

# Pavimentos Rodoviários em África

João P. V.C. Afonso<sup>1</sup> e Luís F. S. Gomes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mota-Engil Engenharia e Construção S. A., Direção Coordenação Técnica Rodoviária – Núcleo de Pavimentos, Rua do Rego Lameiro 38, 4300-454 Porto, Porto, Portugal  
email: [joao.afonso@mota-engil.pt](mailto:joao.afonso@mota-engil.pt)

<sup>2</sup>Mota-Engil Engenharia e Construção S. A., Direção Coordenação Técnica Rodoviária – Núcleo de Pavimentos, Rua do Rego Lameiro 38, 4300-454 Porto, Porto, Portugal

---

## Sumário

*Sendo os mercados africanos, nomeadamente Angola, Malawi e Moçambique, extremamente importantes para o Grupo Mota-Engil, considerou-se pertinente estudar a aplicabilidade do documento de dimensionamento de pavimentos “SATCC- Code of Practice for the Design of Road Pavements” a esses países. Este manual (semelhante ao português MACOPAV) é uma referência em África e inclui um catálogo de estruturas que foi elaborado admitindo determinados pressupostos de dimensionamento. No entanto, apesar deste facto, devido à origem sul-africana do documento, a sua aplicação tem sido generalizada em diversos países africanos. É esta abrangência da aplicabilidade do manual em diferentes localizações que se pretende estudar com este trabalho.*

---

**Palavras-chave:** *África; Catálogo de Estruturas de Pavimentos; Tráfego, Temperatura; Pluviosidade.*

## 1 INTRODUÇÃO

De forma a ser possível avaliar a aplicabilidade do catálogo de estruturas de pavimentos rodoviários apresentado no manual de dimensionamento da SATCC [1] em localizações distintas, optou-se por, em cada localização seleccionada e para cada estrutura de pavimento, definir as características mecânicas de projeto de cada camada constituinte do pavimento e, posteriormente, recorrendo a métodos empírico-mecanicistas, calcular a sua capacidade de carga, verificando se a mesma se enquadra na classe de tráfego apresentada no catálogo da SATCC para a estrutura em análise e ainda se as estruturas supostamente estruturalmente equivalentes (no sentido em que são apresentadas como alternativas para cada classe de tráfego e de fundação) são efetivamente equivalentes (i.e. suportam a mesma classe de tráfego) em cada localização. O recurso a localizações diferentes, neste trabalho, repercutiu-se essencialmente no facto de se estudar um espetro abrangente de temperaturas (que influenciam módulos de deformabilidade das camadas betuminosas) e de condições de pluviosidade.

Começa-se por fazer uma breve apresentação do manual de dimensionamento da SATCC incluindo a definição dos dados de entrada no catálogo que determinam a obtenção da estrutura de pavimento proposta. Em seguida é apresentada uma reorganização do catálogo que foi efetuada de modo a que a apresentação dos resultados e respetivas conclusões possam ser mais claras no que se refere às soluções alternativas equivalentes propostas pelo manual da SATCC. Indicam-se ainda quais os pressupostos que serviram de base à elaboração do trabalho e por último são apresentados os resultados obtidos e quais as principais conclusões que deles se retiraram.

## 2 SATCC – CODE OF PRACTICE FOR THE DESIGN OF ROAD PAVEMENTS

O manual da SATCC é um manual de dimensionamento de pavimentos rodoviários novos que inclui um catálogo de estruturas com soluções de pavimentos alternativas (de tipologias diferentes) que, em função do tráfego, classe de fundação e condições climáticas propõe as estruturas de pavimento para resistir a essas acções (ver Fig. 1).

**CHART D4 : Bituminous base / Granular subbase Dry Regions**

Subgrade Class	Traffic Class and Traffic Limits (million ESAs)							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>S1</b> 2%								
<b>S2</b> 3-4%								
<b>S3</b> 5-7%								
<b>S4</b> 8-14%								
<b>S5</b> 15-29%								
<b>S6</b> >30%								

Fig. 1 Exemplo do catálogo de estruturas do manual da SATCC [1]

Das soluções alternativas equivalentes propostas para o pavimento, a seleção final é normalmente realizada tendo por base critérios económicos incluindo a disponibilidade dos materiais.

