

MAPAS DE GRAU DE DESEMPENHO (PG) DE LIGANTES ASFÁLTICOS PARA O BRASIL

Cléber Faccin
Silvio Lisboa Schuster
Pedro Orlando Borges de Almeida Junior
Pablo Menezes Vestena
Luciano Pivoto Specht
Lucas Dotto Bueno

Universidade Federal de Santa Maria

Leni Figueiredo Mathias Leite

Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

Este estudo destina-se a calcular os graus de desempenho dos ligantes asfálticos (PG) para o Brasil, considerando dados de temperatura do ar entre os anos de 2000 e 2020, em 1002 estações meteorológicas oriundas do banco de dados do INMET, espalhadas pelo país. Para determinar os PGs locais, foram utilizados dois modelos de previsão da temperatura do pavimento: SHRP e LTPP, considerando três níveis de confiabilidade: 50%, 90% e 98%. Com isso, foram gerados mapas com o PG desejado na construção de pavimentos nas respectivas localidades brasileiras. Pode-se observar que, para o cenário de 10 anos de dados analisados, o PG de alta temperatura indicado na maior parte do país, para os níveis de confiabilidade de 98% e 90%, foi de 64, para ambos os modelos de previsão empregados. Para 50% de confiabilidade, o PG de alta indicado para maior parte das localidades analisadas foi de 58, para os dois modelos.

ABSTRACT

This study aims to calculate the asphalt binder performance grades (PG) for Brazil, considering air temperature data between the years 2000 and 2020, in 1002 meteorological stations from the INMET database, spread across the country. To determine the local PGs, two models of pavement temperature forecast were used: SHRP and LTPP, considering three levels of reliability: 50%, 90% and 98%. With this, maps were generated with the desired PG in roads construction in the respective Brazilian localities. It can be observed that, for the scenario of 10 years of data analyzed, the high temperature PG indicated in the largest of the country, for the reliability levels of 98% and 90%, was 64, for both prediction models employed. For 50% reliability, the high temperature PG indicated for most of the locations analyzed was 58, for both models.

1. INTRODUÇÃO

Os requisitos de projeto e manutenção dos pavimentos flexíveis dependem da seleção adequada de materiais para suas respectivas camadas estruturais. No Brasil, a especificação vigente de ligantes asfálticos é baseada em ensaios empíricos. Tradicionalmente, nos projetos de dosagem de misturas asfálticas, os ligantes asfálticos são escolhidos conforme experiência do projetista, muitas vezes, sem uma análise adequada de onde o material será empregado. Isso se dá pelo fato de as normas brasileiras para dosagem não especificarem critérios para escolha do tipo de ligante, diferentemente da metodologia americana SUPERPAVE (*SUPERior PERforming Asphalt PAVements*), em que o ligante a ser utilizado deve ser definido com base no clima e no tráfego onde se pretende aplicá-lo.

Os ligantes asfálticos utilizados nas camadas de revestimento são suscetíveis às condições térmicas, ou seja, suas características e desempenho dependem fortemente do clima existente. Diante disso, a especificação SUPERPAVE -AASHTO M 323 (2017b) estabelece que o ligante asfáltico deve ser selecionado para atender, durante a vida útil do pavimento, às temperaturas máximas e mínimas da camada asfáltica em serviço operacional. Essas temperaturas são estimadas utilizando uma base histórica de dados obtidos de localidades próximas à rodovia em análise, considerando uma profundidade de 2 cm em relação à superfície, por meio do Grau de

Desempenho (PG - *Performance Grade*), atendendo a AASHTO M 320 (2017a). Por exemplo, em um ligante graduado como PG 64-10, tem-se que o ligante deve cumprir as propriedades desejadas até uma temperatura máxima do pavimento com um valor de 64°C e uma temperatura mínima de -10°C. Os asfaltos definidos pela metodologia SUPERPAVE são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Graus de Desempenho conforme a Especificação SUPERPAVE - AASHTO M 320 (2017a)

PG de Alta (C°)	PG de Baixa (C°)
46	-34,-40,-46
52	-10,-16,-22,-28,-34,-40,-46
58	-16,-22,-28,-34,-40
64	-16,-22,-28,-34,-40
70	-10,-16,-22,-28,-34,-40
76	-10,-16,-22,-28,-34
82	-10,-16,-22,-28,-34

A fim de contabilizar as condições de tráfego previstas no local do projeto, a norma AASHTO M 332 (2020) adicionou outro parâmetro no PG, por meio do ensaio *Multiple Stress Creep Recovery* (MSCR). Foi inserida uma letra na classificação (S, H, V ou E), a qual representa as características de volumes de tráfego e taxas de carregamento, de acordo com os critérios apresentados na Tabela 2. A Figura 1 ilustra o exemplo de PG de um ligante com base no clima e no tráfego.

