

AValiação Funcional da Rodovia BR-104/AL – Trecho Urbano da Cidade de Maceió/AL

Aline Calheiros Espíndola¹
Carlos Augusto Uchôa da Silva¹
Ernesto Ferreira Nobre Junior¹
Celso Luiz dos Santos Romeiro Júnior²

Universidade Federal do Ceará¹

Pós-graduação em Engenharia de Transportes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul²

Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura

RESUMO

Dentro dos sistemas de gerência as avaliações caracterizam a condição estrutural e funcional dos pavimentos. O presente trabalho teve por finalidade analisar as metodologias de avaliações e o nível de condição do pavimento de um segmento da BR-104/AL. Analisou-se os parâmetros de classificação da condição do pavimento como Índice de Gravidade Global (IGG) e Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES), com detalhamento dos defeitos de trincas interligadas, flechas decorrentes das deformações permanentes na trilha de roda e panelas/buracos. Funcionalmente o pavimento apresentou cerca de 70% enquadrados nos conceitos Regular a Péssimo tanto no conceito de IGG e IES. A comparação dos levantamentos objetivo e subjetivo possibilitaram constatar as divergências entre as metodologias de caracterização das condições de superfície, com a avaliação subjetiva superestimando a qualidade do pavimento.

Palavra-Chave: Avaliações do Pavimento; Índice de Gravidade Global; Índice do Estado de Superfície

ABSTRACT

Within the management systems the evaluations characterize the structural and functional condition of the pavements. The purpose of the present study was to analyze the evaluation methodologies and the level of pavement condition of a BR-104 / AL segment. The parameters of classification of the pavement condition were analyzed as Global Severity Index (IGG) and Index of the Surface Area of the Pavement (IES), with details of the defects of interconnected cracks, arrows resulting from the permanent deformations in the wheel track and pans / holes. Functionally the pavement presented about 70% under the concepts Regular to Poor both in the concept of IGG and IES. The comparison of the objective and subjective surveys made it possible to verify the divergences between the methodologies of characterization of the surface conditions, with the subjective evaluation overestimating the quality of the pavement.

Keyword: Evaluation of Pavement; Global Severity Index; Surface State Index

1 INTRODUÇÃO

Na matriz de transporte brasileira de carga o uso do modo rodoviário é predominante em relação aos demais, representando cerca de 60% dessa matriz. Apesar de ser um modo de transporte de extrema importância para o país apenas 12,3% desta malha rodoviária é pavimentada (CNT, 2017).

A pesquisa da CNT (2017) faz uma avaliação da rodovia em diversos níveis, condições do pavimento, sinalização, geometria da via e estado geral. Em relação ao estado geral destas rodovias pesquisadas, a CNT constatou que 61,8% delas possuem algum tipo de problema. Na avaliação que se considera apenas o estado do pavimento, observou-se que 50,0% dos trechos receberam classificação de regular a péssimo.

Bernucci *et al.* (2008) expõe que o maior objetivo da pavimentação é assegurar aos usuários conforto ao rolamento e segurança independente do clima. Outra questão é que a qualidade dos pavimentos interfere diretamente nos custos operacionais, como aumento do tempo de viagem e desgaste e as avarias nos veículos, ou seja, aumento nos custos de transporte, seja ele de passageiros ou cargas. A CNT (2017) identificou que o custo operacional do transporte

brasileiro aumenta em média 27,0% devido a condição da superfície dos pavimentos.

O CNT (2014) identificou as intervenções necessárias para modo rodoviário, com investimento estimado de R\$ 293,9 bilhões para a solução dos entraves do modal e a adequação da malha, sendo R\$ 48,25 bilhões destinados a recuperação do pavimento. Nos últimos anos os recursos financeiros destinados a infraestrutura de transporte foram reduzidos, não havendo recursos suficientes disponíveis para efetuar as intervenções necessárias. Sendo necessário um sistema de priorização e direcionamento de investimentos de forma eficaz, ressaltando a importância dos sistemas de gerência de pavimentos (SGP).

As avaliações dos pavimentos é um elemento primordial do SGP, pois caracteriza a condição estrutural e funcional dos pavimentos. Através avaliações obtém-se informações que viabiliza diagnosticar as patologias e determinar as alternativas de restauração do pavimento, de forma a prolongar sua vida útil. Indicadores numéricos classificam a situação geral da rodovia, através dos levantamentos da condição da superfície e estruturais (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Diante deste contexto, o trabalho tem por objetivo analisar as avaliações funcionais do trecho da BR-104/AL, do entroncamento da rodovia AL-404 (acesso CEASA) até a Praça Centenário, com extensão de 32,47km.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Pavimentação

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e dos intemperes, e propiciar aos usuários condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (BERNUCCI *et al*, 2008).

Por sua importância no complexo da atividade socioeconômica, dentro de sua vida útil deve apresentar permanentemente um desempenho satisfatório. Este desempenho representa ao usuário condições de tráfego seguras, confortáveis e econômicas – atendendo aos preceitos de otimização do custo. Assim sendo, a estrutura do pavimento deve ser projetada e construída de forma a garantir a qualidade do rolamento. Quando um pavimento deixa de atender satisfatoriamente a segurança e o conforto, se torna um risco ao usuário, causando acidentes e prejuízos financeiros. (DNIT, 2006a).

