

Disposições Técnicas

AUTO-ESTRADAS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



Instituto de Infra-Estruturas
Rodoviárias IP

AUTO-ESTRADAS

Características Técnicas

DOCUMENTO BASE

REDE NACIONAL DE AUTO-ESTRADAS – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RESUMO

O Plano Rodoviário Nacional (PRN) [1] define a rede nacional de auto-estradas para determinados níveis de serviço. Quando estas se inserem nos perímetros urbanos ou atravessam as zonas metropolitanas, as funções que desempenham diferem das auto-estradas interurbanas e as suas características geométricas estão condicionadas ao espaço envolvente. Com a presente comunicação pretende-se estabelecer diferentes categorias de auto-estradas tendo em conta a função que cada uma desempenha na rede viária, definindo-se as suas características geométricas e operacionais mínimas.

1. INTRODUÇÃO

A rede nacional de auto-estradas está definida no artigo 5.º do PRN [1]. O seu artigo 6.º, refere-se ao nível de serviço, vindo nos pontos n.ºs 2, 3 e 5:

“2 - Os itinerários principais devem assegurar correntes de tráfego estáveis e permitir uma razoável liberdade de circulação aos condutores – nível de serviço B.

3 - As estradas que integram a rede nacional complementar devem assegurar condições de circulação relativamente estáveis, embora com restrições quanto à velocidade e ultrapassagens – nível de serviço C.

5 - O disposto nos números anteriores não impede que determinados lanços sujeitos a tráfego “sazonal” de migrações pendulares ou situados em zonas particularmente difíceis, por motivos de ordem topográfica ou urbanística, possam ser projectados de modo que ao volume horário respectivo corresponda um nível de serviço inferior ao referido nos n.ºs 2 e 3.”.

De acordo com este articulado o atravessamento de zonas de topografia difícil ou densamente urbanizadas era considerado um obstáculo ao desenvolvimento do traçado, cabendo ao responsável pelo projecto integrar estas condicionantes, reduzindo as suas características funcionais e geométricas o menos possível. No entanto a concretização da rede de itinerários principais (IP's) e complementares (IC's) nas áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto, veio levantar alguns problemas de compatibilização entre as características geométricas e operacionais dessa rede, com aspectos urbanísticos e ambientais, acessibilidade transversal, custos de construção/expropriações e elevados volumes de tráfego.

Verificou-se que não seria sustentável o cumprimento dos níveis de serviço preconizados no PRN [1] para a rede arterial que, em zonas de média e alta densidade de ocupação urbana, tinha que assegurar a transição e a articulação com a rede local. Tal nem seria desejável, uma vez que a funcionalidade das vias que os justificavam era substancialmente alterada.

As vias urbanas e suburbanas têm uma função diferente das vias interurbanas, tipos de tráfego diferenciados e custos de construção, de exploração e ambientais consideravelmente superiores. Nestas vias é aceitável uma menor mobilidade face à necessidade de uma maior acessibilidade que estas exigem. Esta comunicação pretende estabelecer diferentes tipos de auto-estradas, tendo em conta a função que as mesmas desempenham na rede viária, definindo-se as suas características geométricas e operacionais mínimas. Assunto este, já abordado nas recentes normas estrangeiras da AASHTO [2] e SETRA [3,4].

Aproveitou-se ainda esta oportunidade para definir as características técnicas dos traçados das auto-estradas interurbanas em secções específicas de topografia difícil. No caso destas, as alterações das características geométricas e operacionais não são fundamentadas na mudança da funcionalidade da via, mas em conceitos económicos de níveis de serviço.

2. TIPOS DE AUTO-ESTRADAS

Classificam-se as auto-estradas (AE's) em quatro tipos, como sendo:

- **Auto-estrada interurbana** – via pública destinada ao tráfego de médio e longo curso, com separação física de faixas de rodagem, sem cruzamentos de nível nem acessos a propriedades marginais, com acessos condicionados e sinalizada como tal;
- **Auto-estrada interurbana em topografia difícil** – auto-estrada interurbana quando se desenvolve em zona que a topografia crie dificuldades tais que, numa extensão superior a 10 km, manter as características geométricas e operacionais levaria a custos económicos inoportáveis;

- **Auto-estrada suburbana** – auto-estrada incluída no PRN [1], que se desenvolve em zona exclusivamente periurbana, de média ou baixa densidade de ocupação, que assegura as ligações pendulares da área metropolitana em que está inserida bem como uma parte significativa do tráfego interurbano;
- **Auto-estrada urbana** – auto-estrada incluída no PRN [1], que se desenvolve em zona urbana ou periurbana consolidada, que assegura a difusão do tráfego metropolitano e interurbano.