Tabela 2: Ajuste do PG em função do tráfego conforme AASHTO M 332 (2020)

Limites $J_{nr3,2}$ $J_{nr diff} < 0,75$	PG MSCR	Volume de tráfego e taxa de carregamento	
	Tipo	ESAL (milhões)	Velocidade (km/h)
<4,5 KPa ⁻¹	S - <i>Standard</i> (Tráfego padrão)	<10 e	>70
<2,0 KPa ⁻¹	H - <i>High</i> (Tráfego pesado)	10 a 30 ou	20 a 70
<1,0 KPa ⁻¹	V - <i>Very High</i> (Tráfego muito pesado)	>30 ou	<20
<0,50 KPa ⁻¹	E - <i>Extremely High</i> (Tráfego extra pesado)	>30 e	<20

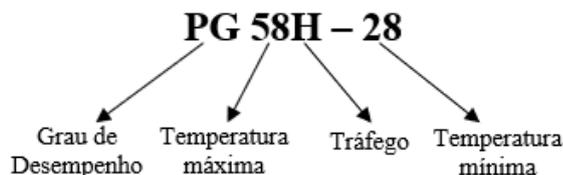


Figura 1: Exemplo de PG do ligante com base em clima e tráfego

Apesar de o Brasil não possuir especificações com base em desempenho, pesquisadores, empresas e instituições de ensino e pesquisa vêm buscando alternativas para selecionar ligantes asfálticos adequados ao clima e tráfego no país. Nesse cenário, destaca-se a classificação de PG para o Brasil desenvolvida por Leite e Tonial (1994), seguindo as especificações SUPERPAVE, com base em temperaturas do ar obtidas das Normais Climatológicas de 1961 a 1990, com dados de 209 estações climatológicas brasileiras. Posteriormente, Cunha *et al.* (2007) revisaram o grau de desempenho adotando a mesma base de dados utilizada em Leite e Tonial (1994), porém aplicando equações diferentes para o cálculo das temperaturas do pavimento. Outra publicação que contribuiu nesse avanço é o guia técnico elaborado por Ceratti *et al.* (2015), que

apresenta recomendações de tipos de ligantes com base em diferentes níveis de tráfego.

Na Figura 2, são apresentados os mapas de PG desenvolvidos por Leite e Tonial (1994) e Cunha *et al.* (2007), respectivamente, considerando 98% de confiabilidade e tráfego padrão.

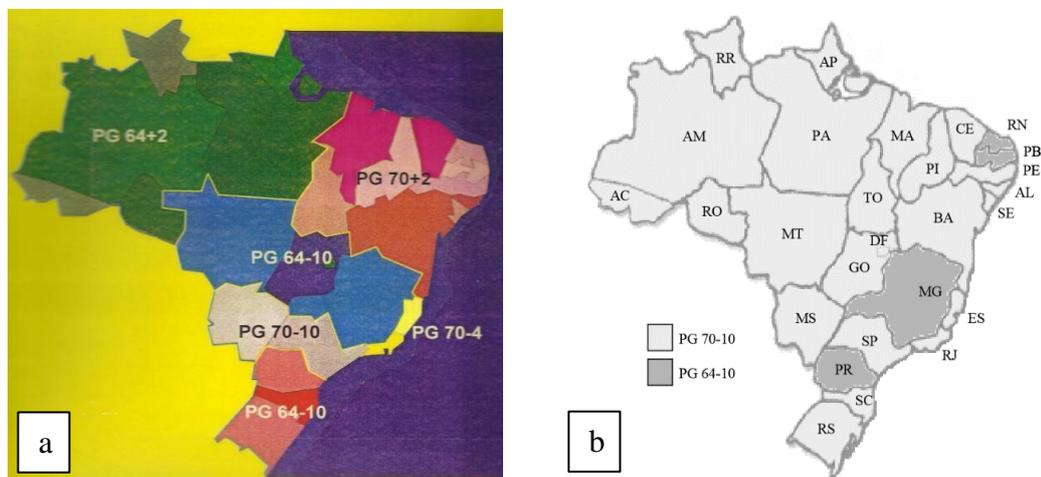


Figura 2: Mapas existentes de PG do Brasil: (a) Leite e Tonial (1994); (b) Cunha *et al.* (2007).

Conforme o SUPERPAVE, a confiabilidade pode ser definida como a probabilidade percentual de que, em um determinado ano, a temperatura real não ultrapasse a temperatura de projeto (Cunha *et al.*, 2007).