## 2.1 Classe de Tráfego

O tráfego é a principal ação que irá solicitar o pavimento. Apesar disso, a sua definição reveste-se sempre de muitas incertezas pois existe a necessidade de fazer projeções para o tempo de vida útil do pavimento.

No caso do manual da SATCC, a ação do tráfego traduz-se no número acumulado de eixos-padrão de 80 kN. Para calcular o número de eixos-padrão, o manual da SATCC apresenta uma metodologia que necessita da divisão do tráfego por categoria de veículos. Para cada categoria (em termos do intervalo de peso por eixo simples) calcula-se o tráfego total ao longo da vida útil de projeto [1] através da expressão:

$$DT = T \times 365 \times \frac{\left(1 + \frac{r}{100}\right)^p - 1}{\frac{r}{100}} \quad (1)$$

Em que:

- DT = Tráfego total acumulado de projeto para cada categoria de veículos por sentido;
- T = Tráfego médio diário para cada categoria de veículos por sentido;
- r = taxa média de crescimento anual, em percentagem e por ano;
- p = vida útil de projeto em anos.

O número de veículos de cada categoria é posteriormente multiplicado por um fator de equivalência (F) obtendo-se o número de eixos padrão equivalentes dessa categoria. O fator (F) depende também da tipologia do pavimento em causa (valores de *n* diferentes) e pode ser obtido a partir da seguinte expressão [1]:

$$F = \left(\frac{P}{80}\right)^n \quad (2)$$

Em que:

- P = Peso por eixo, em kN;
- n = Expoente de dano relativo.

Conhecendo o número acumulado de eixos-padrão por categoria de veículos é possível saber o número total de eixos padrão de todo o espectro de tráfego que irá solicitar o pavimento durante a sua vida útil e que é classificado nas seguintes classes:

Quadro 1. Classes de tráfego [1]

Intervalo de tráfego (milhões de eixos padrão)	Classe de tráfego							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	< 0,3	0,3 - 0,7	0,7 - 1,5	1,5 - 3	3 - 6	6 - 10	10 - 17	17 - 30

## 2.2 Classe de fundação

Em conjunto com a classe de tráfego, a classe de fundação é outro dado de entrada no catálogo de estruturas do manual da SATCC. A fundação é classificada em função do seu valor de CBR, seguindo o exposto no Quadro 2:

Quadro 2. Classes de Fundação [1]

Intervalo do valor de CBR da fundação	Classe de Fundação					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	2	3 - 4	5 - 7	8 - 14	15 - 29	30 ou +

O valor de CBR deverá ser determinado consoante as condições de humidade expectáveis durante a vida útil do pavimento, seguindo o disposto no manual da SATCC [1].

## 2.3 Condições Climatéricas

As condições climatéricas influenciam a seleção da estrutura proposta no catálogo para cada situação, mesmo para condições iguais de tráfego e fundação, pois o catálogo de estruturas do manual da SATCC prevê estruturas diferentes para situações consideradas nominalmente húmidas e situações consideradas nominalmente secas.

As regiões nominalmente secas caracterizam-se por uma precipitação média anual geralmente inferior a 250 mm e pela inexistência de probabilidade de aparecimento de humidade devido a situações de cheias ou de nascentes subterrâneas. É altamente improvável que regiões com precipitação média anual superior a 500 mm possam ser consideradas nominalmente secas.

Todas as situações que não se enquadrem no que foi anteriormente exposto devem ser consideradas como regiões nominalmente húmidas. Apesar disso, existem alguns fatores que podem ajudar a minimizar o efeito de se estar na presença de uma região nominalmente húmida, nomeadamente a existência de um bom sistema de drenagem e a previsão de uma boa manutenção do pavimento. Dependendo destes trabalhos, as condições nominalmente húmidas podem ser reclassificadas de acordo com o quadro seguinte:

Quadro 3. Reclassificação de condições climatéricas para regiões nominalmente húmidas [1]

Drenagem prevista	Nível de manutenção previsto	
	Bom, programado, com problemas resolvidos a tempo	Manutenção deficiente
Boa, bem planeada e bem executada	<b>D</b>	Níveis de tráfego
		Baixo ( $\leq T2$ )      Alto ( $\geq T3$ )
Drenagem deficiente	<b>D</b>	<b>W</b>
	Níveis de tráfego	<b>W</b>
	Baixo ( $\leq T2$ )      Alto ( $\geq T3$ )	
<b>D</b>	<b>W</b>	

