

MEDIÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO COM O “GRIP-TESTER”

RUI BARROS

DIRECTOR EXECUTIVO DA NORVIA / PRONORSAN

RESUMO

A avaliação das características funcionais dos pavimentos é fundamental para uma gestão eficaz das redes rodoviárias. A aderência entre os pneus e o pavimento, medida através do coeficiente de atrito, é um factor determinante para a segurança rodoviária.

Os Cadernos de Encargos referem os parâmetros mínimos de coeficiente de atrito que devem ser atingidos na fase de recepção dos pavimentos de obras novas, e os Sistemas de Gestão de pavimentos devem referir os valores mínimos de serviço, a partir dos quais é obrigatória a intervenção para recuperação das características superficiais.

Nesta comunicação apresentam-se alguns exemplos da utilização do “Grip-Tester” em obras rodoviárias, descreve-se o seu funcionamento, e comparam-se os valores obtidos com os de outros equipamentos.

1. INTRODUÇÃO

Pretende-se neste trabalho apresentar de uma forma resumida a metodologia para a medição do atrito entre os pneus dos veículos e os pavimentos rodoviários em que circulam.

A medição do coeficiente de atrito, bem como a medição da textura superficial e da irregularidade longitudinal e transversal, constituem o conjunto das características funcionais que os pavimentos rodoviários devem obedecer para que se possa circular com conforto e segurança.

Este trabalho incide fundamentalmente na análise de resultados de medições efectuadas com o equipamento “Grip-Tester”, em comparação com os valores exigidos nas especificações do Caderno de Encargos Tipo de Obras Rodoviárias.

Apresentam-se também alguns ensaios realizados em simultâneo com o equipamento “SCRIM”, comparam-se os resultados obtidos à luz das correlações normalmente utilizadas em países europeus.

2. CONCEITO DE ADERÊNCIA PNEU / PAVIMENTO

O conceito de aderência entre os pneus e o pavimento está intimamente associado à textura e ao coeficiente de atrito do pavimento por um lado, e à existência de sulcos nos pneus, por

outro. A matéria relativa aos pneus não está no âmbito desta apresentação que incide sobre as características dos pavimentos rodoviários. Diversas experiências internacionais demonstraram que o atrito e a textura estão intimamente associados, e que só se pode garantir um comportamento adequado fazendo com o pavimento tenha uma adequada combinação de ambas características.

Está comprovado que as necessidades de aderência e de capacidade de evacuação da água do pavimento e do pneu podem ser razoavelmente assegurados com pavimentos que tenham determinados valores de microtextura (atrito) e de macrotextura. A microtextura influi na fricção, e a macrotextura na capacidade de evacuar a água rapidamente, impedindo ou dificultando o fenómeno de hidroplanagem. A nível internacional estão a desenvolver-se estudos para a determinação de um índice de fricção internacional (I.F.I. – International Friction Index), indicado por dois números, em que um é relativo ao coeficiente de atrito, e o outro à textura superficial.

3. ENSAIOS PARA MEDIÇÃO DA TEXTURA E DO ATRITO

A medição do coeficiente de atrito pode ser realizada em contínuo, ou através de ensaios pontuais. Os equipamentos de medição em contínuo são mais recentes e destinam-se principalmente à auscultação de redes viárias, e à “Caracterização Final dos Pavimentos” que corresponde ao “ponto zero” de um sistema de gestão de pavimentos rodoviários.

A medição pontual da textura é realizada através do ensaio da mancha de areia, e o de coeficiente de atrito com o pêndulo britânico. No âmbito do controlo de qualidade das obras está prevista a realização destes ensaios durante a sua realização, com um espaçamento mínimo de 200 metros por via de circulação. O ensaio da mancha de areia consiste no espalhamento de um determinado volume de areia calibrada em forma de círculo sobre a superfície do pavimento. Quanto menor for a área do círculo maior é a textura do pavimento porque a areia fica retida nos “buracos” à superfície. São estes “buracos”, em conjunto com os sulcos existentes nos pneus que possibilitam o escoamento da água e o contacto pneu / pavimento.