Atualmente, um maior número de estações meteorológicas encontra-se operando no país, sendo a grande maioria adaptada para a coleta automática de dados, de forma que um grande banco de dados de temperaturas diárias encontra-se disponível, sugerindo que a classificação dos PGs em território nacional pode ser atualizada e discretizada não somente em regiões e Estados, mas em uma grande quantidade de microrregiões e cidades. Este cenário se torna interessante, dado que a geografia e altimetria do terreno tem impacto nas temperaturas, alterando a classificação de PG para poucos quilômetros de distância entre diferentes localidades. Assim, com a maior discretização, abre-se a possibilidade da escolha de ligantes mais adequados para a região de interesse, possibilitando projetos mais eficientes do ponto de vista técnico. Somado a isso, a atualização do grau de desempenho é relevante, dado o aumento das temperaturas médias ao longo dos últimos anos, sugerindo que, pelo aumento das temperaturas, PGs mais elevados sejam mais corriqueiros e necessários.

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva elaborar novos mapas de classificação PG para os ligantes asfálticos no país em diferentes condições de análise: cenários de dados com no mínimo 10 e 20 anos; níveis de confiabilidade de 50%, 90% e 98%; e utilização dos modelos do LTPP (*Long Term Pavement Performance*) e SHRP (*Strategic Highway Research Program*) para conversão de temperatura do ar em temperatura do pavimento. Dessa forma, busca-se contribuir com a prática de engenharia por meio de uma ferramenta na qual os projetistas possam utilizar o conceito de PG na seleção de ligantes asfálticos adequados ao clima brasileiro em projetos de pavimentação.

2. METODOLOGIA

A Figura 3 apresenta o programa experimental, dividido em quatro principais etapas. Na

primeira etapa, os dados climáticos de temperatura do ar entre os anos 2000 e 2020 foram coletados do site do INMET (<https://bdmep.inmet.gov.br/>), no mês de junho de 2021. Em seguida, os dados foram tratados estatisticamente por meio do *Software R* (R Core Team, 2021) a fim de obter as temperaturas mínimas e agrupar as temperaturas anuais máximas por 7 dias consecutivos, considerando três níveis de confiabilidades (50%, 90% e 98%) e dois cenários: mínimos de 10 e 20 anos de dados. Os modelos do LTPP e SHRP para conversão da temperatura do ar em temperatura do pavimento foram testados e comparados. Por fim, a partir dos modelos determinados, novos mapas de PG foram gerados com a utilização da plataforma *PowerBI*, para os diferentes níveis de confiabilidade e cenários propostos.

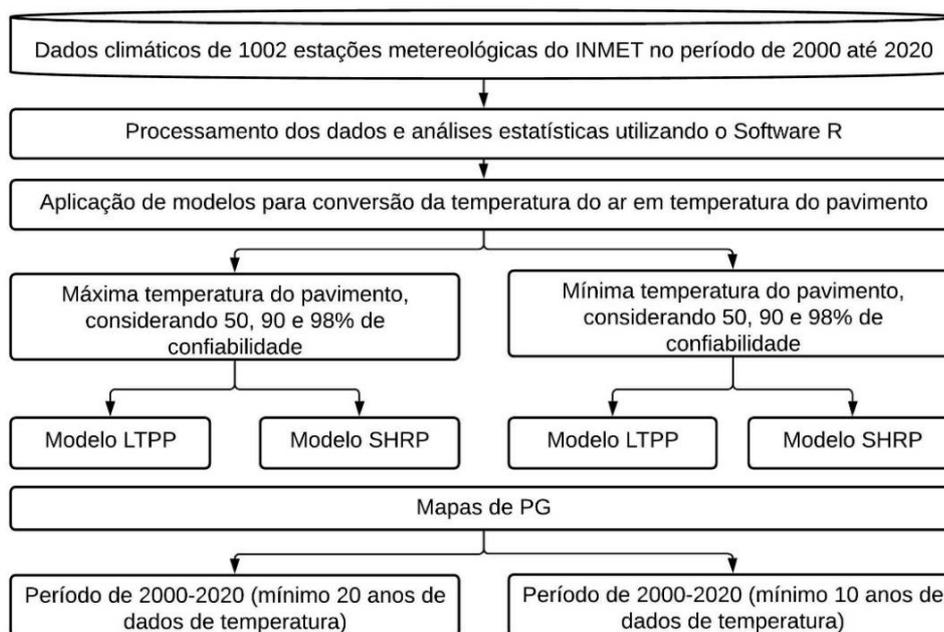


Figura 3: Procedimento para cálculo do grau de desempenho

2.1. Procedimento de cálculo para determinação do PG em função do clima

Para a determinação do PG de baixa, a temperatura mínima do pavimento foi calculada de acordo com a Equação 01 -Modelo SHRP (SHRP, 1994) e Equação 02 - Modelo LTPP (LTPPBind versão 2.1, 1999).