Legenda: D = Condições nominalmente secas (Dry); W = Condições nominalmente húmidas (Wet)

## 2.4 Tipologia das estruturas

Após definição da classe de tráfego, da classe da fundação e das condições climáticas da região onde será construído o pavimento, falta apenas definir a tipologia da estrutura pretendida, ou seja, o tipo de materiais para as camadas do pavimento. Esta escolha será sempre condicionada pela disponibilidade e/ou adequabilidade dos materiais, mas importa referir que, de acordo com o manual [1], nem todos os tipos de materiais podem ser aplicados a todas as classes de tráfego. O quadro seguinte apresenta as tipologias de estruturas (camada de base e camada de sub-base) previstas e tece alguns comentários relativos à sua utilização:

Quadro 4. Tipologias de estruturas previstas no catálogo de estruturas (adaptado de [1])

Catálogo	Estrutura nominal do pavimento <sup>1</sup>	Comentários
D1 & W1	Base granular e sub-base granular	Normalmente base de materiais granulares naturais ou britados; pode ser um macadame se considerado apropriado e se o custo/qualidade não for um problema.
D2 & W2	Base granular e sub-base tratada	Base: como indicado acima. Sub-base pode incluir tratamento com cal (para classes T2, $<0,75 \times 10^6$ eixos padrão de 80 kN) ou com emulsão betuminosa (para classe T4, até $3 \times 10^6$ eixos padrão de 80 kN).
D3 & W3	Base tratada e sub-base tratada	Normalmente base tratada com cimento; a base tratada com emulsão betuminosa é permitida na classe T3 (até $1,5 \times 10^6$ eixos padrão de 80 kN) <sup>2</sup> A sub-base pode incluir tratamento com cal (para classes T2, $<0,75 \times 10^6$ de eixos padrão de 80 kN) ou com emulsão betuminosa (para classe T4, até $3 \times 10^6$ de eixos padrão de 80 kN).
D4 & W4	Base betuminosa e sub-base granular	Base em misturas betuminosas a quente fabricadas em central.
D5 & W5	Base betuminosa e sub-base tratada	Base: como indicado em cima. A sub-base pode incluir tratamento com cal (para classes T2, $<0,75 \times 10^6$ de eixos padrão de 80 kN) ou com emulsão betuminosa (para classe T4, até $3 \times 10^6$ de eixos padrão de 80 kN).

<sup>1</sup> Camada de desgaste inclui tratamentos superficiais e misturas betuminosas a quente.  
<sup>2</sup> Materiais naturais tratados com emulsão betuminosa, com valores de betume residual até 1,5%, incluindo 1,0% de cimento Portland, têm provado na África do Sul ter um desempenho satisfatório para níveis de tráfego significativamente superiores.

O tipo de material para a camada de desgaste está, desde logo, fixo em cada caso, decorrendo a sua seleção de todos os condicionalismos atrás indicados. Ou seja, cada estrutura de pavimento indicada no catálogo já tem o material para a camada de desgaste fixado, podendo variar entre misturas betuminosas ou revestimentos superficiais.

## 3 ANÁLISE AO MANUAL DA SATCC

Da análise do manual da SATCC, conclui-se que, em geral, para uma região com determinadas características climáticas, considerando uma dada classe de fundação e uma dada classe de tráfego, existem 5 tipologias de estruturas de pavimento alternativas (D1 a D5 ou W1 a W5) no catálogo. Infere-se, por isso, que estas 5 estruturas de pavimentos (D1 a D5 ou W1 a W5) deverão ser estruturalmente equivalentes de acordo com o manual, pois independentemente da tipologia das camadas que as constituem, a sua capacidade de carga enquadra-se na mesma classe de tráfego. É este pressuposto que se pretende avaliar com este trabalho.

### 3.1 Reformulação do catálogo de estruturas do manual da SATCC

Para análise comparativa das diversas soluções alternativas para o pavimento, propostas no manual da SATCC, optou-se por fazer um rearranjo do catálogo, de forma a ser possível, numa mesma secção, visualizar todas as estruturas equivalentes propostas para uma dada classe de tráfego e fundação, como se pode ver na Fig. 2.