De acordo com Bernucci *et al.* (2008) do ponto de vista do usuário, o estado da superfície do pavimento é o mais importante, pois os defeitos ou irregularidades são percebidos uma vez que afetam seu conforto. Quando o conforto é prejudicado, significa que o veículo também sofre mais intensamente as consequências desses defeitos. Essas consequências acarretam maiores custos operacionais, relacionados a maiores gastos com peças de manutenção dos veículos, com consumo de combustível, de pneus e com o tempo de viagem dos usuários.

2.2 Defeitos no Pavimento

Independente das condições de tráfego e tipo de pavimento (flexível, semirrígido ou rígido), todos eles precisam ter um desempenho funcional aceitável, capaz de satisfazer sua função principal, que é a de fornecer uma superfície com serventia adequada em termos de qualidade de rolamento. Quando são concebidos, os pavimentos são projetados para uma determinada vida útil, nesse período ele se desenvolve até alcançar uma condição ótima de uso, e posteriormente há o decaimento do desempenho até o término de sua vida útil. Isso é facilmente

explicado pela deterioração (degradação) do pavimento por ações do tráfego e pelas intemperes (DNIT, 2006a).

À medida que a rodovia vai sendo utilizada, o seu desgaste natural fatalmente levará, dentro de determinado tempo, a uma situação em que ela não oferecerá boas condições de tráfego. Cabe aos órgãos governamentais gerenciar e analisar a situação dos pavimentos para que possam oferecer uma solução viável para as patologias o mais rapidamente possível e assim restaurar a qualidade de rolamento (SENÇO, 2008).

De acordo com Haas e Hudson (1978), a ruptura do pavimento acontece ao se atingir os limites de tensões e/ou deformações do material empregado, o que ocasiona a ocorrência de defeitos estruturais em forma de trincas ou deformações permanentes. Os defeitos estruturais não constituem a ruptura do pavimento, isto ocorre quando o acúmulo de defeitos reduz a serventia do pavimento a um nível abaixo do aceitável pelos usuários ou estabelecidos pelos gestores da rodovia.

Segundo Yoder e Witczak (1975) *apud* Soncim (2011), o processo de deterioração de pavimentos tem dois aspectos, o estrutural e o funcional. No primeiro caso há a fratura de uma ou mais partes da estrutura do pavimento, até o ponto que o pavimento seja incapaz de suportar as solicitações impostas pelo tráfego. Já a ruptura funcional, que pode ou não vir acompanhada da estrutural, ocorre quando o pavimento não consegue fornecer condições de segurança e conforto aos seus usuários.

De acordo com o DNIT (2006b) os defeitos mais importantes para à deflagração de intervenções de restauração são os seguintes:

- Trincamento (% FC-02+%FC-03);
- Desgaste (D);
- Panela (P);
- Deformação/Afundamento nas trilhas de roda (ATR);
- Irregularidade longitudinal (IRI);
- Desagregação;
- Resistência à derrapagem.

2.3 Avaliação Funcional

SILVA (2005) afirma que a avaliação funcional de pavimentos visa determinar o grau de deterioração da via, através da identificação e quantificação dos seus problemas superficiais que afetam o conforto e a segurança dos usuários.

Segundo DNIT (2016) para o desenvolvimento de projeto de restauração das rodovias federais é necessário caracterizar o estado da superfície de um pavimento e para tal se aplica os seguintes procedimentos DNIT PRO:006/2003 para o método avaliação objetiva da superfície com o cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) e procedimento DNIT PRO:008/2003 com a avaliação objetiva expedida (IGGE) determinação do Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES).

O IGG é calculado a partir do levantamento de defeitos na superfície (DNIT, 2003a) com seus respectivos cálculos de frequências absolutas e relativas. Os defeitos comutados são: trincas isoladas transversais e longitudinais, trincas interligadas “jacaré” e “bloco”, afundamento plástico e de consolidação, ondulação/corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste e “painelas” ou buracos. Também é calculado a variância e a média das flechas nas trilhas de roda

interna e externa. A partir dos valores de IGG para cada segmento homogêneo, é determinado o estado funcional do pavimento segundo a Tabela 1.

Tabela 1 – 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, 2003b

O IES é calculado a partir da obtenção do Índice de Condição de Pavimento Flexível (ICPF) e do Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE). A partir do IES é determinado o estado de conservação do pavimento no segmento homogêneo analisado conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Conceituação do estado de conservação do pavimento a partir do índice de Estado de Superfície do Pavimento.

Descrição	IES	Conceito
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	Ótimo
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	Bom
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2	
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	Regular
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4	
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	Ruim
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7	
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	Péssimo
$IGGE > 90$	10	

Fonte: DNIT, 2003c

3 MÉTODOS

Os dados dos levantamentos disponibilizados são referentes ao Projeto Programa CREMA (Contrato de Restauração e Manutenção de Rodovias) na rodovia BR104/AL, no Estado de Alagoas, do entroncamento da rodovia AL-404 (acesso CEASA) no município de Rio Largo/AL até o Trecho urbano da Praça Centenário no município de Maceió/AL. A extensão total de estudo foi de 32,47km sendo analisado 62 segmentos homogêneos nos dois sentidos da via, a localização do trecho de estudo é apresentada na **Figura 1**.