3. ELEMENTOS BÁSICOS

3.1 Velocidade máxima de circulação e níveis de serviço

As características geométricas de cada tipo de auto-estrada devem ter em consideração a velocidade máxima que se pretende que circulem os veículos em condições de comodidade e de segurança aceitáveis. A escolha da velocidade máxima de circulação deve ter em consideração os seguintes factores:

- ✎ classificação funcional das vias dentro do sistema de transportes;
- ✎ nível de serviço;
- ✎ condicionantes de ocupação do solo (urbano, suburbano, rural);
- ✎ as condições topográficas;
- ✎ as condições ambientais;
- ✎ os custos económicos;
- ✎ a homogeneidade do limite de velocidade máxima de circulação ao longo do itinerário.

De acordo com o PRN [1] as estradas que constituem a Rede Fundamental deverão assegurar um nível de serviço B e as da Rede Complementar o nível C. Nas AE's localizadas em zonas de grande ocupação urbana ou de topografia difícil, assegurar os níveis de serviço B ou C, como foi referido pode conduzir a elevados custos económicos e ambientais. Ao abrigo do ponto n.º 5 do artigo 6.º do PRN [1], que admite níveis de serviço inferiores (C e D), estabelecem-se os níveis de serviço mínimos a adoptar para as AE's localizadas em zonas urbanas, suburbanas ou de topografia difícil. Definem-se no quadro 1 a velocidade base, níveis de serviço e velocidade máxima de circulação para os diferentes tipos de AE's.

Quadro 1 – Velocidade Base, Níveis de Serviço e Velocidade Máxima de Circulação nos diferentes tipos de AE's

Tipo de AE's	Velocidade Base (km/h)	Nível de Serviço	Velocidade Máxima de Circulação (km/h)
Auto-estradas interurbanas	140	B	120
	120	C	120
Auto-estradas interurbanas em topografia difícil	80	C/D	100 (*)
Auto-estradas suburbanas	100	C	100
Auto-estradas urbanas	80	C/D	80

(*) – A velocidade máxima de circulação é limitada a 80 km/h nos casos em que o raio mínimo em planta seja inferior a 450 m.

A partir da fixação da velocidade base, níveis de serviço e velocidade máxima de circulação, são definidos no ponto 4, para cada tipo de AE's:

- ✎ características geométricas do traçado em planta e perfil longitudinal;
- ✎ perfis transversais tipo;
- ✎ distâncias entre nós sucessivos.

Estas características geométricas e operacionais deverão manter-se ao longo dos vários lanços da estrada de forma a garantir ao longo do itinerário níveis de serviço idênticos.

3.2 Comodidade e Segurança de Circulação

A execução de traçados homogéneos é uma condição fundamental para os utentes se aperceberem do tipo da auto-estrada que estão a percorrer e, conseqüentemente, administrarem a sua condução de forma a torná-la segura. Um bom traçado de uma estrada é aquele que, independentemente da velocidade base para a qual foi estudado, respeita a expectativa que o condutor tem sobre ele.

Um dos instrumentos para assegurar um traçado em planta homogéneo é o patente no diagrama da Figura 1 da Norma de Traçado P3/94 [5], que permite obter uma relação equilibrada entre os raios das sucessivas curvas circulares. Deve-se respeitar a “relação muito boa” entre os raios sucessivos das curvas circulares.