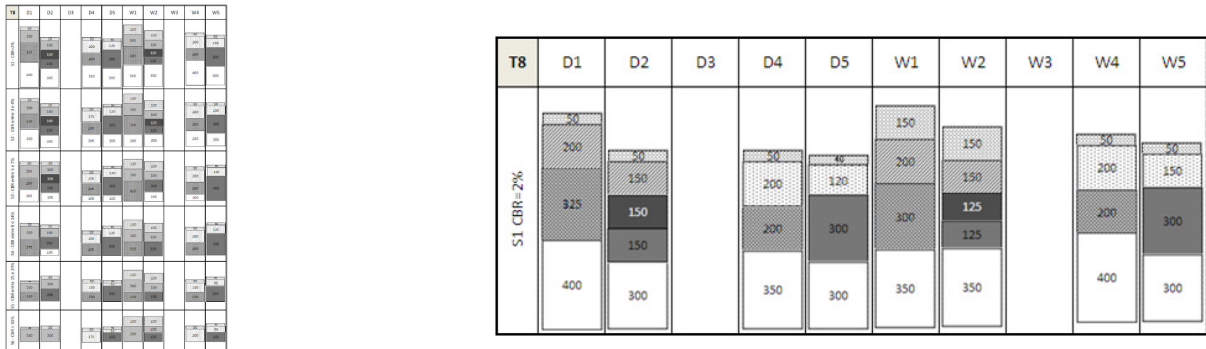


Fig. 2 Exemplo da reorganização do catálogo de estruturas do manual da SATCC [2]

Com base na reorganização efetuada partiu-se para a verificação da adequabilidade das diversas soluções propostas no manual SATCC, em localizações diferentes. Procurou-se igualmente verificar a equivalência estrutural que permitiria a adoção de qualquer estrutura alternativa proposta numa dada localização.

### 3.2 Localizações em estudo

Na seleção das localizações para se efetuar o estudo foram ponderados dois fatores. Em primeiro lugar a seleção considerou localizações geográficas no continente africano nos mercados de interesse estratégico para a Mota-Engil e em segundo lugar a necessidade de se conseguir criar um espetro alargado de condições de temperatura e de precipitação, de forma a abranger condições climáticas diferentes (regiões nominalmente secas e nominalmente húmidas) e módulos de deformabilidade das camadas betuminosas significativamente distintos (influenciados sobretudo pela temperatura da região).

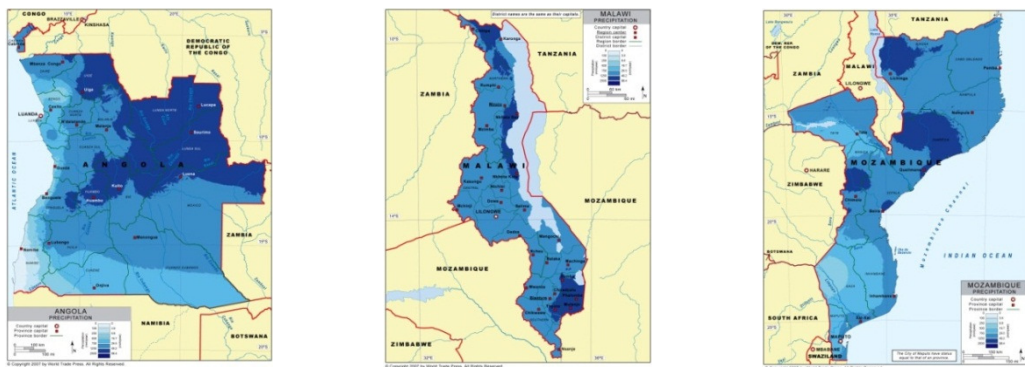


Fig. 3 Mapas pluviométricos de Angola, Malawi e Moçambique [Fonte: World Trade Press]

Da análise dos mapas de precipitação dos países analisados (Fig. 3) e do histórico de temperaturas (temperaturas médias mensais depois ponderadas segundo o método da Shell), foram selecionadas as seguintes localizações:

Quadro 5. Localizações escolhidas e respetiva classificação

País	Localização	Tipo de região nominal	Temperatura mensal ponderada (°C)
Angola	Luanda	Húmida	25,9
	Namibe	Seca	21,7
Malawi	Dezda	Húmida	17,9
	Karonga	Húmida	24,7
	Chitedze	Húmida	19,9
	Chileka	Húmida	22,4
Moçambique	Lichinga	Húmida	19,4
	Maputo	Húmida	23,6
	Tete	Húmida	27,2

### 3.3 Considerações para o cálculo estrutural

O cálculo estrutural foi realizado recorrendo a um programa de cálculo automático e aos habituais métodos empírico-mecanicistas. Para tal foi necessário definir as características mecânicas de todas as camadas que compõem as estruturas de pavimento apresentadas no catálogo, nomeadamente os módulos de deformabilidade.