$$T_{MIN} = 0,859 * T_{MINar} + 1,7 \quad (01)$$

em que T_{MIN} = Temperatura mínima do pavimento (°C);
 T_{MINar} = Temperatura mínima do ar (°C).

$$T_{MIN,pav} = -1,56 + 0,72T_{ar} - 0,004Lat^2 + 6,26 \log \log (H + 25) - Z(4,4 + 0,52\sigma_{Tar}^2)^{0,5} \quad (02)$$

em que $T_{MIN,pav}$ = Temperatura mínima do pavimento (°C);
 T_{ar} = Temperatura mínima do ar (°C);
 Lat = Latitude (graus);
 H = Profundidade do ponto considerado em relação à superfície do pavimento (mm);
 σ_{Tar}^2 = Desvio padrão da temperatura mínima do ar no ano (°C);

Z = Confiabilidade.

Para a determinação do PG de alta, a temperatura máxima do pavimento foi calculada de acordo com a Equação 03 - Modelo SHRP (SHRP, 1994) e Equação 04 - Modelo LTPP (LTPPBind versão 2.1, 1999).

$$T_{MAX,pav} = \left((T_{MAX,ar} + Z * \sigma_{MAX,ar}) - 0,00618Lat^2 + 0,2289Lat + 42,2 \right) * (0,9545) - 17,78 \quad (03)$$

em que $T_{MAX,pav}$ = Temperatura máxima do pavimento a 20 mm de profundidade (°C);
 $T_{MAX,ar}$ = Média temperatura máxima do ar para 7 dias consecutivos(°C);
 Lat = Latitude (graus);
 $\sigma_{MAX,ar}$ = Desvio padrão da temperatura máxima do ar para 7 dias consecutivos (°C);
 Z = Confiabilidade.

$$T_{MAX,pav} = 54,32 + 0,78T_{MAX,ar} - 0,0025Lat^2 - 15,14 \log \log (H + 25) + Z(9 + 0,61\sigma_{MAX,ar}^2)^{0,5} \quad (04)$$

em que $T_{MAX,pav}$ = Temperatura máxima do pavimento a 20 mm de profundidade (°C);
 $T_{MAX,ar}$ = Média temperatura máxima do ar para 7 dias consecutivos(°C);
 Lat = Latitude (graus)
 H = Profundidade do ponto considerado em relação à superfície do pavimento (mm);
 $\sigma_{MAX,ar}$ = Desvio padrão da temperatura máxima do ar para 7 dias consecutivos (°C);
 Z = Confiabilidade.

2.2. Cenários de série histórica de temperatura

A metodologia SUPERPAVE recomenda uma série histórica de temperatura de no mínimo 20 anos para determinação do PG (Kennedy et al., 1994). Considerando os dados do INMET, para o período de 2000 a 2020, conforme o histograma da Figura 4, verifica-se que a maior parte das 1002 estações climáticas não atende aos 20 anos mínimos de dados de temperatura recomendados pelo SUPERPAVE.

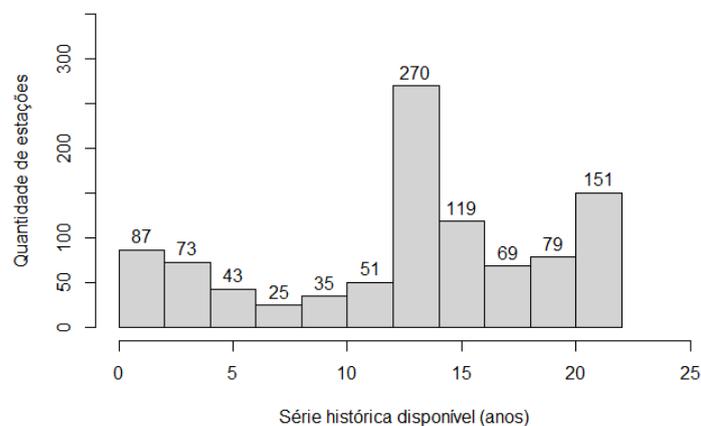


Figura 4: Frequência absoluta de estações e série histórica disponível, em anos, para as estações analisadas (período de 2000- 2020)

Diante disso, de forma a avaliar um maior número de locais, considerando um marco temporal mais recente, foi analisado, além do cenário de 20 anos, o cenário com o mínimo de 10. Falhas de leituras nas estações foram analisadas e os dados anuais desconsiderados quando necessário.

3. RESULTADOS E ANÁLISES

3.1. Mapas de PG em função do clima

Em virtude do grande número de estações em todo território brasileiro, a Tabela 3 apresenta os dados de temperatura do ar utilizados nos modelos do LTPP ou SHRP para o cálculo do PG apenas para as capitais dos Estados. Para as demais estações, os mapas gerados estão disponíveis em ambiente virtual, possibilitando uma consulta dinâmica do PG por estação meteorológica. A página pode ser acessada em <https://abre.ai/brasilpg>.