- ① Relação muito boa
- ② Relação boa
- ③ Relação aceitável

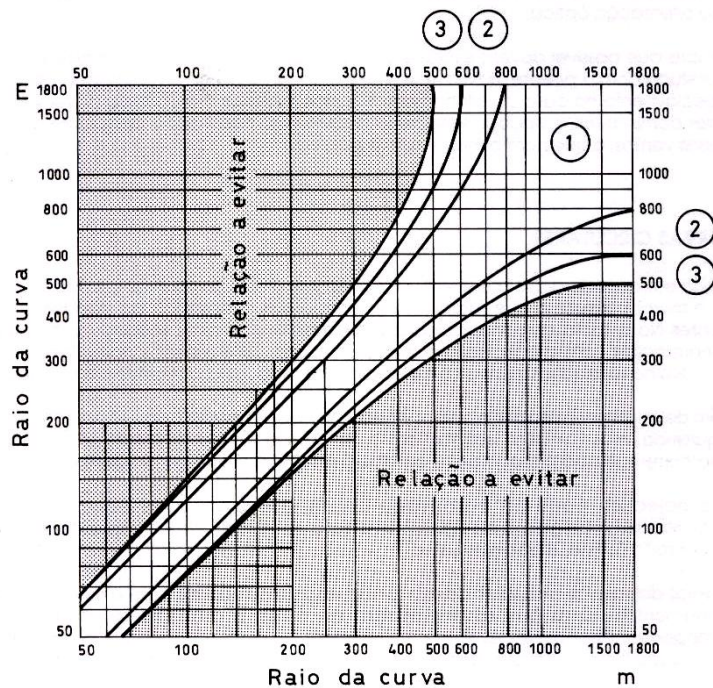


Figura 1 (norma de traçado P3/94, JAE)

Os raios mínimos em planta, indicados ao longo do ponto 4, não devem ser utilizados associados a traneis com uma inclinação superior a 5%. Este facto é particularmente relevante no que se refere a veículos pesados visto que em declives e rampas com inclinações acentuadas, uma parte do atrito disponível, é consumido ao longo da travagem (declives) e pelas forças de tracção (rampas).

O uso dos raios mínimos em planta para os diferentes tipos de AE's não garante de forma automática as necessárias distâncias de visibilidade de paragem em curva, visto que estes foram determinados na condição de garantir o equilíbrio dinâmico do veículo. Distingue-se o caso de um veículo circular nas vias interiores adjacentes ao separador central e de um veículo a circular nas vias exteriores adjacentes à berma direita.

São condicionantes da distância de visibilidade disponível para quem circula ao longo das vias interiores adjacentes ao separador central: a obstrução lateral no separador central causada p. ex. pelas barreiras de segurança, vegetação, uso de dispositivos anti-encadeamento, pilar de uma estrutura, paredes de túneis ou por vezes os muretes utilizados para vencer o desnível entre as plataformas da estrada.

A conjugação dos raios de curvatura em planta, do perfil longitudinal e das larguras reduzidas utilizadas no separador central, podem também diminuir as distâncias de visibilidade disponíveis para quem circula nas vias interiores. Das vias interiores, normalmente, a mais

condicionante em termos de visibilidade é a do intradorso da curva, quando este coincide com a berma esquerda da faixa de rodagem. Nestes casos deve-se proceder a um estudo cuidado de modo a garantir ao longo de todo o traçado as necessárias distâncias de visibilidade de paragem em curva.

Para quem circula ao longo das vias exteriores adjacentes à berma direita são condicionantes da distância de visibilidade disponível: o pilar de uma estrutura, construções, talude de escavação, árvores, muros, paredes de túneis e encontros das obras de arte. Nestes casos devem-se prever, se necessário, zonas de visibilidade, isto é, áreas exteriores à plataforma da estrada, livres de quaisquer obstáculos que impeçam a visibilidade. Em auto-estradas suburbanas e urbanas devido às condicionantes de ocupação de solo recorre-se com mais frequência ao uso de muros, tunéis, etc., pelo que se deve dar uma particular atenção nestas situações aquando do estudo geométrico do traçado, de forma a garantir ao longo do mesmo as necessárias distâncias de visibilidade de paragem em curva.

As larguras a adoptar para o separador central para os diferentes tipos de AE's indicadas ao longo do ponto seguinte foram estabelecidos como valores mínimos. Quando se preveja o alargamento do número de vias à custa da redução da largura do separador central, devem-se adoptar valores para a largura do separador superiores aos indicados, para que após o respectivo alargamento se respeitem os mínimos estabelecidos.