Mesmo existindo contacto, se os agregados que estão à superfície estiverem polidos, ou tenham um atrito reduzido, não fica garantida uma boa aderência nomeadamente em caso de travagem. Para que tal aconteça é necessário avaliar o atrito, que em ensaios pontuais é realizado com o “pêndulo britânico”. Este ensaio consiste em fazer deslizar sobre um pavimento previamente molhado, uma borracha que está presa a uma haste que é elevada a uma determinada altura e depois é largada para funcionar com um pêndulo. Quando o atrito é elevado, a haste depois de roçar o pavimento molhado atinge uma altura menor do que quando o atrito é menor.

Na figura 1 exemplifica-se a realização de um ensaio com o “pêndulo britânico”



Figura 1 – Ensaio com o pêndulo britânico

Estes ensaios, embora forneçam uma informação muito fiável, são muito lentos, dependem do operador (nomeadamente o da mancha de areia), e só dão uma informação por amostragem muito limitada das áreas que se pretendem avaliar.

Foram desenvolvidos equipamentos de alto rendimento acoplados a viaturas que fazem as medições em movimento, e de forma contínua. A medição da textura é realizada através de raios “laser”, e do coeficiente de atrito através de rodas oblíquas ou parcialmente bloqueadas.

4. BREVE DESCRIÇÃO DO “GRIP-TESTER”

O “Grip-Tester” é um equipamento que permite a medição do coeficiente de atrito entre o pavimento e um pneu normalizado, montado numa roda parcialmente bloqueada (14,5%). O coeficiente de atrito é registado pelo valor médio por troços de 10 m, ao longo de toda a extensão ensaiada. O ensaio tem de ser realizado com o tempo seco para que a altura da película de água possa ser controlada. Como o ensaio é realizado com o piso molhado com uma película de água de 0,25 a 0,50 mm, é necessário dispor-se de um reservatório de água e de uma bomba automática com um caudalímetro que regule o volume de água em função da velocidade de circulação. Embora o ensaio seja realizado à velocidade de 50 km/h, existem sempre algumas variações de velocidade, nomeadamente nas estradas em serviço, e por essa razão é necessário garantir que o volume de água seja ajustado à necessidade de se manter a película constante.

O equipamento está ligado a um computador que regista a velocidade do ensaio e faz o tratamento dos resultados de forma a apresentar os valores médios de 10 em 10 metros, e regista as distâncias medidas através de um odómetro. Para além da identificação dos ficheiros de “output” com a designação da auto-estrada, do sublanço, o sentido, os quilómetros inicial e final, a extensão avaliada e a data da realização dos ensaios, é possível

também registrar as seguintes incidências ao longo do percurso observado: i) marcos quilométricos com a designação do respectivo quilómetro, ii) passagens superiores e inferiores com a designação do n.º de identificação da obra de arte, iii) mudança de revestimento, iv) mudança de via, v) mudança de sublanço.

Nas figuras seguintes apresenta-se o equipamento de medição do atrito – “Grip-Tester”



Figura 2 – “Grip-Tester”

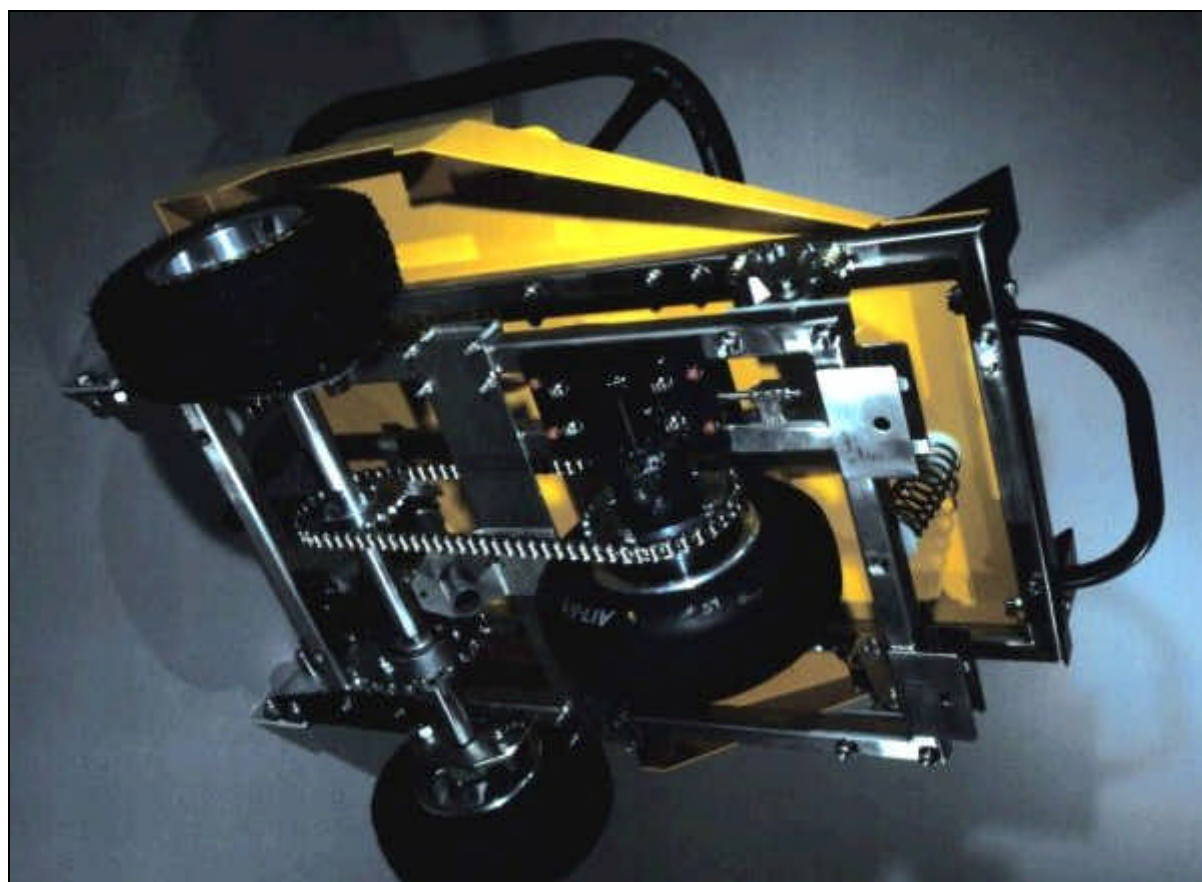


Figura 3 – Vista da parte inferior do “Grip-Tester”

5. CASOS PRÁTICOS DE MEDIÇÕES DO COEFICIENTE DE ATRITO COM O “GRIP-TESTER”

Neste capítulo apresentam-se alguns casos práticos de medições do coeficiente de atrito realizadas com o “Grip-Tester”. Apresentam-se alguns casos de medição de pavimentos com vários anos em serviço, com camada de desgaste em betão betuminoso tradicional, betão betuminoso rugoso, betão betuminoso drenante, e também em betão hidráulico. Nos gráficos que se apresentam estão definidas duas zonas separadas pelo valor mínimo de coeficiente de atrito exigido pelo Caderno de Encargos Tipo de Obras do I.E.P.

Caso Prático 1 – Pavimento em betão hidráulico com vários anos em serviço na zona de Lisboa

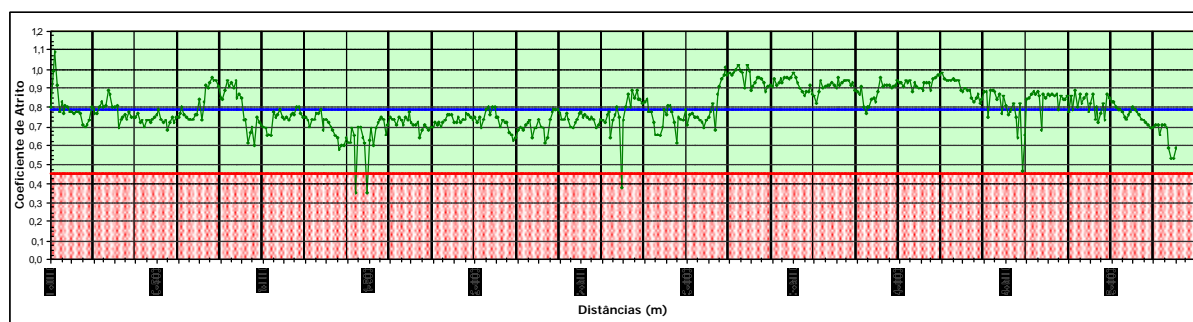


Figura 4 – Representação gráfica das medições realizadas com o “Grip-Tester”

Os valores medidos são de um modo geral bastante superiores ao exigido no Caderno de encargos.

Caso Prático 2 – Pavimento drenante com vários anos em serviço na zona de Lisboa

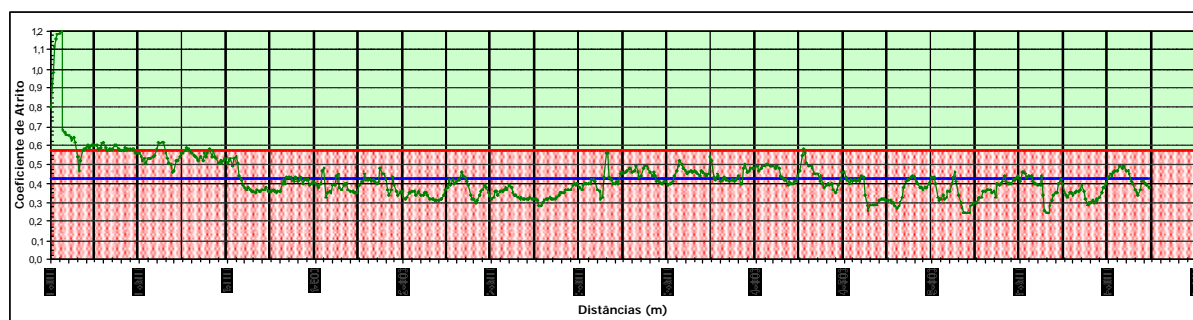


Figura 5 – Representação gráfica das medições realizadas com o “Grip-Tester”

Os valores medidos são inferiores aos exigidos no Caderno de encargos Tipo de Obras novas do I.E.P.. De salientar também que os pavimentos drenantes apresentam valores de coeficiente de atrito inferiores aos dos restantes tipo de camadas de desgaste

Caso Prático 3 – Pavimento rugoso com vários anos em serviço na zona de Lisboa

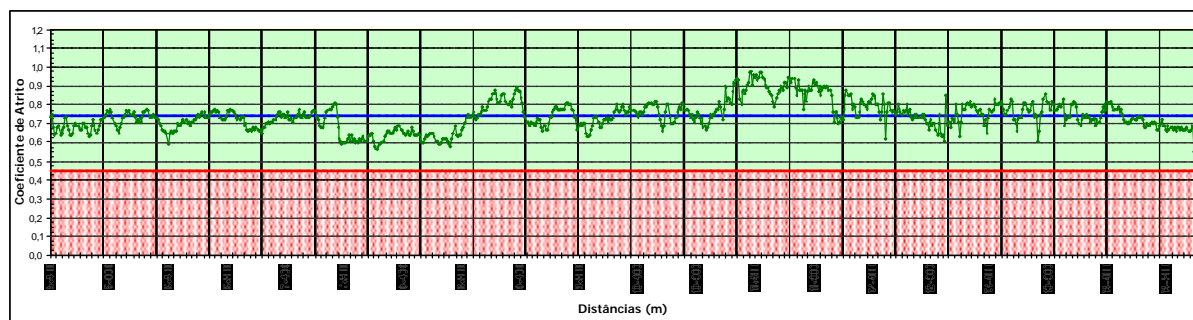


Figura 6 – Representação gráfica das medições realizadas com o “Grip-Tester”

Apesar do pavimento ter mais de 6 anos, os valores medidos são superiores ao exigido no Caderno de Encargos do I.E.P. para obras novas, em 100% por cento da extensão.

Caso Prático 4 – Pavimento com camada de desgaste tradicional com vários anos em serviço na zona de Lisboa

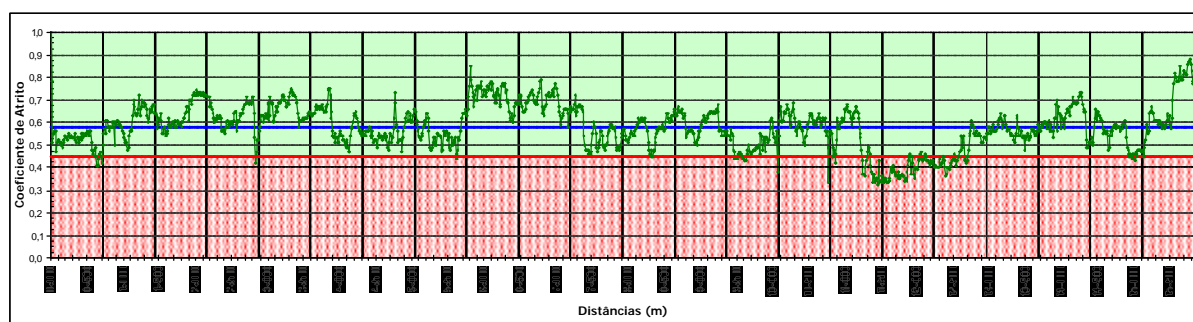


Figura 7 – Representação gráfica das medições realizadas com o “Grip-Tester”

Neste caso prático, o pavimento apresenta, em alguns locais, valores de coeficiente de atrito inferiores aos exigidos no Caderno de encargos Tipo de obras novas do I.E.P.

6. COMPARAÇÃO ENTRE MEDIÇÕES DO ATRITO COM O “GRIP-TESTER” E COM O “SCRIM”

No âmbito da caracterização final do pavimento de um conjunto de lanços de auto-estrada, de cerca de 60 kms e extensão total, foram realizadas em simultâneo medições do coeficiente de atrito com o “Grip-Tester” e com o “SCRIM”.

Nas figuras seguintes apresentam-se de forma gráfica os resultados, e o respectivo tratamento estatístico, das medições realizadas nas vias 1 e 4 (vias exteriores) de um dos lanços.

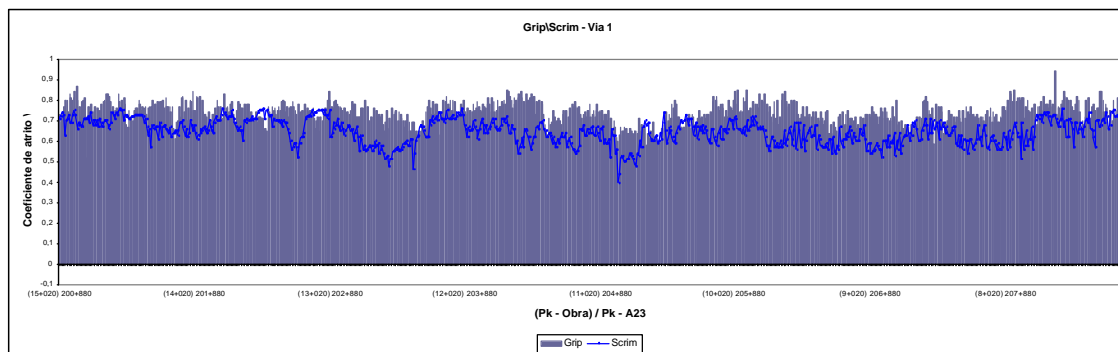


Figura 8 – Representação Gráfica das Medições realizadas com o “Grip-Tester e com o “SCRIM” na via 1

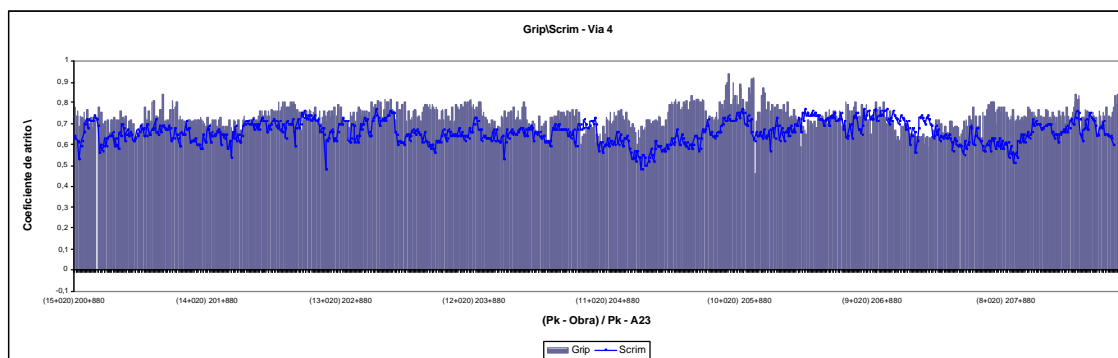


Figura 2 – Representação Gráfica das Medições realizadas com o “Grip-Tester e com o “SCRIM” na via 4