Tabela 3: Resumo das temperaturas máximas e mínimas do ar registadas nas estações meteorológicas das capitais Brasileiras

Cidade	Período de análise (anos)	Mínima temperatura do ar (C°)		Máxima temperatura do ar para 7 dias consecutivos (C°)	
		Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Porto Alegre	21	2,13	1,13	34,80	1,82
Florianópolis	19	4,75	1,09	32,66	1,21
Curitiba	20	0,45	2,12	31,38	1,29
São Paulo	14	7,41	1,83	33,33	1,24
Rio de Janeiro	15	14,49	1,07	37,50	1,18
Vitória	21	16,00	0,83	34,14	0,91
Belo Horizonte	21	10,52	0,93	32,88	1,09
Campo Grande	19	5,45	1,44	35,92	1,88
Goiânia	21	10,48	1,93	37,31	1,26
Brasília	21	10,13	1,05	32,43	1,39
Cuiabá	20	10,47	1,33	39,26	1,29
Porto Velho	10	15,78	1,96	36,66	0,43
Rio Branco	21	12,10	1,74	36,15	0,98
Manaus	21	21,06	1,03	36,31	0,71
Boa Vista	21	20,92	0,52	37,10	0,87
Macapá	21	21,39	0,57	34,49	0,53
Belém	21	20,90	0,56	34,48	0,64
São Luís	21	21,50	0,67	33,65	0,50
Palmas	21	16,30	1,29	39,13	1,15
Teresina	19	17,41	0,86	38,85	0,78
Salvador	18	19,88	0,94	33,18	0,90
Maceió	19	17,90	1,35	33,02	0,65
Recife	21	18,07	0,80	32,45	0,68
João Pessoa	21	19,29	1,45	32,14	0,64
Natal	21	19,29	1,22	31,45	0,47
Fortaleza	20	20,93	0,50	32,71	0,46

A partir da aplicação e análise dos diferentes modelos e níveis de confiabilidade, o PG de baixa ficou acima de -10°C em todas as estações, obtendo-se assim esta classificação unificada para todo o território.

Nas Figuras 5 e 6 estão apresentados os mapas de PG em relação ao clima, considerando no mínimo 20 e 10 anos de dados climáticos e confiabilidades de 50%, 90% e 98%, respectivamente, para os modelos do LTPP e SHRP.

