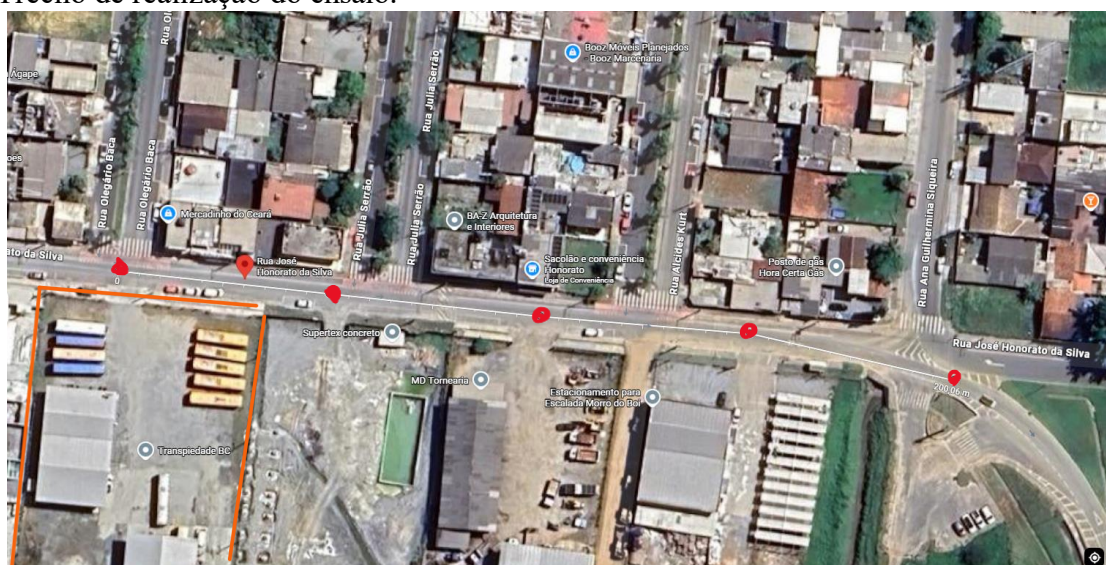


AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ESTRUTURAL DE PAVIMENTO

O presente documento tem por objetivo apresentar a avaliação da capacidade estrutural do pavimento da Rua José Honorato da Silva, no Bairro Nova Esperança, Balneário Camboriú, para subsídio de informações do Estudo de Impacto de Vizinhaça (EIV) do empreendimento Supertex Soluções em Concreto. Abaixo são listadas informações preliminares do ensaio realizado:

- Solicitante: Supertex Concreto Ltda em Recuperação Judicial
- CNPJ: 03.367.101.0014-08
- Local: Rua José Honorato da Silva, bairro Nova Esperança, Balneário Camboriú/SC.
- Data e horário do ensaio: 11/08/2025, início às 14h30 e final às 15h30;
- Determinação das deflexões através da Viga Benkelman, de acordo com a Norma DNIT 133/2010 – ME;
- Ensaio executado com apoio da empresa Sagesse Engenharia;
- Utilizado caminhão toco da empresa Supertex, com carga de 8,2 toneladas no eixo traseiro simples de rodas duplas, calibrados a 80 libras.

Trecho de realização do ensaio:



Imagens do ensaio realizado:



A Viga Benkelman é um dispositivo mecânico que mede, por meios não destrutivo, os deslocamentos verticais de um ponto de contato no pavimento, entre as duas rodas duplas de um caminhão, sob um eixo de carga, com uma determinada pressão de pneus e uma carga pré estabelecida para esse eixo. Desta forma, a Viga Benkelman mede a flecha máxima da linha de deformação elástica do pavimento sob a ação de uma carga. Sendo assim, de forma a possibilitar a medição das deflexões do pavimento existente, para o segmento em estudo da Rua José Honorato da Silva, foram realizadas leituras em campo e análises dos

resultados obtidos.

