

UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS OBJETIVOS PARA DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO DO PAVIMENTO DAS RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DE ALAGOAS

Aline Calheiros Espíndola
Ana Kássia Lopes Gonçalves
Jéssica Rempto B. Coelho
Ernesto Ferreira Nobre Júnior

Universidade Federal do Ceará
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes

RESUMO

É de conhecimento geral que rodovias em estado inadequado aumentam os problemas de segurança viária e custos operacionais que contribuem negativamente no crescimento econômico do país. A malha rodoviária brasileira possui mais de 1.700.000 km, dos quais, apenas 12,4% são pavimentados. Apesar desta pequena parcela das rodovias serem pavimentadas, as pesquisas da CNT de 2018 apontam que o estado geral dos pavimentos não é satisfatório, com 50,9% dos trechos analisados em estado regular a péssimo, porém não utiliza avaliações e parâmetros objetivos em seus levantamentos. Sendo assim, o trabalho teve como objetivo comparar a avaliação da CNT com avaliações de parâmetros objetivos. De forma geral as rodovias federais de Alagoas estão com condição de superfície na categoria boas, em ambas as metodologias. Porém vale ressaltar a importância da utilização de critérios objetivos, pois essa abordagem proporcionou a identificação da manifestação patológica predominante, inicialmente era o afundamento de trilha de roda nos anos de 2014 e 2015 e trincamento por fadiga em 2018. Também foi possível comprovar a ineficiência da utilização dos resultados de IRI isoladamente para efetuar a gestão do pavimento. A combinação de parâmetros objetivos com os resultados de irregularidade, proporciona uma melhor visão global da condição do pavimento.

ABSTRACT

It is well known that inadequate roads increase road safety problems and operating costs that contribute negatively to the country's economic growth. The Brazilian road network has more than 1,700,000 km, of which only 12.4% is paved. Although this small portion of the roads are paved, CNT surveys of 2018 indicate that the general condition of the pavements is not satisfactory, with 50.9% of the sections analyzed in a bad state, but does not use objective assessments and parameters in their surveys. Thus, the objective of this study was to compare the CNT's evaluation with objective parameter evaluations. In general, the federal highways of Alagoas have surface condition in the category good, in both methodologies. However, it is important to emphasize the importance of the use of objective criteria, since this approach provided the identification of the predominant pathology, initially it was the sinking of wheel tracks in the years 2014 and 2015 and fatigue cracking in 2018. It was also possible to prove the inefficiency of the use of the results of IRI alone to carry out the management of the pavement. The combination of objective parameters and irregularity results provides a better overall view of the pavement condition.

1. INTRODUÇÃO

Nos prognósticos da American Society of Civil Engineers (ASCE, 2016) a economia americana perderá nos próximos anos cerca de quatro trilhões de dólares como consequência da deterioração acelerada em sua infraestrutura (Rodoviária, Ferroviária, Aérea, Hidroviária, Portuária, Eletricidade e Abastecimento de Água).

Informação que reforça a importância de implantação do gerenciamento de infraestruturas, o qual proporciona a manutenção do padrão de qualidade do serviço e prolonga a vida útil com recursos limitados (Hartmann e Dewulf, 2009). O Sistema de Gerência dos Pavimentos (SGP) nada mais é um conjunto de ferramentas que auxiliam a administração da infraestrutura rodoviária (HAAS et al., 1994). Ele define estratégias viáveis, para avaliar, prover e manter o pavimento em condição aceitável (AASHTO, 1993). E assim, traçar a forma mais eficaz da

aplicação dos recursos disponíveis (DNIT, 2008). Para efetiva implementação do SGP é necessário efetuar o diagnóstico o estado dos pavimentos, com parâmetros objetivos.

O cenário brasileiro é de escassez de informações sobre a malha rodoviária, sendo a pesquisa da Confederação Nacional de Transportes (CNT) a única no Brasil em larga escala. Segundo dados da CNT (2018), a extensão da malha rodoviária brasileira é de 1.720.700 km, dos quais apenas 12,4% são pavimentados. Nesta pesquisa também foi avaliada a qualidade dos pavimentos das rodovias, sendo analisada uma extensão total de 107.161 km de rodovias que compreendia toda a malha rodoviária federal e as principais rodovias estaduais pavimentadas do Brasil, com resultados preocupantes referente a qualidade das rodovias, com 50,9% dos pavimentos classificados de Regular a Péssimo.

As rodovias federais de Alagoas representam 0,05% das rodovias pavimentadas do Brasil (PNV, 2019). A pesquisa CNT avaliou 788km das rodovias de Alagoas, o que representa 98,7% da extensão das rodovias federais do estado, das quais apresentaram resultados de qualidade do pavimento bem superior ao do Brasil, com apenas 11,5% dos pavimentos classificados de Regular a Péssimo (CNT, 2018).

Todavia, a avaliação do pavimento realizada pela pesquisa CNT segue metodologia subjetiva, o que pode não representar a real situação das rodovias. Sendo importante a utilização de critérios e parâmetros objetivos, como área trincada, flecha nas trilhas de roda, irregularidade, quantidade de buracos e índice de gravidade global.

Espíndola *et al* (2017) apresentou resultados da qualidade dos pavimentos no ano de 2015 em Alagoas, seguindo critérios objetivos, e as rodovias estavam de modo geral com a condição de superfície na categoria regular, excetuando a BR-104 em situação de maior gravidade, a qual a época encontrava-se em reabilitação, via contrato CREMA/DNIT. Porém, o estudo apresentou resultados preocupante em relação a deformação permanente nas trilhas de roda, com valores de flechas acima do aceitável em todas as sete rodovias, sendo considerada a manifestação patológica crítica nas rodovias do estado. Outro ponto ressaltado nesse estudo foi que a rodovia crítica, BR-104, apresentou valores de área trincada elevados, com cerca de 43% da extensão da rodovia apresentando problemas de trinca couro de jacaré.

O estudo de Espíndola *et al* (2017) ressaltou que apenas um conceito de condição de superfície do pavimento, não apresentam informações suficientes para serem utilizado no sistema de gerência de pavimento, ou seja, apenas possuir a informação se o pavimento está degradado, não viabiliza sanar o problema. Conhecer o tipo de manifestação patológica existente, gravidade e sua extensão são fundamentais para propor soluções de manutenção ou reabilitação adequada.

Sendo assim, o foco do presente trabalho é apresentar as condições dos pavimentos, com parâmetros objetivos nas rodovias do estado de Alagoas ao longo do período de 2014 a 2018, identificar se ocorreu variação na manifestação patológica crítica e comparar os resultados da avaliação objetiva de qualidade do pavimento com os apresentados pela pesquisa CNT de 2018.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico serão apresentados conceitos e informações contidas na literatura que balizarão a compreensão plena do desenvolvimento do estudo.

Pavimento é uma estrutura destinada a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (BERNUCCI *et al*, 2006).

Por sua importância no complexo da atividade socioeconômica, dentro de sua vida útil deve apresentar permanentemente um desempenho satisfatório e a garantir a qualidade do rolamento. Este desempenho representa ao usuário condições de tráfego seguras, confortáveis e econômicas. (DNIT, 2006a). Quando um pavimento deixa de atender satisfatoriamente a segurança e o conforto, se torna um risco ao usuário, causando acidentes e aumentando o prejuízo causado por ele. (CNT, 2018).

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, causando um aumento do custo de operação dos veículos que por ela trafegam. Cabe aos órgãos governamentais gerenciar e analisar a atual situação das rodovias para que possam oferecer uma solução viável para as problemáticas aferidas o mais rapidamente possível e assim restaurar a qualidade de rolamento (SENÇO, 2008).

Segundo Bernucci *et al*. (2006) percebe-se que o bom diagnóstico dos defeitos presentes no pavimento, gera um estudo mais eficaz e funcional para a escolha da melhor ou das melhores técnicas de recuperação de pavimentos a serem adotadas, fazendo com que as condições de rolamento dos pavimentos voltem a um estado aceitável de segurança e conforto do usuário, impactando também para a economia (diminuição do custo operacional dos veículos).

De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos de DNIT (2006b) os tipos mais importantes de defeitos que são levados em consideração visando à deflagração de intervenções de restauração são os seguintes:

- Trincamento (principalmente por fadiga);
- Panela/Buracos;
- Afundamento nas trilhas de roda (ATR);
- Irregularidade longitudinal;
- Desgaste;
- Desagregação;
- Resistência à derrapagem.

Segundo o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos de DNIT (2006b) os defeitos de superfície são os danos que podem ser identificados a olho nu na camada superficial do pavimento. Nesse contexto se enquadram os trincamentos, desgastes e panelas. Não é pelo fato de se tratar de defeitos superficiais que necessariamente seus danos se encontram apenas na camada superficial e não alcancem as demais camadas do pavimento. As camadas subjacentes podem sofrer influência das avarias oriundas do revestimento a depender do nível de deterioração que o pavimento apresenta. O desgaste e os buracos provocam o arrancamento do material da camada de revestimento, o afundamento nas trilhas de roda e a irregularidade longitudinal surgem da deformação permanente de materiais constituintes nas camadas inferiores dos pavimentos e a desagregação e a resistência à derrapagem progredem em função da ação abrasiva do tráfego.

O trincamento por fadiga (trincas couro de jacaré) e o afundamento nas trilhas de roda são defeitos que estão diretamente ligados à condição estrutural do pavimento. Segundo Bernucci

et al. (2006) a cada passagem de roda o pavimento sofre um deslocamento total que tem duas componentes:

1ª componente: Deformação elástica que resulta na flexão alternada do revestimento, chamada de deflexão. A Figura 1(a) mostra o resultado da repetição das deformações elásticas num pavimento de revestimento de concreto asfáltico como trincamento generalizado e interligado, chamado de “couro de jacaré”.

2ª componente: Deformação permanente que resulta no afundamento de trilha de roda cuja medida também é um critério de definição da vida útil estrutural e funcional de um pavimento visto que, a partir de certo valor, pode interferir na condição de conforto do usuário e segurança do tráfego. Na Figura 1(b) observa-se o resultado do acúmulo das deformações permanentes, que podem ocorrer tanto no revestimento quanto no subleito ou como contribuição de todas as camadas do pavimento.



Figura 1: Defeitos estruturais de trincamento e afundamento por repetição de cargas

Fonte: Bernucci *et al.*, 2006

A quantidade de buracos e valores de irregularidade do pavimento estão diretamente ligados ao conforto de rolamento dos usuários. Segundo o DNIT (2006b), irregularidade longitudinal de um pavimento ou, simplesmente, irregularidade, é o conjunto dos desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência, desvios estes que, entre vários outros inconvenientes, afetam tanto a qualidade do rolamento e como a ação dinâmica das cargas sobre a via.

Sendo assim foram selecionados os dois elementos relacionados a condição da estrutura do pavimento, trincamento por fadiga e afundamento de trilha de roda, e dois elementos ligados ao conforto do usuário, irregularidade e buracos.

3. MÉTODO

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados do ano 2014, 2015, 2017 e 2018 do desempenho funcional dos pavimentos das rodovias federais do estado de Alagoas, cedidos pela coordenação geral de planejamento e programação de investimentos – CGPLAN, obtidos do sistema de gerência de pavimentos-DNIT. Na Tabela 1 e Figura 2 são apresentadas as rodovias e a localização/distribuição das mesmas no estado de Alagoas.

Tabela 1 - Extensão das Rodovias Federais de Alagoas de acordo com PNV 2015 e PNV 2019

Rodovias	PNV 2015			PNV 2019		
	Não Pavimentadas (km)	Pavimentadas (km)	Total (km)	Não Pavimentadas (km)	Pavimentadas (km)	Total (km)
BR-101 / AL	6,5	250,1	256,6	6,5	254,4	260,9
BR-104 / AL		109,1	109,1		109,1	109,1
BR-110 / AL		16,4	16,4		16,4	16,4
BR-316 / AL	55,9	241,1	297,0	78,9	218,1	297,0
BR-416 / AL	4,4	60,2	64,6	4,4	60,3	64,7
BR-423 / AL		105,9	105,9		105,9	105,9
BR-424 / AL	86,4	34,4	120,8	87,1	34,4	121,5
Total	153,2	817,2	970,4	176,9	798,6	975,5

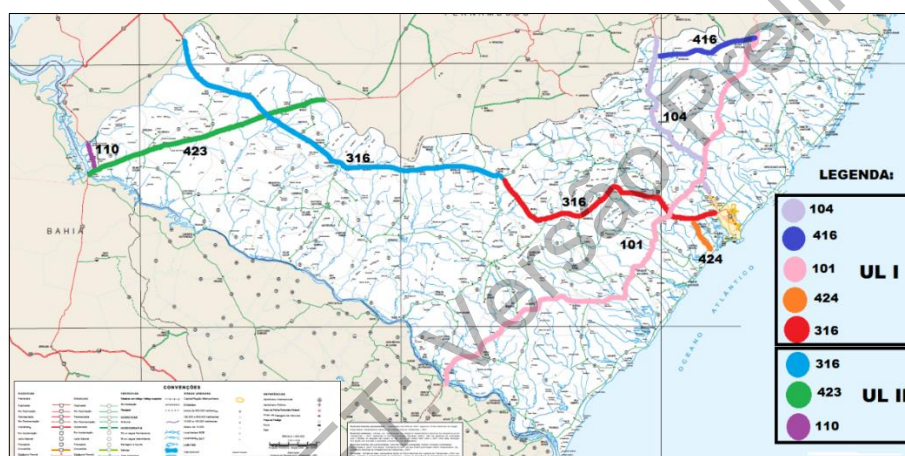


Figura 2: Trechos rodoviários federais sob responsabilidade da UL I e UL II

Foram disponibilizados pela CGPLAN/DNIT os resultados da avaliação objetiva dos pavimentos para os seguintes parâmetros de qualidade funcional:

- Trincamento (FC-2 e FC-3) (%);
- Afundamento de Trilha de Roda – ATR;
- Irregularidade Internacional – IRI;
- Quantidade de Painéis.

A Tabela 2 apresenta os limites aceitáveis de qualidade para os parâmetros de qualidade analisados. Tais limites são os mesmos exigidos no Programa de Exploração da Rodovia (PER) do terceiro lote de concessões regulamentado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) para rodovias de alto padrão (PER/VIA040, 2013). Foi analisado o nível de atendimento desses parâmetros das rodovias federais de Alagoas aos limites recomendados.

Tabela 2: Limites dos Parâmetros de Qualidade do Pavimento (PER/VIA040, 2013)

Parâmetro de Qualidade	Limite Máximo
IRI	2,7 m/Km
ATR – Flecha	7 mm
Quantidade de Painéis	0
Trincamento	15%

4. RESULTADOS

As avaliações da qualidade dos pavimentos foram efetuadas em sua maioria em um dos sentidos das rodovias, na faixa de rolamento que apresentava visualmente maior deterioração superficial do pavimento e não alcançou à totalidade da extensão das rodovias, as avaliações ocorreram nas extensões apresentadas na Tabela 3. Foram levados em consideração apenas os segmentos rodoviários pavimentados, conforme SNV 2015 e SNV 2019.

Tabela 3: Proporção das Rodovias Avaliadas

Rodovias	2014*		2015*		2017**		2018**	
	Extensão Avaliada (km)	% Avaliada	Extensão Avaliada (km)	% Avaliada	Extensão Avaliada (km)	% Avaliada	Extensão Avaliada (km)	% Avaliada
BR-101 / AL	238,92	48%	320,13	64%	312,76	61%	385,28	76%
BR-104 / AL	102,76	47%	124,82	57%	96,49	44%	124,46	57%
BR-110 / AL	16,51	50%	15,97	49%	16	49%	15,95	49%
BR-316 / AL	234,17	49%	231,3	48%	219,71	50%	212,6	49%
BR-416 / AL	20,97	17%	20	17%	44	36%	43,58	36%
BR-423 / AL	78,63	37%	99,52	47%	100,41	47%	100,3	47%
BR-424 / AL	15,7	23%	15,7	23%	15,7	23%	15,95	23%

*Com Base do SNV 2015

** Com Base no SNV 2019

As rodovias com maiores extensões avaliadas foram as BR-101 e BR-104 em 2018, BR-101 e BR-316 em 2017, BR-101 e BR-104 em 2015 e BR-110 e BR-316 em 2014. Importante ressaltar que todos os anos a rodovia com maior percentual de extensão avaliada foi a BR-101, por ser a principal rodovia do estado, apresentando maior fluxo de veículos leves e pesados.

Ao analisar ao longo do período de 2014 a 2018, foi possível identificar o ano 2015 como sendo o crítico, apresentou os piores resultados em três dos quatro parâmetros definidos para análise. O problema mais grave ligado a qualidade do pavimento passou de ser o afundamento de trilha de roda em 2015 para área trincada e irregularidade em 2018. As análises detalhadas, por parâmetro, são apresentadas a seguir:

- Afundamento de Trilha de Roda – ATR

Ao se analisar o nível de atendimento ao limite de flecha na Trilha de Roda, observa-se o ano de 2015 foi o crítico, todas as rodovias apresentaram problemas nesse parâmetro, cinco (BR-110, BR-316, BR-416, BR-423 e BR-424) das sete rodovias possuem mais de 90% dos segmentos com ATR fora do limite recomendado pela ANTT. Chegando-se ao caso extremo na rodovia BR-423 com 100% dos trechos analisados com flechas elevadas. Após intervenções realizadas nos anos de 2016 e 2017, essa problemática foi sanada quase em toda sua extensão, alcançando valores mínimos em 2018. Essas informações podem ser constatadas na Figura 3.

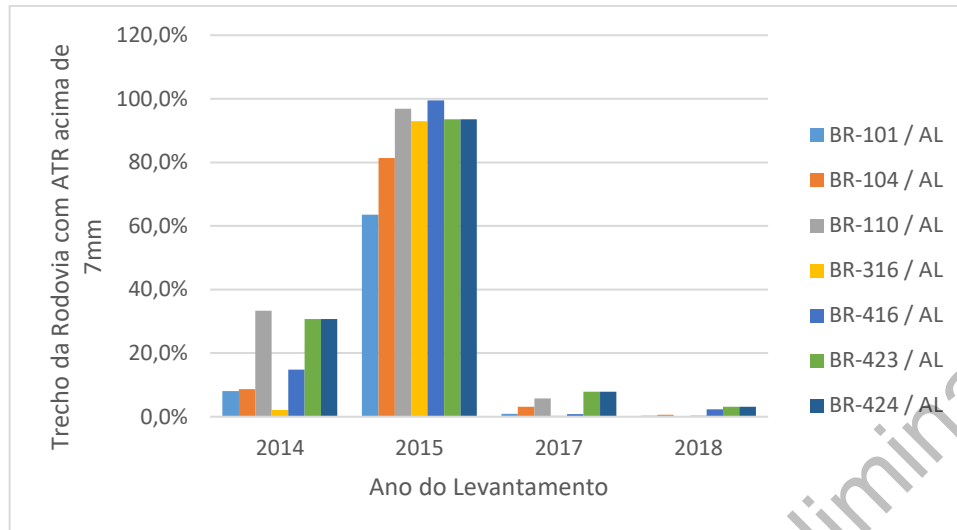


Figura 3: Proporção dos segmentos rodoviários com flechas nas trilhas de rodas acima do limite.

Conforme supracitado, valores elevados de afundamento de trilha de roda estão relacionados interfere na condição de conforto de rolamento e principalmente segurança do tráfego. A segurança viária fica comprometida, principalmente em período chuvoso por favorecer situações de hidroplanagem. A Figura 4 apresenta as médias das flechas nas trilhas de rodas nos 4 anos levantados, no ano de 2015 todas estavam com média acima dos 7mm recomendados, com o caso mais grave a BR-424 com mais de 12mm de flecha. Após as intervenções realizadas pelo DNIT em 2017 apenas as BR-424 e BR-110 ainda estavam com valores acima do limite e em 2018 nenhuma rodovia apresentou tal problema.

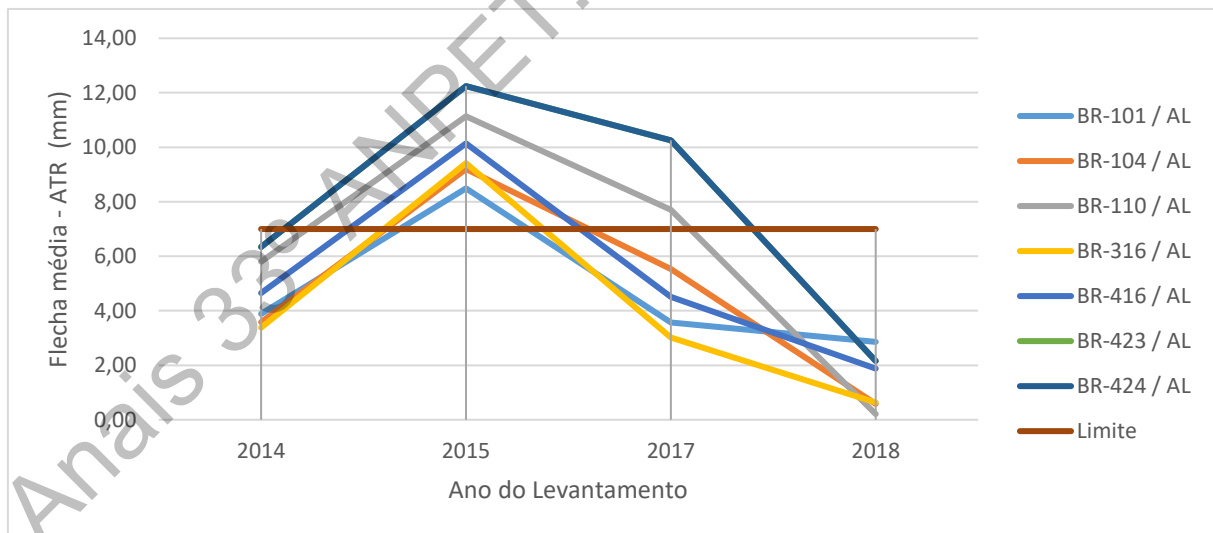


Figura 4: Valores Médios de ATR

Esses resultados reforçam a importância de efetuar levantamentos objetivos dos parâmetros, o conhecimento que a deformação permanente era o elemento problemático permitiu o órgão gestor a efetuar intervenções direcionadas para solucionar o principal defeito.

- Área Trincada

Na análise dos resultados de área trincada (Figura 5) verifica-se que a BR-104, nos anos iniciais do estudo, foi a rodovia com maior incidência de área trincada acima do recomendado, com

pouco mais de 40%, mas após as manutenções atingiram o menor percentual em 2017 e voltou a crescer em 2018, com pouco mais de 10% da extensão com trincas (FC-02 e FC-03).

A rodovia BR-424 apresentou o segundo pior resultado quanto a trinca nos anos iniciais, após as manutenções de 2016 e 2017 chegou ao seu menor patamar, porém verifica-se que a solução adotada para o revestimento foi ineficiente para trincamento, tendo o surgimento de trincas couro de jacaré em quase 40% da extensão avaliada em apenas um ano, passando a ser a manifestação patológica crítica dessa rodovia.

Esse nível de trincamento do pavimento está ligado a condição estrutural do pavimento, o qual entrou na fase de fadiga, a BR-424 é um exemplo claro de subdimensionamento do revestimento asfálticos, não necessariamente em espessura, tendo a possibilidade da escolha equivocada da mistura asfálticas.

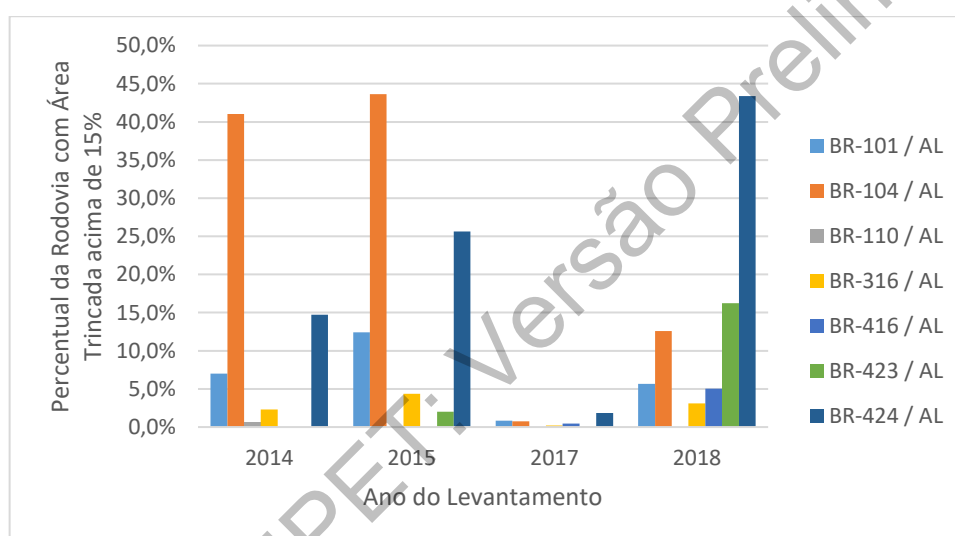


Figura 5: Proporção dos segmentos rodoviários com área trincada acima do limite.

Através da Figura 5 também se verifica que as BR-110 não apresentou praticamente nenhum segmento com trincas interligadas de maiores gravidades. Indicando a boa qualidade do revestimento asfáltico, alinhado com o baixo volume de tráfego.

A Figura 6 apresenta a média da área trincada (FC-02 + FC-03) das rodovias, similar a análise anterior, a BR-104 não apenas apresentou a maior extensão como também a maior gravidade das trincas, com a média dos segmentos com 30% da área danificada e após as intervenções de 2016 e 2017 passaram valores médios dentro do aceitável, com apenas 10% dos segmentos extrapolando o recomendado. A BR-424 por mais que possua grande quantidade de segmentos fora do recomendado, média das áreas das trincas interligadas não próximas ao recomendado nos anos críticos (2015 e 2018).

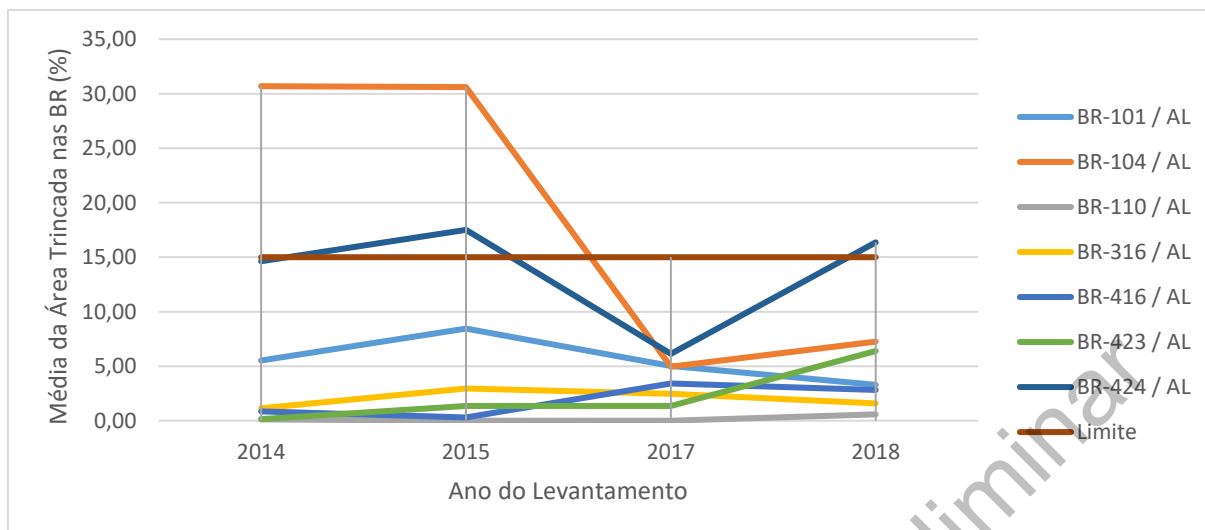


Figura 6: Média da área trincada das rodovias.

- Presença de Painéis na Rodovia

Verifica-se pelos resultados apresentados na **Figura 7** que há uma baixa incidência de painéis nas rodovias, a BR-101 possui a maior quantidade de trechos com painéis, no ano de 2014 com 8,5% dos segmentos homogêneos com buracos, mas foram efetuadas intervenções quase zerando no ano seguinte. Também é possível observar que em 2018, a incidência de buracos cresceu um pouco nas rodovias BR-101, BR-104 e BR-424, não ultrapassando valores de 5,0% da extensão com presença de painéis.

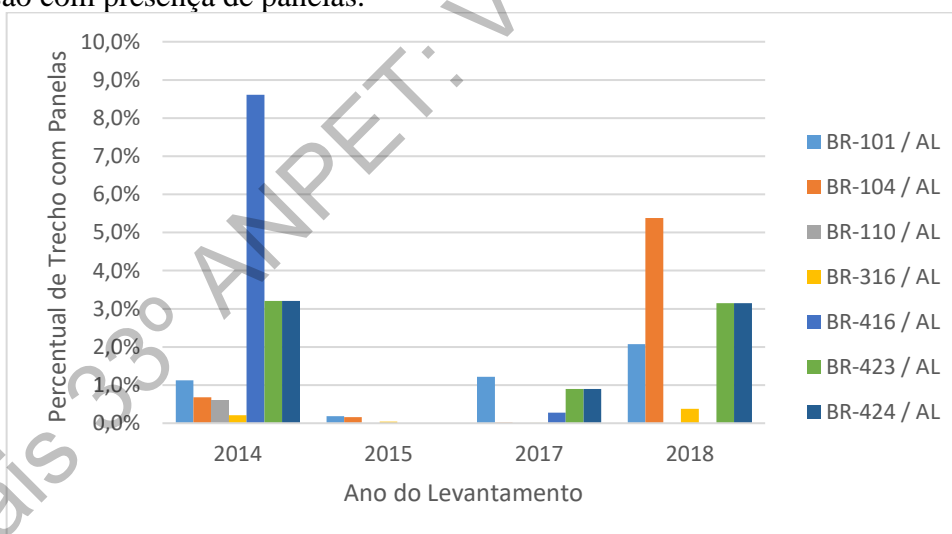


Figura 7: Proporção dos segmentos das rodovias com presença de painéis.

A presença reduzida de buracos na rodovia indica que os pavimentos não estiveram com degradação elevada ao longo do período de análise, pois o surgimento de buraco é decorrente da evolução de outros defeitos. Como também não causou grande desconforto aos usuários, devido a essa manifestação patológica.

- Irregularidade Internacional – IRI

Para a conhecer a sensação de conforto do usuário ao trafegar nas rodovias foram levantadas as irregularidades longitudinais e identificados os segmentos que não atendiam ao limite de 2,7m/km. Com isso foi possível identificar a variação do conforto dos usuários das rodovias ao

longo do tempo. Os resultados da percentagem de segmentos das rodovias que estão com a irregularidade acima do limite recomendado são apresentados na Figura 8.

A Figura 8, vem reforçar a informação que 2015, foi um ano crítico, com a baixa qualidade da rodovia, refletindo para o conforto do usuário. Os valores acima do recomendado variaram entre 28% a 63% na extensão das rodovias, sendo a BR-423 a rodovia com irregularidades acima do recomendado na maior extensão. Após as intervenções ocorreu uma redução drástica nas irregularidades e um gradual crescimento em 2018, como é natural ocorrer.

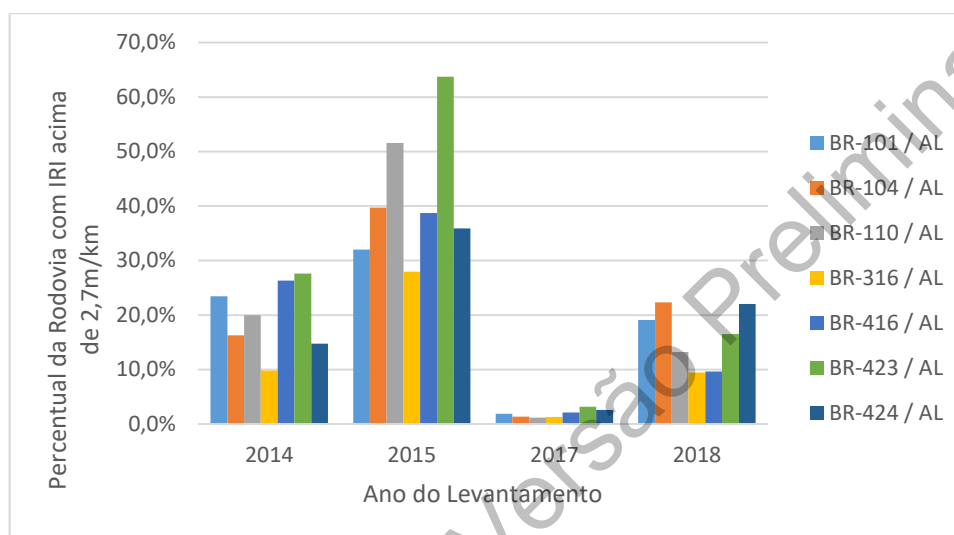


Figura 8: Proporção dos segmentos com IRI acima do limite

Importante ressaltar que a rodovia BR-104 que se encontrava em pior condição superficial do pavimento no ano de 2015, com problemas graves de afundamento de trilha de roda e trincamento considerável, não apresentou desconfortos substanciais quando comparado a outras rodovias do estado, na média apresenta IRI até aceitável. Estando as BR-110 e BR-423 com média de irregularidades maiores que as BR-104. Ou seja, possui a BR-104 apresenta maior quantidade de segmentos irregulares, mas com irregularidade próxima ao limite, já as BR-110 e BR-423, possuem tanto irregularidade acima do limite como em grande quantidade de segmentos, conforme Figura 8.

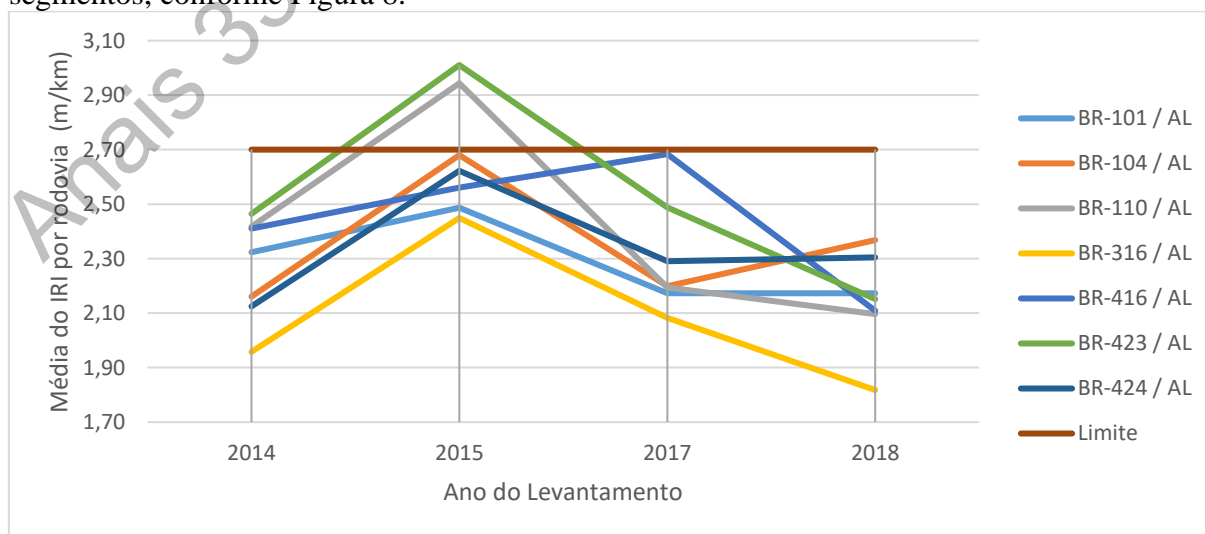


Figura 9: Média do IRI (m/km)

Um ponto importante a se ressaltar é que mesmo as irregularidades acima do limite não foram muito elevadas, estando elas no conceito regular, o que reforça a importância de utilização de mais de um tipo de avaliação para efetuar a gerência do pavimento, e assim melhor definir as prioridades de intervenções e alocação de recursos.

Determinados órgãos definem os critérios de gerência dos pavimentos baseado exclusivamente no levantamento da irregularidade, porém utilizar apenas o IRI como parâmetro de priorização pode não condizer com a necessidade do pavimento. Exemplo importante é que trincas no pavimento não provocam desconfortos substanciais aos usuários e não provocam grandes variações no IRI, porém representam que o pavimento estar em estado de fadiga, próximo ao final de vida útil.

Ao efetuar um balanço geral dos parâmetros, observamos que a extensão com afundamento de trilha de roda no último ano de análise não chegou a 5% na média das rodovias. Em relação a área trincada cerca de 15% da extensão apresentaram trincas de maior gravidade, excetuando a BR-424 que apresentou valores muito superior, com 40% da extensão com trinca FC-02 e FC-03. Quanto a presença de painelas, foi quase nula em todas as rodovias, a exceção da BR-104, que apresentou cerca de 5% de segmentos com buracos. E no critério mais relacionado ao conforto do usuário, a irregularidade, os segmentos com valores acima do recomendado foram de cerca de 10%, mas mesmo os segmentos desconformes, apresentaram valores muito próximo ao limite de 2,7m/km.

Em resumo, os resultados da pesquisa da CNT de 2018 (11,5% de rodovias regulares e ruim, sem presença de rodovias péssimas) não destoaram dos resultados das avaliações objetivas, estando as rodovias do estado de Alagoas de modo geral em boas condições de superfície.

5. CONCLUSÃO

De forma geral as rodovias federais de Alagoas estão em média com qualidade do pavimento na categoria boas, em situação de maior gravidade tem-se a BR-424 com elevada quantidade de segmentos com área trincada desconforme.

Através dos resultados apresentados pode-se concluir que a principal problemática dos pavimentos das rodovias do estado, estava ligado aos afundamentos de trilha de roda, porém as intervenções realizadas foram extremamente eficientes, pois no último levantamento as flechas de ATR praticamente foram zeradas.

O defeito painela não foi significativa, pois em nenhuma das rodovias analisadas apresentou elevada frequência, nos anos analisados. Já a área trincada de gravidade FC-02 e FC-03 inicialmente estavam mais presentes na BR-104 e as intervenções foram mais uma vez efetivas, porém a solução de mistura proposta para BR-424 apresentou resultado inverso ao desejado, em cerca de um ano aproximadamente 40% dos segmentos continham problemas com trincas interligadas. Sendo necessário efetuar novas intervenções e repensar a solução de mistura asfáltica implantada.

Ponto importante constatado foi que seria desaconselhada a utilização do IRI ou avaliação subjetiva de forma exclusivas para determinação de priorização de intervenções, pois podem acontecer equívocos na identificação da real deterioração do pavimento. Sendo recomendado efetuar mais de um tipo de avaliação, de preferência avaliações objetivas, capaz de estimar a

vida útil do pavimento. Além de verificar e levar em consideração o histórico das avaliações, pois permite a identificação de soluções de intervenções ineficientes, a exemplo da BR-424.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da CAPES no desenvolvimento deste trabalho, através da concessão de bolsa de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993) *Guide for Design of Pavement Structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DCC/USA.
- Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT (2013) *Programa de Exploração de Rodovia – PER da Concessionária BR-040 S/A - VIA040*.
- American Society of Civil Engineers – ASCE (2016) *Closing the infrastructure for America's economic future investment gap to failure to act: The impact of infrastructure*.
- Bernucci, L.B. et. al. (2006) *Pavimentação asfáltica: Formação Básica para Engenheiros*. Ed. ABEDA/PETROBRÁS, Rio de Janeiro.
- CGPLAN/DNIT. COORDENAÇÃO GERAL DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DE INVESTIMENTOS – CGPLAN. SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS. (2014) *Consulta Base das Rodovias de Alagoas em 2014*.
- _____. CGPLAN/DNIT (2015) *Consulta Base das Rodovias de Alagoas em 2015*.
- _____. CGPLAN/DNIT (2017) *Consulta Base das Rodovias de Alagoas em 2017*.
- _____. CGPLAN/DNIT (2018) *Consulta Base das Rodovias de Alagoas em 2018*.
- _____. CGPLAN/DNIT (2015) *Sistema Nacional Viário – SNV de 2015*.
- _____. CGPLAN/DNIT (2019) *Sistema Nacional Viário – SNV de 2019*.
- CNT, Confederação Nacional do Transporte. (2018) *Pesquisa CNT de rodovias*. Brasília.
- DNIT, Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes. (2006a) *Manual de Pavimentação*, Rio de Janeiro.
- _____. DNIT (2006b) *Manual de Restauração*. Rio de Janeiro.
- Espíndola, A. C.; Ciríaco, T. G. M.; Valoura, L. R.; Fernandes, P. G. P. S.; Teixeira, M. A. de O. (2017) *Diagnóstico da Condição do Pavimento das Rodovias Federais do Estado De Alagoas*. ANPET, Recife Pernambuco.
- HAAS, R.; HUDSON, W. R. ZANIEWSKI, J. (1994) *Modern Pavement Management*. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida/USA.
- HARTMANN, A., & DEWULF, G. (2009) *Contradictions in infrastructure management – The introduction of performance-based contracts at the Dutch highways and waterways agency*. In 2009 2nd International Conference on Infrastructure Systems and Services: Developing 21st Century Infrastructure Networks, INFRA.
- Senço, W. (2008) *Manual de técnicas de pavimentação*. Volume 1. 1.ed. São Paulo: PINI.

Aline Calheiros Espíndola (aline@det.ufc.br / aline.espindola@ctec.ufal.br)

Ana Kássia Lopes Gonçalves (anakassia@det.ufc.br)

Jéssica Rempto B. Coelho (jessicarempto@poli.ufrj.br)

Ernesto Ferreira Nobre Júnior (nobre@ufc.br)

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará

R. Prof. Armando Farias, 703 - Pici, Fortaleza, CE, Brasil