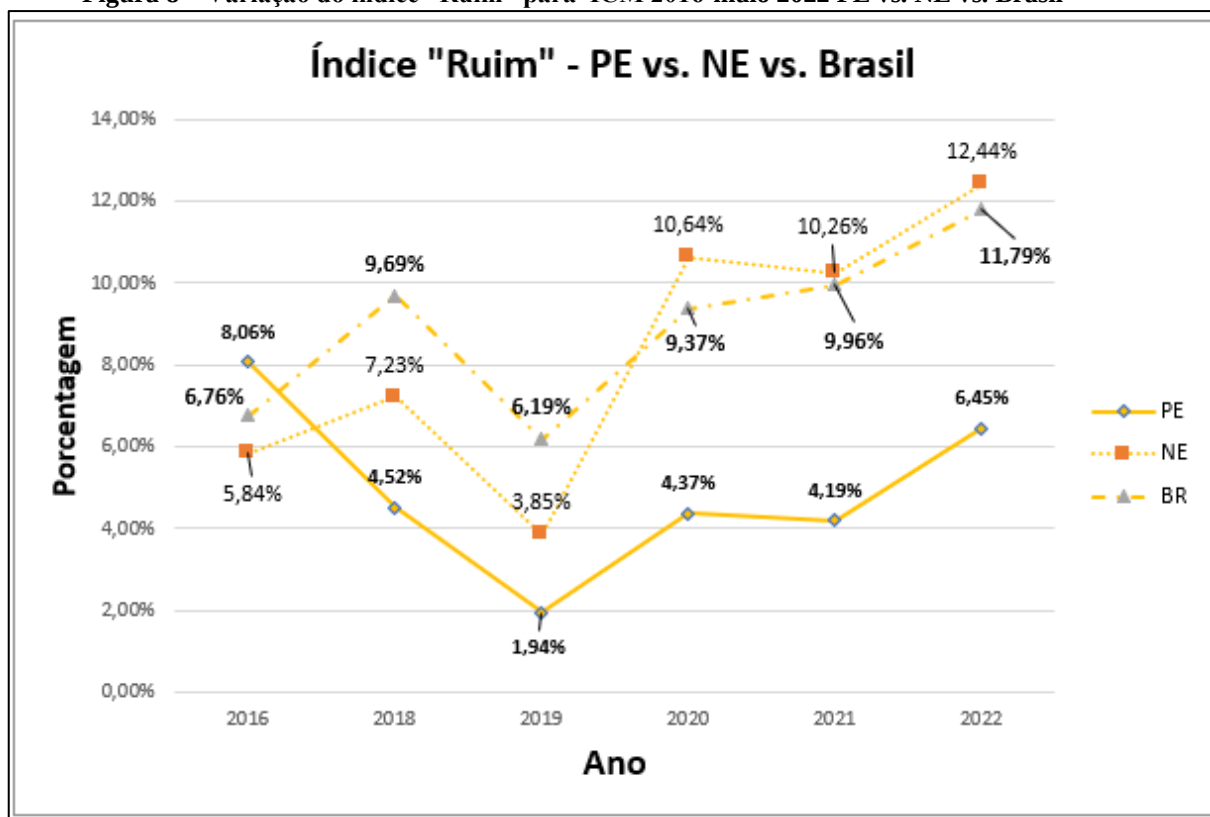
Figura 7 – Variação do índice “Regular” para ICM 2016-maio 2022 PE vs. NE vs. Brasil



Fonte: Autor (2022)

Os índices de “regular” do estado teve seu menor índice em 2019, com 6,18%, o que não implica dizer que é um recorte ruim, uma vez que, no mesmo ano, o estado obteve seu maior índice de “ótimo”, como aponta a Figura 6. O aumento do índice de regular a nível nacional e regional apontam para uma deteriorização das rodovias em bom estado.

Figura 8 – Variação do índice “Ruim” para ICM 2016-maio 2022 PE vs. NE vs. Brasil



Fonte: Autor (2022)

Com exceção do ano de 2016, o índice de “ruim” para o estado e a região vão na mesma tendência. Uma alta porcentagem de “ruim” pode apontar uma deteriorização das estradas com condição regular de manutenção ou uma drástica deteriorização das estradas que se encontram em bom estado de manutenção. A região Nordeste tem seu pior índice em 2022, com 12,53%, ano em que o estado de Pernambuco também tem sua pior marca, de 6,45%.