Os levantamentos foram realizados de acordo com o método de ensaio DNER-ME 024/94 com espaçamento entre estações de ensaio de aproximadamente de 40 m em 40 m na trilha externa da faixa de tráfego mais carregada de cada uma das pistas (Pista Direita e Pista Esquerda). Sendo garantidas ainda, leituras alternadas entre Pista Direita e Pista Esquerda com espaçamento de 20 m em 20 m. Desta forma, a deflexão do pavimento no ponto de prova foi calculada através da seguinte equação:

$$D_o = (L_o - L_f) \cdot a / b$$

Onde:

Do - deflexão real ou verdadeira, em centésimo de milímetros;

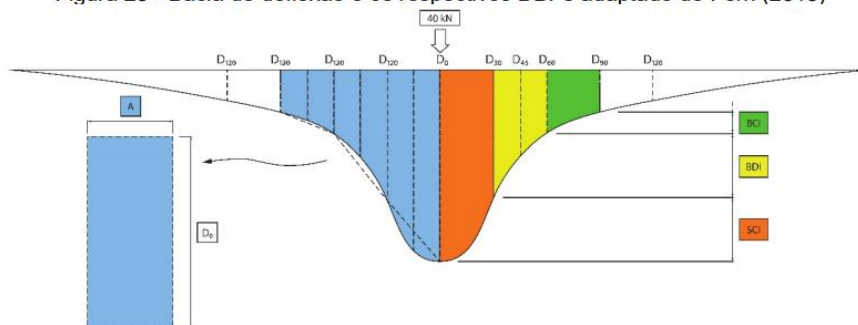
Lo - leitura inicial, em centésimo de milímetros;

Lf - leitura final, em centésimo de milímetros; a e b - dimensão da viga Benkelman, sendo “a” a distância entre a articulação e a ponta de prova e “b” a distância entre o extensômetro e a articulação (a/b – Constante da Viga Benkelman).

Raio de Curvatura (RC)	$RC = \frac{6250}{2 \times (D_0 - D_{25})}$	Equação 6	(Dehlen, 1962)
AREA	$AREA = 10 \times \left(1 + 1,5 \times \frac{D_{20}}{D_0} + 1,25 \times \frac{D_{30}}{D_0} + 1,5 \times \frac{D_{45}}{D_0} + 2,25 \times \frac{D_{60}}{D_0} + 1,5 \frac{D_{90}}{D_0} \right)$	Equação 7	(Hoffman e Thompson, 1981)
Índice de Curvatura da Superfície (SCI)	$SCI = D_0 - D_{30}$	Equação 8	(Anderson, 1977)
Índice de Danos na Base (BDI)	$BDI = D_{30} - D_{60}$	Equação 9	(Kilareski e Anani, 1982)
Índice de Curvatura da Base (BCI)	$BCI = D_{60} - D_{90}$	Equação 10	(Kilareski e Anani, 1982)

onde D_0 : deflexão no centro do prato de aplicação da carga [10^{-2} mm];
 D_{20} : deflexão a 200 mm do centro do prato de aplicação da carga [10^{-2} mm];
 D_{25} : deflexão a 250 mm do centro do prato de aplicação da carga [10^{-2} mm];
 D_{30} : deflexão a 300 mm do centro do prato de aplicação da carga [10^{-2} mm];
 D_{45} : deflexão a 450 mm do centro do prato de aplicação da carga [10^{-2} mm];
 D_{60} : deflexão a 600 mm do centro do prato de aplicação da carga [10^{-2} mm];
 D_{90} : deflexão a 900 mm do centro do prato de aplicação da carga [10^{-2} mm];

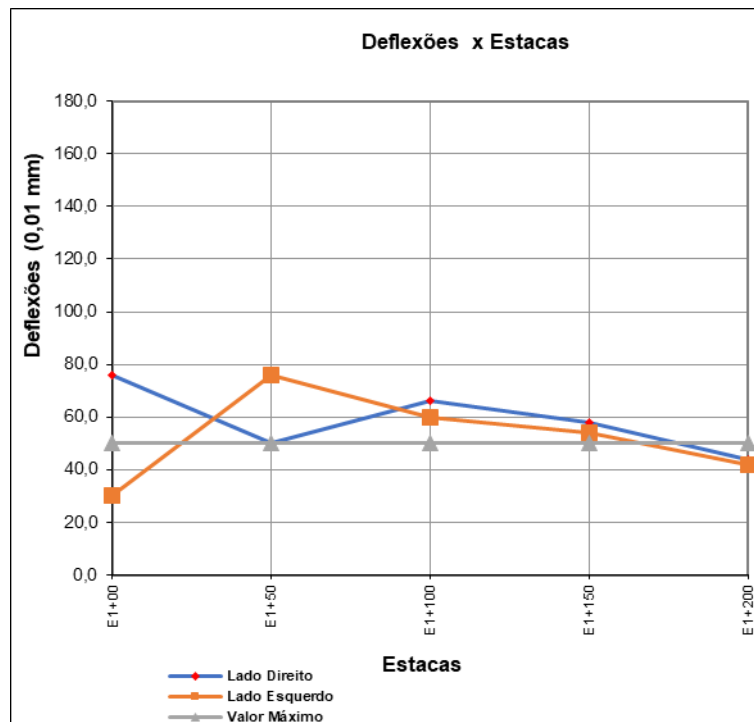
Figura 25 - Bacia de deflexão e os respectivos DBPs adaptado de Ferri (2013)



Fonte: Adaptado de Ferri (2013)

Foram coletadas as deflexões nos pontos D0, D25, D30, D60, D90 e D120, obtendo assim as bacias de deflexões. Abaixo os relatórios das deflexões obtidas, já corrigidas em função da temperatura do pavimento.

		OBRA	SUPERTEX SOLUÇÕES EM CONCRETO								ESTACA	E1+00 A
		ENDEREÇO	RUA JOSE HONORATO DA SILVA 746									E1+200 BE - BD
		CIDADE	BALNEÁRIO CAMBORIU								FOLHA	1
		DATA	11/08/2025								TRECHO	EXISTENTE
			LEITURA 0,01 mm						DNER-ME 024-94		K	2,003
DATA	ESTACA	PISTA	Li	L25	L30	L60	L90	Lf	Deflexão (10 ⁻² mm)	Raio (m)	OBSERVAÇÃO	T. Amb
11/ago	E1+00	LD	500	480	478	470	466	462	76,0	156,3		22
11/ago	E1+50	LD	500	493	492	481	477	475	50,0	446,4		22
11/ago	E1+100	LD	500	483	480	472	469	467	66,0	183,8		22
11/ago	E1+150	LD	500	491	489	482	477	471	58,0	347,2		22
11/ago	E1+200	LD	500	495	493	489	481	478	44,0	625,0		22
11/ago	E1+00	LE	500	495	494	492	490	485	30,0	625,0		22
11/ago	E1+50	LE	500	490	488	480	475	462	76,0	312,5		22
11/ago	E1+100	LE	500	488	486	479	477	470	60,0	260,4		22
11/ago	E1+150	LE	500	487	485	480	479	473	54,0	240,4		22
11/ago	E1+200	LE	500	490	488	482	480	479	42,0	312,5		22



Após a obtenção das deflexões, foram obtidos os parâmetros de forma das bacias raio de curvatura, SCI, BDI e BCI.

Estaca	Pista	D0	D25	D30	D60	D90	RC	SCI	BDI	BCI
E1+00	LD	76	36	32	16	8	156,3	44	16	8
E1+50	LD	50	36	34	12	4	446,4	16	22	8
E1+100	LD	66	32	26	10	4	183,8	40	16	6
E1+150	LD	58	40	36	22	12	347,2	22	14	10
E1+200	LD	44	34	30	22	6	625,0	14	8	16
E1+00	LE	30	20	18	14	10	625,0	12	4	4
E1+50	LE	76	56	52	36	26	312,5	24	16	10
E1+100	LE	60	36	32	18	14	260,4	28	14	4
E1+150	LE	54	28	24	14	12	240,4	30	10	2
E1+200	LE	42	22	18	6	2	312,5	24	12	4
MÉDIA		56					351,0	25,4	13,2	7,2

A bibliografia apresenta intervalos de valores para os parâmetros de forma que classificam o comportamento da estrutura dos pavimentos, tal como abaixo:

- Horak (2008)

Estado do pavimento	D ₀ (0,01 mm)	R (m)	SCI (0,01 mm)	BDI (0,01 mm)	BCI (0,01 mm)
Seguro	<50	>100	<20	<10	<5
Em alarme	50 - 75	50 - 100	20 - 40	10 - 20	5 - 10
Severo	>75	<50	>40	>20	>10

- Bernucci et al. (2016), Souza Júnior (2018) e Rocha (2020)

Valor limite para SCI: 25

Valor limite para BDI: 40 Valor limite para BCI: 10

Como pode ser verificado a deflexão em D0 em sete dos dez pontos está acima dos 50 ($\times 10^{-2}$ mm), com média de 56 ($\times 10^{-2}$ mm), indicando um comportamento “em alarme”, segundo Horak (2008).

Com relação ao parâmetro Raio de Curvatura, todos os ensaios tiveram valores superiores ao parâmetro de 100 metros.

O parâmetro SCI possui média de 25,4 ($\times 10^{-2}$ mm), indicando uma condição de “em alarme” segundo a referência de Horak e extrapolando os limites apresentados nas pesquisas de Bernucci, Souza Junior e Rocha.

Para os parâmetros BDI e BCI diversos pontos analisados extrapolaram os limites apresentados por Horak. Já na outra referência, mais permissível que a primeira, é menor a quantidade de pontos que apresentaram pontos com problemas.

Verifica-se que o comportamento do pavimento nesse segmento, seja na análise da deflexão característica ou na avaliação dos parâmetros de forma da bacia deflectométrica, resultaram em valores que indicam um comportamento não seguro em diversos pontos.

Ao mesmo tempo, a via em questão é rota comum para outras concreteiras, recicladoras de materiais da construção civil e empresas fornecedoras de materiais pétreos, além de ser uma via de ligação com a cidade de Camboriú. Durante o ensaio realizado da Viga Benkelman (aproximadamente uma hora de duração) pode ser constatada a passagem de diversos caminhões na via, como pode ser verificado nas imagens abaixo.





Nesse sentido entende-se que o comprometimento do comportamento estrutural do pavimento apresentado é vinculado ao tráfego de veículos de grande porte na via ao longo do tempo. Deve-se levar em consideração, também, que a região apresenta índices de crescimento econômico e populacional, o que acarreta o aumento da frota e consequente aumento da carga aplicada sobre os pavimentos.

Ainda, segundo apresentado no EIV a empresa solicitante deverá, como medida mitigadora, manter avaliação periódica do pavimento, por no mínimo 1 ano após a operação, nos pontos avaliados neste relatório, a fim de constatar a interferência, ou não, do tráfego adicional dos caminhões da concreteira, no pavimento da Rua José Honorato da Silva.

Leonardo Millete Marcuz
Engenheiro Civil
CREA-RS – 248191



REFERÊNCIAS

- HORAK, Emile. Benchmarking the structural condition of flexible pavements with deflection bowl parameters. Journal of the South African Institution of Civil Engineers, Joanesburgo, v. 50, n. 2, p. 2-9, jun. 2008.
- Norma DNIT 133/2010 – ME – Pavimentação asfáltica – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da Viga Benkelman – Método de Ensaio