Relativamente às camadas betuminosas, optou-se por considerar a possível utilização de betumes com 3 tipos de penetração diferentes: 40/50, 60/70 e 80/100 (apesar de ser conhecida a dificuldade em ter disponíveis os betumes de penetração inferior a 80 nestes países). Para calcular a rigidez do betume utilizou-se a fórmula de Ullitdz e Peattie (1985) e para se obter o módulo de deformabilidade da mistura seguiu-se a metodologia indicada pela Shell (1978), aplicando-a mesmos nos casos em que a rigidez do betume era inferior a 5 MPa, conforme bibliografia da especialidade [3]. Devido à existência de estruturas com mais do que uma camada betuminosa e com espessuras diversas, apresentam-se de seguida, apenas a título indicativo, os valores mínimos e máximos obtidos para os módulos de deformabilidade das camadas betuminosas em cada localização:

Quadro 6. Intervalos de variação dos módulos de deformabilidade das camadas betuminosas.

País	Localização	40/50		60/70		80/100	
		$E_{min}$ (MPa)	$E_{max}$ (MPa)	$E_{min}$ (MPa)	$E_{max}$ (MPa)	$E_{min}$ (MPa)	$E_{max}$ (MPa)
Angola	Luanda	1400	2300	800	1500	400	900
	Namibe	2700	3800	1700	2600	1000	1700
Malawi	Dezda	4300	5500	2900	4000	2000	2900
	Karonga	1700	2700	1000	1700	500	1100
	Chitedze	3400	4500	2200	3200	1400	2200
	Chileka	2400	3500	1500	2400	900	1600
Moçambique	Lichinga	3600	4700	2400	3400	1600	2400
	Maputo	2000	3100	1200	2000	700	1300
	Tete	1100	2000	600	1200	300	700

Como se pode observar desde já, existe uma grande diferença de valores, quer entre localizações, quer numa mesma localização mas utilizando tipos de betume diferentes. Sobretudo nas situações em que a estrutura do pavimento seja composta por camadas betuminosas com espessura mais relevante trata-se de um aspeto muito importante.

Na definição dos módulos de deformabilidade das camadas com materiais tratados, dada a ausência de dados no manual da SATCC [1], optou-se por seguir bibliografia da especialidade, também sul-africana [4], de modo a manter a coerência na análise. Os módulos considerados foram os seguintes:

Quadro 7. Módulos de deformabilidade das camadas tratadas (adaptado de [4])

Material da camada tratada	Resistência à compressão simples (MPa)	Módulo de deformabilidade, E (MPa)		
		Fase pré-fendilhamento (intervalo)	Fase pós-fendilhamento	
			Sob materiais tratados	Sob camada fendilhada ou materiais não tratados
Material britado	6 – 12	14000 (7000-30000)	1500	1200
Pedra e calhau ou cascalho	3 – 6	8500 (4000-14000)	1000	750
Cascalho	1,5 – 3	6000 (3000-10000)	750	500
Cascalho	0,75 – 1,5	3500 (2000-7000)	500	300

Ainda no que concerne às camadas tratadas, além do módulo de deformabilidade, para o cálculo estrutural, interessa também saber qual a resistência a flexão de cada camada. Consideraram-se os seguintes valores:

Quadro 8. Resistência à tração em flexão considerada para as camadas tratadas

Resistência à compressão simples (MPa)	Resistência à tração em flexão (MPa)
3 – 6	0,75
1,5 – 3	0,5
0,75 – 1,5	0,25

Para as camadas tratadas foi necessário optar pela consideração das características das camadas fendilhadas ou não fendilhadas sendo que esses dois estados são simulados através do módulo considerado e da existência ou não de resistência à tração em flexão. Caso a tensão na base da camada superasse a resistência da mesma com a passagem de um único eixo-padrão ou se se situasse apenas ligeiramente abaixo (levando a uma resistência estrutural muito baixa), a camada considerou-se fendilhada. Caso a resistência da camada permitisse um número de eixos-padrão em condições não-fendilhadas muito superior ao obtido em condições fendilhadas, a camada considerou-se não fendilhada.

O módulo de deformabilidade das camadas granulares foi determinado utilizando a habitual relação entre camadas:

$$E_i = k \times E_{ii} \quad (4)$$

$$k = 0,2 \times h_g^{0,45} \quad (5)$$

Em que:

- $E_i$  = módulo de deformabilidade da camada sobrejacente;
- $k$  = relação entre o módulo de deformabilidade das camadas;
- $E_{ii}$  = módulo de deformabilidade da camada subjacente;
- $h_g$  = espessura da camada sobrejacente.

Numa camada granular colocada sobre uma camada tratada fendilhada considerou-se que o módulo da camada granular seria igual ao da camada tratada fendilhada. Este valor foi também adotado para a mesma camada granular sobre uma camada tratada não fendilhada.

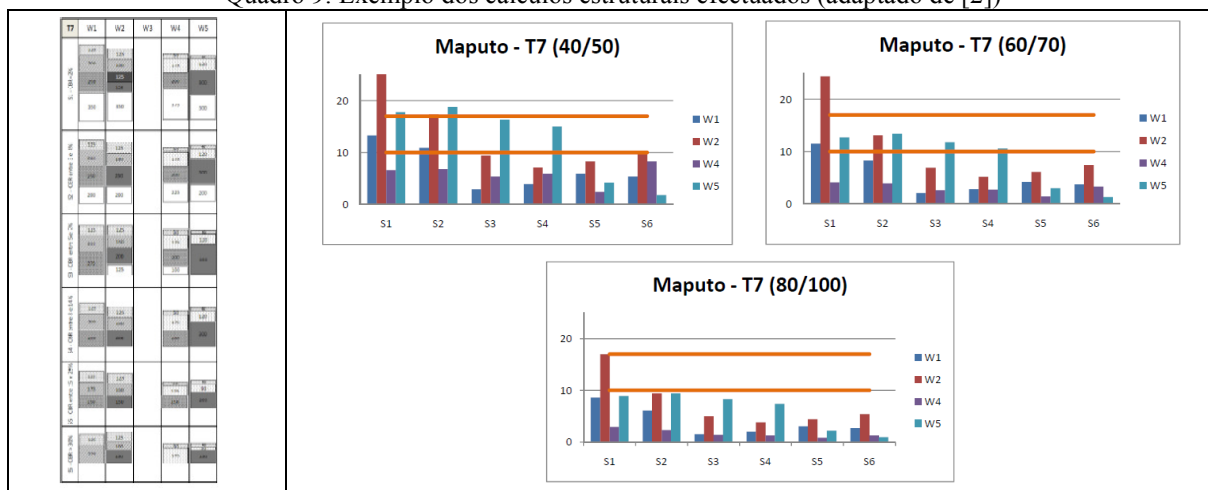
O módulo de deformabilidade da fundação foi avaliado através do valor de CBR, através da expressão:

$$E_{fund} = 17,6 \times CBR^{0,64} \quad (6)$$

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Devido ao elevado número de resultados obtidos decorrentes do cálculo da capacidade de carga de todas as estruturas presentes no catálogo do manual, em cada uma das 9 localizações e para três tipos de betume diferentes, optou-se por apresentar os resultados em forma de gráficos de barra onde fosse possível observar a resistência de cada “grupo” de estruturas. Como exemplo, apresenta-se um conjunto de estruturas de pavimento, estruturalmente supostamente equivalentes (para a classe de tráfego T7) e o cálculo da sua capacidade estrutural numa localização (Maputo) e para três tipos de betume diferentes. As linhas horizontais colocadas nos gráficos de barras representam a capacidade estrutural que as estruturas deveriam apresentar de acordo com o catálogo. Estes gráficos foram replicados para todas as estruturas, em todas as localizações e para três tipos de betume.

Quadro 9. Exemplo dos cálculos estruturais efectuados (adaptado de [2])



Da elaboração e análise dos quadros representativos dos resultados obtidos foi possível retirar algumas conclusões e verificar se efetivamente se cumpria o pressuposto de estruturas supostamente equivalentes apresentarem efetivamente a mesma capacidade de carga, fazendo esta análise em diferentes localizações.