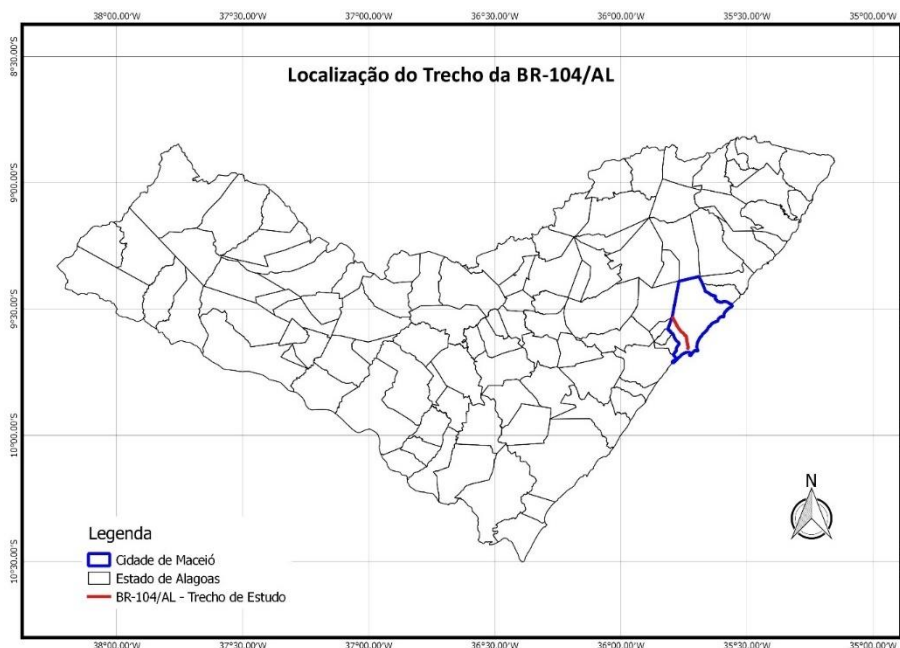


Figura 1 – Localização do Trecho da BR-104/AL estudado.
Fonte: Autora (2018)

Foram analisados os resultados da avaliação objetiva pela DNIT PRO: 006/2003 e o levantamento visual contínuo (LVC) pela DNIT PRO: 008/2003 dos segmentos homogêneos, nos mesmos apresentam os seguintes parâmetros de qualidade funcional:

- DNIT PRO: 006/2003:
 - Índice de Gravidade Global (IGG)
 - Quantidade de Panelas;
 - Flecha / Afundamento de Trilha de Roda – ATR;
 - Trincamento (FC-2 + FC-3) (%);
- DNIT PRO: 008/2003:
 - Índice do Estado de Superfície (IES);
 - Índice de Condição de Pavimento Flexível (ICPF);
 - Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE).

Para cada um dos parâmetros foram obtidos da literatura os limites aceitáveis de qualidade, conforme apresentado anteriormente os parâmetros IGG, IES, ICPF e IGGE são classificados de péssimo a ótimo. Para os parâmetros de panela, afundamento de trilha de roda e trinca interligada de couro de jacaré (%FC-2+%FC-3) existem limites de qualidade específicos, apresentados na Tabela 3. A depender do órgão responsável pela fiscalização a exigência de qualidade pode variar. Para concessões rodoviárias os limites são apresentados no Programa de Exploração da Rodovia (PER) de cada rodovia e são regulamentados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). São limites destinados a rodovias de alto padrão de qualidade.

Para rodovias federais administradas/fiscalizadas pelo DNIT os limites variam um pouco, com padrão de exigência de médio a alto, voltados para manutenção mínima de segurança. Outra referência que pode ser utilizada são os critérios utilizados por Franco (2007) para o desenvolvimento do programa de dimensionamento (SisPav) que é a base do novo método de dimensionamento mecânico-empírico do DNIT em fase de finalização.

Parâmetro de Qualidade	Limite Máximo	Referência
ATR – Flecha	7 mm	Limite da ANTT
	12,5 mm	Limite do SisPav
Quantidade de Painelas	0	Limite da ANTT
Trinca (%FC02+%FC03)	< 15%	Limite da ANTT
	< 30%	Fase Elástica SisPav
	> 30%	Fase de Fadiga - SisPav

Foi analisado para todos os segmentos homogêneos o nível de atendimento dos parâmetros supracitados e efetuada a classificação de nível de deterioração dos mesmos, com auxílio do software Quantum GIS (QGIS). Com os filtros do programa foram determinadas as quantidades de segmentos homogêneos em cada limite ou classe para todos os parâmetros, sendo apresentado na forma de mapas, conforme exemplo da Figura 2.