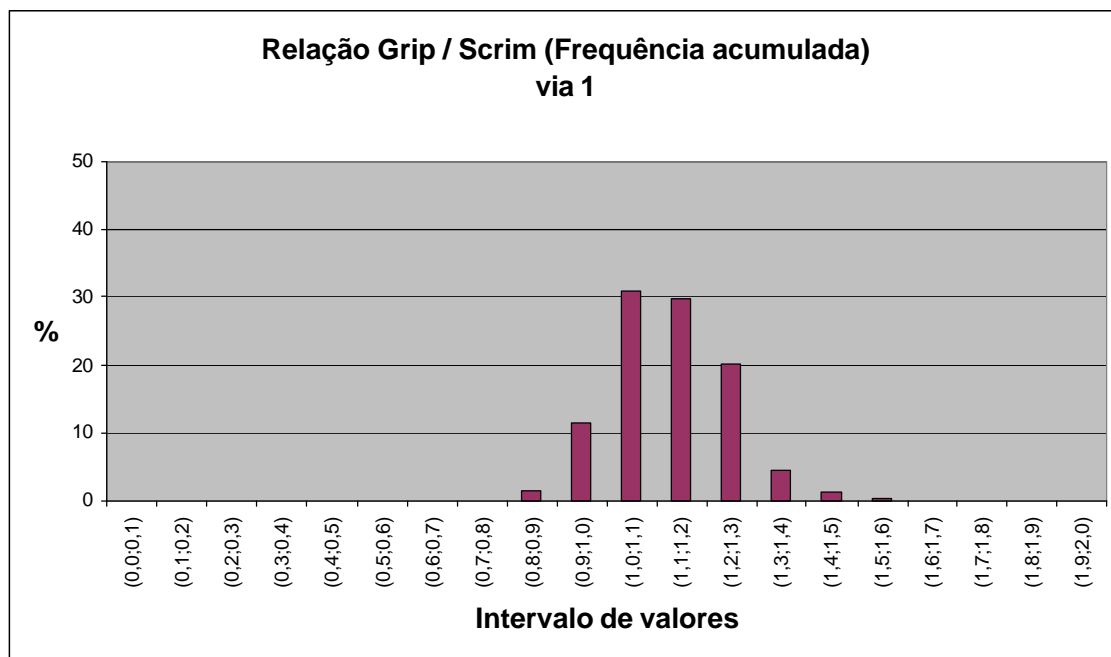


Figura 3 – Frequência acumulada da relação entre os valores obtidos com “Grip-Tester e com o “SCRIM” na via 1

