

RELATÓRIO PRELIMINAR DE PERITAGEM ÀS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA DO IC17, NO SUBLANÇO EM CONSTRUÇÃO ENTRE A BURACA E A PONTINHA

Por solicitação de diversos movimentos de cidadãos, o Observatório de Segurança de Estradas e Cidades (OSEC) – organização não governamental com sede no Tribunal da Relação de Lisboa, vem pronunciar-se sobre a segurança rodoviária do IC17, no sublanço em construção entre a Buraca e a Pontinha, apresentando um relatório preliminar que incide sobre o Projecto Base lançado em concurso para construção.

1. A VELOCIDADE DE TRÁFEGO E A NORMA DE TRAÇADO PORTUGUESA

No meio da Engenharia Civil, na especialidade de estradas, responsável pela execução do projecto, pela construção e pela manutenção de estradas, está estabelecido, desde há muitos anos, com base na investigação científica do comportamento do condutor e, especialmente, nas características automáticas do seu comportamento pericial dominante que, a velocidade adoptada pelos condutores depende, principalmente, das características da estrada tais como, do raio da curva em planta, da largura da faixa de rodagem, da inclinação longitudinal da estrada, da largura da berma, a extensão das rectas, etc.

Neste sentido **JOÃO CARDOSO** (Engenheiro Investigador do LNEC) escreve: “*Ora, de acordo com o conhecimento actual, a velocidade é, na realidade, uma variável resposta, já que é induzida nos condutores em função da combinação de parâmetros de projecto (da estrada) adoptados.*” (IN “ESTUDO DAS RELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DA ESTRADA, A VELOCIDADE E OS ACIDENTES RODOVIÁRIOS. APLICAÇÃO A ESTRADAS DE DUAS VIAS E DOIS SENTIDOS”, Eng^o João Cardoso, Tese elaborada no LNEC para Doutoramento no IST, 1996, pág. 53).

Sobre este tema juntamos, no Anexo 1, um artigo da autoria do Juiz de Direito **NUNO PIRES SALPICO**, intitulado “ESCOLHA DA VELOCIDADE PELO CONDUTOR - LIMITE DE VELOCIDADE *ILICITAMENTE* SINALIZADO EM MEIO URBANO E MEIO RURAL”

Atendendo a esta constatação, derivada do **comportamento automático do condutor**, os critérios técnicos que garantem a segurança numa estrada condicionam fortemente as características geométricas do seu traçado e, praticamente, pouco ou nada referem relativamente

à sinalização de limites de velocidade máxima permitida porque, como se sabe, não é esta que regula o comportamento automático dos condutores.

O comportamento do condutor é fortemente condicionado pelo traçado da estrada, em detrimento de limites legais de velocidade sinalizados.

Com efeito, na comunidade técnica internacional este é um facto aceite.

“Sabe-se que os condutores não cumprem os limites legais de velocidade mas escolhem a velocidade que consideram mais apropriada para as condições prevalecentes (segundo ELMBERG - Universidade de Purdue), em função da “representação” mental que fazem da estrada.” (IN “ESTUDO DAS RELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DA ESTRADA, A VELOCIDADE E OS ACIDENTES RODOVIÁRIOS. APLICAÇÃO A ESTRADAS DE DUAS VIAS E DOIS SENTIDOS”, Engº João Cardoso, Tese elaborada no LNEC para Doutoramento no IST, 1996 - pág.112).

Assim, **resulta que a sinalização de limite legal de velocidade deve ser apenas um reflexo complementar de um traçado cumpridor de critérios que garantem, obrigatoriamente, a segurança para, pelo menos, 85% dos condutores.**

Os restantes 15% dos veículos, que praticam velocidades muito excessivas serão o alvo da fiscalização para acatamento dos limites legais de velocidade.

A resposta do condutor é tão típica e previsível que existem expressões matemáticas empíricas (baseadas no comportamento verificado dos condutores) para prever a velocidade de tráfego que os condutores irão praticar num determinado elemento do traçado (recta ou curva) da estrada e que, dependendo apenas das características do traçado acabadas de referir, não dependem da sinalização afixada da velocidade máxima permitida.

A velocidade de tráfego praticada pelos condutores, prevista por essas expressões matemáticas, manifesta-se desde que não sejam impedidos por outros veículos. Considera-se que estas condições verificam-se quando o intervalo de espaçamento entre veículos é igual ou superior a 6 segundos.

A segurança rodoviária deve ser garantida, pelo menos, até à Velocidade de Tráfego (também designada por V85), conseguindo-se, deste modo, oferecer a segurança para, pelo menos, 85% dos condutores. Este é o conceito também aceite pela Norma de Traçado P3/94 em vigor em Portugal e partilhado em quase toda a comunidade internacional.

Entende-se que não é economicamente viável proporcionar a todos os condutores as condições de segurança necessárias à velocidade a que eles pretendem circular. *”Socialmente é, assim, aceite ignorar a pretensão de 15% dos condutores, tanto mais que habitualmente é sobre este último subconjunto de condutores que as acções de fiscalização do acatamento dos limites legais de velocidade costumam incidir.”* (IN “ESTUDO DAS RELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DA ESTRADA, A VELOCIDADE E OS ACIDENTES

RODOVIÁRIOS. APLICAÇÃO A ESTRADAS DE DUAS VIAS E DOIS SENTIDOS”, Eng^o João Cardoso, Tese elaborada no LNEC para Doutoramento no IST, 1996 - pág.57).

Nos frequentes traçados errados das estradas portuguesas verifica-se que a Velocidade de Tráfego, efectivamente praticada pelo universo de 85% dos condutores a proteger, é muito superior à Velocidade Específica (onde termina a segurança) dos vários elementos dos traçados, o que era fácil de prever para o engenheiro de estradas, sendo do seu plano de responsabilidade, mas que condena os utentes da estrada a circularem em condições de risco proibido.

Estes erros de traçado são também alimentados por um défice de cálculo da Norma de Traçado portuguesa, publicada em 1994 que, por omissão, não determina o cálculo correcto das Velocidades de Tráfego, apenas apresentando uma estimativa fixa que subavalia perigosamente as reais velocidades de tráfego, quando os limites efectivos desta já se sabiam, por estudos anteriores realizados em muitos países, não obstante os estudos posteriores de CARDOSO (LNEC) de 1996, ou da fórmula alemã, ou da francesa, ou dos restantes estudos e verificações que o LNEC tem desenvolvido nas estradas portuguesas.

Por exemplo, para o traçado duma auto-estrada, projectado para uma Velocidade Base de 120km/h, a Norma de Traçado portuguesa prevê que a Velocidade de Tráfego seja de 130km/h quando, efectivamente, é muito superior, da ordem de 150km/h tal como consta nos estudos que o LNEC tem desenvolvido nas estradas portuguesas desde o ano de 2000.

Essa omissão da Norma de Traçado, quanto ao cálculo das Velocidades de Tráfego reais, mantém-se, permitindo a construção de estradas baratas, associadas a parâmetros de segurança fictícia resultantes da subavaliação da velocidade de tráfego. Como consequência, coloca-se a vida dos utentes das estradas em situação de risco proibido e consequentemente associada a níveis inadmissíveis de grande sinistralidade que continuam a caracterizar as estradas portuguesas.

2. OS CRITÉRIOS TÉCNICOS DE SEGURANÇA OBRIGATÓRIOS GARANTIR ATÉ À VELOCIDADE DE TRÁFEGO

“O percentil 85 (velocidade de tráfego ou V85) está associado a valores da distribuição de velocidades correntemente usados no dimensionamento de algumas características geométricas das estradas (nomeadamente na determinação de distâncias de visibilidade de paragem (distâncias de visibilidade de decisão e de ultrapassagem) e dos raios de curvas horizontais e verticais), sendo usados também, por exemplo, no estabelecimento de limites de velocidade máxima”, (in relatório do LNEC nominado “VELOCIDADES PRATICADAS PELOS CONDUTORES NAS ESTRADAS PORTUGUESAS – ANO DE 2004”, pág. 13).

Estas **Distâncias Mínimas de Visibilidade de Paragem** e de **Decisão** estão avaliadas, em função da Velocidade de Tráfego a praticar na estrada, na Norma de Traçado P3/94, no Quadro V da sua pág. 26. No caso da estrada em análise a Distância Mínima de Visibilidade de Ultrapassagem não se aplica porque o veículo, para ultrapassar, não necessita de invadir as vias de sentido contrário.

QUADRO V
Distâncias de visibilidade mínima

Velocidade do Tráfego (km/hora)	Distância de Visibilidade (m)		
	Paragem (DP)	Decisão (DD)	Ultrapassagem (DU)
40	40	-	280
50	60	-	350
60	80	200(a)	420
70	100	240	490
80	120	270	560
90	150	300	630
100	180	330	700
110	220	370	770
120	250	400	840
130	320	430	910
140	390	470	980

(a) Valores a considerar quando a velocidade for < 60 km/hora

A relação entre os raios das curvas verticais convexas, correntemente designadas por “lombas”, e a Velocidade de Tráfego a praticar na estrada, está avaliada na Norma de Traçado

P3/94, no Quadro XII da pág. 55. O valor mínimo do raio vertical das “lombas” para o traçado em análise pode ser lido na coluna do Raio Mínimo Absoluto:

QUADRO XII
Raio mínimo das concordâncias convexas

Velocidade (km/h)	Raio mínimo		Desenvolvim. mínimo		Raio mínimo de Ultrapassagem (m) (b)
	Absoluto(a) (m)	Normal (m)	Absoluto(a) (m)	Normal (m)	
40	1 500	1 500	40	60	2 500
50	1 500	2 100	50	60	4 500
60	2 000	3 000	60	120	6 500
70	3 000	4 200	70	120	8 000
80	5 000	6 000	80	120	11 000
90	7 500	8 500	90	120	14 000
100	9 000	12 500	100	120	17 000
110	12 000	13 000	110	120	22 000
120	14 000	16 000	120	120	28 000
140	20 000	20 000	140	140	28 000

(a) Só aceitáveis em estradas com faixas de rodagem unidireccionais

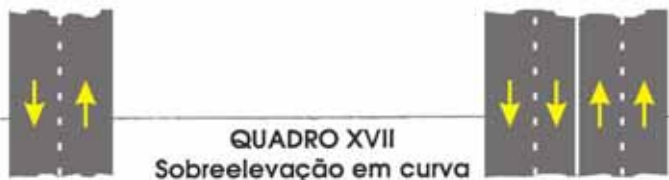
(b) Asseguram a visibilidade necessária para ultrapassar um veículo rodando a uma velocidade igual ou inferior a 90 Km/hora.

A relação entre o raio da curva em planta e a respectiva Velocidade Específica (velocidade máxima com que se pode percorrer uma curva em condições de segurança) pode-se calcular e também está avaliada na Norma de Traçado P3/94, no Quadro XXIII da pág. 123, pressupondo que a sobrelevação (“releve”) da curva é de 7%:

QUADRO XXIII
Velocidade específica nas curvas

Estrada c/ 2 vias		Estrada c/ 2 x 2 vias	
Raio (m)	Velocidade Específica (km/h)	Raio (m)	Velocidade Específica (km/h)
180	70	-	-
210	75	-	-
240	80	-	-
280	85	-	-
320	90	320	90
370	95	370	95
420	100	420	100
470	105	470	105
530	110	530	110
580	115	580	115
≥ 620	120	620	120
-	-	710	125
-	-	≥ 780	130

O valor da sobrelevação das curvas em planta, também conhecido por “relevé”, está definido no quadro XVII da Norma de Traçado P3/94, na pág. 75, na coluna respeitante a estradas com 2 x 2 vias:



QUADRO XVII
Sobreelevação em curva

Estradas c/ 2 Vias		Estradas com 2 x 2 Vias (a)	
Raio (m)	Sobreelevação (%)	Raio (m)	Sobreelevação (%)
≤ 450	7	≤ 900	7
525	6,5	1100	6,5
600	6,0	1300	6,0
700	5,5	1500	5,5
850	5,0	1750	5,0
1000	4,5	2000	4,5
1200	4,0	2250	4,0
1400	3,5	2600	3,5
1600	3,0	3000	3,0
1900 ≤ R < 2500	2,5	3500 ≤ R < 5000	2,5
≥ 2500	-	≥ 5000	-

(a) Nestas estradas a velocidade do tráfego é normalmente superior em 30% à das estradas com 2 vias

Como se pode verificar, todos os parâmetros de segurança referidos anteriormente (Distância Mínima de Visibilidade de Paragem e de Decisão) dependem da avaliação correcta da **Velocidade de Tráfego (ou V85)** que será praticada na estrada. Para tal, não se deve utilizar a Velocidade de Tráfego indicada na Norma de Traçado porque está sempre subavaliada em cerca de 20km/h. Aliás, por causa desta razão, o LNEC, nos estudos de avaliação das velocidades que tem realizado nas estradas portuguesas, tem recomendado insistentemente que a Norma de Traçado seja revista.

Para a análise da segurança do traçado que se pretende executar utilizámos a expressão alemã para o cálculo da V85 que, pela sua simplicidade, depende apenas do raio da curva. Caso utilizássemos a expressão de Cardoso (LNEC) os valores da velocidade de tráfego V85 seriam ligeiramente superiores. Estas expressões aplicam-se em estradas com uma via em cada sentido.

A expressão alemã está referida na obra de Lamm et al, “HIGHWAY DESIGN AND TRAFIC SAFETY ENGINEERING HANDBOOK”, McGraw-Hill (1999). Esta expressão também é recomendada no Manual de Segurança Rodoviária da Associação Mundial da Estrada (PIARC), na sua edição de 2003.

Para estradas com duas vias em cada sentido (também designadas por “2 x 2 vias”) a Norma de Traçado refere que a Velocidade de Tráfego é normalmente superior em 30% à das

estradas com uma via em cada sentido (também designadas por “2 vias”), tal como se pode observar na nota (a) do quadro XVII da Norma de Traçado, da página anterior.

Assim, temos observado que, face à velocidade de tráfego prevista pelas expressões referidas e face às velocidades de tráfego (V85) verificadas pelo LNEC, nas estradas e auto-estradas portuguesas, é muito razoável considerar um acréscimo de 10% (em vez do valor de 30% indicado na Norma de Traçado), sobre o valor da V85 obtida pelas referidas expressões, para avaliar a velocidade de tráfego para estradas com várias vias em cada sentido.

3. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO TRAÇADO DO IC17 – SUBLANÇO BURACA-PONTINHA

Tendo o Observatório de Segurança de Estradas e Cidades (OSEC) analisado os elementos do Projecto Base deste troço de estrada, que foram lançados a concurso e que resultaram na adjudicação da obra, verificou que, as características principais do traçado, definidas nesta fase do projecto da estrada, são determinantes e não são passíveis de alteração no Projecto de Execução pelo facto do traçado se inserir, sem folgas, entre construções existentes e a manter.

Desta forma, estas características principais do projecto lançado a concurso, tais como a extensão das rectas, o raio das curvas em planta, o raio das curvas verticais (lombas) e existência de obstruções laterais à visibilidade do condutor (paredes e fiadas de pilares próximas da faixa de rodagem) irão manter-se no Projecto de Execução e na obra a executar. Assim, a avaliação do traçado efectuada sobre o Projecto Base lançado a Concurso será válida para o Projecto de Execução que se aguarda, apesar da obra já estar em execução.

Conforme se pode observar na planta do desenho nº1 anexo, representam-se as várias velocidades de tráfego que se prevêem que venham a ser praticadas pelos condutores, ao longo das várias curvas do traçado a construir, previstas pela expressão alemã e majoradas do coeficiente 1,1 para considerar a influência da existência de várias vias em cada sentido.

No traçado a construir, a **Velocidade de Tráfego a praticar pelos condutores** prevê-se que venha a variar entre 112 e 125km/h, consoante o elemento do traçado em análise e tal como se assinala na planta anexa, junto de cada curva.

A **Distância de Visibilidade de Paragem** é especialmente crítica nas curvas em planta e nas curvas verticais convexas (lombas) para permitir ao condutor a visibilidade atempada sobre a existência de eventuais obstáculos parados na via de rodagem e, assim, permitir-lhe as capacidades para efectuar uma travagem em condições de segurança, se tal for necessário.

Pelo Quadro V, já referido, para as velocidades de tráfego entre 112 e 125km/h, a Distância Mínima de Visibilidade de Paragem a garantir ao longo dessas curvas em planta deveria ser entre 220 e 250 metros. Contudo, atendendo ao Corte Transversal da secção em túnel ou em “túnel aberto” sem laje de cobertura, verifica-se que as paredes laterais, ou as fiadas de pilares existentes no eixo do traçado, estão excessivamente próximas das vias de rodagem.

Nestas condições, o condutor a circular na via mais próxima dessa obstrução lateral à visibilidade, a sua distância de visibilidade efectiva sobre a estrada é de 91 metros, muito inferior ao valor da Distância Mínima de Visibilidade de Paragem, que deveria ser da ordem de 220 a 250m. Esta situação representa uma grave violação aos critérios técnicos de segurança, por retirar capacidades que deviam estar garantidas aos condutores sendo causal à produção de travagens ineficazes de onde podem surgir acidentes violentos resultantes deste erro do plano da responsabilidade dos engenheiros que têm o dever de acautelar o interesse público e que aprovaram o presente traçado. Este plano de responsabilidade também é susceptível de alcançar toda a hierarquia do Estado que participou na aprovação do traçado e que tem a tutela sobre esse organismo do Estado que tecnicamente aceitou o projecto profundamente deficiente.

A gravidade deste erro da estrada é potenciada pela má macrorugosidade dos pavimentos empregues nas estradas portuguesas que, sendo caracterizados pelo Ensaio da Mancha de Areia muito inferior a 1,8mm, não garantem os níveis mínimos de aderência entre os pneus e o pavimento, não permitindo que uma travagem de emergência, em pavimento molhado, se realize em distância inferior à Distância Mínima de Visibilidade de Paragem, caso esta tenha sido garantida. Como esta Distância foi gravemente desrespeitada e se o pavimento a empregar tiver Altura de Areia inferior a 1,8mm, como é corrente em toda a rede de estradas e auto-estradas, isso significa que a execução da travagem de emergência em pavimento molhado condena os utentes da estrada a embates a alta velocidade por erros no plano da responsabilidade dos engenheiros.

Devido a este erro de concepção da estrada, pela existência indevida de obstáculos laterais que prejudicam gravemente a visibilidade do condutor, a segurança, pelo Quadro V da Norma de Traçado, só estaria garantida se a velocidade de tráfego condicionada for da ordem de 60km/h.

* * *

O **raio das curvas verticais convexas (lombas)** deve respeitar o valor mínimo, previsto pelo Quadro XII da Norma de Traçado já referido, de acordo com a velocidade de tráfego prevista para essa zona da estrada, de maneira a garantir, ao condutor, a visibilidade atempada sobre eventuais obstáculos na estrada.

Para as velocidades de tráfego previstas entre 112 e 125km/h e por este Quadro XII da Norma, o raio mínimo (absoluto) destas curvas verticais (lombas) deveria apresentar valor entre 12000 e 14000 metros, respectivamente.

Ora, em todas as “lombas” deste traçado, identificadas no desenho anexo com as letras “L1” a “L3” o seu raio vertical é apenas de 5000 metros, sendo de 7000 metros o raio vertical da lomba “L4”. Nessas lombas manifesta-se a grave violação das condições de visibilidade a garantir aos condutores a circular à velocidade de tráfego que, só estariam minimamente garantidas se o raio fosse, pelo menos, 12000 metros. No perfil longitudinal do desenho nº1 anexo podemos observar a existência da totalidade destas “lombas” de visibilidade muito reduzida.

Devido a este erro de concepção da estrada, pela existência “lombas” com raio vertical muito reduzido, que prejudicam gravemente a visibilidade do condutor, a segurança, pelo Quadro XII da Norma de Traçado, só estaria garantida se a velocidade de tráfego não for superior a 80km/h.

Note-se que estes dois importantíssimos critérios técnicos de segurança são gravemente desrespeitados, nas mesmas zonas do traçado, tal como podemos verificar, no Perfil Longitudinal do Desenho anexo, onde as “lombas” coincidem com as curvas em planta, onde, em simultâneo, se viola duplamente a Distância de Visibilidade Mínima de Paragem quer pela existência indevida de obstáculos laterais quer pela existência de “lombas” de raio muito reduzido.

* * *

A **Distância Mínima de Visibilidade de Decisão** destina-se a garantir aos condutores a visibilidade atempada sobre alterações às características da estrada, tais como por exemplo, a visibilidade atempada sobre a aproximação a um ramo de saída da estrada em avaliação.

Tal como postula a Norma de Traçado, esta é a distância mínima que deve estar reservada ao condutor, a deslocar-se à Velocidade de Tráfego, para que, uma vez avistada a referida alteração ao traçado, este possa identificar essa situação, para adoptar a velocidade mais conveniente e iniciar e concluir, com segurança, as manobras necessárias. Esta é a distância mínima de visibilidade atempada a garantir ao condutor sobre a zona da estrada (por exemplo, um ramo de saída) onde é provável verificarem-se dúvidas do condutor ao receber uma informação.

A Norma de Traçado, na pág. 27, ainda refere: *“Os valores a considerar são os indicados no Quadro V (já apresentado anteriormente), os quais permitem aos condutores, se necessário, corrigirem uma manobra errada sem pararem, o que é sempre perigoso em plena estrada.”*

Este critério não é substituível pelos painéis informativos que sinalizam a aproximação ao ramo de saída da via principal. Efectivamente, o condutor, com a antecedência da **Distância Mínima de Visibilidade de Decisão**, tem que ver e perceber que a alteração ao traçado que está a visualizar é um ramo de saída.

Para as velocidades de tráfego previstas entre 112 e 125 km/h e por este Quadro V da Norma, a **Distância Mínima de Visibilidade de Decisão** deveria apresentar valor entre **370 e 400 metros**, respectivamente.

Na planta anexa, podemos verificar que a visibilidade disponível ao condutor sobre vários dos ramos de saída do IC17 é muito inferior a **370 metros**. Com efeito, e como se assinala na planta anexa, as violações mais graves a este critério passam-se a descrever:

- o condutor no ponto A só consegue ver o **Ramo D** de saída, com a antecedência de **150 metros**;
- o condutor no ponto B só consegue ver o **Ramo 3** de saída, com a antecedência de **80 metros**;
- o condutor no ponto C só consegue ver o **Ramo 20** de saída, com a antecedência de **90 metros**;
- o condutor no ponto D só consegue ver o **Ramo B** de saída, com a antecedência de **90 metros**;

Pela gravidade com que é violada a **Distância Mínima de Visibilidade de Decisão**, na aproximação a muitos ramos de saída, retiram-se aos condutores as capacidades mínimas que lhes deveriam estar garantidas, no caso dos Ramais 20 e B retira-se ao condutor **280 metros de visibilidade** e, deste modo, podem surgir acidentes, embates traseiros, embates laterais para se tentar evitar o embate traseiro no veículo que parou, por indecisão do condutor, ao qual lhe foi retirado gravemente a visibilidade atempada pela entidade que aprovou um projecto tão deficiente.

Note-se que, nestas zonas, onde se potencia o risco proibido pela violação múltipla e grave de critérios técnicos de segurança, um condutor pode parar o seu veículo em plena via de rodagem (por ser vítima da violação grave à **Distância de Visibilidade de Decisão** que é do plano da responsabilidade de quem aprovou este projecto defeituoso) e, pela coexistência, no mesmo local, da violação grave à **Distância de Visibilidade de Paragem**, um outro condutor pode embater na traseira do veículo do primeiro condutor, ambos vítimas da acumulação de violações graves a vários critérios técnicos de segurança, o que é susceptível de responsabilização criminal dos agentes da entidade pública que aprovou o projecto e, também, dos agentes políticos que tutelam essa entidade.

Conforme se percebe no Quadro V da Norma, como a **Distância Mínima de Visibilidade de Decisão** é sempre de 200 metros, este critério está sempre desrespeitado, mesmo que a velocidade de tráfego seja condicionada a 60 km/h.

* * *

Cada curva em planta é caracterizada por uma velocidade, até à qual estão garantidas as condições de segurança – é a **Velocidade Específica** dessa curva, que depende do raio e da sobrelevação (“releve”) da curva.

Para que um traçado garanta a segurança mínima, a velocidade de tráfego esperada para o percurso de cada curva, tem que ser inferior à velocidade específica dessa curva.

É do plano de responsabilidade dos engenheiros a escolha do raio das curvas em planta de modo a que a Velocidade de Tráfego esperada seja sempre inferior à Velocidade Específica de cada uma destas curvas. Uma vez definido um traçado, a Velocidade de Tráfego praticada pelos condutores será sempre reactiva e condicionada por esse traçado.

Conforme podemos verificar na planta anexa, em **todas as curvas** a velocidade de tráfego é superior às velocidades específicas das mesmas, condenando os condutores a circularem em condições de perigo criado pelo incumprimento grave dos engenheiros.

Nestas condições, o facto da Velocidade de Tráfego ser significativamente superior à Velocidade Específica da curva pode ser causal à perda do domínio da direcção do veículo, durante o percurso da curva com o conseqüente perigo concreto em que se colocam as vidas dos utentes da estrada, resultante da violação grave de critérios técnicos de segurança.

O perigo resultante da violação grave da segurança em relação às várias Velocidades Específicas das curvas é agravado pelo facto das sobrelevações de todas as curvas apresentarem valores inferiores aos obrigatórios e que já foram referidos no Quadro XVII da Norma de Traçado P3/94, na sua pág. 75, tal como se pode verificar na planta do desenho anexo. Para todas estas curvas, a sobrelevação deveria ser de 7% e é sempre inferior, com valores de 5%, de 4% e até de 2,5% na Curva 6. Contudo, no projecto de execução ainda se poderão corrigir estas sobrelevações mas o raio das curvas já não será possível corrigir devido aos constrangimentos impostos pelas construções existentes e a manter.

O perigo que resulta da Velocidade de Tráfego ser significativamente superior à **Velocidade Específica** das curvas é agravado por condições previsíveis e frequentes de menor aderência entre os pneus e o pavimento, como é o caso do pavimento molhado e sujo (de forma frequente), ou do pavimento muito quente pela radiação solar, ou pela necessidade de travar durante o percurso da curva ou pela existência de lâmina de água sobre o pavimento e, para todas estas situações, a segurança deveria estar obrigatoriamente garantida por respeito à **Velocidade Específica** de cada curva.

Sobre este último aspecto, está demonstrado que os condutores, durante a ocorrência de chuva, só reduzem significativamente a velocidade quando as condições de visibilidade são prejudicadas, o que só acontece para a ocorrência de chuvadas fortes ou muito fortes, tal como demonstrou Ivey em 1975 e, posteriormente, acatado pelas normas norte-americanas AASHTO que influenciaram a Norma de Traçado P3/94 portuguesa.

“Estudos realizados por Lamm permitiram concluir que a chuva não influencia a velocidade instantânea em curvas a não ser quando a precipitação é acompanhada de séria deterioração das condições de visibilidade. Os condutores não se apercebem que a resistência à derrapagem mobilizável sob chuva é inferior ao de piso seco.” (“Estudo das Relações Entre as Características da Estrada, a Velocidade e os Acidentes Rodoviários. Aplicação a Estradas de

Duas Vias e Dois Sentidos”, Engº João Cardoso, Tese elaborada no LNEC para Doutoramento no IST, 1996- pág. 76).

Por estas limitações reconhecidas do comportamento dos condutores, a segurança rodoviária tem que ser garantida obrigatoriamente durante a ocorrência de chuva e passamos a transcrever um texto do LNEC que pode ser considerado o principal critério técnico de segurança rodoviária a partir do qual emergem os critérios que temos vindo a considerar:

“O sistema de tráfego e de transporte rodoviário deve, assim, ser adaptado ao Homem e contribuir para prevenir falhas e possibilitar a minimização das consequências das falhas que venham a ocorrer. Para o efeito, os utentes rodoviários devem ser bem informados e, quando necessário, controlados: os veículos devem ser concebidos para simplificar a tarefa de condução e oferecer uma protecção adequada; e a infra-estrutura rodoviária deve estar adaptada às capacidades e limitações humanas.” (“AUDITORIA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA AO PROJECTO DE ESTRADAS DA REDE RODOVIÁRIA NACIONAL - MANUAL DE APLICAÇÃO”, Relatório /01 – LNEC- NTSR, Lisboa, Janeiro de 2002, Estudo para o IEP- pág.31).

Ainda no âmbito da Velocidade Específica das curvas e considerando ainda os restantes elementos do traçado, verifica-se que, em Portugal, a larga maioria das estradas com duas ou mais vias em cada sentido, não está dotada de quaisquer medidas para garantir a segurança contra o perigo da ocorrência da hidroplanagem (“aquaplaning“) total ou parcial que se manifesta até na ocorrência de chuvadas fracas (5mm/h).

Com efeito, na execução dos projectos e na manutenção das estradas não são efectuadas as verificações mínimas de segurança contra o perigo da hidroplanagem total ou parcial.

Pontualmente, nas auto-estradas, nos últimos anos, têm-se executado algumas ranhuras no pavimento, nas zonas mais perigosas (zonas de disfarce de sobrelevação), mas com base no maior desconhecimento técnico do problema e, em resultado, essas medidas não satisfazem minimamente a segurança requerida.

Em poucos casos, tem-se adoptado o pavimento drenante para tentar resolver este problema de segurança mas, este tipo de pavimentos, logo no 1º ano de utilização, perde cerca de 1/3 da sua porosidade e, ao fim de poucos anos, a porosidade desta camada superficial está completamente obstruída pelas sujidades correntes da estrada, restando apenas a macrorugosidade superficial e o coeficiente de atrito inferior que caracteriza este tipo de pavimento. O Eixo Norte-Sul em Lisboa, no troço Aqueduto das Águas Livres-Telheiras, é um bom exemplo de um pavimento drenante que o deixou de ser pelas más práticas de manutenção correntes no nosso País.

A utilização de pavimentos drenantes não pode ser entendida como uma solução milagrosa. A manutenção dos pavimentos porosos é cara e deve ser feita de 6 em 6 meses com operações de escovagem, aspiração e injeção e, mesmo assim é difícil verificar, com segurança, que a

percolação das águas pluviais se realiza nas condições adequadas no interior desta camada do pavimento.

Contudo, em Portugal, onde praticamente na totalidade da rede rodoviária não é efectuado qualquer controlo sobre a segurança da aderência (atrito e macrorugosidade) oferecida pelos pavimentos; onde as marcas rodoviárias fundamentais (“pinturas” no pavimento) desaparecem durante anos (até às vésperas das eleições); enfim, onde correntemente todas as operações principais de manutenção são votadas ao abandono então, estão reunidas as condições para não se apostar em soluções de pavimento drenante.

A melhor solução para o nosso País deve passar por dar início a uma formação adequada e à implementação das rotinas mínimas de verificação da segurança da aderência (atrito e macrorugosidade) oferecida pelos pavimentos, o que já não é pouco se atendermos a que, nas autarquias, os engenheiros com responsabilidade na segurança rodoviária, quando existem, não sabem as noções elementares, tais como a “Velocidade de Tráfego” e o seu cálculo, ou “Velocidade Específica” e o seu cálculo, a “Distância de Visibilidade de Paragem“, ou a relação entre a “obstrução lateral à visibilidade em curva” com a “Distância de Visibilidade de Paragem“, ou como é que a aderência de um pavimento se relaciona com o coeficiente de atrito (lido por um tribómetro) e com a macrorugosidade obtida pelo ensaio da Mancha de Areia, ou como o atrito e macrorugosidade de um pavimento se relacionam com a Distância de Visibilidade de Paragem e, muito menos, sabem verificar a segurança contra a hidroplanagem.

A solução geral dos pavimentos deve apostar em soluções de execução simples e caracterizadas por pouca, fácil e económica manutenção. A solução para garantir a segurança da aderência/hidroplanagem deve passar pela aplicação de camadas de desgaste com forte macrorugosidade (Altura de areia >1,8mm) e pela eficácia da drenagem na direcção transversal do pavimento, devidamente calculada e espaçada, de fácil execução, inspecção e reparação, sendo esta a solução que se afigura mais adequada para a estrada em análise. Depois de resolvidos os problemas principais da segurança podem-se pensar nos restantes problemas secundários tal como o ruído.

4. NOTAS SOBRE O COMPORTAMENTO DE ENTIDADES RESPONSÁVEIS POR ESTRADAS EM PORTUGAL

As entidades responsáveis pelas estradas têm de garantir os níveis adequados de segurança para um universo de, pelo menos, 85% dos condutores.

No entanto, no nosso País, é lugar comum, as entidades responsáveis pelas estradas manterem zonas que são, durante muitos anos, caracterizadas por acumulação de acidentes.

Ou seja, as características da estrada em certas zonas (nos trechos de acumulação de acidentes), que violando os referidos critérios de segurança relativos ao traçado, são fortemente causais à produção de acidentes e nelas se concentra (em apenas 13,8% da extensão total das estradas) cerca de 50% da sinistralidade com vítimas, da rede rodoviária nacional.

“Ao analisarem-se as causas das origens dos acidentes verifica-se frequentemente que estes são provocados por problemas relacionados com as características dos traçados das estradas quer em planta quer em perfil.”- (11)-Figueira-pág. 205.

“Foi identificado um total de 869 potenciais trechos de acumulação de acidentes, totalizando 434,5km (cerca de 13,8% do comprimento da rede analisada). Nos trechos de acumulação de acidentes detectados ocorreram cerca de 48,2% do total de acidentes com vítimas e 51,8% dos acidentes corporais fora de cruzamentos.”

“Verifica-se, assim, a concentração de uma percentagem importante de acidentes corporais fora de cruzamentos num comprimento de estradas reduzido. Estes valores de concentração espacial confirmam, para o período de 1989-1991, as conclusões já obtidas com a análise dos períodos de 1967-69 e 1979-1986: a influência da infraestrutura rodoviária é, ainda hoje, um factor importante na ocorrência de acidentes nas estradas interurbanas portuguesas.”-(6)-Cardoso-LNEC-pág.135

“Os TAA (trechos de acumulação de acidentes) dependem da estrada e suas imediações, e a sua correcção implica custos modestos em relação à construção de estradas inteiramente novas. Sendo uma operação de carácter pontual e dispersa no espaço, com efeitos não imediatamente apercebidos pelos utentes, a correcção dos TAA não beneficia, geralmente, do mesmo apoio que os trabalhos, mais espectaculares, de construção de estradas novas; a experiência porém demonstra que, quando apoiada num programa bem estruturado de detecção, análise e crítica, a correcção dos TAA é uma operação cuja eficácia justifica que lhe sejam atribuídas verbas orçamentais adequadas.” (4)-Cardoso e Castilho-LNEC-pág. 2.

“A detecção sistemática de trechos de acumulação de 5 ou mais acidentes anuais em 200m nas estradas nacionais com TMD (tráfego médio diário) superior a 3000 veículos tem permitido verificar que, anualmente, cerca de 25% dos acidentes se concentram em trechos de acumulação cujo comprimento total é inferior a 1% do das estradas analisadas. Outrossim, diversos trechos mantêm-se ao longo de vários anos como trechos de acumulação de acidentes, apesar de haver uma divulgação periódica da localização dos trechos detectados anualmente.” (5)-Cardoso-LNEC- pág. 12.

Esta realidade, com contornos inaceitáveis, foi possível existir durante muitas dezenas de anos em Portugal porque estas questões nunca foram suscitadas nos Tribunais, uma vez que os referidos critérios de segurança de traçado de estradas eram, e são, por regra, do desconhecimento dos Juizes, dos Procuradores do Ministério Público e dos Advogados das Vítimas.

No desconhecimento da existência dos critérios técnicos de segurança, a sinalização de velocidade máxima permitida sempre foi aceite em tribunal como o critério a ser respeitado e nunca se questionando a validade jurídica dessa sinalização. Deste modo, a culpa apenas se foca nos condutores, permitindo a manutenção das zonas de acumulação de acidentes à custa de graves violações aos critérios de segurança de traçado. Este mundo, à margem do Direito, tem existido apenas graças ao desconhecimento.

Afinal, por exemplo, a sinalização de velocidade máxima permitida de 60km/h pode constituir apenas um **acto administrativo nulo** por se basear na prática de crime – violação grave de critérios técnicos de segurança e, com isso, provocar perigo concreto para a vida humana ou para bens materiais de elevado valor patrimonial.

Com efeito, se, nessa zona da estrada, a velocidade de tráfego é de 110km/h e, pela manutenção de vários defeitos na estrada, a segurança só está garantida até à velocidade de 60km/h então os condutores, em certas circunstâncias, estão sujeitos a níveis de risco proibidos e, dos acidentes que decorram desses defeitos graves da estrada é muito susceptível a responsabilização dos agentes que permitiram esse défice de segurança.

A referida sinalização de velocidade máxima permitida de 60km/h deixou de ter qualquer valor jurídico porque não se relaciona com qualquer critério técnico de segurança e, pelo contrário, baseia-se na manutenção de violações graves a esse critérios.

O defeito desta zona da estrada não se corrige com aquela sinalização, mas sim, com a correcção do traçado e das suas condições de drenagem (por forma a garantir a segurança para a velocidade de tráfego) ou com medidas eficazes que reduzam efectivamente a velocidade de tráfego até 60km/h, situação para a qual a segurança está garantida.

Neste caso, se a segurança fosse restabelecida para a velocidade de tráfego de 110km/h então a sinalização de velocidade máxima permitida poderia ser de 110km/h ou até de 80km/h. Com efeito, além dos critérios técnicos podem ser suscitados outros valores que ponderem um limite de velocidade inferior à velocidade de tráfego mas, primeiramente, os critérios técnicos têm que ser respeitados.

Em complemento a esta matéria da ilicitude da sinalização de limites de velocidade junta-se o anexo 1 com um artigo publicado da autoria do Juiz Nuno Salpico.

Neste ambiente geral, importa perceber a forte influência que têm exercido estas Entidades responsáveis pelas estradas, pois são elas que sustentam o meio da engenharia de estradas.

Desta forma, é de prever que será muito difícil os engenheiros com especialidade em engenharia rodoviária se pronunciem **com objectividade** em Tribunal sobre incumprimento grave dos critérios de segurança nas estradas e a sua relação com a causalidade nos acidentes.

Como é fácil de ver, desse esclarecimento poderão recair responsabilidades sobre essas entidades e sobre os seus dirigentes. Assim aconteceu e vai continuar a acontecer porque são as Entidades responsáveis pelas estradas que vão continuar a adjudicar trabalhos a esses engenheiros.

Neste mesmo papel difícil encontram-se os engenheiros do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) que são funcionários de um Instituto sob a superintendência do Ministro das Obras Públicas, o qual também tem poderes de direcção sobre os órgãos de gestão da “Estradas de Portugal S.A.”. Esta sociedade é responsável por uma grande parte da rede de estradas nacionais, IPs, ICs e que, por sua vez, também tutela as concessionárias das auto-estradas como concedente.



5. CONCLUSÃO:

Como se demonstrou, o presente traçado do IC17 em construção, não verifica um único critério técnico de segurança e, pior do que isso, todas essas violações graves aos critérios técnicos de segurança acumulam-se nas mesmas zonas do traçado – nas curvas -, potenciando níveis de risco proibido em que se colocam os utentes da estrada, sem que estes tenham essa noção do perigo, e cuja avaliação é apenas da competência dos engenheiros.

Como tentação para corrigir os defeitos do traçado poderia surgir o tradicional acto administrativo de simples afixação de sinalização de velocidade máxima permitida de, por exemplo, de 60km/h. Contudo, esta medida não resolve as violações graves aos critérios técnicos de segurança que resultam de um traçado defeituoso que provoca perigo para os condutores e, pelas razões jurídicas referidas no Anexo 1, este acto seria nulo, sem valor jurídico, e continuaria a ser susceptível a responsabilização criminal por parte dos agentes técnicos e políticos que promoveram a construção de uma estrada tão profundamente defeituosa.

Uma outra tentação seria a de adoptar medidas que efectivamente promovam a redução da velocidade de tráfego até ao valor aceitável de 60km/h, com recurso a sinalização adequada e à implementação de radares devidamente espaçados. Esta situação parece muito injusta porque, além de castigar os condutores por erros que são da responsabilidade dos agentes técnicos e políticos, ainda sobrecarregam os sistemas administrativos e judiciais com um montante intratável de multas e daí resultar o carácter impraticável desta medida.

Qualquer outra medida aparentemente mais aceitável para redução da velocidade de tráfego, tal como a implementação de semáforos com limite de velocidade, irá sempre provocar uma grande redução de velocidade a montante e a jusante deste lanço do IC17 em construção.

As velocidades de tráfego a montante e a jusante deste lanço do IC17 em construção são da ordem de 110 a 125km/h e a redução de velocidade para 60km/h é extremamente perigosa.

Com efeito, o nível de risco permitido e aceite na Norma de Traçado portuguesa e na maioria da comunidade técnica internacional apenas admite redução de velocidade de tráfego não superior a 20km/h e, na estrada em construção, a redução forçada de velocidade nas entradas deste lanço, provocaria uma diferença de velocidades da ordem de 50 a 65 Km/h o que, está associado a níveis inadmissíveis de sinistralidade.

Em conclusão, a execução do presente projecto está sempre associada a níveis de risco proibido para os utentes da estrada que são da responsabilidade dos agentes técnicos e políticos que promoveram a construção de uma estrada tão profundamente defeituosa.

Assim, impõe-se o cancelamento da execução da presente empreitada para que seja executado um projecto que garanta as condições obrigatórias de segurança para os utentes da estrada que se pretende construir.

14 de Julho de 2008

Pelo Conselho Executivo do Observatório de Segurança de Estradas e Cidades
e pela Equipa de Engenharia

Francisco Pires Salpico

Engenheiro Civil (IST), Mestre em Engenharia de Estruturas (IST)

e-mail= f.salpico1@netcabo.pt

telemóvel= 91 400 54 33

6 - BIBLIOGRAFIA

- (1) - “Prediction of Hydroplaning Potential from Runoff Characteristics of Highway Pavements”, Reed, J. R., Kibler, D. F., Huebner, R. S., and Marks, G.W., FHWA/RD-84/004, The Pennsylvania Transportation Institute, 1985;
- (2) - “Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas”, Vítor M. R. Pedroso, LNEC;
- (3) - “Avaliação de Traçados Rodoviários”, do Eng^o António Maria Pinto Moreira, Tese de Mestrado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Dezembro de 2000;
- (4) - “TRECHOS DE ACUMULAÇÃO DE ACIDENTES”, dos Eng^{os} J.L. Cardoso e A.J. de Castilho, Memória 651 do LNEC, 1985;
- (5) - “Estudo das relações entre as características da estrada, a velocidade e os acidentes rodoviários. Aplicação a estradas de 2 vias e 2 sentidos em zonas não urbanas”, Cardoso, J. L., Relatório 33/91, LNEC, Lisboa, 1990;
- (6) - “Estudo das Relações Entre as Características da Estrada, a Velocidade e os Acidentes Rodoviários. Aplicação a Estradas de Duas Vias e Dois Sentidos”, Eng^o João P.L. Cardoso, Tese elaborada no LNEC para Doutoramento no IST, 1996;
- (7) - “Acidentes de Viação – Responsabilidade Civil e Criminal por Defeitos de Construção e Manutenção das Estradas”, Eng^o Francisco Salpico e outros autores juristas (Juizes e um Procurador Adjunto do Ministério Público), Edição Livraria Petrony, 2007
- (8) - “Estudo pormenorizado dos acidentes. Resumo do estudo bibliográfico e definição da metodologia geral (1^o Relatório de Progresso)”, de autoria de Eng^o João L. Cardoso (LNEC) e Dr. Mário Santos Horta (psicólogo-Prevenção Rodoviária Portuguesa), LNEC, 1991
- (9) - “Auditoria de Segurança Rodoviária ao Projecto de Estradas da Rede Rodoviária Nacional – Manual de Aplicação”, Relatório /01 – LNEC- NTSR, Lisboa, Janeiro de 2002, Estudo para o IEP.
- (10) - “CAMINOS” de José Luis Escario, Volume 1, Editorial DOSSAT, Madrid, 5^a edição, 1976
- (11) - “Estudo e Concepção de Estradas”, Eng^o Fernando M. M. Figueira, Editora Almedina, Coimbra, 1984
- (12) - “Estudo pormenorizado dos acidentes. Resumo do estudo bibliográfico e definição da metodologia geral (1^o Relatório de Progresso)”, de autoria de Eng^o João L. Cardoso (LNEC) e Dr. Mário Santos Horta (psicólogo-Prevenção Rodoviária Portuguesa), LNEC, 1991
- (13) - “ACCIDENTOLOGÍA VIAL Y PERICIA”, da Editora EDICIONES LA ROCCA, BUENOS AIRES, 1999, VÍCTOR A. IRURETA
- (14) - “A COMODIDADE E A SEGURANÇA COMO CRITÉRIOS CONDICIONANTES DA GEOMETRIA DO TRAÇADO - O CASO DAS CLOTÓIDES DE TRANSIÇÃO”, Eng^o Adalberto Quelhas da Silva França, Dissertação para Doutoramento em Engenharia Civil na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1988
- (15) - “Rugosité Géométrique et Conditions d'Ecoulement de l'Eau Sur les Chaussées”, LUCAS, J. , Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, n^o39, Jul.-Ago, 1969, p.73-84

- (16) – "Criteria For Predicting Hydroplaning Potencial", Huebner, R.S. et al, Journal of Transportation Engineering, vol.112 n°5, Set, 1985, P.549-553
- (17) – “Lições de Hidrologia”, Lencastre, A.; Franco, F.M., Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Cap.3
- (18) – “Velocidades Praticadas Pelos Condutores nas Estradas Portuguesas – Ano de 2004”, LNEC-Relatório /05-NPTS realizado para a DGV, Proc. 0703/1/13773, Novembro de 2005
- (19) – “Development and Performance of the Portable Skid Resistance Tester”. *ASTM Special Technical Publication No. 326*, pp. 50-74, 1962, Giles, C.G., B.E. Sabey, and K.H.F. Cardew
- (20) - “Skid Resistance and Crashes – A Review of the Literature”. *Research Report No. 311, ARRB Transport Research Ltd*, Vermont South Victoria, Australia, 1997, Cairney, P.
- (21) - “Friction Measurement Methods and the Correlation between Road Friction and Traffic Safety” – Literature Review. *Project Code 80435, Swedish National Road and Transport Research Institute*, Linköping, Sweden, 2001. Page 63, Wallman, C.G. and H.
- (22) – “Skidding Accidents, Friction Numbers, and the Legal Aspects Involved” In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 623, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1976. Schulze K.H., A. Gerbaldi, J. Chavet
- (23) – “Relationship between Surface Characteristics and Accidents”. Proc. 3rd International Symposium on Pavement Surface Characteristics, pp. 271-281, 1996. Gothie, M.
- (24) - “Pavement Surface Macrotecture - Measurement and Application”, por Gerardo W. Flintsch, Edgar de León, Kevin K. McGhee, Imad L. Al-Qadi, do Virginia Tech Transportation Institute, Virginia Tech, Blacksburg, VA (TRB 2003 Annual Meeting CD-ROM). (http://www.ltrc.lsu.edu/TRB_82/TRB2003-001436.pdf)
- (25) - ”Improved Surface Drainage of Pavements-Final Report”. NCHRP, 1998. Anderson, D.A., Huebner, R.S., Reed, J.R., Warner, J.C., and Henry J.J.
- (26) - “High and Low Speed Skidding Resistance: The Influence of Texture Depth.” TRL Report 367. Crowthorne, U.K., 1998. Roe, P.G., A.R. Parry, and H.E. Viner.
- (27) – “Análise Histórica de Medição de Atrito das Pistas do Aeroporto Santos Dumont – RJ”, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA, CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL, Divisão de Infra-Estrutura Aero náutica, tese de graduação, Edimar de Lima dos Santos, 2004, Brasil. (http://www.civil.ita.br/graduacao/tgs/resumos/2004/TGIEI010_2004a_Edimar.pdf)
- (28) - “Effect of Pavement Temperature on Frictional Properties of Hot-Mix-Asphalt Pavement Surfaces at the Virginia Smart Road”, Yingjian Luo, Blacksburg, Virginia, January 8, 2003, pág.10. (<http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-02052003-130920/unrestricted/YingjianLuo-Thesis.pdf>)
- (29) – “Manuel de Sécurité Routière”, Association Mondiale de la Route, PIARC-2003
- (30) - "Rainfall and Visibility-The View From Behind the Wheel", Ivey D.L., Lehitipuu, E. K. and Button, J. W., Research Report 135-3, Texas Transport Institute, Colege Station, Tex. Feb, 1975
- (31) – “The Use of the Gallaway Formula for Aquaplaning Evaluation in New Zealand”, por John Chesterton, Noel Nancekivell, Noel Tunnicliffe, The Northern Gateway Alliance, Transportation and the Pursuit of Excellence, NZIHT & Transit NZ 8th Annual Conference 2006 (http://www.transit.govt.nz/content_files/conference/J-Chesterton.pdf)

(32) – “Engenharia de Segurança Rodoviária em Áreas Urbanas – Recomendações e Boas Práticas”, de Sousa Marques, Prevenção Rodoviária

(33) – “GUIDE FOR PAVEMENT FRICTION”, NCHRP Project 1-43 by Transportation Sector of Applied Research Associates (ARA), Inc, Dr. Jim W. Hall, Jr; Leslie Titus-Glover; Kelly Smith; Lynn Evans; Dr. James Wambold; Thomas Yager; Zoltan Rado, 2005
(<http://www.transportation.org/sites/design/docs/Friction%20Guide%20with%20AASHTO%20changes%20-%208-14-2007%20line%20nos.pdf>)

(34) – “A FUNDAMENTAL APPROACH TO SKIDDING RESISTENCE USING THE IFI”, Bevan Sullivan, Pavement Management Services
(<http://www.pavement.com.au/downloads/papers/Skid%20Paper%20Bevan.pdf>)

(35) – “HYDROPLANING, HYDRODYNAMIC DRAG, AND VEHICLE STABILITY”, ASTM Special Technical Publication n° 793, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA (1983)

(36) – “Proposed design Guidelines for Reducing Hydroplaning on New and Rehabilitated Pavements”, Research Results Digest, September 1999 n°243, National Cooperative Highways Research Program

(37) – “Friction Fundamentals, Concepts and Methodology”, A. Andresen, J. C. Wambold, Transportation Development Centre Transport Canada, October 1999
(<http://www.tc.gc.ca/TDC/publication/pdf/13800/13837e.pdf>)

(38) – “Are we afraid of the IFI?”, Dr John Yeaman, *Pavement Management Services Pty Ltd*,
(<http://www.pavement.com.au/downloads/papers/afraid%20of%20the%20IFI.pdf>)

(39) – “THE INFLUENCE OF TEXTURE DEPTH ON SKIDDING RESISTANCE”, P.D. Cenek, N.J.Jamieson (Opus Central Laboratories) and J.I.Towler (Transit New Zealand)
(http://www.transit.govt.nz/content_files/news/ConferencePaper18_PDFFile.PDF)

(40) – “Aderência Pneu-pavimentado e as Condições de Segurança de Pistas Aeroportuárias”, João Paulo Souza Silva, Tese de Mestrado em Geotecnia pelo Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília – UnB (http://www.espacodasophia.com.br/edicoes_anteriores/07-07/colaboradores/joao_paulo/joao.pdf)

(41) - “FRICTION FUNDAMENTALS, CONCEPTS AND METHODOLOGY”, A. Andersen B. Sc (MFT Mobility Friction Technology AS), J.C. Wambold, Ph. D. (CDRM, Inc), TP 13837E, Transportation Development Centre, Transport Canada, Outubro 1999.
(<http://www.tc.gc.ca/TDC/publication/pdf/13800/13837e.pdf>)

(42) – “International Friction Index (IFI)“, Dr. J.C. Wambold, State College, PA, TESC Conference Penn Stater Conference Center, 7 Dezembro 2005
(http://www.outreach.psu.edu/programs/tesc2005/images/1c_wambold.pdf)

(43) – “Tratamientos y Mezclas Resistentes al Deslizamiento”, Guzmán, B. R., El Asfalto (=Boletín n° 71 de 1995 de la Comisión Permanente del Asfalto, Buenos Aires)

(44) – “CLASSIFICAÇÃO DA ADERÊNCIA PNEU-PAVIMENTO PELO ÍNDICE COMBINADO IFI-INTERNATIONAL FRICTION INDEX, PARA REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS”, Márcia APS, tese de doutoramento na Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo, 2006
(<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-11122006-144825/>)

(45) – “The Tire Pavement Interface”, Pottinger, M.G.; Yager, T.J., ASTM Standards, Baltimore, 1986 (STP,929)

(46) – “Grooving: Aspectos Teóricos e Executivos da Aplicação em Pavimentos Aeroportuários”, Silva, A. M.; Rodrigues Filho, O. S., COPASP, S. Paulo, 1981

(47) – “Atrito em Pistas Molhadas”, Silva, A. M., Revista da Directoria de Engenharia da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 1981.

(48) – “Pavimento Drenante em Concreto Asfáltico”, Momm, L., no Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, 7, Vitória, ES, 2002, Anais

(49) – “Synthesis of Pavement Issues Related to High-Speed Corridors”, Button Joe W., Emmanuel G. Fernando and Dan R. Middleton, Federal Highway Administration, Texas Transportation Institute Technical Report n’FHWA&TX/05&0/4756/1, Setembro 2004

(50) – “Hydroplaning Simulation using MSC.Dytran”, Toshihiko Okano* & Masataka Koishi*, THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD, 2-1 Oiwake Hiratsuka Kanagawa 254-8601, Japan

(<http://www.google.pt/search?hl=pt-PT&q=Hydroplaning+Simulation+using+MSC.Dytran&btnG=Pesquisa+do+Google&meta=>)

(51) – “Wet Runway Friction: Literature and Information Review”, Prepared by: G. Comfort ,Prepared for Transportation Development Centre, On behalf of Aerodrome Safety Branch Transport Canada, August 2001