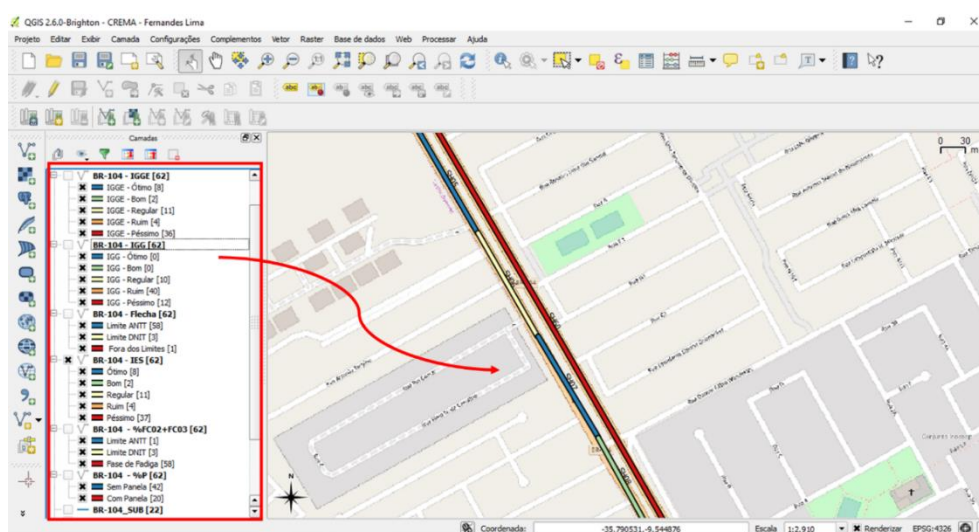


Figura 2 – Análise dos segmentos homogêneos da BR-104/AL no QGIS.

Fonte: Autor (2018)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a análise dos levantamentos e avaliações do pavimento, não se verificou nenhuma avaliação estrutural do pavimento, descumprindo exigência da própria instrução de projeto de CREMA (DNIT, 2016). Todas as avaliações realizadas foram funcionais, objetiva e subjetiva, seguindo os procedimentos DNIT PRO: 006/2003 e DNIT PRO: 008/2003.

4.1 Análise dos Parâmetros da DNIT PRO: 006/2003

Com base na metodologia preconizada pelo DNIT (2003b) que trata da avaliação objetiva de pavimentos flexíveis, além do Índice de Gravidade Global, foram analisados os parâmetros de presença de painelas/buracos, percentual de área trincada e profundidade do afundamento na trilha de roda, chamada de Flecha no ATR.

Quanto ao parâmetro presença de painela pode-se verificar que cerca de 30% dos segmentos apresentam essa patologia, conforme Tabela 4, a localização dos segmentos com necessidade de intervenção é apresentado na Figura 3. O defeito de painela é a patologia mais grave que pode aparecer no pavimento, mas na realidade é a evolução ou a consequência de outros defeitos.

Tabela 4 - Classificação dos segmentos homogêneos pelo parâmetro Painela

Número de segmentos homogêneos	Frequência (%)	Conceito
20	32,3%	Com Painela
42	67,7%	Sem Painela

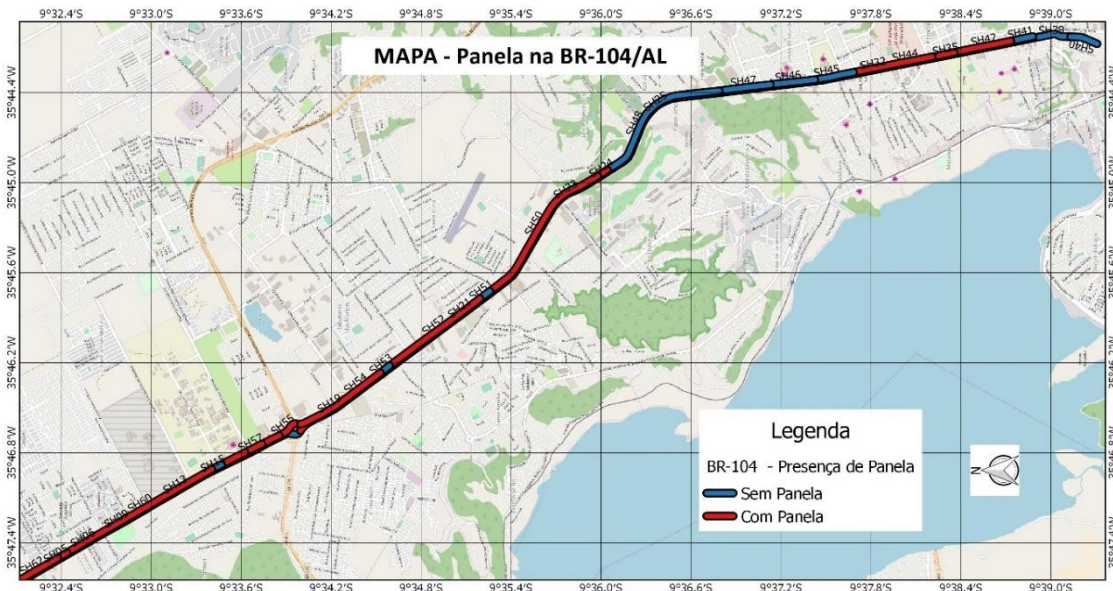


Figura 3 – Mapa dos Segmentos com Presença de Painela – Sentido Bairro-Centro da BR-104
Fonte: Autor (2018)

Quando se analisa o percentual de área trincada com trincas interligadas de grau 2 e 3 (Tabela 5), percebe-se que essa é a principal patologia presente na via, com 93,5% dos segmentos com trincas que caracterizam o pavimento já na fase de fadiga, com mais de 30% da área trincada, indícios de deficiência estrutural no pavimento.