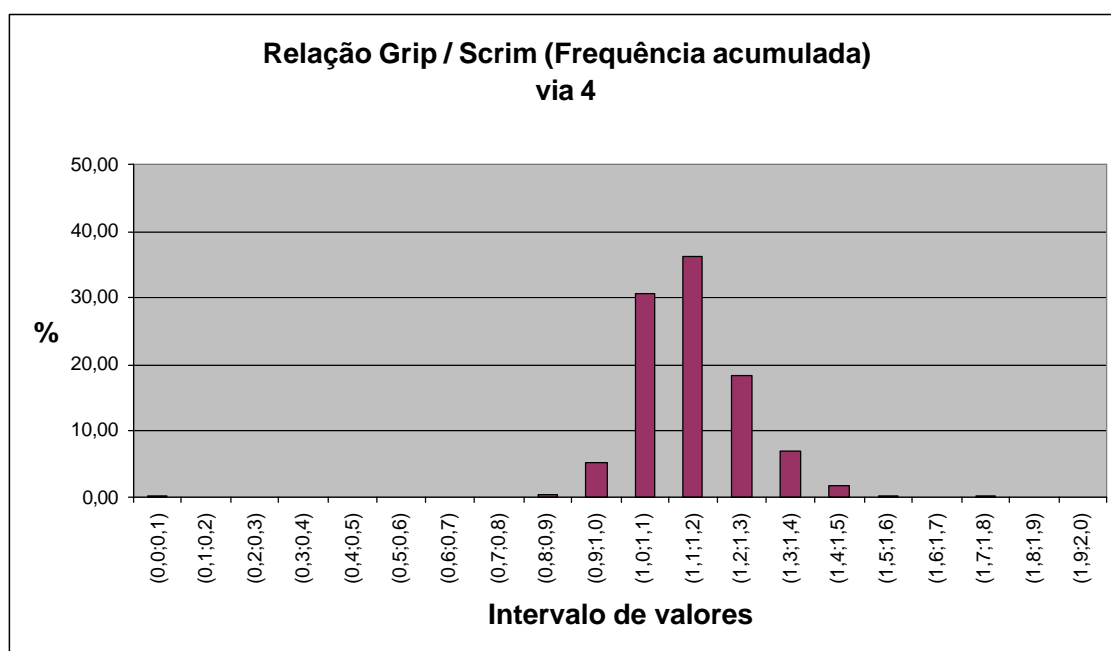


Figura 4 – Frequência acumulada da relação entre os valores obtidos com “Grip-Tester e com o “SCRIM” na via 4

Com base nos resultados obtidos nesta campanha de auscultação concluiu-se que em cerca de 80 a 85% das zonas ensaiadas existe uma boa correlação entre os valores obtidos com o SCRIM e com o “Grip-Tester”, admitindo-se que $\text{Grip-Tester} = (1,0 \text{ a } 1,2) \text{ SCRIM}$. Esta correlação confirma a fórmula recomendada pelo C.E.N 227 / WG5 – Surface Characteristics, em que $\text{SCRIM} = 0,89 \times \text{Grip Number}$, em alternativa à fórmula adoptada pelo TRL (Transport Research Laboratory), em que a relação entre os valores obtidos entre o Scrim e o Grip-Tester é dada pela seguinte expressão: $\text{SCRIM} = 0,786 \times \text{Grip Number} - 0,049$.

7 CAMPANHAS COM VÁRIOS EQUIPAMENTOS

Em Portugal existem 3 equipamentos “Grip-Tester”, sendo que um deles é do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Existem, por esta razão, condições para se fazerem regularmente campanhas conjuntas para comparação de resultados e identificação de alguma eventual má calibração, ou até alguma deficiência em algum dos equipamentos. Estas campanhas que deveriam ser realizadas pelo menos duas vezes por ano, num trecho em que tivesse sido feita uma campanha intensa de ensaios com o pêndulo britânico. De cada campanha seria produzido um relatório com os resultados obtidos.

A realização destas campanhas conjuntas permitiria que as administrações rodoviárias e os gestores das redes concessionadas, tivessem a garantia de que os valores medidos seriam fiáveis, e independentes dos equipamentos com que são obtidos.

8 ESPECIFICAÇÕES DO CADERNO DE ENCARGOS

Segundo o **Caderno de Encargos Tipo do IEP**, quando a medição do coeficiente de atrito é feita em contínuo, à velocidade de 50 km/h, com o aparelho **SCRIM**, o valor da resistência à derrapagem não deverá ser inferior a **0,40**. Este valor não tem em consideração o tipo de camada de desgaste, nomeadamente as camadas de desgaste em betão betuminoso drenante, onde a experiência tem demonstrado que os valores de atrito são inferiores. Neste tipo de camada de desgaste a macrotextura é muito superior, mas a microtextura de um modo geral é inferior, o que é contemplado nas novas especificações espanholas. Por outro lado, não faz sentido que a especificação seja baseado num equipamento (SCRIM) que não existe em Portugal, e só existem dois na península ibérica, dos quais um é do CEDEX (laboratório oficial do ministério de obras públicas de Espanha).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação das características funcionais dos pavimentos rodoviários é muito importante tendo em consideração o conforto e segurança dos utentes. É fundamental que existam equipamentos, especificações de ensaios e de parâmetros a exigir, para que se possa efectuar uma adequada gestão da rede rodoviária nacional.

10. BIBLIOGRAFIA

[1] Caderno de encargos Tipo de Obras do I.E.P.

[2] Introducción a la Auscultación de Firmes – Ramón Crespo del Río