

Desenvolvimento de um banco de dados da aplicação do Índice de Gravidade Global em vias de Fortaleza

Development of a database for the application of the Global Severity Index in the streets of Fortaleza

Desarrollo de una base de datos de aplicación del Índice de Gravedad Global en carreteras de Fortaleza

Resumo

A importância de se locomover com qualidade ao longo das vias está intrinsecamente relacionada com a qualidade da superfície do pavimento. Entretanto, observa-se que a qualidade do pavimento das vias na cidade de Fortaleza não apresenta condições apropriadas para este modo de transporte, sendo comum a ocorrência de defeitos que podem ser os responsáveis por acidentes e custos com manutenção de veículos. Assim, neste artigo objetiva-se apresentar a criação de um banco de dados do Índice de Gravidade Global (IGG) aplicado na cidade de Fortaleza. Dessa forma, para cada regional foi obtido um valor que permite classificar a qualidade de superfície do pavimento de acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (2003b). Os resultados desta pesquisa mostraram que: (i) algumas Regionais I, V e Secretaria Regional do Centro de Fortaleza (SERCEFOP) ainda não foram mapeadas; (ii) que 25% das Regionais (II) apresentam condições de superfície de pavimento classificadas como regular; e (iii) que 75% das Regionais (III, IV e VI) possuem as piores condições de pavimento, indicando a necessidade de maiores investimentos em manutenção e reabilitação desses pavimentos.

Palavras-chave: Bancos de dados. Índice de Gravidade Global. Cidade de Fortaleza.

Abstract

The importance of moving with quality along roads is intrinsically related to the quality of the pavement surface. However, it is observed that the quality of the road pavement in Fortaleza city does not present appropriate conditions for this type of transport, with the occurrence of defects that may be responsible for accidents and vehicle maintenance costs being common. Thus, this article aims to present a database creation of the Global Severity Index applied in Fortaleza city. Thus, for each region, a value was obtained that allows to classify of the surface quality of the pavement according to the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) (2003b). For this, the results of this research showed that: (i) some Regional I, V, and Regional Secretariat of Fortaleza Center (SERCEFOP) have not yet been mapped; (ii) that 25% of Regional (II) have pavement surface conditions classified as regular; and (iii) that 75% of the Regional (III, IV and VI) have the worst pavement conditions, indicating the need for higher investments in maintenance and rehabilitation of these pavements.

Keywords: Databases. Global Severity Index. Fortaleza City.

Resumen

La importancia de moverse con calidad a lo largo de las carreteras está intrinsecamente relacionada con la calidad de la superficie del pavimento. Sin embargo, se observa que la calidad del pavimento de las carreteras en la ciudad de Fortaleza no presenta condiciones ideales para este modo de transporte, surgiendo comúnmente defectos que pueden ser responsables por accidentes y costes con mantenimiento de vehículos.

Raimundo Ítalo da Silva

Costa 
r.italocosta@gmail.com
Instituto Federal de Ciência,
Educação e Tecnologia do
Ceará (IFCE)

Fernando Dácio de

Almeida 
daciofer@gmail.com
Universidade Federal do
Ceará (UFC)

Teresa Raquel Lima

Farias 
teresafarias@ifce.edu.br
Instituto Federal de Ciência,
Educação e Tecnologia do
Ceará (IFCE)

Francisco Heber Lacerda

de Oliveira 
heber@det.ufc.br
Universidade Federal do
Ceará (UFC)

Juceline Batista dos

Santos Bastos 
jucelinebatista@hotmail.
com
Instituto Federal de Ciência,
Educação e Tecnologia do
Ceará (IFCE)

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es presentar la creación de una base de datos del Índice de Gravedad Global (IGG) utilizado en la ciudad de Fortaleza. Para cada región se obtuvo un valor que permite clasificar la calidad de superficie del pavimento de acuerdo con el Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT) (2003b). Los resultados de esta investigación mostraron que: (i) algunos Regionales I, V y Secretaría Regional del Centro de Fortaleza (SERCEFOP) todavía no fueron mapeados; (ii) que 25% de las Regionales (II) presentan condiciones de superficie de pavimento clasificadas como regular; y (iii) que 75% de las Regionales (III, IV y VI) poseen las peores condiciones de pavimento, indicando la necesidad de mayores inversiones en mantenimiento y rehabilitación de estos pavimentos.

Palabras clave: Base de datos. Índice Global de Gravedad. Ciudad de Fortaleza.

1 Introdução

O transporte rodoviário é o principal meio logístico para a movimentação de cargas e passageiros ao longo do território brasileiro. A importância deste meio está relacionada diretamente com a economia do país, dada a facilidade de locomoção das rodovias que se interligam. A qualidade do pavimento está intrinsecamente relacionada ao transporte rodoviário, de modo que uma rodovia em péssimas condições de pavimento aumenta o custo de operação veicular, reduz o conforto e a segurança dos passageiros.

Contudo, de acordo com as pesquisas da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2018), a atual situação dos pavimentos do país merece atenção. Observa-se que mais de 50% desses apresentam problemas, sendo que 37,0% são considerados em estado regular; 9,5% são avaliados como ruim e 4,4% como péssimo, não atendendo o seu principal objetivo que é fornecer ao usuário uma superfície de rolamento de qualidade. Os fatores relacionados ao surgimento de defeitos são vários, entretanto é comum verificar que a maioria dos defeitos se relaciona com o tráfego intenso de veículos, com a ausência de sistema de drenagem adequado e com o clima. Além disso, é comum verificar que falhas executivas e a utilização de materiais com características inapropriadas para pavimentação contribuem para o surgimento precoce de defeitos.

Uma das formas de tentar prever a evolução dos problemas nos pavimentos é mapeá-los de forma a conhecer a situação da malha e assim disponibilizar recursos adequados de acordo com a severidade dos defeitos. Para isso é necessário que haja um método rápido que dê subsídio para a construção de um banco de dados que permita ações coordenadas a partir do conhecimento da gravidade dos defeitos nas vias.

Desse modo, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2003b) descreve um método para a determinação das condições superficiais do pavimento por meio do Índice de Gravidade Global (IGG), útil para uma análise subjetiva da superfície do pavimento e de um inventário que possibilita classificar e quantificar os defeitos encontrados ao longo da via, sendo preferível, dada a facilidade com que pode retratar a condição do trecho analisado.

Assim, este artigo tem por objetivo apresentar a criação de um banco de dados da aplicação do IGG para vias do município de Fortaleza, por ser uma ferramenta com potencial para a avaliação sistemática de pavimentos. Logo, observa-se que os dados coletados em campo podem ser utilizados como ponto de partida para uma tomada de decisão, quanto à necessidade de manutenção do pavimento.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Defeitos na superfície do pavimento

Segundo Bernucci *et al.* (2010), os defeitos encontrados na superfície do pavimento são as falhas que podem ser identificadas a olho nu e classificadas conforme terminologia normatizada. Dentre as causas desses defeitos, pode-se citar: desgastes, ação dos agentes de intemperismo e, ainda, falhas construtivas. Os defeitos podem surgir precocemente, a médio ou em longo prazo, o que implicam na redução da vida útil do pavimento e, ainda, promovem transtornos para os usuários da via.

Assim, ressalta-se que é de grande importância o levantamento dos defeitos encontrados ao longo da via como objetivo de avaliar a qualidade da camada de rolamento e, como consequência, subsidiar a tomada de decisão para manter este pavimento em perfeito estado de utilização. Com isso, no Quadro 1 são descritos os defeitos utilizados na determinação do IGG conforme DNIT (2003a).

Quadro 1 – Defeitos encontrados na superfície do pavimento

Defeito na superfície do pavimento		Características		Grupo
Fenda	Fissuras	Fendas dispostas em forma longitudinal, transversal ou oblíqua ao eixo da via, perceptíveis a olho nu a uma distância inferior a 1,5m.		1
	Trincas	Fendas com aberturas superiores às das fissuras. Podem apresentar-se como trincas isoladas (transversal e longitudinal), interligadas (couro de jacaré e em bloco) e as trincas de retração.	A trinca isolada transversal ocorre perpendicular ao eixo da via, enquanto a longitudinal, paralelamente e, ainda, se maior ou menor que 100cm podem ser classificadas como trinca transversal curta (TTC) ou trinca transversal longa (TTL). O mesmo ocorre para as trincas longitudinais, sendo classificadas como trinca longitudinal curta (TLC) ou trinca longitudinal longa (TLL).	
			As trincas de retração (TRR) resultam da retração térmica do material de revestimento, da base rígida ou semirrígida subjacente do remendo trincado.	
			A trinca interligada em couro de jacaré (J) caracteriza-se por trincas interligadas e sem direções, semelhantes ao couro de jacaré. Já as trincas em bloco (TB) possuem formatos bem definidos.	
		A trinca interligada em couro de jacaré e as trincas em bloco podem ainda apresentar erosão nas bordas (JE e TBE)	3	
Afundamentos	Afundamento plástico	Resultante da depressão longitudinal na superfície do pavimento. Quando ocorre em uma extensão de até 6m é chamado de afundamento plástico local (ALP) e, quando excede, longitudinal nas trilhas de roda (ATP).		4
	Afundamento de consolidação	Resultante da consolidação diferencial das camadas do pavimento. Quando ocorre em uma extensão de até 6m é chamado de afundamento de consolidação local (ALC) e, quando excede, longitudinal nas trilhas de roda (ATC).		8
Ondulação ou corrugação (O)		Caracterizada pela presença de ondulações transversais ao eixo do pavimento e com intervalos inferiores a 3m.		5
Painéis (P)		As painéis ou buracos são resultados da evolução de trincas, afundamentos e desgaste. Podem alcançar as camadas inferiores do pavimento causando desagregação entre elas.		
Escorregamento (E)		Caracterizado devido ao deslocamento do revestimento em relação a camada subjacente do pavimento, com o surgimento de fendas em meia-lua.		
Exsudação (Ex)		Ocasionalizada pelo excesso de ligante asfáltico na superfície do pavimento, devido a sua migração através da camada de revestimento, ou ainda, devido a problemas de dosagem de betume durante a execução da camada de revestimento.		6
Desgaste (D)		Causado pelo arrancamento progressivo do agregado do pavimento, oriundo de esforços tangenciais causados pela ação do tráfego.		7
Remendos	Profundo (RP)	Quando ocorre substituição da camada de revestimento e de uma ou mais camadas do pavimento.		8
	Superficial (RS)	Quando ocorre correção, em área localizada, da superfície do revestimento.		

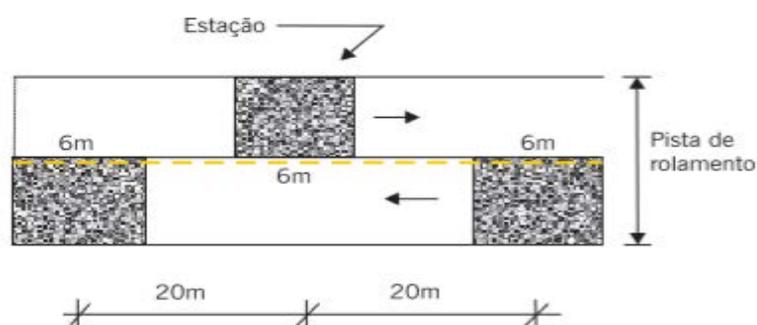
Fonte: Adaptado de DNIT (2003a).

2.2 Índice de Gravidade Global (IGG)

O Índice de Gravidade Global (IGG) é um método adotado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre (DNIT) para determinar a qualidade da superfície do pavimento. Para isso é feito o levantamento dos defeitos encontrados ao longo do trecho analisado e, em sequência, são realizados cálculos de frequência de defeitos e são utilizados fatores de ponderação para cada grupo (Quadro 1) de defeitos obtendo o valor do IGG para o trecho, segundo DNIT (2003b).

Na Figura 1 mostra-se a marcação das estações e superfícies de análise pelo método. Observa-se uma pista simples na qual as marcações das estacas devem ser feitas a cada 20m, alternadas por faixa. O método pode ser executado em rodovias de pistas duplas, mas em contrapartida, deve ser verificada uma estação a cada 20m da faixa mais solicitada de cada pista. Uma vez que a estação é marcada, a superfície de avaliação equivale a 3m ré e 3m vante da estação, totalizando 6m de extensão. Para a marcação das estações podem ser utilizados como materiais: trena com no mínimo 20m de extensão, cones, giz, pincel e tinta.

Figura 1 – Demarcação da área para inventário de defeitos em pista simples



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

Os defeitos observados são contabilizados em um inventário que utiliza a terminologia e codificação (DNIT, 2003b). Esse inventário tem como objetivo auxiliar na quantificação dos defeitos encontrados por estação, sendo divididos em oito grupos (Quadro 1). O método permite contabilizar as frequências absolutas de cada um desses oito grupos e, também, uma frequência relativa referente ao conjunto das estações de um segmento qualquer, ou seja, corresponde à frequência absoluta multiplicada pela porcentagem de estações onde ocorre o defeito em questão.

Para cada grupo existe um fator de ponderação diferente no qual, multiplicados pela quantidade respectiva de defeitos encontrados e, posteriormente somados, resultam no valor do IGG que possibilita classificar a qualidade da superfície do pavimento. A degradação em função do IGG é dada por valores limítrofes que nomeiam a qualidade do pavimento em conceitos que vão de ótimo a péssimo (DNIT, 2003b), de acordo com a Tabela 1. De um modo geral, o IGG tem como objetivo determinar o grau de deterioração da camada superficial do pavimento, em função da contagem e classificação dos defeitos encontrados na via.

Tabela 1 – Degradação do pavimento em função dos valores 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: Adaptado de DNIT (2003b).

2.3 Limitações do Índice de Gravidade Global (IGG)

Para Soncim e Fernandes Júnior (2014), o levantamento de diversos tipos de defeitos através da avaliação da superfície do pavimento resulta em diferentes tipos de severidade e densidade, o que pode gerar um extenso número de combinações que podem vir a conduzir a determinação equivocada do pavimento avaliado. Observa-se ainda que, a existência de outros métodos de análise pode resultar em classificações diferentes em função de sua metodologia própria de trabalho. Assim, tendo essa premissa em questão, Yshiba (2003) e Benevides (2006) citam que as principais limitações do IGG são o fato de não levar em consideração a severidade do defeito na estação, apenas o tipo de defeito, com exceção para as trincas e, ainda, considerar o defeito associado a um fator e não sua extensão. Deste modo, ao longo das observações feitas, pode-se indicar como limitações do IGG:

- a) o método é dependente da percepção dos operários, ou seja, esses devem ser instruídos para reconhecer os tipos de defeitos para aplicar o método corretamente;
- b) não funciona para analisar as camadas subjacentes do pavimento, tendo em vista que, o método só analisa a superfície do pavimento;
- c) não é determinado para toda área, mas obtido de forma amostral, de acordo com as distâncias entre as estações estabelecidas pelo DNIT;
- d) o método analisa a ocorrência cujo defeito aparece na estação e não a área de atuação com a qual o defeito aparece.

3 Método de Pesquisa

De acordo com a análise da superfície do pavimento realizada por cada autor, foi determinado um valor específico de IGG por trecho. Assim, os valores obtidos foram georreferenciados com auxílio do *software* QGIS, de acordo com a regional, tendo em nota que, a cidade de Fortaleza é dividida pela prefeitura em sete regionais executivas (SER I a VI e SERCEFOP) como pode ser visto na Figura 3.

Abaixo são resumidas as etapas metodológicas para a composição do banco de dados, sendo as seguintes:

- a) busca junto à biblioteca do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus* Fortaleza, outras instituições (Universidade de Fortaleza – Unifor) e outros meios (*internet*, revistas científicas) por material de referência (TCC, artigo científico) que abordasse a análise da superfície do pavimento pelo método do IGG aplicado somente no município de Fortaleza;
- b) organização das referências, por ano de conclusão, considerando as informações mais relevantes relativos a avaliação funcional de cada trabalho;
- c) análise dos dados de vias pertencentes à quatro das sete regionais que constituem o município de Fortaleza;
- d) agrupamento das referências de acordo com a regional do município de Fortaleza a qual pertencem. Para esta etapa foi utilizado o *software* QGIS, que permitiu a criação do mapa de Fortaleza com a localização de cada trecho georreferenciado de acordo com a regional pertencente;
- e) cálculo do IGG das vias por regional, o que possibilita a criação do banco de dados que pode ajudar nas ações de gerenciamento dos pavimentos do município setorizando essas ações.

A criação do banco de dados consistiu da utilização de 11 referências que aplicaram o IGG para a avaliação da superfície do pavimento do município de Fortaleza. No Quadro 2 resumem-se, em ordem cronológica, essas referências. Em seguida, no Quadro 3 são destacadas as informações mais relevantes de cada referência.

Quadro 2 – Quadro geral de referências.

Referências		Título	Instituição
Gonçalves (2014)	TCC	Índice de gravidade global (IGG) aplicado na Rua Professora Aldaci Barbosa.	IFCE
Paiva (2014)		Avaliação objetiva das condições de superfície de um trecho de pavimento flexível da Av. João Pessoa.	
Barroso Filho (2015)		Avaliação objetiva das condições do pavimento da Av. Beira Mar, em Fortaleza/CE, pelos métodos IGG e <i>Pavement Index Condition</i> (PCI).	Unifor
Feitosa (2015)		Avaliação objetiva das condições de superfície do pavimento flexível da Rua Conegundes Rodrigues através dos métodos do Índice de Gravidade Global (IGG) e do Levantamento Visual Contínuo (LVC).	IFCE
Lima (2016a)		Avaliação do pavimento da Rua Alberto Montezuma em função do Índice de Gravidade Global (IGG).	IFCE
Lima (2016b)		Avaliação do pavimento das Ruas Nicolau Coelho e Frei Henrique, de acordo com o Índice de Gravidade Global (IGG).	
Aquino (2017)	TCC	Avaliação objetiva das condições de superfície do pavimento flexível da Rua Virgílio Brígido do IGG e do LVC.	IFCE
Soares Filho (2017)		Avaliação da superfície de um trecho do pavimento da Rua Suécia na cidade de Fortaleza-CE, através do método do Índice de Gravidade Global (IGG).	IFCE
Santos (2017)		Avaliação da condição superficial do pavimento da Rua Júlio Braga a partir da determinação do Índice de Gravidade Global (IGG).	IFCE
Ribeiro, Bezerra e Pinheiro Neto (2017)	Artigo	Metodologia prática de avaliação de patologias no pavimento asfáltico em avenida de Fortaleza.	<i>Revista Conexões</i>
Vieira (2018)	TCC	Estudo comparativo de avaliação de pavimento: Índice de Gravidade Global (IGG) e <i>Pavement Condition Index</i> (PCI) aplicados na Travessa Júlio César – Fortaleza-CE.	IFCE

Fonte: Autores, 2019.

Quadro 3 – Quadro resumo de referências

Referência	Resumo
Gonçalves (2014)	Avaliou a condição superficial do pavimento da Rua Aldaci Barbosa, Bairro Cambé, por meio de 10 estações, totalizando 206m de extensão. O trecho analisado localiza-se em uma pista simples e, ao longo de sua observação, concluiu que os defeitos pertencentes ao grupo 5 se repetem com maior frequência ao longo da via. Desta forma, o autor obteve IGG de 187, caracterizado segundo DNIT (2003b) como um pavimento de superfície péssima.
Paiva (2014)	Avaliou a superfície do pavimento em 206m de extensão da Av. João Pessoa. O estudo foi executado nas três faixas da avenida e considerou apenas o trecho ônibus x faixa mista por apresentar o maior desgaste em superfície observada e como consequência o maior valor para IGG. O autor obteve o valor de IGG de 209, caracterizado pelo DNIT (2003b) também como um pavimento de superfície péssima.
Barroso Filho (2015)	Avaliou as condições do pavimento da Av. Beira Mar pelos métodos do IGG e PCI (<i>Pavement Index Condition</i>). O trecho analisado foi iniciado na Av. Barão de Studart até 200m após a Av. Desembargador Moreira, totalizando 1km de extensão. Para o IGG, foram analisadas 50 estações, divididas em três segmentos, de acordo com os defeitos e as características semelhantes. Os valores obtidos para IGG foram: (i) Segmentos 1 e 2 – IGG de 54 e (ii) Segmento 3 – IGG de 48. O valor médio (52) desses trechos caracterizou a superfície do pavimento como regular. Pelo método do PCI, observou que, embora possua metodologia diferente da análise pelo IGG, chegou a mesma conclusão do método anteriormente citado (regular).
Feitosa (2015)	Comparou a condição da superfície do pavimento por meio dos métodos IGG e LVC (Levantamento Visual Contínuo) na Rua Conegundes Rodrigues, localizada no Bairro Montese. Para o IGG foram analisadas oito estações, totalizando 160m. Ao longo de sua observação, concluiu que os defeitos pertencentes ao grupo 5 se repetem com maior frequência. O autor obteve para o trecho investigado o valor de IGG de 285, caracterizado segundo DNIT (2003b), como sendo um pavimento de superfície de péssima qualidade. Pela análise, segundo o LVC, o autor verificou que, embora os métodos possuam procedimentos distintos, observou que os valores obtidos para os índices IDS (Índice de Defeitos de Superfície), VSA (Valor de Serventia Atual) e ICF (Índice de Condição Funcional), segundo DER/SP (2006), foram suficientes para classificar a superfície do pavimento também em péssima qualidade.

Lima (2016a)	Avaliou a superfície do pavimento da Rua Alberto Montezumano no Bairro Vila União. O trecho observado foi dividido em nove estações, totalizando 180m de extensão em pista simples. Os defeitos pertencentes ao grupo 5 incidiram em maior quantidade ao longo do trecho observado. Dessa forma, o IGG foi de 170, sendo a superfície classificada também como péssima.
Lima (2016b)	Avaliou as condições funcionais da superfície do pavimento das Ruas Nicolau Coelho e Frei Henrique no Bairro Messejana. O trecho é em pista simples e totaliza 210m de extensão, sendo utilizadas 10 estações. Os defeitos pertencentes ao grupo 5 se repetem com maior incidência sobre o pavimento. O valor de IGG foi de 186, classificando a superfície como péssima.
Aquino (2017)	Levantou-se, por meio dos métodos IGG e LVC, o pavimento da Rua Virgílio Brígido, Bairro Presidente Kennedy. Foram analisados 300m de uma pista simples, sendo divididos em 15 estações. Os defeitos pertencentes ao grupo 5 também se repetem com maior incidência nesse bairro, com IGG de 166, caracterizando a superfície como péssima. Os índices IDS, VSA e ICF indicaram valores que classificaram a superfície também como péssima (DER/SP, 2006).
Soares Filho (2017)	Analisou a superfície do pavimento de pista simples da Rua Suécia, Bairro Itaperi. Foram utilizadas 10 estações, totalizando 215m. Os defeitos pertencentes ao grupo 5 incidiram com maior frequência. O valor de IGG de 223 caracteriza a superfície do pavimento como péssima.
Santos (2017)	Avaliou a condição da superfície da Rua Júlio Braga, Bairro João XXIII. Foram analisadas 13 estações, totalizando 280m em pista simples. Os defeitos pertencentes ao grupo 5 também predominaram na superfície desse pavimento. O IGG foi de 146, classificando a superfície da via como ruim (DNIT, 2003b).
Ribeiro, Bezerra e Pinheiro Neto (2017)	Avaliaram 500m da superfície do pavimento da Av. Cel. Matos Dourado. Nessa avaliação os defeitos pertencentes ao grupo 5 foram predominantes. O IGG foi de 107, classificando a superfície do pavimento como ruim.
Vieira (2018)	Comparou os métodos IGG e PCI e avaliou a camada superficial do pavimento da Travessa Júlio César, Bairro Bom Futuro. Para o método de IGG foram analisadas 10 estações, totalizando 210m de extensão. O trecho é em pista simples e os defeitos do grupo 5 predominaram na superfície do pavimento, com IGG de 161, classificando a superfície do pavimento como péssima. A análise da superfície do pavimento pelo método do PCI classificou a superfície como ruim.

Fonte: Autores, 2019

Em resumo, das 11 pesquisas 91% mostraram que os defeitos pertencentes ao grupo 5 [Ondulação ou corrugação (O), Panelas (P), Escorregamento (E)] predominam nas estações analisadas, sendo comum a predominância de ocorrências como ondulações, panelas e escorregamentos, e apenas uma dessas pesquisas indicou ocorrência pertencente ao grupo 7, com desgastes (Quadro 1).

4 Resultados e discussões

No Quadro 4 resumem-se os valores de IGG obtidos conforme a regional em que os trechos foram analisados.

Quadro 4 – Organização das referências conforme regional executiva

ID	Referências	SER	IGG	Extensão (m)
1	Gonçalves (2014)	VI	187	206
2	Paiva (2014)	IV	209	206
3	Barroso Filho (2015)	II	52	1.000
4	Feitosa (2015)	IV	285	160
5	Lima (2016a)	IV	170	180
6	Lima (2016b)	VI	186	210
7	Aquino (2017)	III	166	300
8	Soares Filho (2017)	IV	223	215
9	Santos (2017)	III	146	280
10	Ribeiro, Bezerra e Pinheiro Neto (2017)	III	107	500
11	Vieira (2018)	IV	161	210

Fonte: Autores, 2019.

Relacionado às referências citadas no Quadro 3, pode-se argumentar que:

- a) a maior parte das referências em análise tomou como objeto de estudo trechos em pistas simples, o que era esperado por se tratarem de vias urbanas;
- b) os autores Soares Filho (2017) e Ribeiro (2017) possuem estações observadas que estão livres de defeitos, mas que não refletem a realidade do trecho como um todo, sendo os dois classificados como ruim e péssimo, respectivamente;
- c) para o método do IGG, somente duas referências levaram em consideração o afundamento na trilha de roda, por estarem associadas ao tráfego de veículos pesados (ônibus). Entretanto, nas demais, observa-se que as vias em análise por se tratarem de vias coletoras, ou seja, vias dentro de centros urbanos nas quais o tráfego de veículos incidentes é o de passeio, não houve mensuração da trilha de roda por não apresentarem tal defeito;
- d) outros métodos foram utilizados como análise da condição superficial do pavimento como o LVC e o PCI. Entretanto, o foco desta pesquisa foi a aplicação do IGG por se tratar de um método mais utilizado no Brasil.

Após a classificação das referências com os seus respectivos valores de IGG por regional, obteve-se um banco de dados com os valores de IGG definidos com a seguinte metodologia: (i) o valor de IGG de cada referência foi devidamente classificado de acordo com a regional a qual pertence e, em seguida, (ii) extraiu-se a média dos valores de IGG para cada referência por regional, esses valores são apresentados na Tabela 2.

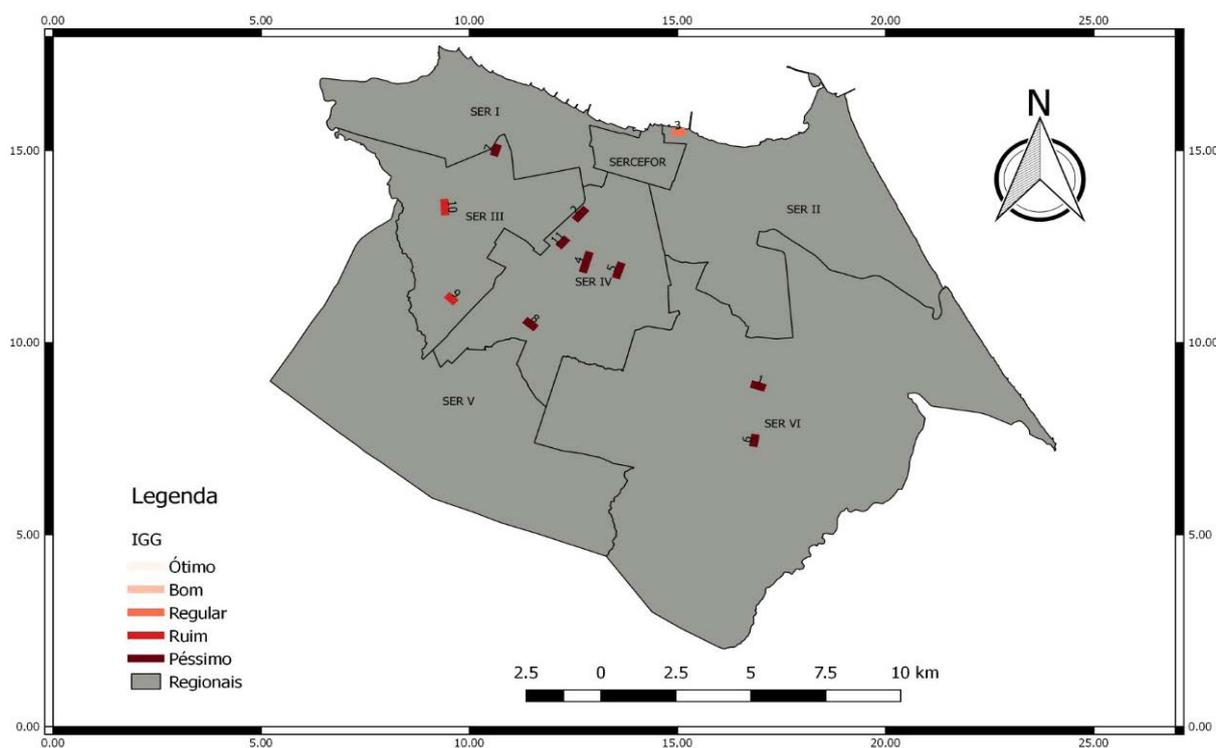
Tabela 2 – Banco de dados da aplicação do IGG em Fortaleza

SER	IGG	Classificação
SER I	-	-
SER II	52	Regular
SER III	140	Ruim
SER IV	210	Péssimo
SER V	-	-
SER VI	187	Péssimo
SERCEFOR	-	-

Fonte: Autores, 2019.

Conforme a Tabela 2 e o mapa dos valores de IGG em Fortaleza (Figura 2), ressaltam-se:

- a) os trechos escolhidos para a análise da condição superficial do pavimento, geralmente, localizam-se nas proximidades das residências dos autores. Logo, os bairros são residenciais e com predomínio de veículos de passeio;
- b) as Regionais I, V e SERCEFOR, ainda não foram analisadas pelo IGG;
- c) o valor de IGG obtido para a Regional III, classificando-a com a superfície de pavimento ruim;
- d) os valores do IGG das Regionais IV e VI indicam que as superfícies de seus pavimentos são péssimas. Fato este que denota inicialmente que essas Regionais estariam localizadas em zonas menos favorecidas da cidade, o que não se confirma, pois a Regional IV, por exemplo, ocupa o 2º lugar na classificação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) no *ranking* entre as Regionais do município de Fortaleza, (IBGE, 2019);
- e) observa-se também que, o trecho da SER II, 1º lugar no *ranking* na classificação do IDH entre as Regionais do município de Fortaleza (IDH médio de 0.58), possui a melhor condição superficial de pavimento, o que se confirma pelo fato dessa Regional vir recebendo muitos investimentos relativos a manutenção de vias (PAULINO, 2019), bem como a SER IV estar em 2º lugar no mesmo ranking (IDH médio de 0.43), a pior.

Figura 2 – Mapa dos valores de IGG em Fortaleza

Fonte: Autores, 2019.

5 Importância do banco de dados

Neste artigo organizou-se um banco de dados da aplicação do Índice de Gravidade Global (IGG) em vias no município de Fortaleza. Esse banco de dados demonstra a qualidade da superfície do pavimento de forma amostral e pode ser utilizado como base para uma análise de tomada de decisão no que diz respeito às ações de manutenção e reabilitação de pavimentos, buscando assim, contribuir para o desenvolvimento da gerência de pavimentos na cidade de Fortaleza.

Observa-se que as Regionais III, IV e VI possuem os trechos com os piores valores de IGG, devendo em um primeiro momento, receber um estudo específico de manutenção da superfície de seu pavimento. Entretanto, a Regional II, por ser uma área que contempla os principais corredores turísticos da cidade e, portanto, de grande importância para economia do município, apresenta os melhores valores de IGG e mesmo assim vem recebendo mais investimentos em requalificação do revestimento. Ressalta-se, portanto, que somente um trecho da Regional II recebeu análise pelo método, logo é necessário mapear outros trechos pertencentes a esta regional, para verificar se o valor de IGG obtido ainda se mantém com a mesma classificação. Tomando a análise dos valores encontrados no banco de dados, recomenda-se que: (i) sejam realizados estudos de trechos pertencentes às Regionais I, V e SERCEFOR que ainda não foram analisadas pelo método e, ainda, (ii) que se complementem e atualizem os dados obtidos no banco de dados para uma análise mais completa da condição superficial do pavimento de Fortaleza, incluindo mais trechos de cada regional, de forma a melhor subsidiar a tomada de decisão quanto ao gerenciamento e manutenção das vias na cidade de Fortaleza, podendo contribuir para a implantação de um sistema de gerenciamento de pavimentos que seja eficiente.

Referências

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário do Ceará 2019/2020**: Pesquisa do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) por Regional do município de Fortaleza. Fortaleza: O Povo, 2019. Disponível em: <https://www.anuariodoceara.com.br/indice-bairros-fortaleza/>. Acesso em 10 jun. 2020.

- AQUINO D. A. **Avaliação objetiva das condições de superfície do pavimento flexível da rua Virgílio Brígido do IGG e do LVC**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2017.
- BARROSO FILHO, J. R. **Avaliação objetiva das condições do pavimento da Av. Beira Mar, em Fortaleza/CE, pelos métodos IGG e PCI**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2015.
- BERNUCCI, L. L. B. *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: ABEDA, 2010.
- BENEVIDES, S. A. S. **Modelos de desempenho de pavimentos asfálticos para um sistema de gestão de rodovias estaduais do Ceará**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias**. Brasília: CNT, 2018. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>. Acesso em: 17 out. 2018.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO – DER/SP. **IP-DE-P00/003 de 2006: Avaliação funcional e estrutural de pavimento**. São Paulo: DER/SP. 2006
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURAS E TRANSPORTES. **DNIT 005/2003. TER: defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia**. Rio de Janeiro: DNIT, 2003a.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURAS E TRANSPORTES. **DNIT 006/2003. PRO: avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**. Rio de Janeiro: DNIT, 2003b.
- FEITOSA, F. B. **Avaliação objetiva das condições de superfície do pavimento flexível da rua Conegundes Rodrigues através dos métodos do IGG e do LVC**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2015.
- GONÇALVES, J. G. S. Índice de gravidade global (IGG) aplicado na Rua Professora **Aldaci Barbosa**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2014.
- LIMA, R. G. **Avaliação do pavimento da Rua Alberto Montezuma em função do Índice de Gravidade Global (IGG)**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2016a.
- LIMA, F. C. **Avaliação do pavimento das ruas Nicolau Coelho e Frei Henrique de acordo com o Índice de Gravidade Global (IGG)**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2016b.
- PAIVA, R. L. **Avaliação objetiva das condições de superfície de um trecho do pavimento flexível da Avenida João Pessoa**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2014.
- PAULINO, N. Quatro grandes avenidas de Fortaleza passarão por requalificação. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, jul. 2019. Seção Metro. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/metro/quatro-grandes-avenidas-de-fortaleza-passarao-por-requalificacao-1.2127551>. Acesso em: 28 ago. 2019.
- RIBEIRO, A. J. A, BEZERRA F. R. D; PINHEIRO NETO, J. C. Metodologia prática de avaliação de patologias no pavimento asfáltico em avenida de Fortaleza/CE. 2017. **Revista Conexões – Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 11, n. 6, p. 91-99, dez. 2017.
- SANTOS, L. A. **Avaliação da condição superficial do pavimento da Rua Júlio Braga a partir da determinação do Índice de Gravidade Global (IGG)**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação

Tecnológica em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2017.

SOARES FILHO, G. E. **Avaliação da superfície de um trecho do pavimento da Rua Suécia na cidade de Fortaleza-CE, através do método do Índice de Gravidade Global (IGG)**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2017.

SONCIM, P. S.; FERNANDES JUNIOR., J. L. Modelo de previsão de la progresión del área de fisuras en pavimentos asfálticos. **Journal of Transport Literature**, Manaus, v. 8, n. 2, p. 221-243, Apr. 2014.

VIEIRA, S. C. A. **Estudo comparativo de avaliação de pavimento: Índice de Gravidade Global (IGG) e Pavement Condition Index (PCI) aplicados na travessa Júlio César - Fortaleza-CE**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Estradas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Fortaleza, 2018.

YSHIBA, J. K. **Modelos de previsão de desempenho: estudos de rodovias do Estado do Paraná**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Sobre os autores

Raimundo Ítalo da Silva Costa

Graduando em Tecnologia em Estradas pelo Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Fernando Dácio de Almeida

Doutorando em Engenharia de Transportes pela Universidade Federal do Ceará.

Teresa Raquel Lima Farias

Professora do IFCE e Engenheira Civil (2006), mestre em Engenharia Civil (2008) e Doutora em Engenharia Agrícola (2016), ambos pela Universidade Federal do Ceará, este último com período sanduíche na Universidade de Valladolid (ES). Atua nas áreas de Geotecnia e Hidrologia, concentrando estudos nos seguintes temas: estabilização e melhoramento de solos para pavimentação, estradas não pavimentadas, erosão e transporte de sedimentos em áreas semiáridas.

Francisco Heber Lacerda de Oliveira

Doutor em Engenharia de Transportes (2016) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará (PETRAN/UFC). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará (DET/UFC). Atualmente, é Vice-Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência em Transporte Aéreo e Aeroportos, Operação, Manutenção e Reabilitação de Infraestruturas Aeroportuárias, especialmente em pavimentos flexíveis e rígidos de pátios e de pistas de pouso e decolagem.

Juceline Batista dos Santos Bastos

Doutora em Engenharia de Transportes pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora IFCE. Atua na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em Infraestrutura de Transportes, desempenhando atividades nos seguintes temas: projeto, construção e monitoramento de pavimentos asfálticos; dosagem e caracterização mecânica de misturas asfálticas; análise e dimensionamento de pavimentos.