Relativamente a este pressuposto admitido previamente, pode-se concluir que ele não se confirma, como se pode constatar na Fig. 4. Nessa figura está representada, por duas linhas horizontais, a capacidade estrutural da classe de tráfego T5 (entre 3 e 6 milhões de eixos-padrão) que as estruturas calculadas deveriam possuir. Como se pode observar, há estruturas que cumprem o pressuposto (exibem capacidade de carga dentro do previsto) mas existem estruturas que ficam muito aquém da resistência esperada. Outras, ainda, ultrapassam a resistência prevista (embora neste caso, não haja problema do ponto de vista estrutural).

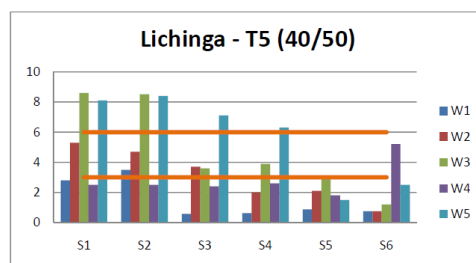


Fig. 4 Cálculo estrutural de estruturas supostamente equivalentes [2]

Conclui-se portanto que, para além de em cada localização não se cumprir o pressuposto de as estruturas apresentadas no catálogo, para uma dada classe de tráfego, apresentarem uma capacidade de carga semelhante e



enquadrada nos valores estipulados para a classe, existem ainda estruturas que não atingem sequer a capacidade de carga mínima da classe de tráfego em que estão enquadradas.

Uma outra conclusão que se pode retirar da análise dos resultados dos cálculos estruturais é que, em situações semelhantes, a estrutura mais apropriada para uma localização (“leia-se” a que oferece maior resistência) pode não o ser noutra localização diferente. Como se pode ver na Fig. 5, para uma classe de tráfego T6 e uma classe de fundação S6, em Chitedze (Malawi) a estrutura mais adequada seria a estrutura W4 (base em mistura betuminosa e sub-base em materiais granulares) e em Maputo (Moçambique) a estrutura mais adequada seria a W2 (base granular e sub-base tratada).

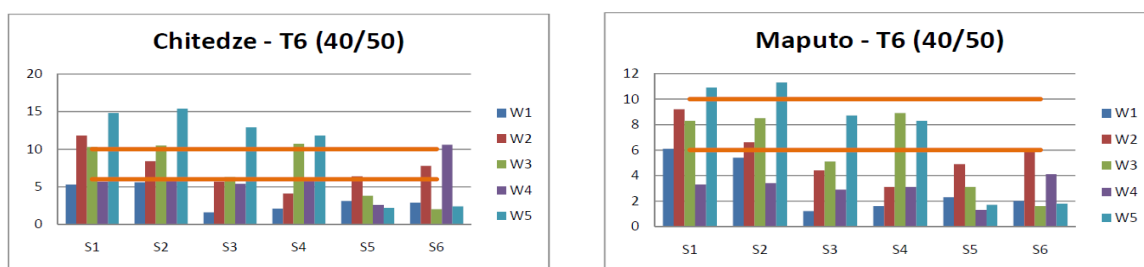


Fig. 5 Cálculo estrutural de estruturas iguais em localizações diferentes [2]

A partir dos resultados obtidos pode-se também avaliar a influência do tipo de betume (e conseqüentemente da sua rigidez) na capacidade estrutural dos pavimentos para as localizações estudadas. Apenas o efeito da utilização de um betume mais mole pode fazer com que uma estrutura admissível (com capacidade de carga dentro da classe prevista) passe a não se enquadrar nessa mesma classe.

Na Fig. 6 pode observar-se este efeito. Por exemplo, em Chileka (Malawi) a estrutura W4 (base em mistura betuminosa e sub-base em materiais granulares) numa fundação da classe S6, quando calculada considerando um betume 40/50 apresenta uma capacidade de carga dentro do intervalo preconizado (17 a 30 milhões de eixopadrão) e quando calculada considerando um betume 80/100, a sua capacidade de carga reduz-se significativamente ficando muito abaixo do limite inferior estabelecido para a classe de tráfego correspondente.

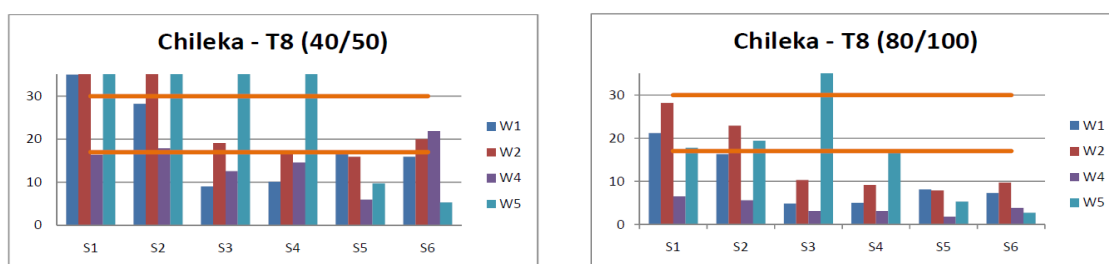


Fig. 6 Cálculo estrutural de estruturas iguais, na mesma localização, mas considerando betumes diferentes [2]

Para se ter uma melhor percepção da influência da localização na capacidade estrutural dos pavimentos apresenta-se também uma figura (Fig. 7) representativa dos resultados do cálculo estrutural de uma mesma estrutura, utilizando o mesmo tipo de betume, mas em localizações diferentes.

Facilmente se conclui que a mesma estrutura apresenta capacidades estruturais bastante diversas consoante a localização em que se está a fazer o estudo, variando entre uma capacidade insuficiente e muito inferior ao limite mínimo da classe de tráfego preconizada até uma capacidade estrutural que excede claramente os valores da classe de tráfego em que se insere.

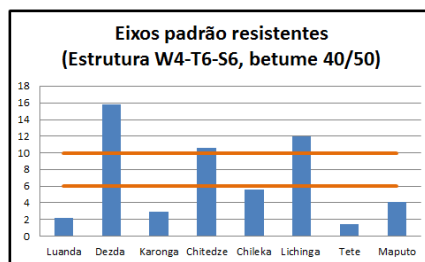


Fig. 7 Cálculo estrutural de uma mesma estrutura, em todas as localizações estudadas [2]

Importa referir que, obviamente, no modelo utilizado, estas diferenças apenas se verificam nas estruturas que englobam camadas betuminosas, pois apenas estas têm um módulo de deformabilidade variável em função da temperatura. Em todas as outras, a capacidade de carga de uma mesma estrutura será idêntica em qualquer localização. Note-se que o outro efeito considerado neste método da SATCC em termos de clima (pluviosidade) já está considerado no próprio método (isto é, na opção pelas estruturas D ou W).

Também nos casos de estruturas sem misturas betuminosas existem situações em que a capacidade estrutural se enquadra nos limites preconizados para a classe de tráfego em questão e situações em que esta fica muito abaixo, como se pode observar na Fig. 8.

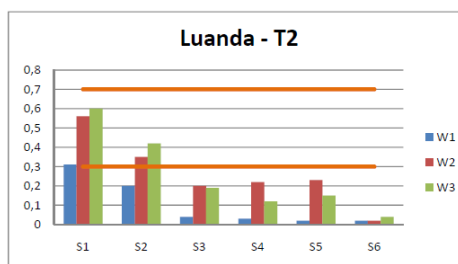


Fig. 8 Exemplo de cálculo estrutural de estruturas não englobando misturas betuminosas [2]

## 5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a aplicação do catálogo de estruturas de pavimentos do manual da SATCC, transversalmente a todos os países do continente africano, não é o procedimento mais adequado embora seja uma referência importante. Apresenta linhas de orientação técnicas bastante úteis, pelo que a sua utilização não deverá ser ignorada em projetos rodoviários nesta região geográfica. No entanto, a utilização deste manual deverá ser complementada por uma análise empírico-mecanicista, considerando fatores como a temperatura e o tipo de betume disponível, de forma a confirmar/refinar a estrutura proposta e ir de encontro ao pretendido em projeto.

## REFERÊNCIAS

1. CSIR – Division of Roads and Transport Technology, *SATCC – Draft – Code of Practice for the Design of Road Pavements*, 2001.
2. Afonso, J., Gomes, L., *Pavimentos Rodoviários em África*, Mota-Engil Engenharia e Construção, 2010.
3. Branco, F.; Pereira, P.; Picado Santos, L., *Pavimentos Rodoviários*, Edições Almedina, Coimbra, 2008.
4. Committee of State Roads Authorities, *TRH13 – Cementitious Stabilizers in Road Construction*, Department of Transport – Republic of South Africa, Pretoria, 1986.