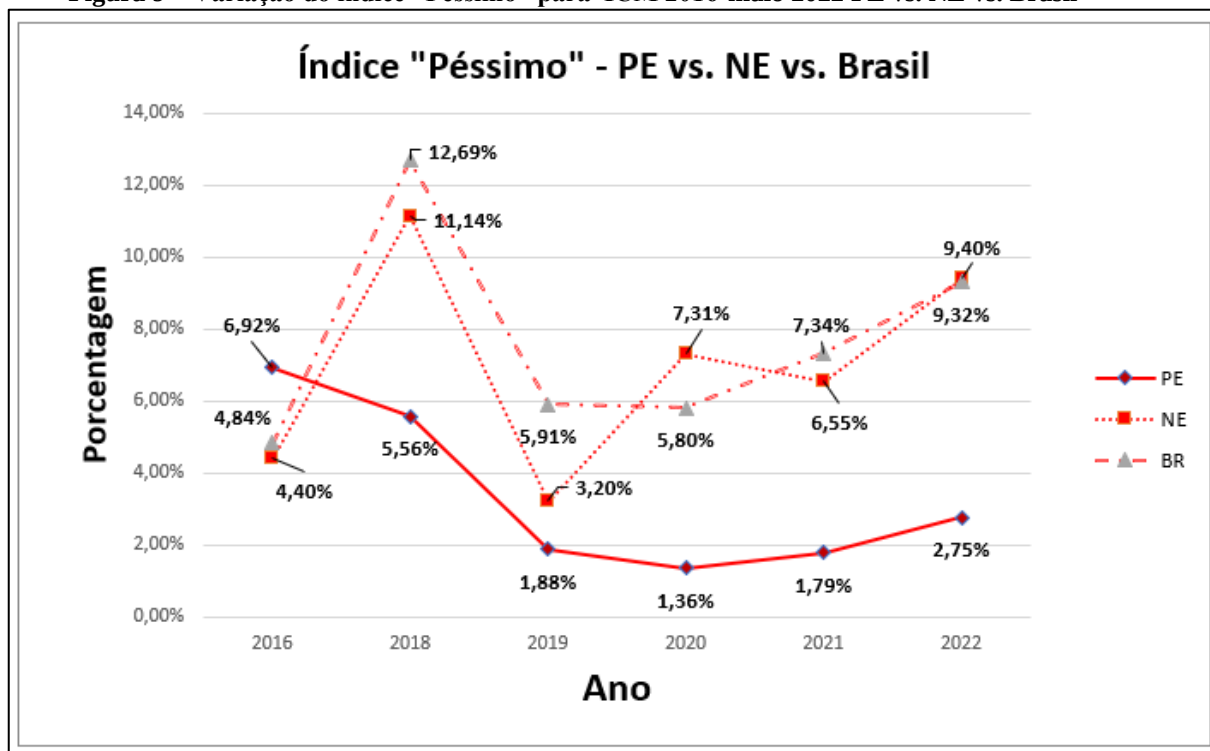
Seria necessário que as autoridades competentes investissem nestes trechos e em trechos com qualidade péssimas demonstrados na Figura 09, pois são nestes trechos de rodovias em que os motoristas estão mais aptos a sofrerem acidentes devido a má condição do pavimento.

Os dados na figura 11 mostram que enquanto o estado “bom” de manutenção de rodovias cai, o índice “regular” aumenta, o que demonstra queda na qualidade das rodovias. Vários motivos podem levar uma rodovia a sair do estado bom para o regular, bem como, intemperismo, alto fluxo de veículos, condições climáticas atípicas e falta de manutenção e conservação pelos órgãos competentes.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

A tendência de piora das rodovias também se confirmam na figura 12, com tendência de alta desde 2019, ano com o melhor índice ruim de manutenção (6,40%). De 2019 para 2022, houve uma alta na média nacional na ordem de 5,3%. Ambos, Pernambuco e o Brasil estão com tendência de piora no estado das rodovias federais.

Figura 9 – Variação do índice “Péssimo” para ICM 2016-maio 2022 PE vs. NE vs. Brasil



Fonte: Autor (2022)

O ano em que Pernambuco obteve seu pior resultado nas rodovias foi em 2016, com 6,92% das rodovias em estado péssimo de manutenção. Uma situação pior que a da região Nordeste, que marcava 4,84%. O melhor ano para as BRs pernambucas foi em 2020 e encontra-se em tendência a piora do estado das rodovias, com dados que apontam alta. Ou seja, se os investimentos manterem o mesmo comportamento, as rodovias pernambucasas tendem a piorar. Portanto se faz necessário guiar os investimentos mais massivos na manutenção dos trechos de rodovias em estado péssimo, uma vez que podem acarretar acidentes, com perdas materiais ou até mesmo de vidas.

Com relação ao Nordeste, a região teve leve tendência de queda, entre 2020 e 2021. Entretanto, houve um aumento de mais de 2,85% entre 2021 e 2022 (até maio). Ou seja, se não houverem investimentos na infraestrutura rodoviária pernambucana, feitos de maneira

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

inteligentes e assertivas (onde a malha encontra-se mais prejudicada), até o fim do ano, a situação das rodovias piorarão de modo que refletisse nos piores trechos das rodovias.

A figura 09 também mostra o quadro de piora das rodovias das BRs pernambucanas e nacional de modo geral. A situação nacional é a mais concernante das duas, uma vez que 9,32% das rodovias nacionais estão em estado péssimo de manutenção, contra 2,75% do estado de Pernambuco. Estes são os pontos mais carentes de investimento público federal, uma vez que representam os trechos de piores condições de manutenção. É possível notar, ainda, uma tendência de alta nos índices do âmbito nacional e estadual, o que também é alarmante, uma vez que mostram que os investimentos não estão sendo feitos de maneira inteligente.

De modo geral, são necessários maiores investimentos não só em pontos críticos, como na manutenção de trechos em estado bom e regulares. No ano de 2022, as rodovias estão caminhando para chegar nos 10% das rodovias e em estado péssimo e mais de 11% em estado ruim, o que é alarmante. O ICM, como bem menciona DNIT (2019), tem em sua principal função, auxiliar as autoridades competentes ao norteio de trechos que mais precisam de manutenção.

Com os dados dos últimos 3 anos, no Brasil, é possível afirmar que ainda não se conseguiu uma logística certa em direcionar aportes mais densos de capital em trechos que mais precisam.

CONCLUSÕES

O investimento na malha rodoviária tem decaído nos últimos anos, e isto afeta diretamente a qualidade das rodovias brasileiras de forma negativa. Neste sentido, o ICM desempenha uma importância grande, no sentido de quantificar as condições de manutenção das rodovias federais. Uma análise de evolução dos índices de condição de manutenção, em especial para o estado de Pernambuco, contribuiu para se ter um panorama geral das rodovias federais no estado, bem como mostrou que o estado encontra-se em uma situação mais confortável que a região Nordeste e o Brasil.

Contudo, atenção é requerida nas rodovias federais que passam por Pernambuco, uma vez que os índices de ruim e péssimo estão com tendência de alta, caso alguma mudança no norteio dos investimentos não mude. Portanto são necessários investimentos robustos em trechos que estão com piores estados de manutenção, bem como investimentos em trechos com boas

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

condições, uma vez que os mesmos estão com tendência de queda. Esta queda na qualidade das rodovias brasileiras, nos últimos anos, também é reflexo da diminuição do investimento público federal na manutenção da malha rodoviária nos três âmbitos discutidos no presente trabalho (estadual, regional e federal).

Conclui-se, também, que outros estudos podem ser levantados, que associem o estado das rodovias com índices pluviométricos, ou que possam associar aos investimentos no estado de Pernambuco, ou mesmo estudos detalhados sobre a Região Nordeste, a fim de identificar as piores rodovias da região.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

REFERÊNCIAS

Portal Brasileiro de Dados abertos. **Condições do Pavimento**. 2022. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/condicoes-do-pavimento1>. Acesso em 25 jun. 2022.

CNT. **Painel CNT do transporte – Rodoviário**. 2022. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/painel-cnt-transporte-rodoviario>. Acesso em: 15 mai. 2022;

CNT. **Relatório Gerencial**. 2021. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/relatorio-gerencial>. Acesso em 17 mai. 2022.

FERNANDES, Ana. **Avaliação da relação entre as características superficiais dos pavimentos rodoviários e a segurança de circulação do tráfego**. 2005. Disponível em: <https://silo.tips/download/avaliaao-da-relaao-entre-as-caracteristicas-superficiais-dos-pavimentos-rodoviar>. Acesso em 26 mai. 2022.

MAGALHÃES, Eduardo Nunes de.; SILVA, Paulo Caetano da. **Consequências diretas da má conservação das estradas com vistas ao consumo de combustível, velocidade média e desgaste dos pneumáticos**. Revista SUSTINERE, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 337-358, jul./dez. 2018.

SALOMÃO, Pedro Emílio Salvador.; PEREIRA, Rowan de Melo.; CARVALHO, Paulo Henrique Vieira de.; RIBEIRO, Paulo Toledo. Redalyc. **A importância dos serviços de conservação em rodovias pavimentadas**. 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662199016/560662199016.pdf>. Acesso em 26 mai. 2022.

Laboratório de Transporte e Logística. **Ferramenta e Metodologia de Apoio ao Levantamento do Índice de Condição de Manutenção (ICM)**. 2022. Disponível em: <https://www.labtrans.ufsc.br/ferramenta-e-metodologia-de-apoio-ao-levantamento-do-indice-de-condicao-de-manutencao-icm/>. Acesso em 25 de out. 2022.

Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes. **Relatórios Gerenciais**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/mapa-de-gerenciamento>. Acesso em 16 jul. 2022.

GRANGEIRO, Sarah Lays Saraiva. **Análise estatística do índice de condição da manutenção em Rodovias Federais para o estado do Ceará**. Monografia. Centro universitário Citrus. Curso de Engenharia Civil. Fortaleza, 2020.

Anuário CNT do Transporte. **1.3.1.1.2.Malha rodoviária pavimentada**. 2022. Acesso em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/Rodoviario/1-3-1-1-2-/Malha-rodovi%C3%A1ria-pavimentada>. 15 de set. 2022

Ministério da Infraestrutura. **ICM, rodovias federais quilômetro por quilômetro**. 2022. Acesso em: https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-terrestre_antigo/icm. Acesso em 16 de set. 2022.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: anderson.mendessilva@ufpe.br

ANEXO I

FIGURA 1 – Formulário DNIT

RodoViz: BR 344/AC
Código SNV: 348AC220
entido SNV: DIV/POAC - ENTR BR 344 (TRAVESSIA DE PODIPOLIS ALVES)
Pista: ☒ Simples ☐ Dupla

Empresa Supervisora: _____
Contrato Supervisora: _____
Data: 08/07/2018
Início: 0
Fim: 30,6
Treebo: 

km Inicial	km Final	Extensão (m)	Condição do Pavimento						Condição da Conservação						Observação						
			Pavimto			Fremendo			Trinçamento			Rocagem				Drenagem			Sinalização		
			Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim	
0,00	10	10			X			X					X		X			X			DIV/POAC -gmt. Creta. Pista Simples Fozes 306,300
10	20	10			X			X					X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
20	30	10	X					X					X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
30	40	10	X					X					X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
40	50	10						X					X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
50	60	10	X					X					X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
60	70	10	X					X					X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
70	80	10	X					X					X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
80	90	10						X					X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
90	90,9	10											X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
90,9	90	10	X										X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples
100	10,9	10											X		X			X			Sentido Crescente - Pista Simples

Fonte: DNIT(2019)

ANDERSON MENDES DA SILVA

Levantamento histórico do índice de condição de manutenção das rodovias federais do estado de Pernambuco em comparação com dados da região Nordeste e o Brasil.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.
DEFESA REALIZADA POR VIDEOCONFERÊNCIA.

Área de concentração: Estradas e Transportes.

Aprovado em 09 de novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Renato Macêdo Mahon (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Marília Neves Marinho (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Shirley Minnell Ferreira de Oliveira (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco