

PRESSUPOSTOS PARA A REFORMULAÇÃO DAS NORMAS DE TRAÇADO RODOVIÁRIO

António Lemonde de Macedo¹, João Lourenço Cardoso², Carlos Roque²

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Transportes. Chefia., Av do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

email: almacedo@lnec.pt <http://www.lnec.pt/organizacao/dt>

² Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Transportes. Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança, Av do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

Sumário

O LNEC, através do seu Departamento de Transportes, tem colaborado no processo de revisão dos documentos com carácter normativo adotados em Portugal destinados ao projeto do traçado de rodovias, através de colaborações com as entidades às quais tem sido cometida competência legal sobre esta matéria. Na presente comunicação apresentam-se os principais pressupostos de base que, na fase atual de desenvolvimento dos conhecimentos científicos e técnicos, aos níveis nacional e internacional, justificam a necessidade de uma reformulação do acervo normativo existente para o projeto do traçado rodoviário, e sob os quais assentam novos contributos conceituais e metodológicos que se propõe passem a ser adotados neste âmbito.

Palavras-chave: Projeto rodoviário; Traçado de estradas; Segurança; Normas; Investigação e Desenvolvimento

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de se dispor de documentos técnicos, de boas práticas e normativos, para o projeto de estradas foi sentida em especial desde que a circulação de veículos automóveis começou a expandir-se ao longo do Século XX. Estes documentos foram evoluindo, desde compilações de regras baseadas em resultados empíricos, decorrentes da experiência prática de múltiplas obras de construção rodoviária, até especificações técnicas suportadas por métodos racionais de abordagem dos fenómenos envolvidos.

A administração da Rede Rodoviária Nacional (RRN), então Junta Autónoma de Estradas (JAE), foi a entidade que nesse Século promoveu em Portugal a elaboração de documentos de carácter normativo ou similares em matéria de projeto de estradas, em particular no referente à geometria do traçado.

Essa atuação culminaria em 1994 com a publicação da designada “Norma de Traçado” [1]. A sua feitura integrou-se na elaboração de um conjunto de documentos da mesma natureza que decorreu no início dessa década, tendo sido também publicadas, com a designação genérica de “Normas de Projecto”, as seguintes: Norma de Intersecções; Norma de Nós de Ligação; Norma de Marcas Rodoviárias; e Norma de Sinalização Vertical de Orientação.

Desde então tem sido promovida a revisão e a atualização de alguns dos documentos existentes. O Instituto de Infraestruturas Rodoviárias (InIR), criado em 2007, encetou a elaboração de um conjunto de documentos, sob a designação de “disposições normativas”, destinados ao projeto rodoviário em geral, incidindo em vários aspetos da sinalização vertical, da marcação rodoviária, da pavimentação, e de outras componentes como o próprio traçado, o dimensionamento de rotundas, as medidas de acalmia de tráfego, etc. A este conjunto associou manuais de boas práticas, elaborados, designadamente, no âmbito de um protocolo de colaboração com o LNEC, contemplando o tratamento da área adjacente à faixa de rodagem, os sistemas de retenção de veículos, as inspeções de segurança e as auditorias de segurança rodoviária ao projeto de estradas.

No que se refere especificamente à Norma de Traçado (Norma JAE P3/94), o respetivo processo de revisão teve início anteriormente, em 2001, através de uma colaboração do LNEC com o Instituto das Estradas de Portugal (IEP) que sucedeu à JAE, em que se procedeu a uma apreciação muito pormenorizada da referida Norma, tendo sido propostas várias correções pontuais nos seus diversos capítulos e algumas alterações, tal como consta de relatório do LNEC publicado em 2002 [2]. Tais propostas não vieram porém a ser concretizadas nessa altura.

Ao suceder ao IEP, a empresa Estradas de Portugal (EP), retomou este processo, tendo também acordado com o LNEC, em 2006, uma colaboração nesse sentido. No ano seguinte era criado o InIR que passou a deter, entre as suas atribuições, o exercício das funções de autoridade de normalização em matéria de infraestruturas rodoviárias, assumindo, portanto, a condução do referido processo. Assim, entre este Instituto e o LNEC foi celebrado, em Agosto de 2009, um Protocolo de Execução específico que contemplou as duas seguintes linhas de ação:

1ª - O apoio à revisão da Norma de Traçado em vigor no nosso País (JAE P3/94);

2ª - A elaboração de um documento contendo as bases conceptuais e metodológicas para o desenvolvimento subsequente de uma estratégia visando a reformulação de todo o acervo normativo referente ao projeto do traçado de estradas novas ou de reformulação de estradas existentes.

A primeira linha de ação foi concluída em 2010, com a publicação de um relatório do LNEC [3] onde se descreve o trabalho efetuado, desenvolvido segundo duas vertentes principais. Uma delas consistiu na elaboração de dois documentos contendo elementos complementares destinados quer à colmatação de algumas lacunas quer à substituição de partes significativamente desatualizadas que haviam sido identificadas na apreciação geral da Norma de Traçado, designadamente no que se refere às equações para estimativa da velocidade do tráfego em curvas e a conteúdos relativos a segurança e homogeneidade do traçado em estradas de faixa de rodagem única. A outra vertente traduziu-se numa apreciação pormenorizada do trabalho de revisão da Norma conduzido pelo próprio InIR, que procedeu à introdução de alterações pontuais no corpo da mesma; trabalho este efetuado à luz das indicações que constaram do relatório que havia sido elaborado pelo LNEC para o IEP [2], assim como de ulteriores contributos em matérias específicas, da autoria quer de técnicos da EP quer de consultor contratado pelo InIR para o efeito.

A versão revista da Norma de Traçado que resultou deste trabalho foi disponibilizada pelo InIR no seu “site” [10].

A segunda linha de atuação decorreu da necessidade sentida ao longo do processo de revisão da Norma de Traçado de se encetar uma reformulação completa do conjunto de documentos normativos, como os atrás citados, centrada na elaboração do que foi designado “Documento Base”, sobre o qual incide a presente comunicação. As razões que estiveram subjacentes a esta orientação são apresentadas no Cap. 2, a que se segue, no Cap. 3, uma descrição dos principais pressupostos tidos em conta na feitura daquele documento, assim como a referência a novos conceitos que foram adotados no seu âmbito. No Cap. 4 apresenta-se uma caracterização sumária de aspetos considerados relevantes e distintivos do conteúdo do mesmo documento, e no Cap. 5 conclui-se com as perspetivas que se colocam, na fase atual, no sentido de se atingirem os objetivos delineados.

2 RAZÕES E ESTRATÉGIA PARA UMA REFORMULAÇÃO DAS NORMAS DE TRAÇADO

Os trabalhos de revisão da Norma de Traçado (JAE P3/94), referidos no capítulo anterior, embora tenham conduzido a melhoramentos em vários aspetos do seu conteúdo, não introduziram alterações de fundo da Norma em vigor, quer em termos de estrutura quer quanto a aspetos conceptuais de base, pois tal não estava previsto nos termos da contratação desses trabalhos. Ficou então, no entanto, a recomendação de que deveria ser ponderada uma futura reformulação mais aprofundada de todo o normativo existente, de modo a contemplarem-se novos conceitos e abordagens resultantes dos desenvolvimentos que se têm verificado nesta matéria.

Com efeito, a experiência e a prática internacional neste domínio tem evoluído, especialmente na União Europeia e em países como os Estados Unidos e a Austrália. No caso europeu salientam-se os resultados de alguns projetos de

investigação no âmbito dos Programas Quadro de I&D, conduzidos nas últimas duas décadas, relacionados com o traçado rodoviário no contexto da segurança, tais como os projetos SAFESTAR (4º PQ), RIPCORDER-ISEREST (6º PQ), e também, mais recentemente no âmbito da ERA-NET Transports, como o projeto RISMET. Nos Estados Unidos são de referir estudos conduzidos pelo Transportation Research Board, assim como os aperfeiçoamentos introduzidos em sucessivas revisões das recomendações da AASHTO sobre geometria do traçado de estradas [4].

O LNEC tem acompanhado esta evolução, estando presente em todos os projetos europeus de investigação acima referidos, onde se testaram e preconizaram novas abordagens, que apontam, nomeadamente, no sentido de uma maior integração de todas as componentes envolvidas na conceção e projeto do traçado de estradas e de uma maior explicitação dos critérios de segurança, mormente associados a aspetos comportamentais e ergonómicos.

Paralelamente, o LNEC tem conduzido estudos visando a aplicação dos resultados da referida investigação à realidade nacional, incidindo em especial na RRN. Alguns destes estudos inseriram-se em tese de doutoramento [5], e foram também enquadrados em Programa de Investigação apresentado por investigador do LNEC [6]. Deles resultaram, para além de recomendações de boas práticas, um importante conjunto de dados, nomeadamente de medições de variáveis caracterizadoras das rodovias e do comportamento de condução em Portugal, de extrema utilidade para a formulação de modelos de estimativa de velocidades de circulação, incorporáveis em disposições normativas.

Para além das razões para a reformulação da Norma de Traçado que assentam na necessidade de atualização por via do progresso dos conhecimentos, outras podem ser aduzidas relacionadas com a existência de lacunas evidentes na norma em vigor e que não eram suscetíveis de colmatação através da simples revisão da mesma, como a que foi realizada. Os principais aspetos contemplados são enunciados no Cap. 3 enquanto requisitos da referida reformulação.

Neste contexto, a prossecução da 2ª linha de ação enunciada no Cap. 1 teve como objetivo mais abrangente [7]:

“Dotar o meio técnico nacional de um conjunto atualizado, coerente e integrado de códigos de boa prática, para o projeto de rodovias novas ou de remodelação de rodovias existentes”

No que se refere à componente do traçado pretende-se que esse conjunto inclua um número restrito de documentos, dirigidos, cada um, para o projeto de um tipo representativo de infraestruturas rodoviárias cujas características especialmente distintivas o justifiquem, quer sejam secções de estradas em plena via (p. ex. autoestradas; estradas de faixa de rodagem única; arruamentos urbanos) quer sejam intersecções (p. ex. intersecções; nós de ligação; rotundas).

De acordo com a estratégia seguida para a consecução deste objetivo, a seleção de quais os tipos de rodovias a contemplar e a feitura do correspondente documento normativo, ou a eventual revisão e adaptação para este efeito de documentos existentes, seria precedida pela elaboração do que foi designado “Documento Base”, com o seguinte objetivo geral [7]:

“Coligir e apresentar de forma coerente e estruturada os conceitos, critérios, metodologia de abordagem e elementos gerais a adotar no projeto do traçado rodoviário, numa perspetiva atual, servindo simultaneamente de referência comum e de guia para a utilização de cada um dos documentos normativos dirigidos a tipos específicos de rodovias”

Trata-se portanto de um documento integrador que dá coerência ao conjunto atrás referido, do qual fará parte com os restantes documentos. Estes, por sua vez, devem tomá-lo como referência, quer por conter as principais definições conceptuais e orientações metodológicas a seguir de forma generalizada quer enquanto repositório dos elementos técnicos de base, aplicáveis, de forma seletiva, no respetivo âmbito.

3 PRESSUPOSTOS ADOTADOS NO “DOCUMENTO BASE”

A feitura do Documento Base pressupõe a satisfação de um conjunto de requisitos e a adoção de conceitos atuais, de que sobressaem os de “estrada autoexplicativa” e de “estrada tolerante”.

3.1 Requisitos básicos

Entre os requisitos a que se atendeu, salientam-se os seguintes:

- Carater genérico e abrangente – procurar que os principais conceitos, critérios e recomendações para o projeto do traçado rodoviário, vertidos no Documento Base, não se apliquem exclusivamente a um determinado tipo de rodovia, mas tenham um campo de aplicação alargado, desde o caso da autoestrada ao do arruamento.
- Colmatação de lacunas detetadas em documentos em vigor – incluir, nomeadamente, a definição de características padrão a considerar no projeto, referentes ao utente, ao veículo e à estrada (características superficiais dos pavimentos); podendo a satisfação destes requisitos implicar a realização de estudos adicionais tendo em vista a obtenção de valores de referência adequados à realidade nacional.
- Fundamentação em resultados comprovados da investigação mais atual no domínio – fazer menção explícita às fontes utilizadas, como documentos similares de referência e outras publicações científicas e técnicas com resultados de estudos conduzidos por instituições de reconhecida idoneidade e competência.
- Atender às características do sistema rodoviário nacional – assegurar, no caso da transposição de disposições e outros elementos de projeto baseados em estudos e documentos normativos internacionais, a sua adequação às características intrínsecas do sistema rodoviário em Portugal, designadamente no que se refere ao comportamento de condução.

3.2 Conceito de “estrada autoexplicativa”

O conceito de “estrada autoexplicativa” é fundamentado no reconhecimento da importância das expectativas dos condutores para determinar o respetivo comportamento numa estrada, e na constatação do papel da categorização subjetiva do ambiente rodoviário em que se circula como um mecanismo apriorístico essencial para facilitar a correta perceção das situações que vão ocorrendo ao longo de um percurso.

A noção de que, através da experiência de condução, os condutores adquirem expectativas “de longo prazo” (*a priori*) relativamente à envolvente rodoviária, que identificam através da respetiva aparência, as quais estão organizadas em função de categorias de estradas (desde a autoestrada à rua residencial) ou de elementos de estrada (por exemplo, rotunda, intersecção, curva, passagem estreita), confere à categorização das rodovias – no caso em apreço, das portuguesas – uma importância especial.

Em conformidade, o Documento Base contém uma categorização das rodovias portuguesas, de acordo com a ótica funcional, suscetível de ser utilizada, nomeadamente, para efeitos de projeto.

3.3 Conceito de “estrada tolerante”

A inevitabilidade da ocorrência de erros humanos – no sentido de comportamentos que podem originar a rotura local do funcionamento do sistema de transporte – é admitida com a definição da noção de “estrada tolerante”, que corresponde à pretensão de que os erros cometidos pelos utentes rodoviários só sejam suscetíveis de originar acidentes sem consequências irreversíveis (danos corporais fatais ou definitivamente incapacitantes).

Uma das consequências da adoção deste conceito corresponde à aceitação da resistência biodinâmica do Homem como parâmetro de dimensionamento de elementos rodoviários. Ao mesmo está associada a definição do conceito de “zona livre” de obstáculos, que se define como a parcela da área adjacente à faixa de rodagem (AAFR) livre de obstáculos perigosos. Esta zona deverá ser tão ampla quanto as condições existentes no local o permitam [11].

Releça-se que, comparativamente a normas de traçado anteriores, no presente Documento Base é conferida maior ênfase aos aspetos que devem caraterizar a AAFR.

4 CARATERIZAÇÃO SUMÁRIA DO CONTEÚDO DO “DOCUMENTO BASE”

4.1 Estrutura

A estrutura do Documento Base compreende três partes: A **Parte I** contém basicamente o enquadramento em que se insere a feitura do documento com referência a antecedentes, investigação no domínio, documentos similares de referência (nacionais e estrangeiros) e objetivos gerais e específicos; A **Parte II** é dedicada à apresentação dos principais conceitos a adotar e critérios a seguir, de forma generalizada, no projeto do traçado rodoviário, no quadro de uma metodologia de abordagem atual, baseada na resposta a preocupações dos utentes e da sociedade em geral; Por fim, na **Parte III** estão contidos os elementos essenciais de carácter técnico que são comuns e cuja consideração é necessário ter em conta na elaboração, caso a caso, do projeto de traçado de qualquer tipo de estrada ou de interseção rodoviária.

4.2 Tipo de utentes, veículos e caraterísticas da infraestrutura

O Documento Base apresenta caraterísticas dos utentes, dos veículos e da estrada que devem constituir a base para a definição de critérios e parâmetros do traçado rodoviário ou, em alternativa, servirem de referência para a sua verificação.

Assim, em relação aos utentes, inclui as características tipo do condutor, dos restantes ocupantes do veículo e dos peões, bem como dos obstáculos que os condutores podem encontrar nos seus percursos.

São descritas neste documento caraterísticas dos veículos a observar no projeto, designadamente os veículos tipo representativos da composição do tráfego, suas dimensões mais relevantes, trajetórias e configuração das respetivas áreas de varredura de viragem (ver exemplo na Fig.1) e capacidades de desempenho.

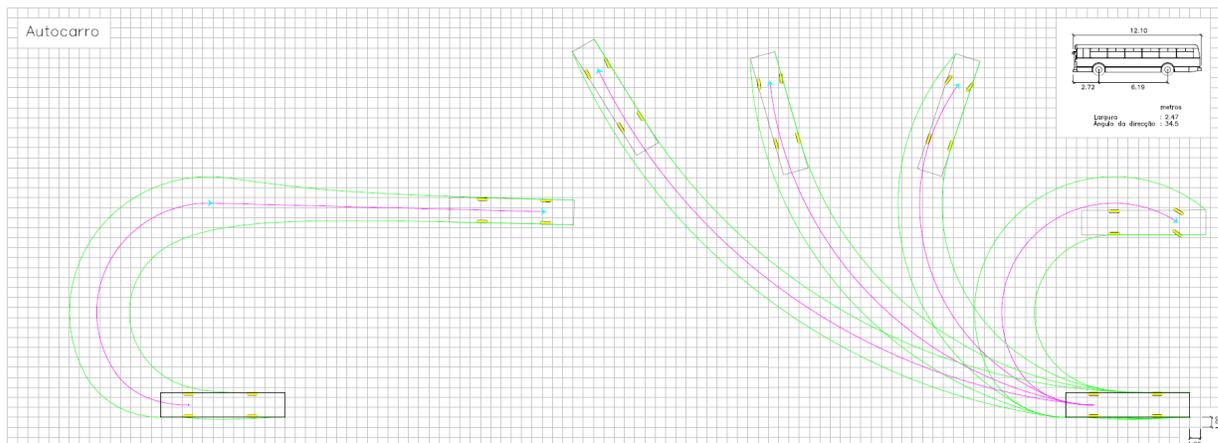


Fig. 1. Exemplo de configurações de áreas de varredura de um autocarro.

São também definidas características físicas da estrada, relevantes para o controlo das viaturas, fundamentalmente no que diz respeito aos coeficientes de atrito e a outras características superficiais do pavimento.

4.3 Fatores básicos a considerar no projeto rodoviário

Em relação aos fatores a considerar para efeitos do projeto do traçado rodoviário, salientam-se os aspetos a seguir descritos, contemplados no Documento Base.

Clarifica-se a noção de “velocidade de projeto” como conceito genérico abrangendo a multiplicidade de facetas em que incide um projeto rodoviário, relativamente ao qual têm de ser definidos os valores de referência mais ajustados a cada situação analisada. São definidos e especialmente realçados os conceitos de “velocidade base” e de “velocidade não impedida”.

São descritos os parâmetros caracterizadores do tráfego, bem como os conceitos de capacidade, nível de serviço e volume de serviço, com particular ênfase na metodologia de análise preconizada no *Highway Capacity Manual* [8].

São abordados critérios a satisfazer e apresentados valores para verificação das distâncias de visibilidade necessárias em situação de emergência (manobras de paragem e de contorno de obstáculo) e de condução normal, quer de apreensão da envolvente rodoviária (leitura de sinal de trânsito, percetibilidade de curvas e de zonas de redução do número de vias) quer de resolução de situações de possível encontro com outros utentes (designadamente ultrapassagem e intersecção). São igualmente abordados os fatores de interrupção da linha de visão.

Adota-se uma abordagem das acelerações mobilizáveis na interface pneu-pavimento que difere consideravelmente da que foi seguida nas anteriores normas de traçado, o que é justificado por dois motivos principais: em primeiro lugar, por coerência com a relevância atribuída atualmente aos fatores humanos e ao comportamento dos utentes rodoviários, enquanto condicionantes do projeto; em segundo lugar, devido à constatação de que, normalmente, um pavimento razoavelmente bem construído e que seja adequadamente conservado disponibiliza uma aderência superior à que é mobilizada na maior parte das situações, excetuando-se as manobras e as condições atmosféricas mais extremas (casos em que se preconizou para a desaceleração máxima valores de referência idênticos aos referidos em documentos normativos da AASHTO e do *Department for Transport* do Reino Unido, baseados na observação do comportamento de condução nesse tipo de manobras).

Em termos de homogeneidade de traçado, apresentam-se recomendações de boa prática para a verificação da adequação e da correta combinação das diferentes componentes e elementos de traçado selecionados (combinação de planta, perfil longitudinal e perfil transversal), e preconizam-se métodos específicos para a abordagem da homogeneidade de traçado em planta, diferenciados para as estradas de dupla faixa de rodagem e de faixa de rodagem única. Para este último caso, o método foi desenvolvido no LNEC, estando adaptado às características da sinistralidade na Rede Rodoviária Nacional e ao comportamento de condução nessas estradas [9].

4.4 Definição de elementos geométricos do traçado de estradas

No que se refere a valores adotados para referência ou limiares de aceitabilidade relativamente a elementos de projeto, importa salientar algumas análises realizadas, bem como as alterações mais significativas ao constante da Norma de Traçado em vigor.

Realizou-se um estudo para a determinação da altura dos olhos do condutor que teve em conta as características antropométricas da população portuguesa e o parque automóvel do País (ver Fig. 2).

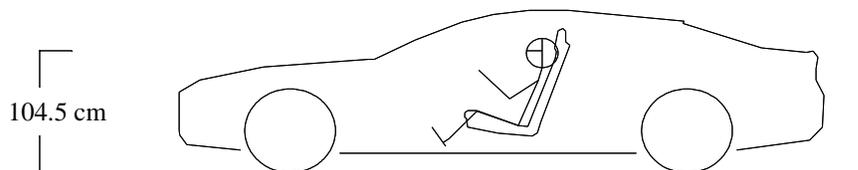


Fig. 2. Altura estimada dos olhos do condutor português (cm)

Preconizou-se um novo valor para a altura do obstáculo a considerar no cálculo de distâncias de visibilidade de paragem. Excetua-se o caso das estradas onde é elevada a possibilidade de queda de pedras e que não tenham bermas que permitam contornar obstáculos, em que se mantém um valor da altura idêntico ao valor único preconizado pela Norma de Traçado JAE P3/94. É também preconizado um valor de altura de alvo a considerar no cálculo da distância de visibilidade de ultrapassagem, o qual estava omissa na mesma norma.

Foram adotadas equações simplificadas, desenvolvidas de modo a serem empregues para representar a escolha de velocidades pelos condutores nas estradas portuguesas.

Tendo em conta a abordagem das acelerações mobilizáveis, referida em 4.3, determinaram-se valores de aceleração transversal máxima a considerar no traçado de curvas horizontais em secção corrente em função da velocidade base, fundamentados em estudos realizados pelo LNEC, mediante a observação do comportamento de condução em estradas portuguesas de faixa de rodagem única. Com base nos resultados desses estudos, propõem-se relações entre a velocidade em curva e o respetivo raio em planta, distintos dos que constam da Norma de Traçado em vigor. Para velocidades baixas adotaram-se valores ajustados aos efetivamente escolhidos pelos condutores; para velocidades mais elevadas adotaram-se valores correspondentes a maior conforto. Adotou-se um valor de sobrelevação máxima correspondente ao respetivo raio mínimo de curvatura horizontal.

Aprofundou-se a análise da transição da sobrelevação, definindo-se um método de cálculo para o seu comprimento mínimo, inexistente na Norma de Traçado atual, e estabelecendo-se valores mínimos e máximos para a obliquidade da transição da sobrelevação em função da distância do bordo da faixa de rodagem ao eixo de rotação. Assegurou-se ainda que a inclinação longitudinal da estrada seja coordenada com a obliquidade da transição da sobrelevação.

Excluíram-se das bermas as zonas exteriores a estas, bem como a sua ligação ao talude ou à valeta; também se excluiu da largura da berma o espaço ocupado por obstáculos, tais como guardas de segurança. Em relação à inclinação transversal, para melhorar a drenagem superficial do pavimento, no caso de bermas no extradorso de curvas em planta com sobrelevação, sempre que a variação de inclinação transversal entre a via adjacente e a berma exceda um limite máximo, deverá diminuir-se a inclinação transversal da berma para um valor mínimo (drenando para o exterior) ou dotar a superfície do pavimento da berma com dois planos de drenagem. Nos restantes casos mantém-se a disposição constante da Norma de Traçado atual de a inclinação transversal das bermas ser idêntica à da via imediatamente adjacente.

5 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS

Com o trabalho realizado nas duas linhas de ação enunciadas no capítulo introdutório, considera-se concluída, no essencial, a colaboração do LNEC prevista no protocolo de execução celebrado com o InIR (atualmente integrado no IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes, IP) para apoio à revisão da Norma de Traçado. Caberá ao instituto regulador desenvolver os procedimentos subsequentes que considerar mais adequados para a publicação dos documentos produzidos neste âmbito.

Em particular, com a elaboração do Documento Base, cujos pressupostos, estrutura e conteúdo ficaram sumariamente caracterizados na presente comunicação, deu-se um passo importante no sentido de uma necessária reformulação do normativo existente, proporcionando para além da colmatação de lacunas detetadas na aplicação corrente de normas que datam da década de 90 do Século XX, uma abordagem atualizada e conforme com os resultados mais relevantes da investigação que nas últimas décadas tem sido desenvolvida, em Portugal e no estrangeiro, sobre o traçado e a segurança das rodovias.

Uma vez o Documento Base validado pela entidade competente, e publicado, haverá que assegurar o funcionamento integrado e coerente da estrutura constituída pelo mesmo e pelos demais documentos normativos aplicáveis ao projeto do traçado rodoviário.

Esta estratégia requer, por conseguinte, a análise de todos os documentos que vigoram atualmente com incidência no traçado, a qual poderá conduzir à respetiva revisão, reformulação ou à eventual produção de outros que os complementem ou substituam, para serem compatíveis e conformes com o que consta do Documento Base.

Como exemplos de tipos de infraestruturas rodoviárias que merecem tratamento normativo em documentos específicos, já existentes ou a elaborar, apontam-se as autoestradas, as estradas de faixa de rodagem única (2+1 ou 1+1), os atravessamentos de povoações, as estradas de baixo volume de tráfego e baixa velocidade de circulação, os cruzamentos (nós de ligação, intersecções prioritárias ou com sinais luminosos, e rotundas), os túneis rodoviários e as infraestruturas destinadas ao tráfego de utentes vulneráveis (peões, ciclistas, etc.).

No caso da elaboração de novos documentos, considerados necessários para contemplar casos ainda não cobertos como alguns dos acima citados, ter-se-á a possibilidade de, à partida, estes já poderem ser desenvolvidos em consonância com as disposições e com recurso aos demais elementos contidos no “Documento Base”.

6 REFERÊNCIAS

- 1 JAE – Norma de Traçado. Junta Autónoma de Estradas. Almada, 1994.
- 2 Macedo, A. L.; Cardoso J. L. – Colaboração do LNEC com o IEP na revisão de normas rodoviárias – Revisão da norma de traçado. Relatório 285/01 NTRS. LNEC, Lisboa, 2002.
- 3 Macedo, A. L.; Cardoso, J. L. – Apoio à revisão da norma de traçado – Elementos complementares e actualizações da norma de traçado de estradas em vigor. Relatório 337/10 NPTS. LNEC, Lisboa, 2010.
- 4 AASHTO – A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. 5th Edition. Washington DC, USA, 2004.
- 5 Cardoso, J. L. – Estudo das relações entre as características da estrada, a velocidade e os acidentes rodoviários - Aplicação a estradas de duas vias e dois sentidos. Dissertação para obtenção do grau de doutor. IST, Lisboa, 1996.
- 6 Cardoso, J. L. – Métodos racionais de apoio à intervenção da engenharia em segurança rodoviária. Programa de Investigação. I&D Transportes. LNEC, Lisboa, 2007.
- 7 Macedo, A. L.; Cardoso, J. L.; Roque C. – Apoio à revisão da norma de traçado – Elaboração de “documento base” para normas de projeto rodoviário. Relatório 358/11 NPTS. LNEC, Lisboa, 2011.
- 8 TRB – *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board,. National Research Council,

Washington, D.C., USA, 2000.

9 Cardoso, J.L. – Homogeneidade de traçado e sinalização de curvas em estradas interurbanas de faixa única. Relatório nº. 197/01 NTSR. LNEC, Lisboa, 2001.

10 Almeida Roque, C. – Revisão da Norma de Traçado. InIR, Lisboa. 2010.

11 Roque, C.A.; Cardoso, J.L. – *Chapter 11: The role of roadside safety criteria in accident reduction and injury severity mitigation. Accidents: Risk Factors, Health Outcomes and Safety Measures*. Nova Science Publishers, 2012. ISBN 978-1-62257-010-2.

(https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=34326)