De realçar ainda que a largura mínima do separador central deve ser igual ou superior à largura útil de trabalho da barreira de segurança a adoptar em função do nível de contenção admitido, estipulado pela NP EN 1317-2 – Sistemas de Segurança Rodoviária [6]. Nos casos de necessidade de protecção do tráfego relativamente a um obstáculo ou a um talude, esta norma também se aplica, na definição da zona livre mínima de trabalho disponível para a barreira de segurança.

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

4.1 Auto-estradas interurbanas

As auto-estradas interurbanas mantêm o estipulado nas normas em vigor, oferecendo aos utilizadores níveis elevados de serviço, seja em segurança, tempo de percurso e conforto.

Para este tipo de auto-estrada considera-se que um espaçamento entre nós inferior a 8 km poderá criar interferências no nível de serviço desejado, caso se mantenha o mesmo número vias de circulação. Este critério tem sido na generalidade aplicado na rede concessionada, em que a distância apenas diminui na aproximação aos maiores aglomerados urbanos, passando-se nestes casos a outra categoria de auto-estrada.

A berma direita pavimentada deverá ter no mínimo 3,0 m de largura, provida de uma zona exterior não pavimentada mínima de (0,75 m) nos casos de talude aterro ou quando da utilização de valeta não revestida, seguida da concordância (0,60 m) de ligação entre esta e o talude. No caso de utilização de valeta revestida esta será contígua à berma pavimentada. Sempre que a barreira de segurança estiver colocada no limite exterior da berma esquerda esta deverá ter a largura mínima de 1,5 m.

Quadro 2 – Características técnicas das auto-estradas interurbanas

Nível de serviço	Velocidade máxima de circulação	Velocidade base	Parâmetros Geométricos							Distância entre nós	
			Planta	Perfil Longitudinal			Perfil Transversal				
			Raio mínimo	Inclinação máxima	Raio convexo mínimo	Raio côncavo mínimo	Largura das vias	Separador Central	Berma		
							Esq	Dir			
B	120 km/h	140 km/h	1 200 m	3%	20 000 m	8 000 m	3,75 m	≥ 4,00 m	1,50 m	3,00 m	8 km
C		120 km/h	700 m	4%	17 000 m	7 500 m		≥ 3,00 m			

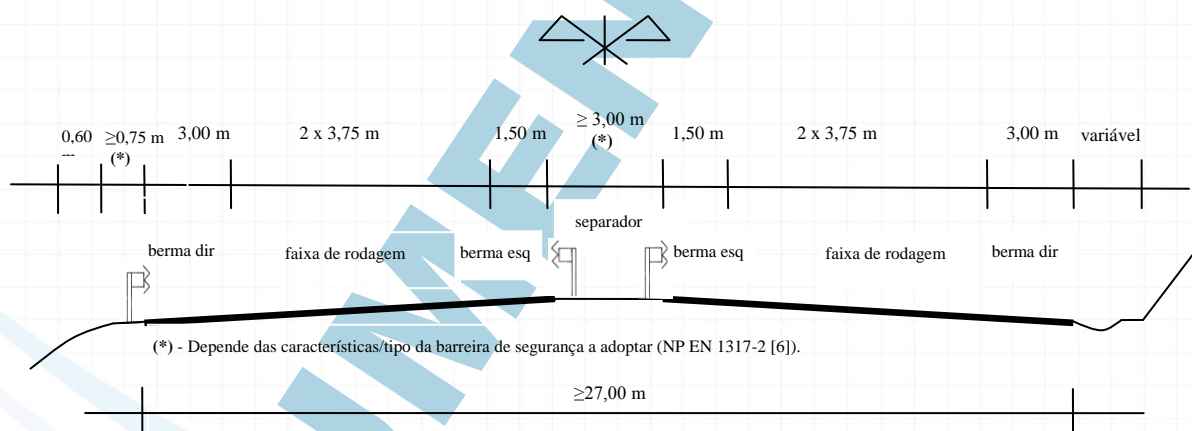


Figura 2 – Perfil transversal tipo de auto-estrada interurbana.

4.2 Auto-estradas urbanas em topografia difícil

Considera-se zona de topografia difícil o lanço de uma auto-estrada interurbana em que manter as características geométricas e operacionais a este tipo de via levaria a custos económicos inoportáveis. Tal pressupõe que as dificuldades topográficas não estejam localizadas em pequenos troços individuais, mas se mantenham numa extensão superior a 10 km. Neste lanço é aceitável uma redução do nível de serviço para C/D e a adopção duma velocidade base igual a 80 km/h.

Nestes lanços deve-se limitar a velocidade máxima de circulação, conforme o quadro 3. De realçar que, caso se utilizem valores próximos dos raios mínimos absolutos, a velocidade máxima de circulação deverá ser igual à velocidade base.

Quadro 3 – Características técnicas das auto-estradas interurbanas em topografia difícil

Nível de serviço	Velocidade máxima de circulação	Velocidade base	Parâmetros Geométricos								Distância entre nós
			Planta	Perfil Longitudinal			Perfil Transversal				
			Raio mínimo	Inclinação máxima	Raio convexo mínimo	Raio côncavo mínimo	Largura das vias	Separador Central	Berma		
							Esq	Dir			
C	100 km/h	80 km/h	450 m (*)	6%	9 000 m	5 500 m	3,50 m	≥ 1,50 m	1,00 m	2,50 m (**)	8 km
D	80 km/h		240 m (*)								

(*) – Só podem ser utilizados quando associados a inclinações longitudinais máximas de 5%.

(**) – A largura da berma direita pode ser reduzida para 1,5 m quando existam vias adicionais de lentos.

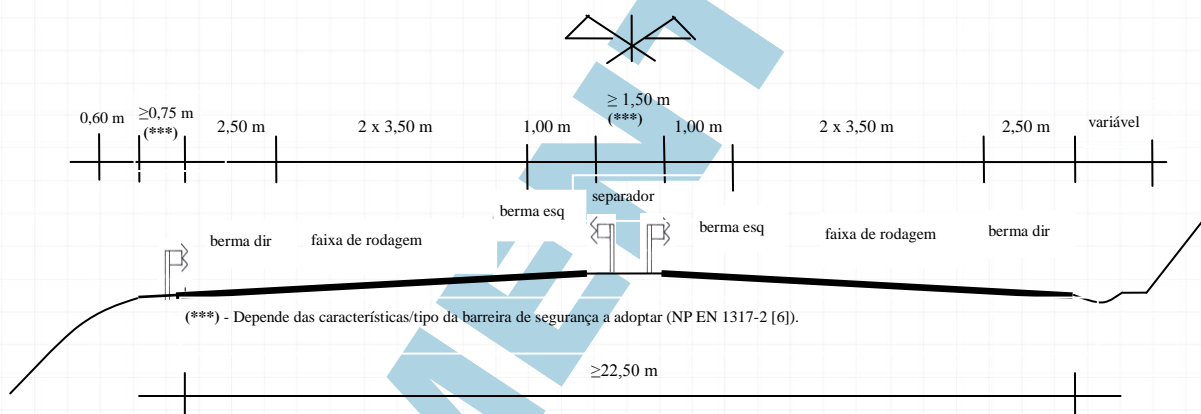


Figura 3 – Perfil transversal tipo de auto-estrada interurbana em topografia difícil.

4.3 Auto-estradas suburbanas

As auto-estradas suburbanas têm uma função regional assegurando as deslocações pendulares dos aglomerados urbanos em que estão inseridas e estabelecem a ligação da rede viária fundamental/complementar à rede arterial desses centros urbanos. Estas vias são ainda caracterizadas por elevados volumes de tráfego e frequentemente com uma distribuição desequilibrada nos dois sentidos e por uma diminuição do peso do tráfego de longo curso em relação aos troços interurbanos.

O atravessamento da auto-estrada numa zona com alguma densidade de ocupação, devido à dificuldade de obtenção do espaço necessário para o estabelecimento dos corredores de penetração, pode apresentar problemas pontuais de compatibilização com as características

físicas da via. Para minimizar este problema e reduzir os impactes ambientais nas zonas urbanas envolventes recomenda-se a utilização de parâmetros geométricos menos exigentes, procurando-se manter a funcionalidade da auto-estrada.

Para auto-estradas suburbanas recomenda-se o nível de serviço ‘C’.

Quadro 4 – Características técnicas das auto-estradas suburbanas

Nível de serviço	Velocidade máxima de circulação	Velocidade base	Parâmetros Geométricos								Distância entre nós
			Planta	Perfil Longitudinal			Perfil Transversal				
				Raio mínimo	Inclinação máxima	Raio convexo mínimo	Raio côncavo mínimo	Largura das vias	Separador Central	Berma	
Esq	Dir										
C	100 km/h	100 km/h	450 m (*)	6%	14 000 m	7 000 m	3,50 m	≥ 1,50 m	1,00 m	2,50 m	2 km

(*) – Só podem ser utilizados quando associados a inclinações longitudinais máximas de 5%.

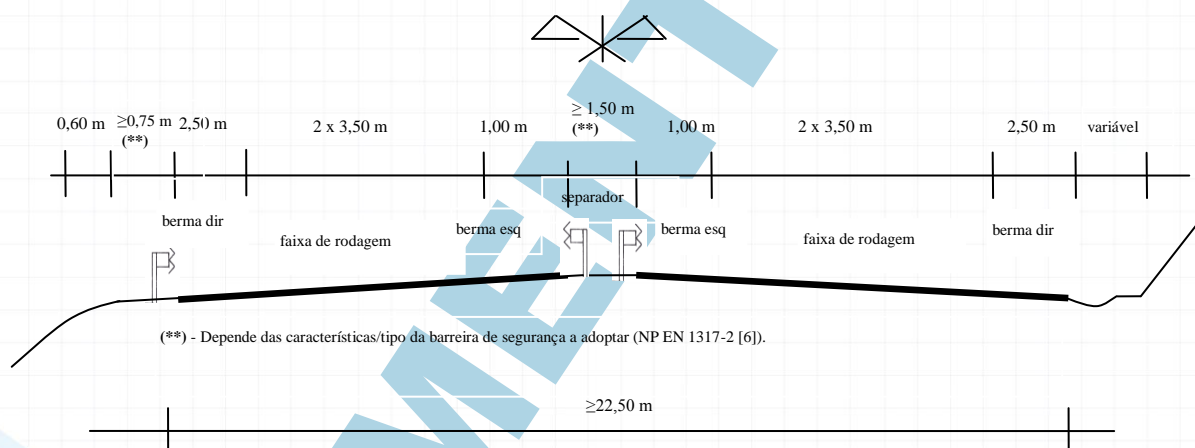


Figura 4 – Perfil transversal tipo de auto-estrada suburbana.

4.4 Auto-estradas urbanas

As auto-estradas urbanas da rede nacional estão integradas nos principais itinerários, IP's e IC's, e têm como principal função a difusão do tráfego metropolitano e interurbano pela rede arterial do tecido urbano. Para além desta função colectora distribuidora, asseguram em alguns casos a mobilidade do tráfego de passagem pelo aglomerado urbano. As auto-estradas urbanas têm características geométricas mais reduzidas que as suburbanas, para permitir uma maior inserção no território atravessado e reduzir os impactes ambientais e custos de construção.

Nestas vias é necessário privilegiar a capacidade de escoamento e não a velocidade de operação. Deve-se ainda evitar o sobredimensionamento no número das vias, tendo em

consideração o equilíbrio das mesmas, bem como a adoção de velocidades de circulação elevadas, uma vez que o tráfego de passagem tem um peso muito reduzido no tráfego total. A escolha da velocidade de circulação máxima deve ter em atenção a velocidade máxima permitida nos troços adjacentes de modo a permitir uma adequada e segura transição das velocidades.

Em auto-estradas urbanas dever ser garantido, como mínimo, um nível de serviço ‘D’.

Quadro 5 – Características técnicas das auto-estradas urbanas

Nível de serviço	Velocidade máxima de circulação	Velocidade base	Parâmetros Geométricos							Distância entre nós	
			Planta	Perfil Longitudinal			Perfil Transversal				
			Raio mínimo	Inclinação máxima	Raio convexo mínimo	Raio côncavo mínimo	Largura das vias	Separador Central	Berma		
						Esq	Dir				
C/D	80 km/h	80 km/h	240 m (*)	6%	9000 m	5500 m	3,50 m	≥ 0,6 m	1,00 m	2,00 m (**)	1,5 km

(*) – Só podem ser utilizados quando associados a inclinações longitudinais máximas de 5%.

(**) – Valor mínimo para exercer a função de via adicional de emergência.

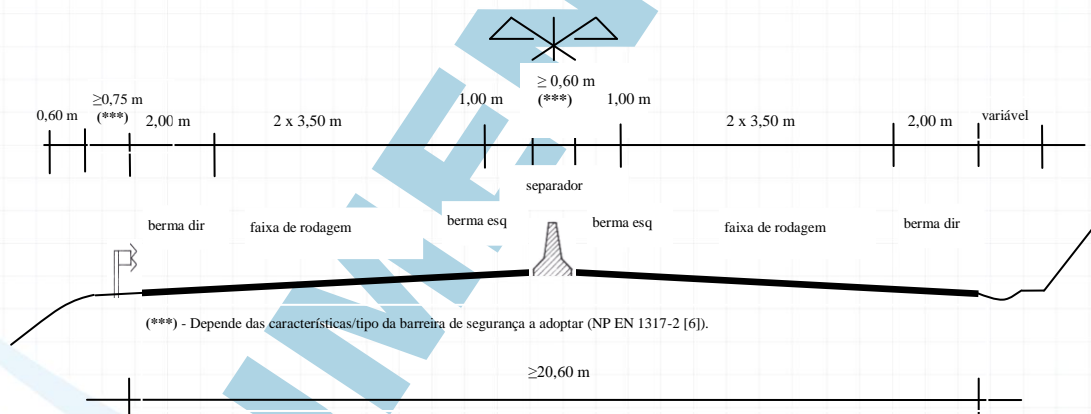


Figura 5 – Perfil transversal tipo de auto-estrada urbana.

5. CONCLUSÕES

A definição das características operacionais e geométricas da Rede Nacional de Auto-Estradas deve ter em conta a função que cada tipo de auto-estrada desempenha no sistema rodoviário. Não só porque não seria sustentável o cumprimento dos níveis de serviço preconizados no PRN [1] para zonas urbanas, bem como pela sua importância em aspectos urbanísticos e ambientais, acessibilidade transversal, custos de construção e expropriações.

Procurou-se com esta comunicação tentar colmatar a lacuna nacional existente neste domínio. Mas também esta poderá ter um papel relevante no auxílio da definição de indicadores contratuais a adoptar nas futuras concessões da Rede Nacional de Auto-Estradas.

No entanto, será justo referir que outro desafio se avista, como seja a definição de critérios objectivos para a classificação da Rede Nacional de Auto-Estradas por parte da Administração Rodoviária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] – PRN – Plano Rodoviário Nacional aprovado pelo Decreto-Lei n.º 222/98 de 17 de Julho (D.R. I Série-A n.º 163), rectificado pela Declaração de Rectificação n.º 19-D/98 (D.R. I Série-A n.º 252), pela Lei n.º 98/99 de 26 Julho (D.R. I Série-A n.º 172) e pelo Decreto-Lei n.º 182/2003 de 16 de Agosto (D.R. I Série-A n.º 188).
- [2] – AASHTO – “A policy on Geometric Design of Highways and Streets 2004”. Fifth Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C., 2004.
- [3] – SETRA – “Instruction sur les Conditions Techniques d’Aménagement des Autoroutes de Liaison”. December 2000.
- [4] – SETRA – “Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route. Aménagement des routes principales (sauf les autoroutes et routes express à deux chaussées)”. Guide Technique, août 1994.
- [5] – JAE – “Norma de Traçado P3/94”. Junta Autónoma de Estradas, Almada, Edição de 1994.
- [6] – NP EN 1317-2 – “Sistemas de Segurança Rodoviária, Parte 2: Classes de desempenho, critérios de aceitação do ensaio de colisão e métodos de ensaio para barreiras de segurança”. Instituto Português da Qualidade, Edição de Novembro 2001.