Para vias de alto padrão, como rodovias concessionadas, ANTT limita área trincada de no máximo 15%, utilizando esse critério apenas um dos 62 segmentos não necessitaria de intervenção. E ao analisar o critério do DNIT/Franco (2007) para definir a vida de fadiga apenas 4 dos segmentos estão fadigados.

Tabela 5 - Classificação dos segmentos homogêneos pelo parâmetro Trincas - %FC02+%FC03

Número de segmentos homogêneos	Frequência (%)	Conceito
1	1,6%	Limite da ANTT
3	4,8%	Limite do DNIT
58	93,5%	Fase de Fadiga

A Figura 4 apresenta a localização dos segmentos com área de trincas interligadas dentro dos limites da ANTT, DNIT e pavimentos que atingiu a vida de fadiga.

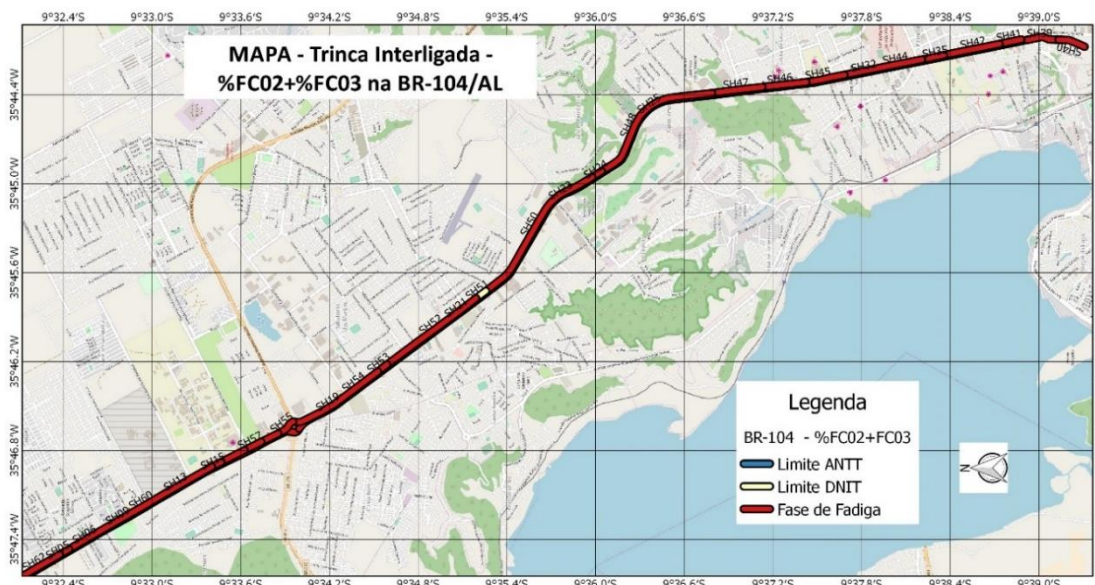


Figura 4 - Mapa da BR-104 dos Segmentos com Trinca Interligada
 Fonte: Autor (2018)

Outro parâmetro muito utilizado para determinar necessidade de intervenção é a flecha contida na trilha de roda, essa patologia prejudica a segurança viária, pois permite o acúmulo de água na mesma e favorece a ocorrência de aquaplanagem. A ANTT indica que para manter uma via segura a flecha de ATR deve ser menor que 7mm, já o DNIT indica 12,5 mm. Quando se analisa os resultados da BR-104 (Tabela 6), apenas um segmento apresenta problemas significativos de deformação, estando o mesmo fora dos limites e necessitando intervenção.

Tabela 6 - Classificação dos segmentos homogêneos pelo parâmetro ATR - Flecha.

Número de segmentos homogêneos	Frequência (%)	Conceito
58	93,5%	Limite da ANTT
3	4,8%	Limite do DNIT
1	1,6%	Fora dos Limites

A Figura 5 apresenta a localização dos segmentos problemas de deformação permanente nas trilhas de roda conforme ANTT e DNIT.

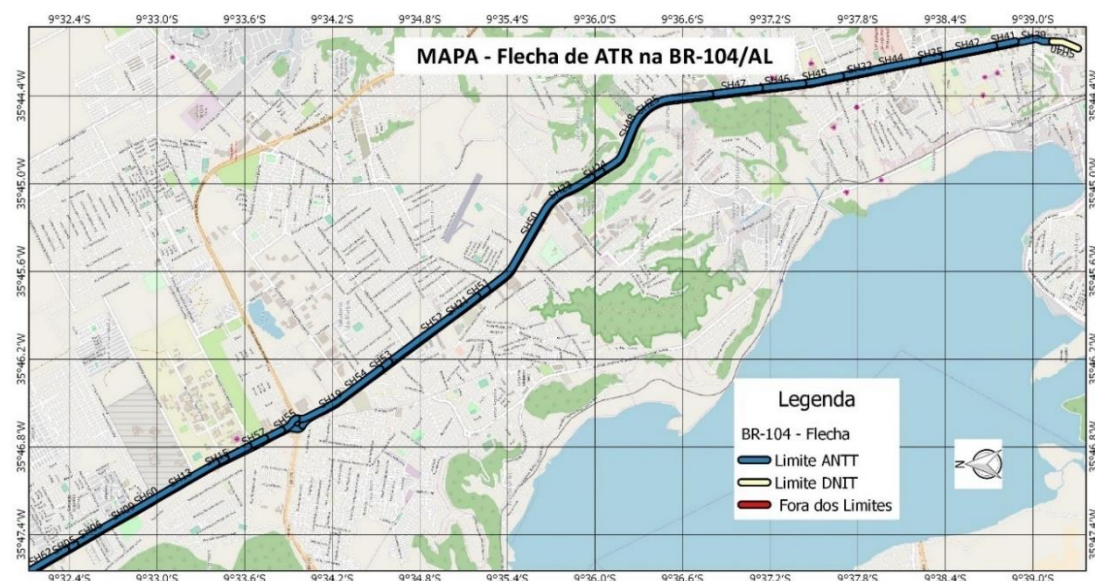


Figura 5 – Mapa da BR-104/AL dos Segmentos com Afundamento na Trilha de Roda (Flecha)
 Fonte: Autor (2018)

Ao analisar o conceito de deterioração IGG, que faz um compilado de todas as patologias presentes no pavimento, observa-se que não existem segmentos com conceitos bom ou ótimos, ou seja, 100% dos segmentos apresentam patologias e necessitam de algum tipo de manutenção, de pequeno ou de maior porte, conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação dos segmentos homogêneos pelo parâmetro IGG.

Número de segmentos homogêneos	Frequência (%)	Conceito
0	0,0%	Ótimo
0	0,0%	Bom
10	16,1%	Regular
40	64,5%	Ruim
12	19,4%	Péssimo

Os elevados valores de IGG estão principalmente atrelados a grande quantidade de segmentos com trincas interligadas, ou seja, o critério que rege a ruptura do pavimento é a fadiga e não a deformação permanente. A Figura 6 apresenta o conceito de IGG dos segmentos na forma de mapa.

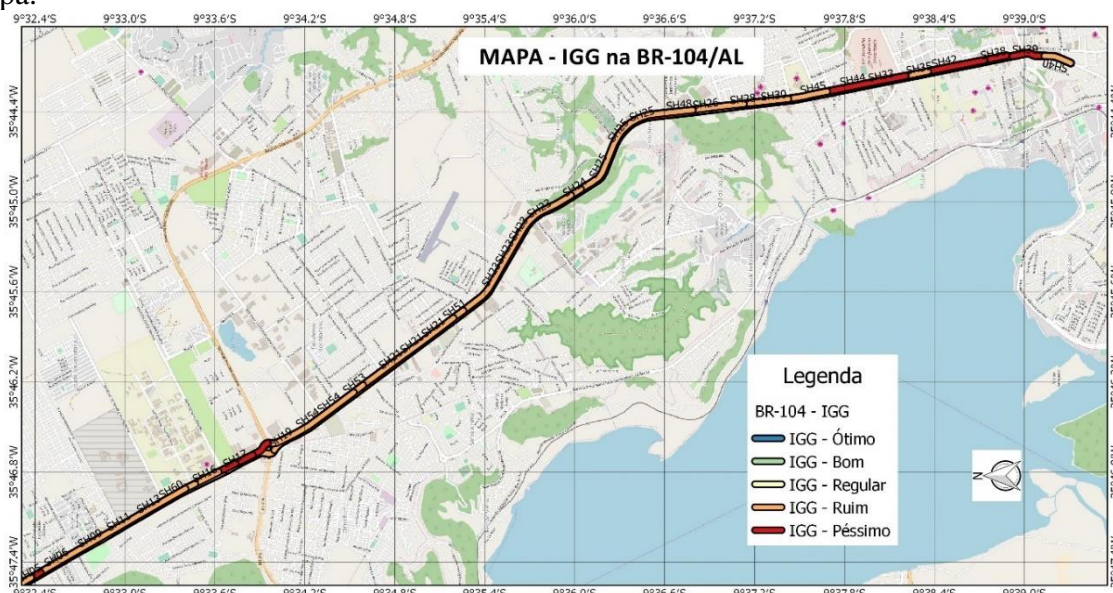


Figura 6 - Mapa da BR-104/AL dos Segmentos com a Classificação IGG

Fonte: Autor (2018)

4.2 Análise dos Parâmetros da DNIT PRO: 008/2003

Com a aplicação da metodologia preconizada pelo DNIT (2003c), que trata do levantamento visual contínuo (LVC), construiu-se as **Tabela 8**, **Tabela 9** e **Tabela 10** com os resultados de ICPF, IGGE e IES, respectivamente. Os resultados de ICPF (**Tabela 8**) é uma avaliação subjetiva dos avaliadores, os quais consideraram o trecho com conceito bom e regular, diferenciando da avaliação objetiva expedita (**Tabela 9**), no qual cerca de 75% dos segmentos foram classificados como de regular a péssimo.

Tabela 8 - Classificação dos segmentos homogêneos pelo parâmetro ICPF

Número de segmentos homogêneos	Frequência (%)	Conceito
0	0,0%	Ótimo
48	77,4%	Bom
14	22,6%	Regular
0	0,0%	Ruim
0	0,0%	Péssimo

Tabela 9 - Classificação dos segmentos homogêneos pelo parâmetro IGGE

Número de segmentos homogêneos	Frequência (%)	Conceito
8	12,9%	Ótimo
2	3,2%	Bom
12	19,4%	Regular
4	6,5%	Ruim
36	58,1%	Péssimo

A determinação do conceito IES é a compilação da avaliação subjetiva e objetiva expedita, sendo regida principalmente pela avaliação objetiva. A **Tabela 10** apresenta os resultados de IES alinhados com os resultados de IGGE, com predominância dos conceitos de regular a péssimo. Com apenas 16,1% dos segmentos foram enquadrados com conceitos satisfatórios e cerca de 60% com conceito péssimo.

Tabela 10 - Classificação dos segmentos homogêneos pelo parâmetro IES

Número de segmentos homogêneos	Frequência (%)	Conceito
8	12,9%	Ótimo
2	3,2%	Bom
11	17,7%	Regular
4	6,5%	Ruim
37	59,7%	Péssimo

A Figura 7 apresenta na forma de mapa a localização dos segmentos e sua classificação conforme IES, apresentando visualmente a inconformidade dos mesmos.

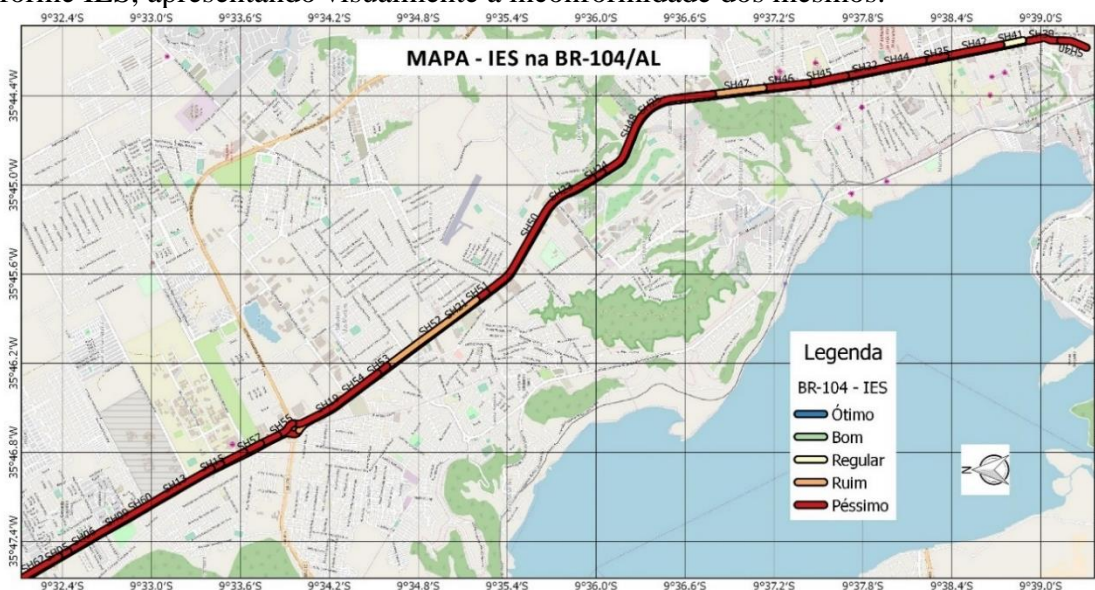


Figura 7 - Mapa da BR-104/AL dos Segmentos com a Classificação IES – Sentido Bairro-Centro
Fonte: Autor (2018)

Outra análise realizada foi a verificação da coerência entre os dois procedimentos de avaliação do pavimento e a qualidade dos levantamentos realizados. A **Tabela 11** apresenta a percentuais de segmentos que apresentaram as mesmas informações/nível de deterioração para o segmento homogêneo pela PRO-006/2003 e PRO-008/2003. Como pode ser observado em nenhum dos parâmetros os procedimentos obtiveram similaridade de retorno, ocorrendo a maior divergência no parâmetro de remendo, seguidos por trincas e painelas. A **Figura 8** apresenta um exemplo

de segmento com divergência entre os dois procedimentos.

Tabela 11 - Análise de coerência entre os PRO-006/2003 e PRO-008/2003

Parâmetro	Percentual de Alinhamento
Remendo	46,8%
Panela	59,7%
Trincas	54,8%

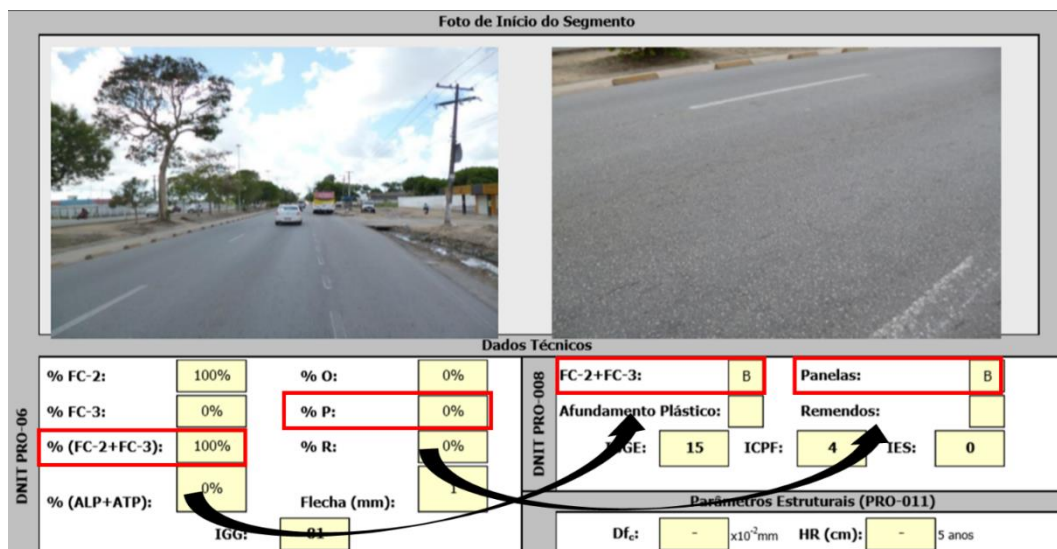


Figura 8 – Relatório dos Levantamentos do Segmento Homôgeneo 5 da BR-104/AL
Fonte: Adaptado de DNIT (2018)

Ressalta-se também que a incoerência de apresentar, no relatório, 100% da área do segmento homogêneo com trincas FC-02 e FC-03, e as imagens não condizer com a informação (**Figura 8**), 61% dos segmentos apresentam 100% de área trincada e sem comprovação nas imagens, ressaltando falhas durante o levantamento ou preenchimento dos relatórios.

5 CONCLUSÕES

As avaliações funcionais apresentadas ao longo deste artigo para a BR-104/AL, possibilitaram a análise das divergências entre as condições de superfície estabelecidas pelos procedimentos existentes do DNIT, comparando os levantamentos subjetivos e objetivos da DNIT PRO 008/2003 a primeira superestima a qualidade do pavimento, não representando a realidade do mesmo. Quando se compara os resultados de IGG e IES verifica-se similaridade, porém com conceitos de IES indicando maior gravidade na deterioração na superfície do pavimento, podendo ser devido a falhas durante o levantamento ou preenchimento dos relatórios.

De modo geral, a via se encontra em estado de deterioração moderado a elevado, com necessidade de restauração/manutenção em cerca de 70% dos segmentos e o principal defeito no pavimento são as trincas interligadas (FC02 e FC-03), evidenciando que o pavimento atingiu a ruptura por fadiga e necessidade de uma análise de deficiência estrutural e projeto de restauração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres (2013). *PROGRAMA DE EXPLORAÇÃO DA RODOVIA (PER) - BR-040/DF/GO/MG: Trecho Brasília/DF – Juiz de Fora/MG - ANEXO 2 - EDITAL DE CONCESSÃO N° 006/2013*. Brasília, 2013.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J.A.; SOARES, J. B. (2008) *Pavimentação Asfáltica* –

- Formação Básica para Engenheiros. PETROBRAS/ABEDA.*
- CNT (2017). *Pesquisa CNT de rodovias 2017: principais dados* (21ª ed.). CNT, SEST, SENAT, Brasília, (2017).
- _____. *Plano CNT de Transporte e Logística* (2014). CNT, SEST, SENAT, Brasília, 2014.
- DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. (2006a) *Manual de Pavimentação*. MT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2006.
- _____. DNIT (2006b) *Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos*. MT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2006.
- _____. DNIT 005/2003a – TER: *defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia*. Rio de Janeiro, 2003
- _____. DNIT 006/2003b – PRO: *Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento*. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. DNIT 008/2003c – PRO: *Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento*. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. DNIT: INSTRUÇÃO DE SERVIÇO Nº 06/2016. *Estabelece procedimentos a serem utilizados na elaboração de projetos do Programa de Contratos de Recuperação e Manutenção Rodoviária - CREMA*. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. DNIT. *Projeto do CREMA BR-104/AL no trecho do entroncamento da rodovia AL-404 (acesso CEASA) até da Praça Centenário*. 2018.
- HASS, R.; HUDSON, W. R. *Pavement management systems*. United States of America: McGraw-Hill Book Company, 1978
- Senço, W. (2008) *Manual de técnicas de pavimentação. Volume 1. 1.ed. São Paulo: PINI, 2008.*
- SILVA, Marcelo Corrêa. *Avaliação funcional e estrutural das vias asfaltadas do campus da UFV*. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2005.
- SONCIM, S.P. *Desenvolvimento de Modelos de Pavimentos Asfálticos com Base da Rede de Rodovias do Estado da Bahia*. Tese (Doutorado em Engenharia de Transporte – Infraestrutura de Transporte). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.