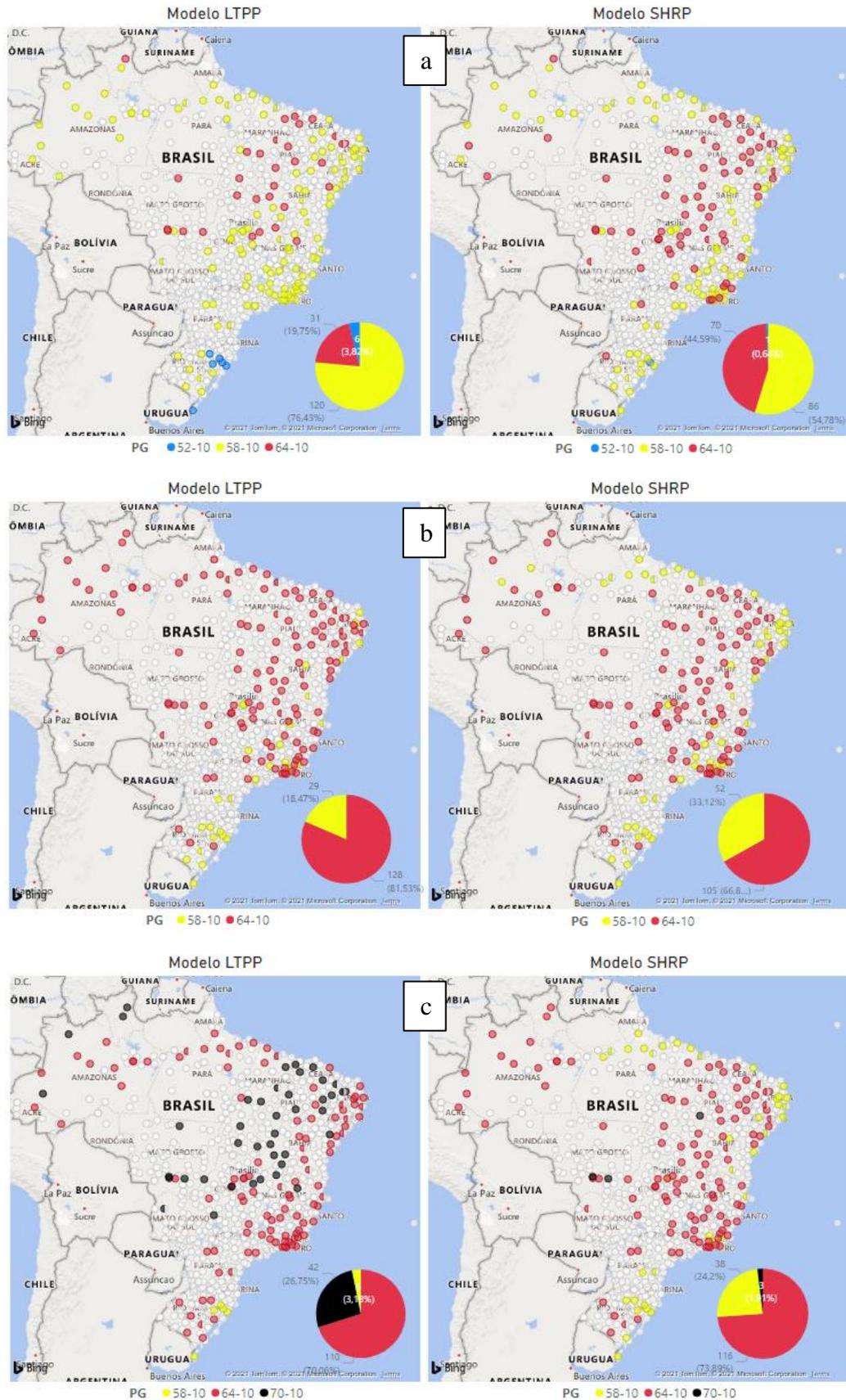


Figura 5: Mapas de PG considerando no mínimo 20 anos de dados climáticos e diferentes confiabilidades: (a) 50%; (b) 90%; e (c) 98%

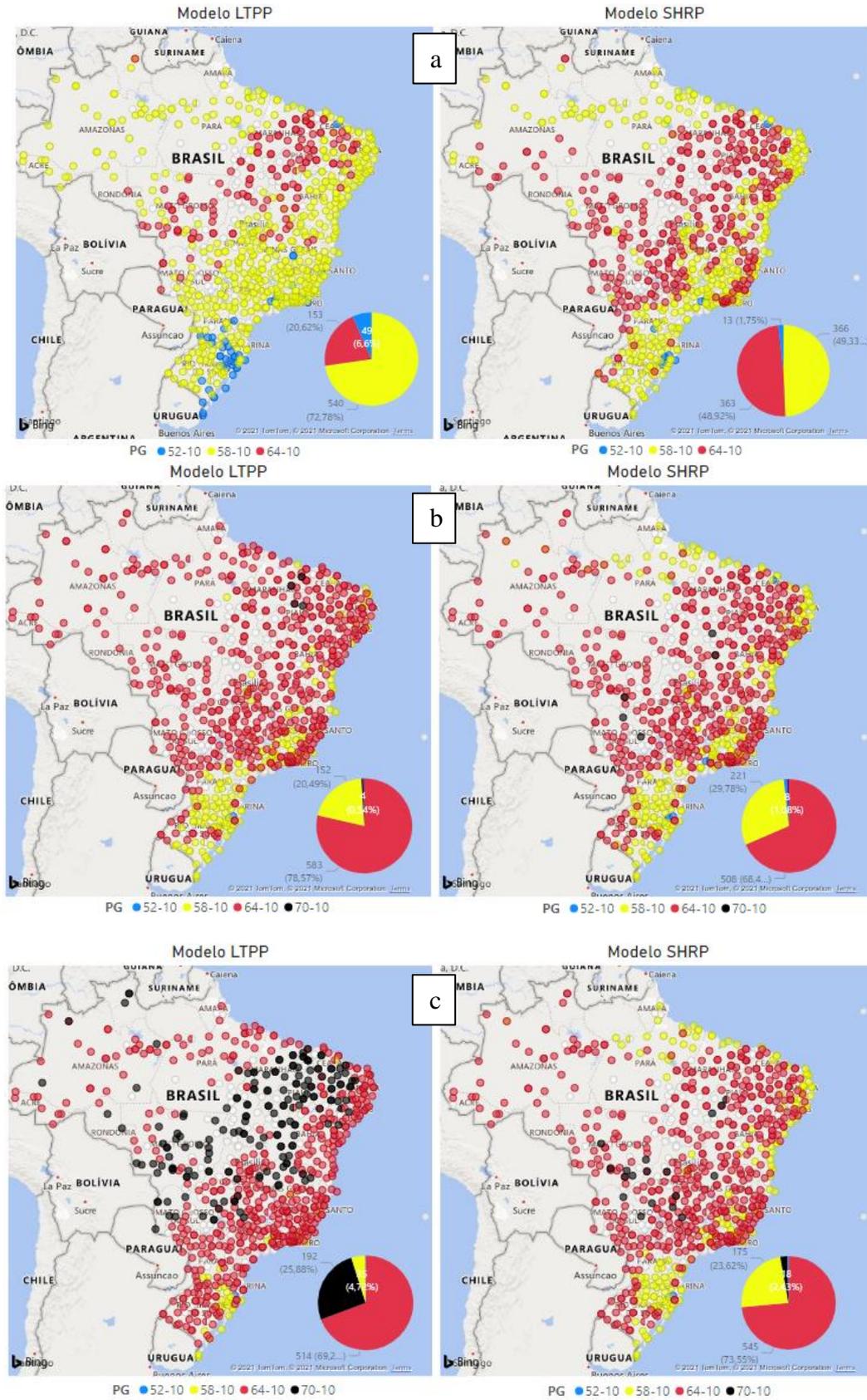


Figura 6: Mapas de PG considerando no mínimo 10 anos de dados climáticos e diferentes confiabilidades: (a) 50%; (b) 90%; e (c) 98%

Para o cenário de no mínimo 20 anos de dados de temperatura do ar, entre os anos 2000 e 2020, a determinação do PG resulta da análise de 157 estações climáticas, sendo as demais (em branco), não consideradas no cálculo (Figura 5). Dessa forma, ainda que boa parte da região litorânea do país tenha dados de referência, uma abrangente porção do território nacional como as regiões Centro-Oeste e Norte ficam sem classificação.

Pode-se observar na Figura 5, nos dois modelos de determinação da temperatura do pavimento, considerando uma confiabilidade de 98%, que o PG mais indicado para as condições locais é o 64. Para o modelo LTPP, aproximadamente um quarto das observações resultam em um PG mínimo de 70, e menos de 4% em PG 58. O oposto é observado no modelo menos rigoroso SHRP, em que aproximadamente um quarto das observações resultam em PG 58, e menos de 2% de observações com PG de 70. Com o incremento de confiabilidades, o Modelo LTPP apresenta maiores valores de PG em comparação ao modelo SHRP.

Já, ao considerar no mínimo 10 anos de dados de temperatura, 742 estações meteorológicas estão disponíveis para avaliação, resultando em uma cobertura ampla da maior parte do território nacional, diferente do cenário de 20 anos (Figura 6).

Para 10 anos de dados, assim como na condição de no mínimo 20 anos, considerando uma confiabilidade de 98%, pode-se verificar na Figura 6 que em aproximadamente 70% das estações avaliadas, o PG mais indicado para suportar as condições climáticas locais é o 64. A situação de o modelo LTPP considerar aproximadamente um quarto dos locais com PG 70 e o SHRP um quarto com PG 58 se repete. Por outro lado, pelas estações estarem mais densamente representadas, classificações do tipo “curva de nível” se tornam alternativas mais relevantes na escolha do PG em regiões não tão próximas a uma estação meteorológica.

Novos modelos para o cálculo da alta temperatura de PG vêm sendo utilizados em outros países, tais como o modelo elaborado por Mohseni *et al.* (2005), em utilização na versão 3.1 do LTPPBind, o qual considera dano e parâmetros diferentes da temperatura do ar em relação aos utilizados nesse trabalho (LTPPBind versão 2.1). Delgadillo *et al.* (2017), ao avaliar 94 estações e comparar o modelo LTPP 2.1 e o modelo LTPP 3.1, para 98% de confiabilidade e afundamento de trilha de roda máximo de 12,5 mm, observou que, no Chile, o modelo de dano LTPP 3.1 entrega PGs menores que o LTPP 2.1 para o grau de alta temperatura. Já Khedr *et al.* (2014), ao comparar os dois modelos em três regiões do Egito, verificou o oposto: o modelo LTPP 3.1 apresenta maiores valores de temperatura de alta em comparação ao LTPP 2.1. Diante disso, faz-se necessária a avaliação desses modelos para o Brasil em estudos futuros.

Em relação à confiabilidade, entende-se pertinente a discussão no meio técnico de critérios em função do tráfego para definição do PG, assim como abordado no Novo Método de Dimensionamento Nacional (MeDiNa), no processo de cálculo da estrutura (Franco e Motta, 2020).

É importante lembrar que, mesmo que a temperatura de PG possa ser definida por essas metodologias, a consideração do tráfego deve ser aplicada utilizando a Tabela 2, visto que esses mapas representam um tráfego S (*Standard*), de até 1×10^6 solicitações do eixo padrão rodoviário da AASHTO.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho identificou as classificações SUPERPAVE PG com base em dados de 1002 estações meteorológicas do banco de dados do INMET, referentes ao território brasileiro. Com

base no delinear metodológico estabelecido, estes PGs foram determinados para 50%, 90% e 98% de confiabilidade. Com os resultados gerados, foram desenvolvidos doze mapas de PG para facilitar a seleção do ligante considerando cenários de no mínimo 20 e 10 anos de dados de temperatura do ar contemplados nas avaliações.

Os graus de PG identificados para o Brasil, para uma confiabilidade de 98%, indicam que um PG de alta 64 é observado na maioria dos locais avaliados. O Modelo LLTP considerado apresenta, de maneira geral, valores mais conservadores em relação ao Modelo SHRP. Novos modelos para o cálculo da temperatura do pavimento vêm sendo desenvolvidos, sendo necessário verificar seus impactos e adequação ao clima brasileiro.

Cabe ressaltar que os mapas produzidos no presente estudo são para um tráfego S (padrão). Diante disso, há necessidade de o projetista avaliar a consideração do tráfego relativa às especificações da sua localidade, conforme exemplificado ao longo deste documento.

Agradecimentos

A ANP/ PETROBRÁS, a CAPES e CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (2017a) *AASHTO M 320: Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder*. American Association Of State Highway And Transportation, USA.
- AASHTO (2017b) *AASHTO M 323: Standard Specification for Superpave Volumetric Mix Design*. American Association Of State Highway And Transportation, USA.
- AASHTO (2020) *AASHTO M 332: Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test*. American Association Of State Highway And Transportation, USA.
- CERATTI, J.A.P.; BERNUCCI, L.B.; SOARES, J.B. (2015) Utilização de Ligantes Asfálticos em Pavimentação. ABEDA.
- CUNHA, M. C.; ZEGARRA, J. R. E.; FERNANDES JR., J. L. (2007) Revisão da seleção do grau de desempenho (PG) de ligantes asfálticos por estados do Brasil. *In: Congresso Nacional De Pesquisa e Ensino Em Transportes*, 21., Anais... Rio de Janeiro: ANPET.
- DELGADILLO, R.; ARTEAGA, L.; WAHR, C.; GARCÍA, G. (2017) Comparación de Metodologías de Zonificación Superpave para Chile. *XIX Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto*, Medellin, Colombia, 27–30 November.
- FRANCO, F. A. C. P.; MOTTA, L. M. G. (2020) Execução de Estudos e Pesquisa para Elaboração de Método Mecânico – Empírico de Dimensionamento de Pavimentos Asfálticos. Manual de Utilização do programa MeDiNa. *Projeto DNIT TED n° 682/2014*. Processo n° 50607.002043/2013-00. Convênio UFRJ-DNIT, Rio de Janeiro/RJ.
- KENNEDY, T.W.; HUBER, G.A.; HARRIGAN, E.T.; COMINSKY, R.J.; HUGHES, C.S.; VON QUINTUS, H.; MOULTHROP, J.S. (1994) Superior Performing Asphalt Pavements (Superpave): The Product of the SHRP Asphalt Research Program. *Strategic Highway Research Program*, National Research Council.
- LEITE, L. F. M.; TONIAL, I. A. (1994) Qualidade dos cimentos asfálticos brasileiros segundo as especificações SHRP. *12º Encontro do asfalto do instituto brasileiro de petróleo*.
- LTPPBind versão 2.1 (1999). by Pavement Systems LLC for the Federal Highway Administration, McLean, VA.
- KHEDR, S.; SAUDY, M.; KHAFAGY M. (2014). Development of Asphalt Binder Performance Grades. *Sustainable Solutions in Structural Engineering and Construction*, 393-398
- MOHSENI, A.; CARPENTER, S.; D'ANGELO, J. (2005). Development of Superpave high temperature performancegrade (PG) based on rutting damage. *Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists*, 1, 197–254. Doi:10.1177/0361198118770169
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SHRP (1994), The Superpave Mix Design Manual for New Construction and Overlays, *Strategic Highway Research Program Report No.SHRP-A-407*, National Research Council , Washington , D.C.USA.

Cléber Faccin (crfaccin@gmail.com)
Silvio Lisboa Schuster (silviolschuster@gmail.com)
Pedro Orlando Júnior (engcivilpedro@hotmail.com)
Pablo Menezes Vestena (pablovestena@gmail.com)
Luciano Pivoto Specht (luspecht@ufsm.br)
Lucas Dotto Bueno (lucas.bueno09@gmail.com)
Departamento de Transportes, Universidade Federal de Santa Maria
Leni Figueiredo Mathias Leite (lenimathias@yahoo.com.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro